



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
 LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Jln. Talang Banten 13 Ulu Palembang Telp/Fax. 0711-514103 Website: lppm.um-palembang.ac.id / Email:lppm@um-palembang.ac.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**SURAT PERNYATAAN
 MELAKSANAKAN PENELITIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. Gusmiatun, M.P
 NIDN : 0016086901
 Pangkat, golongan ruang, TMT : Pembina/IV.a
 Jabatan, TMT : Lektor Kepala
 Bidang Ilmu/Mata Kuliah : Pertanian/Pemuliaan Tanaman
 Jurusan/Program Studi : Agroteknologi
 Unit Kerja : Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
 Universitas Muhammadiyah Palembang

Dengan ini menyatakan bahwa

Nama : Ir Erna Yuliwati, M.T., Ph.D.
 NIDN : 0228076701
 Pangkat/Golongan Ruang, TMT : Penata/IIIc, 01 Januari 2018
 Jabatan, TMT : Lektor Kepala, 01 Agustus 2016
 Bidang Ilmu/Mata Kuliah : Teknologi Separasi/ Proses Pemisahan Lanjut
 Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia
 Unit Kerja : Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Telah melaksanakan penelitian seperti di bawah ini:

No	Skema Penelitian	Judul Penelitian	Tahun	Dana Penelitian per tahun, Rp.-	Total, Rp.-
1	PTUPT Tahun 1-3 dari SIMLITABMAS Kemenristek DIKTI	Separasi Limbah Cair Industri Kelapa Sawit Menggunakan Membran Ultrafiltrasi Sebagai Parameter Lingkungan	2018 - 2020	120.000.000 + 124.650.000+ 122.000.000	366.650.000
2	Penelitian Kerjasama ASEAN dari Pemerintah India	"Reduction in greenhouse gas emission with synergistic mixed matrix membrane for CO2 separation"	2018 - 2020	334000 + 334000 Rupee	121.839.392

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, 22 Juni 2023

Yang membuat pernyataan,



Dr. Ir. Gusmiatun, M.P

NIDN. 0016086901

(Pascasarjana Program Studi : Ilmu Hukum dan Ilmu Manajemen

Fakultas : Teknik, Ekonomi, Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Pertanian, Hukum, Agama Islam dan Kedokteran)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Jln. Talang Banten 13 Ulu Palembang Telp/Fax. 0711-514103 Website: umpalembang.net/lp2mump Email: lppm_umpalembang@gmail.com



KONTRAK PENELITIAN
Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2018
Nomor: 137/H-1/LPPM-UMP/VI/2018
Tanggal 7 Juni 2018

Pada hari ini Kamis tanggal Tujuh bulan Juni tahun Dua Ribu Delapan Belas, kami yang bertandatangan di bawah ini :

1. **Dr. Mustopa Marli Batubara, MP** : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Palembang, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Muhammadiyah Palembang, yang berkedudukan di Jl. Jend. Ahmad Yani 13 Ulu Palembang, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;
2. **Ir. Erna Yuliwati, MT, Ph.D** : Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang dalam hal ini bertindak sebagai pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Tahun Anggaran 2018 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA**, secara bersama-sama sepakat mengikatkan diri dalam suatu Kontrak Hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2018 denganketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

Pasal 1

Ruang Lingkup Kontrak

PIHAK PERTAMA memberi pekerjaan kepada **PIHAK KEDUA** dan **PIHAK KEDUA** menerima pekerjaan tersebut dari **PIHAK PERTAMA**, untuk melaksanakan dan menyelesaikan Penelitian Hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2018 dengan judul : *"Separasi limbah cair industri kelapa sawit menggunakan membran ultrafiltrasi sebagai parameter lingkungan"*

Pasal 2

Dana Penelitian

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 adalah sebesar **Rp. 120.000.000,-** sudah termasuk pajak.
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan padaDaftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Nomor SP DIPA-042.06.1.401516/2018, tanggal 05 Desember 2018 Penelitian Strategi Nasional Instirusi

Pasal 3

Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan membayarkan Dana Penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Pembayaran Tahap Pertama sebesar 70% dari total dana penelitian yaitu $70\% \times \text{Rp. } 120.00.000,- = \text{Rp. } 84.000.000$ (*delapan puluh Empat juta rupiah*), yang akan dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah **PARA PIHAK** membuat dan melengkapi rancangan pelaksanaan penelitian yang memuat judul penelitian, pendekatan dan metode penelitian yang digunakan, data yang akan diperoleh, anggaran yang akan digunakan, dan tujuan penelitian berupa luaran yang akan dicapai.
 - b. Pembayaran Tahap Kedua sebesar 30% dari total dana penelitian yaitu $30\% \times \text{Rp. } 120.000.000 = \text{Rp. } 36.000.000$ (*tiga puluh enam juta rupiah*) dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah **PIHAK KEDUA** mengunggah ke SIMLITABMAS yaitu Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian dan Catatan Harian.
 - c. Biaya tambahan dibayarkan kepada **PIHAK KEDUA** bersamaan dengan pembayaran Tahap Kedua dengan melampirkan Daftar luaran penelitian yang sudah di validasi oleh **PIHAK PERTAMA**
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) akan disalurkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** ke rekening sebagai berikut:

Nama	:	Ir. Erna Yuliwati, MT, Ph.D
Nomo Rekening	:	8100902457
Nama Bank	:	Bank Sumsel Babel

1 dari 4



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Jln. Talang Banten 13 Ulu Palembang Telp/Fax. 0711-514103 Website: umpalembang.net/lp2mump Email: lppm_umpalembang@gmail.com



- (3) **PIHAK PERTAMA** tidak bertanggung jawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya sejumlah dana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yang disebabkan karena kesalahan **PIHAK KEDUA** dalam menyampaikan data peneliti, nama bank, nomor rekening, dan persyaratan lainnya yang tidak sesuai dengan ketentuan.

Pasal 4

Jangka Waktu

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 sampai selesai 100%, adalah terhitung sejak **Tanggal 12 April 2018** dan berakhir pada **Tanggal 16 Nopember 2018**

Pasal 5

Target Luaran

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk mencapai target luaran wajib penelitian berupa publikasi ilmiah.
- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 6

Hak dan Kewajiban Para Pihak

- (1) Hak dan Kewajiban **PIHAK PERTAMA**:
 - a. **PIHAK PERTAMA** berhak untuk mendapatkan dari **PIHAK KEDUA** luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7;
 - b. **PIHAK PERTAMA** berkewajiban untuk memberikan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dan dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.
- (2) Hak dan Kewajiban **PIHAK KEDUA**:

PIHAK KEDUA berhak menerima dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1); **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan kepada **PIHAK KEDUA** luaran Hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi dengan judul *“Separasi limbah cair industri kelapa sawit menggunakan membran ultrafiltrasi sebagai parameter lingkungan”* dan catatan harian pelaksanaan penelitian;

 - a. **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk bertanggung jawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
 - b. **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** laporan penggunaan dana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7.

Pasal 7

Laporan Pelaksanaan Penelitian

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** berupa laporan kemajuan dan laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh **PIHAK PERTAMA** yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh **PIHAK PERTAMA**.
- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Laporan Kemajuan dan Catatan harian penelitian yang telah dilaksanakan ke SIMLITABMAS paling lambat **14 September 2018**.
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan *Hardcopy* Laporan Kemajuan dan Rekapitulasi Penggunaan Anggaran 70% kepada **PIHAK PERTAMA**, paling lambat **4 September 2018**
- (4) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Laporan Akhir, capaian hasil, Poster, artikel ilmiah dan profil pada SIMLITABMAS paling lambat **16 Nopember 2018** (bagi penelitian tahun terakhir).
- (5) Laporan hasil Penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (4) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
 - a. Bentuk/ukuran kertas A4;
 - b. Di bawah bagian cover ditulis:

Dibiayai oleh:

Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Sesuai dengan Kontrak Penelitian
Nomor: SP DIPA-042.06.1.401516/2018 dan Sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan
Pelaksanaan Program Penelitian Tahun 2018
Nomor: 2223/SP2H/LT/K2/KM/2018

2 dari 4

(Pascasarjana Program Studi : Ilmu Hukum dan Ilmu Manajemen
Fakultas : Teknik, Ekonomi, Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Pertanian, Hukum, Agama Islam dan Kedokteran)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Jln. Talang Banten 13 Ulu Palembang Telp/Fax. 0711-514103 Website: umpalembang.net/lp2mump Email: lppm_umpalembang@gmail.com



Pasal 8
Monitoring dan Evaluasi

PIHAK PERTAMA dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2018 ini sebelum pelaksanaan Monitoring dan Evaluasi eksternal oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.

Pasal 9
Penilaian Luaran

1. Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/Reviewer Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Apabila dalam penilaian luaran terdapat luaran tambahan yang tidak tercapai maka dana tambahan yang sudah diterima oleh peneliti harus disetorkan kembali ke kas negara.
3. Besaran biaya luaran tambahan adalah **Rp. 0 (-)**

Pasal 10
Perubahan Susunan Tim Pelaksana dan Substansi Pelaksanaan

Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan Penelitian ini dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan tertulis dari Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.

Pasal 11
Penggantian Ketua Pelaksana

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA** selaku ketua pelaksana tidak dapat melaksanakan Penelitian ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada **PIHAK PERTAMA**.
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat(1), maka **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke Kas Negara.
- (3) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 12
Sanksi

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Penelitian ini telah berakhir, namun **PIHAK KEDUA** belum menyelesaikan tugasnya, terlambat mengirim laporan kemajuan, dan/atau terlambat mengirim laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut.
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat mencapai target luaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5, maka kekurangan capaian target luaran tersebut akan dicatat sebagai hutang **PIHAK KEDUA** kepada **PIHAK PERTAMA** yang apabila tidak dapat dilunasi oleh **PIHAK KEDUA**, akan berdampak pada kesempatan **PIHAK KEDUA** untuk mendapatkan pendanaan penelitian atau hibah lainnya yang dikelola oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 13
Pembatalan Perjanjian

- (1) Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh **PIHAK KEDUA**, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya akan disetor ke Kas Negara.
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 14
Pajak-Pajak

Hal-hal dan/atau segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjaditanggungjawab **PIHAK KEDUA** dan harus dibayarkan oleh **PIHAK KEDUA** ke kantor pelayanan pajak setempat sesuai ketentuan yang berlaku.

3 dari 4



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Jln. Talang Banten 13 Ulu Palembang Telp/Fax. 0711-514103 Website: umpalembang.net/lp2mump Email: lppm_umpalembang@gmail.com

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Pasal 15
Peralatan dan/alat Hasil Penelitian

Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibelidari pelaksanaan Penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada Universitas Muhammadiyah Palembang sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 16
Penyelesaian Sengketa

Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum.

Pasal 17
Lain-lain

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh **PARA PIHAK** pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 3 (tiga) dan bermeterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA



Dr. Mustopa Marli Batubara
NIDN: 0227036901

PIHAK KEDUA

Ir. Etna Yuliwati, MT, Ph.D
NIDN: 0228076701



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
 LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Jln. Talang Banten 13 Ulu Palembang Telp/Fax. 0711-514103 Website: umpalembang.net/lp2mump Email: lppm_umpalembang@gmail.com

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

BERITA ACARA PEMBAYARAN

Nomor : 149/J-18/LPPM.UMP/VII/2018

Pada hari ini Rabu tanggal empat Bulan Juli Tahun dua ribu delapan belas, yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Nama : **Dr. Mustopa Marli Batubara, MP**
 Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Muhammadiyah Palembang
 Alamat : Jl. Talang Banten Kampus B Palembang

Yang berkedudukan di Palembang dalam hal ini selaku kuasa Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Palembang disebut **PIHAK PERTAMA**

2. Nama : **Ir. Erna Yuliwati, MT, Ph.D**
 Jabatan : Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
 NPWP : 47.991.103.4-307.000
 Alamat : Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
 Jl. Jend. A. Yani 13 Ulu Palembang

Dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama peneliti yang selanjutnya dalam berita acara pembayaran ini disebut **PIHAK KEDUA** berdasarkan :

- No. dan Anggaran tanggal DIPA : SP DIPA-042.06.1.401516/2018 Tanggal 5 Desember 2017
- No. Dan Tanggal SP2H : 2223/SP2H/LT/K2/KM/2018 Tanggal 12 April 2018
- Surat Perjanjian Penugasan Rektor : 0834/C-13/UMP/VI/2018 tanggal 7 Juni 2018
- Nilai SP2D : Rp. 120.000.000 (seratus dua puluh juta rupiah)
- Uraian Pekerjaan : Pelaksanaan Penugasan Pelaksanaan Program Hibah Penelitian Bagi Dosen Perguruan Tinggi Swasta

Berdasarkan SP2D tersebut, maka **PIHAK KEDUA** berhak menerima pembayaran dari **PIHAK PERTAMA** dengan rincian sebagai berikut :

1. Pembayaran : Tahap Pertama (70 %)
2. Perhitungan Pembayaran
 - a. Jumlah Pembayaran fisik s/d BAP ini 70 % : Rp. 84.000.000,-
 - b. Jumlah Pembayaran fisik s/d BAP yang akan datang 30 % : Rp. 36.000.000,-

PIHAK KEDUA setuju atas jumlah pembayaran tersebut di atas dan dibayarkan sesuai prosedur dan ketentuan yang berlaku

Berita acara ini kami buat rangkap 3 untuk dipergunakan sesuai keperluan.

PIHAK PERTAMA



DR. Mustopa Marli Batubara , MP
 NIDN : 0227036901

PIHAK KEDUA

Ir. Erna Yuliwati, MT, Ph.D
 NIDN : 0228076701

(Pascasarjana Program Studi : Ilmu Hukum dan Ilmu Manajemen

Fakultas : Teknik, Ekonomi, Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Pertanian, Hukum, Agama Islam dan Kedokteran)

Bidang Unggulan: Lingkungan

Kode>Nama Rumpun Ilmu: 433/Teknik Kimia

**LAPORAN AKHIR TAHUN PERTAMA
PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**



**SEPARASI LIMBAH CAIR INDUSTRI KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN
MEMBRAN ULTRAFILTRASI SEBAGAI PARAMETER LINGKUNGAN**

TIM PENGUSUL

Ir. Erna Yuliwati, MT., Ph.D

NIDN : 0228076701

Dr Ir. Elfidiah, M.T

NIDN : 0202066401

Ir. Ani Melani M.T.

NIDN : 0231036302

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
NOVEMBER 2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : SEPARASI LIMBAH CAIR INDUSTRI KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI SEBAGAI PARAMETER LINGKUNGAN

Peneliti/Pelaksana

Nama Lengkap : Ir ERNA YULIWATI, M.T, Ph.D
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang
NIDN : 0228076701
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
Program Studi : Teknik Kimia
Nomor HP : 081372194527
Alamat surel (e-mail) : deeyuliwati@gmail.com

Anggota (1)

Nama Lengkap : Dr ELFIDIAH
NIDN : 0202066401
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Anggota (2)

Nama Lengkap : ANI MELANI
NIDN : 0021056308
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 120,000,000
Biaya Keseluruhan : Rp 1,035,000,000

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Ir. Kiagus Ahmad Roni, M.T)
NIP/NIK 0227077004

Kota Palembang, 6 - 11 - 2018
Ketua,

(Ir ERNA YULIWATI, M.T, Ph.D)
NIP/NIK 0228076701

Menyetujui,
Ketua LPPM Universitas Muhammadiyah Palembang



(Dr. Ir. Mustopa Marli Batubara, M.P)
NIP/NIK 0227036904

URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : SEPARASI LIMBAH CAIR INDUSTRI KELAPA SAWIT
MENGGUNAKAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI SEBAGAI
PARAMETER LINGKUNGAN

2. Tim Peneliti

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Instansi Asal	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1	Ir ERNA YULIWATI M.T, Ph.D	Ketua Pengusul	-wastewater treatment, membrane technology	Universitas Muhammadiyah Palembang	35.00
2	Ir ELFIDIAH MT	Anggota Pengusul	-	Universitas Muhammadiyah Palembang	25.00
3	Ir ANI MELANI MT	Anggota Pengusul	-	Universitas Muhammadiyah Palembang	25.00

3. Objek Penelitian (jenis material yang akan diteliti dan segi penelitian):
Separasi Limbah cair kelapa sawit dengan menggunakan membran
4. Masa Pelaksanaan
Mulai tahun: 2018
Berakhir tahun: 2020
5. Usulan Biaya DRPM Ditjen Penguatan Risbang
 - Tahun ke-1: Rp380,800,000
 - Tahun ke-2: Rp380,800,000
 - Tahun ke-3: Rp380,800,000
6. Lokasi Penelitian (lab/studio/lapangan)
Palembang
7. Instansi lain yang terlibat (jika ada, dan uraikan apa kontribusinya)
PTPN VII Distrik Banyuasin
8. Temuan yang ditargetkan (produk atau masukan untuk kebijakan)
Unit separasi limbah cair industri kelapa sawit dengan proses kondisi optimal
9. Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu (uraikan tidak lebih dari 50 kata, tekankan pada gagasan fundamental dan orisinal yang mendukung pengembangan iptek)
Pengelolaan limbah industri dalam menjaga lingkungan
10. Jurnal ilmiah yang menjadi sasaran (tuliskan nama terbitan berkala ilmiah internasional bereputasi, nasional terakreditasi, atau nasional tidak terakreditasi dan tahun rencana publikasi)
Jurnal Teknologi/ Journal of engineering and science
11. Rencana luaran HKI, buku, purwarupa atau luaran lainnya yang ditargetkan, tahun rencana perolehan atau penyelesaiannya

- Publikasi Ilmiah Jurnal Internasional, tahun ke-1 Target: submitted
- Publikasi Ilmiah Jurnal Nasional Terakreditasi, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Pemakalah dalam pertemuan ilmiah Nasional, tahun ke-1 Target: sudah dilaksanakan
- Pemakalah dalam pertemuan ilmiah Internasional, tahun ke-1 Target: terdaftar
- Keynote Speaker dalam pertemuan ilmiah Internasional, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Keynote Speaker dalam pertemuan ilmiah Nasional, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Visiting Lecturer Internasional, tahun ke-1 Target: terdaftar
- Paten, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Paten Sederhana, tahun ke-1 Target: draft
- Hak Cipta, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Merk Dagang, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Rahasia Dagang, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Desain Produk Industri, tahun ke-1 Target: draft
- Indikasi Geografis, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Perlindungan Varietas Tanaman, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Teknologi Tepat Guna, tahun ke-1 Target: draft
- Buku Ajar (ISBN), tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT), tahun ke-1 Target: Skala 4
- Publikasi Ilmiah Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Pemakalah dalam pertemuan ilmiah Lokal, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Keynote Speaker dalam pertemuan ilmiah Lokal, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Model, tahun ke-1 Target: draft
- Purwarupa/Prototipe, tahun ke-1 Target: draft
- Desain, tahun ke-1 Target: draft
- Karya Seni, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Rekayasa Sosial, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Bahan Ajar, tahun ke-1 Target: draft
- Tesis, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Disertasi, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Kebijakan, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Sistem, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Metode, tahun ke-1 Target: draft
- Produk, tahun ke-1 Target: draft
- Strategi, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Keikutsertaan dalam Seminar Internasional, tahun ke-1 Target: terdaftar
- Keikutsertaan dalam seminar Nasional, tahun ke-1 Target: terdaftar

PRAKATA

Penelitian ini merupakan suatu kesempatan yang sangat baik bagi dosen perguruan tinggi baik dosen negeri maupun swasta, karena ini merupakan suatu kegiatan untuk mendapatkan nilai untuk kenaikan jenjang jabatan akademik seseorang.

Penelitian adalah suatu Tri Darma Perguruan Tinggi yang harus dilakukan oleh seorang dosen, disamping itu seorang dosen wajib untuk melakukan proses belajar mengajar diperguruan tinggi dan wajib juga untuk menulis jurnal serta melakukan kegiatan Pengabdian dimasyarakat.

Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi ini didanai oleh Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi dan merupakan sumber dana bagi dosen untuk melakukan penelitian baik dibidang teknologi, maupun dibidang lainnya punya kesempatan yang sama.

Dalam Penelitian ini di tahun pertama kami membuat membran untuk proses separasi limbah cair industri kelapa sawit dan analisa struktur serta performannya untuk diaplikasikan pada proses filtrasi limbah cair di industri kepala sawit.

Palembang, 28 Agustus 2018

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN PENGESAHAN	
IDENTITAS DAN URAIAN UMUM	
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
RINGKASAN	iv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Khusus	3
1.3. Urgensi atau Keutamaan Penelitian	4
1.4. Rencana Capaian Tahunan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Rencana Strategis Penelitian Perguruan Tinggi	6
2.2 Peta Jalan Penelitian Perguruan Tinggi	7
BAB 3. TINJAUAN PUSTAKA	8
3.1. Karakteristik Limbah Cair Industri Kelapa Sawit	8
3.2. Teknologi Membran	9
3.2.1 Membran Ultrafiltrasi	10
3.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Membran	11
3.3. <i>Response Surface Methodology (RSM)</i>	12
3.4 Roadmap Penelitian Teknologi Membran	13
3.5 Separasi Limbah Cair	13
BAB 4. METODE PENELITIAN	15
4.1. Alur Penelitian	15
4.2. Bahan Penelitian	16
4.3. Peralatan Penelitian	16
4.4 Prosedur Penelitian	16
4.4.1 Unit separasi menggunakan teknologi membran	16
4.4.2 Optimasi Kondisi Proses Separasi	19
4.4.3 Separasi Limbah Cair Industr Kelapa Sawit	19

BAB 5. BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN	20
5.1. Anggaran Biaya	20
5.2. Jadwal Penelitian	20
REFERENSI	21
LAMPIRAN	
Lampiran 1. Justifikasi Anggaran Penelitian	23
Lampiran 2. Ketersediaan Sarana dan Prasarana Penelitian	26
Lampiran 3. Susunan Organisasi Tim Pengusul dan Pembagian Tugas	27
Lampiran 4. Biodata Ketua dan Anggota Tim Pengusul	28
Lampiran 5. Surat Pernyataan Ketua Pelaksana	
Lampiran 6. Ringkasan TKT	

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1.1	Target Rencana Capaian Tahunan	5
Tabel 2.1	Isu Strategis Riset Unggulan UM Palembang	3
Tabel 3.1	Karakteristik limbah cair kelapa sawit dari PTPN VII Distrik Banyuasin	7
Tabel 5.1	Ringkasan Anggaran Biaya per Tahun	20
Tabel 5.2	Jadwal Penelitian	20

DAFTAR GAMBAR

	Hal	
Gambar 1.1	Limbah Cair industri Kelapa Sawit	3
Gambar 2.1	Peta Jalan Penelitian Fakultas Teknik UM Palembang	8
Gambar 3.1	Roadmap Penelitian Teknologi Membran	13
Gambar 4.1	Diagram <i>Fishbone</i> Alur Penelitian Terapan Unggulan PT	15
Gambar 4.2	Diagram Alir Penelitian Tahun Pertama	17
Gambar 4.3	<i>U-bend module membrane</i>	17
Gambar 4.4	Diagram Alir Penelitian Tahun Kedua	18
Gambar 4.5	Prototype unit separasi untuk uji awal	18
Gambar 4.6	<i>Layout</i> Penelitian Tahun Ketiga	19

RINGKASAN

Kebanyakan industri yang ada membuang limbahnya ke perairan terbuka, sehingga dalam waktu yang relatif singkat akan terjadi bau busuk sebagai akibat terjadinya fermentasi limbah. Metode yang digunakan adalah pengolahan limbah secara fisik, kimia dan biologi atau kombinasi untuk mengatasi pencemaran (Naibaho, 2006, Soeharto, 2013). Limbah cair yang berasal dari industri sangat bervariasi, serta tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri. Pada saat ini umumnya industri melakukan pengolahan limbah cair secara kimia yaitu proses koagulasi –flokulasi, sedimentasi dan secara flotasi dengan menggunakan udara terlarut, serta pengolahan limbah cair secara biologi yaitu proses aerob dan proses anaerob. Proses kimia seringkali kurang efektif dikarenakan biaya untuk pembelian bahan kimianya cukup tinggi dan pada umumnya pengolahan air limbah secara kimia akan menghasilkan sludge yang cukup banyak, sehingga industri harus menyediakan prasarana untuk penanganan sludge. Pada pengolahan limbah cair secara flotasi akan menggunakan energi yang cukup banyak. Pada proses pengolahan limbah secara biologi, umumnya menggunakan lahan yang cukup luas dan energy yang banyak dan menjadi pertimbangan bagi industri yang terletak didaerah yang mempunyai lahan sempit. Penurunan kualitas air juga disebabkan oleh adanya kandungan bahan organik dan anorganik yang berlebihan. Adanya senyawa organik dalam perairan akan dirombak oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut. Perombakan ini akan menjadi masalah jika senyawa organik terdapat dalam jumlah yang banyak. Adapun permasalahan utama yang dihadapi kemudian adalah kendala teknologi dimana pengolahan limbah yang ada saat ini sulit untuk menghasilkan keluaran yang mengarah pada industri kelapa sawit yang bebas limbah. Solusi terpadu program *zero waste effluent* dalam industri kelapa sawit menjadi masalah umum dalam mengatasi limbah cair industri kelapa sawit. Penggunaan filtrasi menggunakan teknologi membran telah dilakukan dan mendapatkan hasil yang potensial untuk diterapkan pada kondisi sebenarnya. Komposisi membran yang telah ditemukan pada penelitian terdahulu menjadi bahan filtrasi utama dalam unit separasi yang akan dikembangkan untuk mengolah limbah cair industri kelapa sawit. Pada **tahun pertama**, aplikasi teknologi membran dalam unit separasi untuk pengolahan limbah *heavy phase* dan kondensat. **Tahun kedua** penelitian adalah membuat model matematika untuk optimasi proses kondisi unit separasi sehingga pengolahan limbah cair ini lebih efisien karena dapat meminimalkan energi proses. **Tahun ketiga** adalah mempersiapkan *scale-up* unit separasi untuk digunakan dilokasi yang sesungguhnya di industri kelapa sawit.

Kata Kunci : limbah cair kelapa sawit, *zero waste effluent*, separasi, optimasi.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan industri kelapa sawit di Indonesia yang cukup pesat. Indonesia memiliki potensi yang cukup besar untuk pengembangan industri kelapa sawit. Industri kelapa sawit memiliki dampak positif dan negatif, dimana dampak positif nya yaitu meningkatkan devisa negara dan kesejahteraan masyarakat meningkat, sedangkan dampak negatif yaitu menimbulkan limbah yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Industri ini menghasilkan limbah cair yang sangat berlimpah dan berdampak mencemari lingkungan tanah, air dan udara dengan emisi metana yang potensial. Limbah cair industri kelapa sawit menghasilkan limbah yang bersifat cair yang masih kaya dengan zat organik yang mudah mengalami peruraian. Air buangan pabrik kelapa sawit dengan nilai *Biochemical oxygen demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) padatan tersuspensi dan kandungan total padatan yang tinggi merupakan sumber pencemar yang sangat potensial.

Kebanyakan industri yang ada membuang limbahnya ke perairan terbuka, sehingga dalam waktu yang relatif singkat akan terjadi bau busuk sebagai akibat terjadinya fermentasi limbah. Metode yang digunakan adalah pengolahan limbah secara fisik, kimia dan biologi atau kombinasi untuk mengatasi pencemaran (Naibaho, 2006, Soeharto, 2013). Limbah cair yang berasal dari industri sangat bervariasi, serta tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri. Pada saat ini umumnya industri melakukan pengolahan limbah cair secara kimia yaitu proses koagulasi –flokulasi, sedimentasi dan secara flotasi dengan menggunakan udara terlarut, serta pengolahan limbah cair secara biologi yaitu proses aerob dan proses anaerob. Proses kimia seringkali kurang efektif dikarenakan biaya untuk pembelian bahan kimianya cukup tinggi dan pada umumnya pengolahan air limbah secara kimia akan menghasilkan *sludge* yang cukup banyak, sehingga industri harus menyediakan prasarana untuk penanganan *sludge*. Pada pengolahan limbah cair secara flotasi akan menggunakan energi yang cukup banyak. Pada proses pengolahan limbah secara biologi, umumnya

menggunakan lahan yang cukup luas dan energy yang banyak dan menjadi pertimbangan bagi industri yang terletak didaerah yang mempunyai lahan sempit.

Pembuangan limbah cair parik kelapa sawit ke dalam perairan umum tanpa pengolahan terlebih dahulu mengandung BOD yang setara dengan BOD buangan populasi 10 juta manusia (Mahajoeno,2008). Limbah cair parik kelapa sawit berpotensi mencemari air baku, mengurangi kadar oksigen terlarut, menurunkan kesehatan ikan dan udang dalam badan air sekitarnya dan biota perairan (Qu dan Bathhacharya, 1997 dalam Mahajoeno (2008)). Penurunan kualitas air dapat disebabkan oleh adanya kandungan bahan organik dan anorganik yang berlebihan. Adanya senyawa organik dalam perairan akan dirombak oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut. Perombakan ini akan menjadi masalah jika senyawa organik terdapat dalam jumlah yang banyak. Penguraian senyawa organik akan memerlukan oksigen yang sangat, sehingga dapat menurunkan kadar oksigen terlarut perairan sampai titik yang terendah akibat dekomposisi aerobik akan terjadi, sehingga pemecahan selanjutnya akan dilakukan oleh bakteri anaerobik.

Awaluddin (2013) telah mengolah limbah cair industri kelapa sawit dengan menggunakan metode proses kombinasi, yaitu fisika dan biologi. Metode ini mempunyai kelebihan pengolahannya cukup murah, tetapi kekurangannya adalah lahan yang digunakan untuk pengolahan limbah cair cukup besar, tetapi bagi industri yang mempunyai lahan terbatas karena proses diatas sulit dilakukan untuk membantu industri yang mempunyai keterbatasan lahan. Penurunan kualitas air juga disebabkan oleh adanya kandungan bahan organik dan anorganik yang berlebihan. Adanya senyawa organik dalam perairan akan dirombak oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut. Perombakan ini akan menjadi masalah jika senyawa organik terdapat dalam jumlah yang banyak. Penguraian senyawa organik akan memerlukan oksigen yang sangat, sehingga dapat menurunkan kadar oksigen terlarut perairan sampai titik yang terendah akibat dekomposisi aerobik akan terjadi, sehingga pemecahan selanjutnya akan dilakukan oleh bakteri anaerobik.



Gambar 1.1. Limbah cair industri kelapa sawit

Adapun permasalahan utama yang dihadapi kemudian adalah kendala teknologi dimana pengolahan limbah yang ada saat ini sulit untuk menghasilkan keluaran yang mengarah pada industri kelapa sawit yang bebas limbah. Solusi terpadu program *zero waste effluent* dalam industri kelapa sawit menjadi masalah umum dalam mengatasi limbah cair industri kelapa sawit.

Penggunaan filtrasi menggunakan teknologi membran telah dilakukan dan mendapatkan hasil yang potensial untuk diterapkan pada kondisi sebenarnya. Komposisi membran yang telah ditemukan pada penelitian terdahulu menjadi bahan filtrasi utama dalam unit separasi yang akan dikembangkan untuk mengolah limbah cair industri kelapa sawit.

1.2 Tujuan Khusus

Aplikasi teknologi membran pada penelitian ini menjadi tujuan khusus pada penelitian terapan ini yang memfokuskan pada pembuatan unit separasi dengan aplikasi teknologi membran untuk pengolahan limbah *heavy phase* dan kondensat dalam hal ini adalah limbah industri kelapa sawit pada tahun pertama. Pengutipan (*recovery*) seluruh solid dari *heavy phase* pada pengolahan limbah kondensat dilakukan dengan menggunakan kombinasi teknologi DAF (*dissolved air flotation*) dengan proses membran ultrafiltrasi. Salah satu keunggulan dari penggunaan teknologi membran adalah potensi dihasilkannya padatan tersuspensi pengutipan dapat digunakan untuk campuran bahan baku pakan ternak dan cairannya yang tidak saja memenuhi standar buangan tetapi juga dapat digunakan kembali (*reuse*) ke dalam proses. Tahun kedua membuat model matematika untuk optimasi proses kondisi unit separasi dengan menggunakan *response surface methodology* (RSM) sehingga

pengolahan limbah cair ini lebih efisien karena dapat meminimalkan energi proses. Tahun ketiga adalah mempersiapkan *scale-up* unit separasi untuk digunakan dilokasi yang sesungguhnya di industri kelapa sawit.

1.3 Urgensi atau Keutamaan Penelitian

Kemampuan inovasi sebagai percepatan capaian strategis unggulan penelitian perguruan tinggi dengan mengaplikasikan teknologi membran dengan komposisi membran ultrafiltrasi yang menghasilkan struktur pori asimetrik yang diperlukan untuk memisahkan padatan tersuspensi dalam limbah cair industri kepala sawit untuk menjaga lingkungan. Kondisi proses optimal, sebagai parameter lingkungan, yang didapatkan menggunakan RSM juga sangat mempengaruhi produksi yang dihasilkan dalam mewujudkan *zerowaste effluent* yang sangat diperlukan. Melalui penelitian ini, unit separasi yang akan diajukan sebagai paten sederhana, dibuat dengan mensinergikan penelitian terapan, kontribusi dan sumbangan pemikiran pada pengembangan teknologi membran untuk solusi limbah cair industri kelapa sawit dan dapat diaplikasikan untuk industri lain yang memiliki karakteristik limbah cair yang serupa.

1.4 Rencana Capaian Tahunan

Temuan penelitian ini akan menghasilkan unit separasi limbah cair pengolahan kelapa sawit dengan sistem operasi yang optimal dengan komposisi optimum kondisi proses dengan indikator *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*, *Total Suspended Solids (TSS)*. Hasil penelitian ini akan bermanfaat bagi ilmu pengetahuan (untuk memperkaya bahan ajar yang dapat diberikan kepada mahasiswa), pemerintah dan industri minyak kelapa sawit dan masyarakat. Capaian tahunan penelitian ini terarah pada isu strategis renstra penelitian di bidang lingkungan. Tahapan penelitian terapan bidang pengelolaan sumber daya alam dan pengendalian kualitas lingkungan dicapai salah satunya dengan mengelola limbah cair insutri kelapa sawit. Luaran wajib dan tambahan yang dihasilkan ditabulasikan pada rencana capaian tahunan yang dapat dilihat pada Tabel 1.1. berikut.

Tabel 1.1 Target rencana capaian tahunan

No	Jenis Luaran				Indikator capaian		
	Category	Sub KAtegori	Wajib	Tambahan	TS ¹⁾	TS+1	TS+2
1.	Artikel ilmiah dimuat di jurnal	Internasional bereputasi		√	submitted	published	published
		Nasional terakreditasi			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
2	Artikel ilmiah dimuat diprosiding	Internasional terindeks			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Nasional		√	published	published	published
3.	Invited speaker dalam temu ilmiah	Internasional		√	Tidak ada	Tidak ada	Sudah dilaksanakan
		Nasional			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
4.	Visiting Lecturer	International		√	Tidak ada	Sudah dilaksanakan	Sudah dilaksanakan
5.	Hak Kekayaan Intelektual (HKI)	Paten			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Paten sederhana	√		draf	draf	terdaftar
		Hak cipta	√		Tidak ada	draf	terdaftar
		Merek dagang			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Rahasia Dagang			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Design produk industry			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Indikasi geografis			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Perlindungan varietas tanaman			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
6.	Teknologi tepat guna	Perlindungan topografi sirkuit terpadu			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
					produk	produk	penerapan
7.	Model/purwarupa/Deain/KArya seni/Rekayasa sosial			√	Draf	Produk	penerapan
8.	Buku ajar (ISBN)			√	Tidak ada	draft	produk
9.	Tingkat kesiapan technology (TKT))			√	4	4	5

BAB 2

RENSTRA DAN PETA JALAN PENELITIAN PERGURUAN TINGGI

2.1 Renstra Penelitian Perguruan Tinggi

Penelitian yang diusulkan ini merupakan bagian dari implementasi rencana strategi penelitian universitas yang tertuang dalam Rencana Strategis LPPM UM Palembang 2016-2025, khususnya pada Pusat Penelitian Bidang Lingkungan. Isu strategis penelitian yang berada di bidang lingkungan berupa pengelolaan sumber daya alam dan pengendalian kualitas lingkungan dengan **konsep pemikiran pengelolaan sumber daya alam yang mempengaruhi keberlanjutan pembangunan berwawasan lingkungan**. Selain itu juga selaras dengan isu strategis pengendalian kualitas lingkungan dengan **konsep pemikiran bahwa sumber daya alam memiliki potensi sebagai bahan untuk diaplikasikan sebagai teknologi bidang kesehatan**. Berbasis dari konsep teknologi ini akan dikembangkan suatu topik unggulan pengendalian kualitas lingkungan dengan mengelola limbah cair minyak kelapa sawit dengan menggunakan unit separasi berbasis teknologi membran untuk menghasilkan rendemen COD, BOD dan TSS yang optimum dan proses purifikasi dengan metode separasi yang efisien. Penelitian ini dikembangkan untuk proses separasi limbah cair kelapa sawit untuk menjadi energi terbarukan (Tabel 2.1).

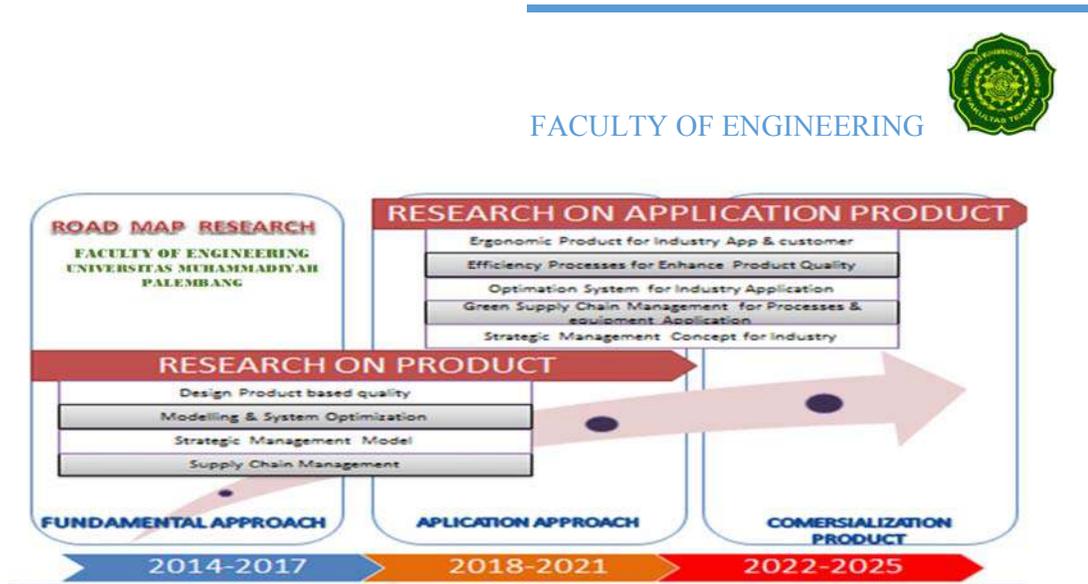
Tabel 2.1 Isu Strategis Riset Unggulan Universitas Muhammadiyah Palembang
Bidang Lingkungan

Isu Strategis	Konsep Pemikiran
Pengelolaan dan pengembangan sumber daya alam dalam bidang kesehatan dan penjernihan air	Sumber daya alam Indonesia memiliki potensi untuk diaplikasikan sebagai suatu teknologi di bidang kesehatan dan penjernihan air.
Pengelolaan sumber daya alam dan pengendalian kualitas lingkungan lahan.	Pengelolaan sumber daya alam sebagai Bahan yang mempengaruhi keberlanjutan pembangunan berwawasan lingkungan

Sumber: Rencana Induk Penelitian LPPM Universitas Muhammadiyah (UM) Palembang

2.2 Peta Jalan Penelitian Perguruan Tinggi

Dukungan peta jalan penelitian yang telah dan akan dijalankan sejalan dengan penelitian yang akan diusulkan, seperti diilustrasikan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Peta jalan penelitian fakultas teknik UM Palembang

Desain produk yang berkualitas yang merupakan tema penelitian tingkat fundamental dan aplikasi merupakan *road map* yang sudah sangat terarah untuk mendukung penelitian ini. Pada akhirnya diharapkan di tahun 2025 sudah dapat menapaki tingkatan penelitian pengembangan unggulan perguruan tinggi dalam komersialisasi pada tema efisiensi proses produksi untuk meningkatkan kualitas produk yang berdampak untuk menjaga kualitas air baku dan pelestarian lingkungan sebagaimana yang tercantum pada isu strategis penelitian unggulan UM Palembang yang berkelanjutan pada aplikasi *green supply chain on zero waste industry*.

BAB 3

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Karakteristik Limbah Cair Industri Kelapa Sawit

Pada proses pengolahan kelapa sawit menjadi CPO, selain menghasilkan minyak sawit tetapi juga menghasilkan limbah cair, dimana air limbah tersebut berasal dari :

- Hasil kondensasi uap air pada unit pelumatan (*digester*) dan unit pengempaan (*pressure*). Injeksi uap air pada unit pelumatan bertujuan mempermudah pengupasan daging buah, sedangkan injeksi uap bertujuan mempermudah pemerasan minyak. Hasil kondensasi uap air pada kedua unit tersebut dikeluarkan dari unit pengempaan.
- Kondensat dari *depericarper*, yaitu untuk memisahkan sisa minyak yang terikut bersama batok/cangkang. Hasil kondensasi uap air pada unit penampung biji/inti. Injeksi uap ke dalam unit penampung biji bertujuan memisahkan sisa minyak dan mempermudah pemecahan batok maupun inti pada unit pemecah biji.
- Kondensasi uap air yang berada pada unit penampung atau penyimpan inti. Penambahan air pada hydrocyclone yang bertujuan mempermudah pemisahan serat dari cangkang.
- Penambahan air panas dari saringan getar, yaitu untuk memisahkan sisa minyak dari ampas.

Limbah cair kelapa sawit mengandung konsentrasi bahan organik yang relatif tinggi dan secara alamiah dapat mengalami penguraian oleh mikroorganisme menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Limbah cair kelapa sawit umumnya berwarna kecoklatan, mengandung padatan terlarut dan tersuspensi berupa koloid dan residu minyak dengan kandungan BOD tinggi. Berdasarkan hasil analisa pada tabel 1 menunjukkan bahwa limbah cair industri kelapa sawit bila dibuang kepengairan sangat berpotensi untuk mencemari lingkungan, sehingga harus diolah terlebih dahulu sebelum di buang keperairan. Pada umumnya industri kelapa sawit yang berskala besar telah mempunyai pengolahan limbah cair.

Tabel 3.1. Karakteristik limbah cair kelapa sawit dari PTPN VII Distrik Banyuasin.

No	Parameter	Satuan	Nilai kisaran	Rata-rata	Baku mutu
1	BOD	mg/L	16.954 – 25.000	21.435	110
2	COD	mg/L	32.000 – 40.000	36.000	250
3	TSS	mg/L	21.270 – 45.350	37.250	400
4	pH		4,5 – 5,0	4,75	6 - 9
5	Temperatur	°C	50 - 60	55	50

3.2 Teknologi Membran

Membran ialah sebuah penghalang selektif antara dua fasa. Membran memiliki ketebalan yang berbeda-beda, ada yang tebal dan ada juga yang tipis serta ada yang homogen dan ada juga ada heterogen. Ditinjau dari bahannya membrane terdiri dari bahan alami dan bahan sintetis. Bahan alami adalah bahan yang berasal dari alam misalnya pulp dan kapas, sedangkan bahan sintetis dibuat dari bahan kimia, misalnya polimer. Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil. Larutan yang mengandung komponen yang tertahan disebut konsentrat dan larutan yang mengalir disebut permeat. Filtrasi dengan menggunakan membran selain berfungsi sebagai sarana pemisahan juga berfungsi sebagai sarana pemekatan dan pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan pada membran tersebut.

Teknik pemisahan dengan membran umumnya berdasarkan ukuran partikel dan berat molekul dengan gaya dorong berupa beda tekan, medan listrik dan beda konsentrasi. Proses pemisahan dengan membran yang memakai gaya dorong berupa beda tekan umumnya dikelompokkan menjadi empat jenis diantaranya *mikromembran*, *ultramembran*, *nanomembran* dan *reverse osmosis*. Teknologi membran memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan proses lain, antara lain:

- Pemisahan dapat dilakukan secara kontinu
- Konsumsi energi umumnya relatif lebih rendah
- Proses membran dapat mudah digabungkan dengan proses pemisahan lainnya (*hybrid processing*)
- Pemisahan dapat dilakukan dalam kondisi yang mudah diciptakan
- Mudah dalam *scale up*
- Tidak perlu adanya bahan tambahan

- Material membrane bervariasi sehingga mudah diadaptasikan pemakaiannya.

Kekurangan teknologi membran antara lain : *fluks* dan *selektifitas* karena pada proses membran umumnya terjadi fenomena *fluks* berbanding terbalik dengan *selektifitas*. Semakin tinggi fluks seringkali berakibat menurunnya selektifitas dan sebaliknya. Sedangkan hal yang diinginkan dalam proses berbasis membran adalah mempertinggi *fluks* dan *selektifitas*.

3.2.1 Membran ultrafiltrasi

Membran ultrafiltrasi adalah teknik proses pemisahan (menggunakan) membran untuk menghilangkan berbagai zat terlarut BM (berat molekul) tinggi, aneka koloid, mikroba sampai padatan tersuspensi dari air larutan. Membran semipermeabel dipakai untuk memisahkan makromolekul dari larutan. Ukuran dan bentuk molekul terlarut merupakan faktor penting. Dalam teknologi pemurnian air, membran ultrafiltrasi dengan berat molekul membran (MWC) 1000 – 20000 lazim untuk penghilangan pirogen, sedangkan berat molekul membrane (MWC) 80.000- 100.000 untuk pemakaian penghilangan koloid. Terkadang pirogen (BM 10.000- 20.0000) dapat dihilangkan oleh membrane 80.000 karena adanya membrane dinamis.

Tekanan sistem ultrafiltrasi biasanya rendah, 10-100 psi (70-700 kPa), maka dapat menggunakan pompa sentrifugal biasa. Membran ultrafiltrasi sehubungan dengan pemurnian air dipergunakan untuk menghilangkan koloid (penyebab fouling) dan penghilangan mikroba, pirogen dan partikel dengan modul higienis. Membran ultrafiltrasi dibuat dengan mencetak polimer selulosa acetate (CA) sebagai lembaran tipis. Fluks maksimum bila membrannya anisotropic, ada kulit tipis, rapat dan pengemban berpori. Membran selulosa acetate (CA) mempunyai sifat pemisahan yang bagus namun sayangnya dapat dirusak oleh bakteri dan zat kimia, rentan pH. Adapula membrane dari polimer polisulfon, akrilik, juga polikarbonat, PVC, poliamida, piliviniliden fluoride, kopolimer AN-VC, poliasetal, poliakrilat, kompleks polielektrolit, PVA ikat silang. Juga dapat dibuat membrane dari keramik, aluminium oksida, zirconium oksida.

3.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Membran

Pembuatan membran mempunyai spesifikasi khusus tergantung untuk apa membran tersebut digunakan dan spesifikasi apa product yang diharapkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi dalam penggunaan membran diantaranya sebagai berikut :

A. Ukuran Molekul

Ukuran molekul membran sangat mempengaruhi kinerja membran. Pada pembuatan mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi mempunyai spesifikasi khusus. Sebagai contoh untuk membran protein kedele yang dihidrolisis menggunakan ukuran membrane 5000 MWCO, 10.000 MWCO dan 50.000 MWCO.

B. Bentuk Molekul

Bentuk dan konfigurasi macromolekul mempunyai efek pada kekuatan ion, temperature dan interaksi antar komponen. Perbedaan bentuk ini khusus pada kondisi dibawah permukaan membrane. Hal ini dapat terlihat dalam penggunaan membrane pada protein dan dextrin.

C. Bahan Membran

Perbedaan bahan membran akan berpengaruh pada hasil rejection dan distribusi ukuran pori. Sebagai contoh membrane dari polysulfone dan membrane dari selulosa asetat, kedua membran ini menunjukkan rendahnya deviasi antara kedua membran dan ini mempunyai efek pada tekanan membran. Selain itu mempunyai efek pada tingkat penyumbatan (fouling) pada membran.

D. Karakteristik Larutan

Pada umumnya berat molekul larutan garam dan gula mempunyai berat molekul yang kecil dari ukuran pori membran. Karakteristik larutan ini mempunyai efek pada permeability membran.

E. Parameter operasional

Jenis parameter yang digunakan pada operasional umumnya terdiri dari tekanan membran, permukaan membran, temperature dan konsentrasi, serta parameter tambahan pH, ion strength dan polarisasi.

3.3 *Response Surface Methodology (RSM)*

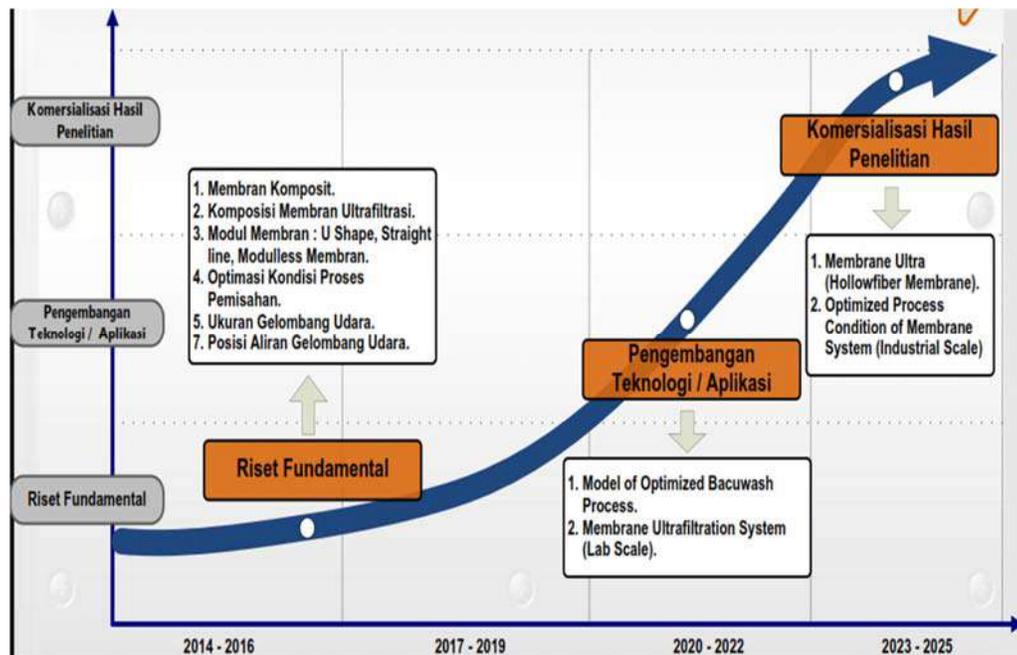
Response Surface Methodology (RSM) disebut juga Metode Permukaan Respon adalah sebuah model matematis dengan menggunakan software Design expert 8.0.5.2 yang meliputi perancangan percobaan (design of experiment, DoE), pengembangan model matematis dan penentuan harga optimum untuk variabel berubah sehingga memperoleh hasil maksimum. RSM akan menghasilkan persamaan polinomial kuadratik atau siklik

yang dapat digunakan untuk memperkirakan hasil yang merupakan fungsi variabel berubah serta interaksinya.

Kurva tiga dimensi (*three dimensional response surface dan Contour plot*) digunakan untuk menguji kebenaran pengaruh variable percobaan pada hasil yang diperoleh. *Individual Response Surface dan Contour plot* dibuat dengan cara memilih 1 variabel dari 2 variabel tidak bebas kemudian diplotkan pada center pointnya. Koefisien – koefisien pada model empirik diestimasi dengan menggunakan analisis regresi multiarah. Kesesuaian model empirik dengan data eksperimen dapat ditentukan dari koefisien determinasi (R^2). Untuk menguji signifikan/tidaknya model empirik yang dihasilkan digunakan ANOVA. Dalam penelitian ini RSM digunakan untuk mendapatkan nilai optimum proses kondisi unit separasi yang bertujuan untuk efisiensi operasional proses separasi.

3.4 Roadmap Penelitian Ultrafiltrasi Membran

Roadmap penelitian yang telah dilakukan dan target penelitian sampai dengan tahun 2025 dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.1 Roadmap penelitian teknologi membran

Capaian yang dihasilkan pada tahun pertama penelitian berupa komposisi membran komposit ultrafiltrasi dengan beberapa jenis modul yang telah ditetapkan salah satunya adalah *U-shape module*, dimana modul membran tersebut akan digunakan pada membran sistem yang akan dibangun pada penelitian tahap kedua ini. Penelitian tahun pertama dan kedua berupa penelitian fundamental yang akan menghasilkan unit separasi dengan membran ultrafiltrasi dimana optimasi proses kondisi akan dihasilkan dengan metode *response surface methodology* menggunakan software *Design Expert* versi 10.2. Tahapan terapan penelitian pada tahun ketiga dapat melakukan optimasi *backwash process* yang akan menjadi basis untuk diaplikasikan baik skala laboratorium dan disiapkan untuk skala industri.

3.5 Separasi Limbah Cair

Teknologi separasi pada penelitian ini akan mendukung dihasilkannya produk dengan kualitas tinggi sebagaimana yang diharapkan. Metode separasi akan menggunakan *batch system* yang terdiri dari tanki umpan , tanki koagulasi dan tangka membran hingga menghasilkan produk yang diharapkan.

BAB 4

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

4.1 Tujuan Penelitian

Aplikasi teknologi membran pada penelitian ini menjadi tujuan penelitian terapan ini yang memfokuskan pada pembuatan unit separasi dengan aplikasi teknologi membran untuk pengolahan limbah *heavy phase* dan kondensat dalam hal ini adalah limbah industri kelapa sawit pada tahun pertama. Pengutipan (*recovery*) seluruh solid dari *heavy phase* pada pengolahan limbah kondensat dilakukan dengan menggunakan kombinasi teknologi DAF (*dissolved air flotation*) dengan proses membran ultrafiltrasi. Salah satu keunggulan dari penggunaan teknologi membran adalah potensi dihasilkannya padatan tersuspensi pengutipan dapat digunakan untuk campuran bahan baku pakan ternak dan cairannya yang tidak saja memenuhi standar buangan tetapi juga dapat digunakan kembali (*reuse*) ke dalam proses. Tahun kedua membuat model matematika untuk optimasi proses kondisi unit separasi dengan menggunakan *response surface methodology* (RSM) sehingga pengolahan limbah cair ini lebih efisien karena dapat meminimalkan energi proses. Tahun ketiga adalah mempersiapkan *scale-up* unit separasi untuk digunakan dilokasi yang sesungguhnya di industri kelapa sawit.

4.2 Manfaat Penelitian

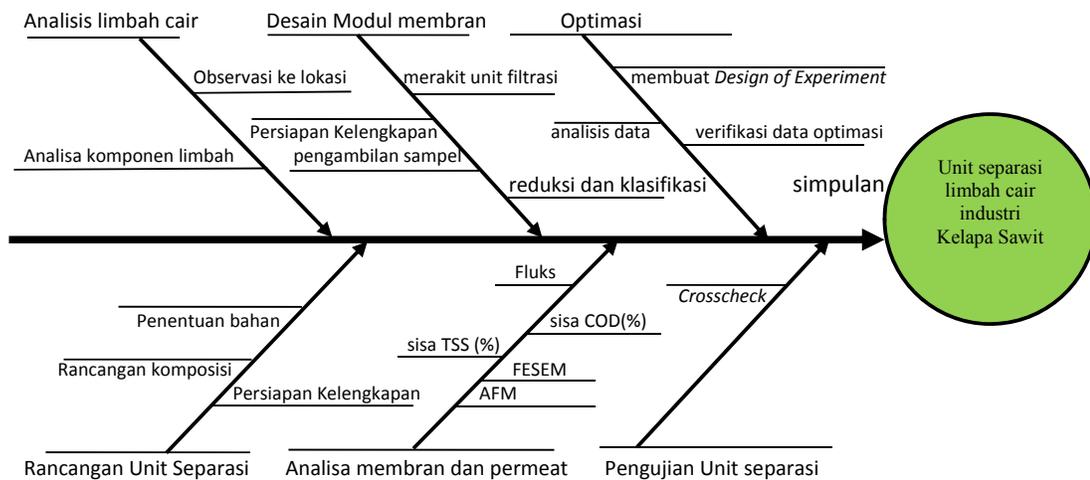
Manfaat penelitian ini berupa unit separasi yang akan dibuat dan dengan menggunakan komposisi membran yang didaftarkan sebagai paten biasa. Sistem yang dibuat dengan mensinergikan penelitian terapan, kontribusi dan sumbangan pemikiran pada pengembangan teknologi membran untuk solusi limbah cair industri kelapa sawit dan dapat diaplikasikan untuk industri lain yang memiliki karakteristik limbah cair yang serupa.

BAB 5 METODE PENELITIAN

5.1 Alur Penelitian

Untuk menjain agar penelitian ini telaksana dengan baik, penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap (Tahun ke-1, ke-2 dan ke-3). Pada **tahun pertama** kegiatan penelitian fokus pada desain unit separasi dengan menggunakan beberapa jenis modul membran. **Tahun kedua** adalah tahap untuk menentukan kondisi proses optimal dengan menggunakan RSM dan diaplikasikan pada proses separasi. Penelitian dengan menggunakan metode optimasi dengan design expert 10.2 untuk menghasilkan kondisi proses optimum yang akan menghasilkan produk maksimum. Pada **tahun ketiga**, penelitian dilanjutkan dengan menyempurnakan desain unit separasi proses pengolahan minyak kelapa sawit dengan teknologi membran menjadi prototype yang dapat digunakan oleh pengguna dengan penerapan *optimized backwash method*. Pemanfatan menjadi energy terbarukan (biogas) merupakan produk samping yang akan dihasilkan dan dapat dikembangkan pada tahap penelitian selanjutnya.

Diagram *Fishbone* Alur Penelitian yang diilustrasikan pada gambar 4.6 merangkum keseluruhan kegiatan penelitian untuk mewujudkan tujuan penelitian.



Gambar 5.1. Diagram *Fishbone* Alur Penelitian Terapan Unggulan PT

5.2. Bahan Penelitian

Bahan- bahan yang digunakan pada percobaan adalah :

1. Air limbah industri kelapa sawit.
2. Aquades

5.3. Peralatan penelitian

Peralatan yang digunakan pada percobaan adalah :

1. Tanki Pencampur
2. Mixer
3. Esktraktor
4. Unit separasi
5. *Analisis:*
 - a. *Field Emission Scanning Electron Microscope (FESEM)* – Analisis perspektif permukaan membran.
 - b. *Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR)* – Analisis komponen atom dalam membran.
 - c. *Contact angle analysis* – untuk mengukur sifat suka air permukaan membrane.
 - d. Analisis untuk kadar *biochemical oxygen demand (BOD)*
 - e. Analisis untuk kadar *chemical oxygen demand (COD)*
 - f. Analisis untuk kadar *total suspended solids (TSS)*.

Peralatan dan alat uji di atas didapat di laboratorium bioproses Universitas Muhammadiyah Palembang dan PTPN VII serta *Advanced Membrane Technology and Research Center Universiti Teknologi Malaysia*.

5.4. Prosedur Penelitian

5.4.1 Unit Separasi menggunakan Teknologi Membran

Tahapan kegiatan penelitian yang akan dilaksanakan pada tahap ke-1 yang dapat dirinci sebagai berikut seperti pada gambar 5.2. Desain modul membran untuk efektifitas proses separasi. Salah satu contoh yang telah dihasilkan pada penelitian terdahulu adalah *U-bend module* seperti pada gambar 5.3 berikut.



Gambar 5.2 Diagram Alir Penelitian Tahun Pertama.

5.4.2. Desain Modul Membran Ultrafiltrasi

Dari berbagai jenis modul membran yang dilakukan beberapa peneliti terdahulu, jenis U-bend modul membran menjadi pilihan dalam penelitian ini. U-bend modul memiliki luas area permukaan yang besar yang memiliki area interaksi secara langsung dan kontinyu. Luas area menentukan besaran fluks yang menjadi ukuran kualitas membran. Adapun jenis modul yang dipilih seperti pada gambar 5.3 berikut.



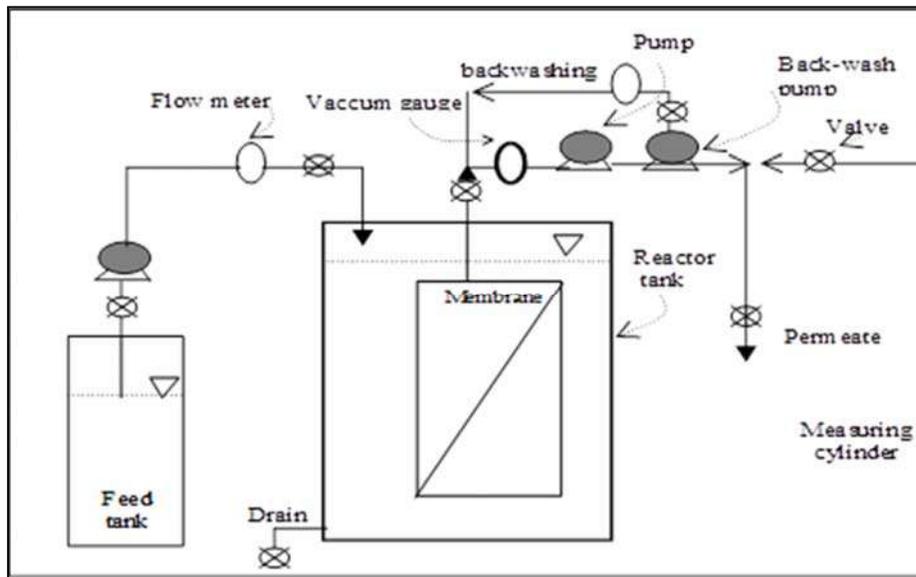
Gambar 5.3 *U-bend module membrane*

Desain unit separasi uji awal limbah cair industri kelapa sawit dengan teknologi membran dan kondisi proses optimum (Gambar 5.4).



Gambar 5.4 *Prototype* unit separasi untuk uji awal.

Tahapan lanjutannya adalah menghasilkan *prototype* unit separasi *optimied backwash method* untuk diaplikasikan pada pengguna, sebagaimana yang diilustrasikan dalam diagram alir pada gambar 5.5



Gambar 5.5 *Diagram Alir Unit Separasi untuk Uji Awal*

BAB 6

HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

6.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Kelapa Sawit

Pada proses pengolahan kelapa sawit menjadi CPO, selain menghasilkan minyak sawit tetapi juga menghasilkan limbah cair, dimana air limbah tersebut berasal dari :

- Hasil kondensasi uap air pada unit pelumatan (*digester*) dan unit engempaan (*pressure*). Injeksi uap air pada unit pelumatan bertujuan mempermudah pengupasan daging buah, sedangkan injeksi uap bertujuan mempermudah pemerasan minyak. Hasil kondensasi uap air pada kedua unit tersebut dikeluarkan dari unit pengempaan
- Kondensat dari depericarper, yaitu untuk memisahkan sisa minyak yang terikut bersama batok/cangkang
- Hasil kondensasi uap air pada unit penampung biji/inti. Injeksi uap ke dalam unit penampung biji bertujuan memisahkan sisa minyak dan mempermudah pemecahan batok maupun inti pada unit pemecah biji
- Kondensasi uap air yang berada pada unit penampung atau penyimpanan inti
- Penambahan air pada hydrocyclone yang bertujuan mempermudah emisahan serat dari cangkang.
- Penambahan air panas dari saringan getar, yaitu untuk memisahkan sisa minyak dari ampas.

Limbah cair kelapa sawit mengandung konsentrasi bahan organik yang relatif tinggi dan secara alamiah dapat mengalami penguraian oleh mikroorganisme menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Limbah cair kelapa sawit umumnya berwarna kecoklatan, mengandung padatan terlarut dan tersuspensi berupa koloid dan residu minyak dengan kandungan COD tinggi. Berdasarkan hasil analisa pada Tabel 6.1

menunjukkan bahwa limbah cair industri kelapa sawit bila dibuang ke perairan sangat mempengaruhi karakter sungai yang akan menerima dampaknya.

Tabel 6.1. Karakteristik limbah cair kelapa sawit dari PTP VII Banyuasin

No	Parameter	Hasil Analisa
1	COD (mg/l)	40.000 mg/l
2	TSS (mg/l)	21.270 mg/l
3	Minyak dan lemak (mg/l)	8.370 mg/l
4	pH	5
5	Temperatur	50

6.2 Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit dengan Membran Ultrafiltrasi

Teknik pengolahan limbah cair industri kelapa sawit pada umumnya menggunakan metode pengolahan limbah kombinasi, yaitu dengan sistem proses *anaerobik* dan *aerobik*. Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik kemudian dialirkan ke bak penampungan untuk dipisahkan antara minyak yang terikat dan limbah cair. Setelah itu maka limbah cair dialirkan ke bak anaerobik untuk dilakukan proses anaerobik. Pengolahan limbah secara anaerobik merupakan proses degradasi senyawa organik seperti karbohidrat, protein dan lemak yang terdapat dalam limbah cair oleh bakteri anaerobik tanpa kehadiran oksigen menjadi biogas yang terdiri dari CH₄ (50-70%), serta N₂, H₂, H₂S dalam jumlah kecil. Waktu tinggal limbah cair pada bioreaktor anaerobik adalah selama 30 hari. Setelah proses anaerobik maka dilakukan analisa karakteristik effluen yang dihasilkan.

Kombinasi proses anaerobik dan membran ultrafiltrasi yang akan dilakukan dalam penelitian ini, dimulai dengan mempersiapkan membran yang sesuai dengan karakteristik limbah cair industri yang difiltrasi sebagai tahap pertama pada penelitian multi tahun ini. Di tahun pertama membran ultrafiltrasi dipersiapkan untuk proses ultrafiltrasi yang berdasarkan beberapa analisa struktur dan performans membran.

Membran dipersiapkan melalui *phase inversion method*. Komposisi membran ultrafiltrasi yang digunakan dengan menggunakan bahan polimer utama yaitu

polyvinyl fluorida (PVDF) 16 % berat dengan ditambah bahan aditif organik, Titanium dioksida (TiO₂) yang bervariasi persentasenya, yaitu 0-2 % berat.

Chao et al. [2006] memodifikasi dalam penelitiannya yang menggunakan PVDF dan 10% berat titanium dioksida untuk memproduksi lembaran membran. Permukaan membran yang dihasilkan terdiri dari ikatan ion hidroksil yang dapat meningkatkan nilai fluks membran. Yuliwati et al. [2010] menggambarkan bahwa ada efek dari 3 ikatan hidroksil antara atom Fluor dalam PVDF dan atom oxygen dalam TiO₂. Asosiasi antara PVDF dan TiO₂ juga mengubah potensial permukaan PVDF. Dalam penelitian tersebut, penambahan persentase TiO₂ yang besar akan sulit homogen dalam larutan membran karena ukuran nano dari TiO₂ dapat menyebabkan penggumpalan dan pengendapan yang melemahkan effect dari ukuran nano tersebut. Kondisi proses pembuatan hollowfiber membran pada studi ini dapat dilihat pada tabel 6.2 berikut.

Tabel 6.2 Kondisi Proses Spinning untuk membuat hollowfiber membran

Spinning condition	Value
Dope extrusion rate (ml/min)	4.20
Bore fluid	Distilled water
Bore fluid flow rate (ml/min)	1.40
External coagulant	Tap water
Air gap distance (cm)	1, 4, 11, 15
Spinneret od/id (mm)	1.10/0.55
Coagulation temperature °C	25
Room relative humidity (%)	70 – 75

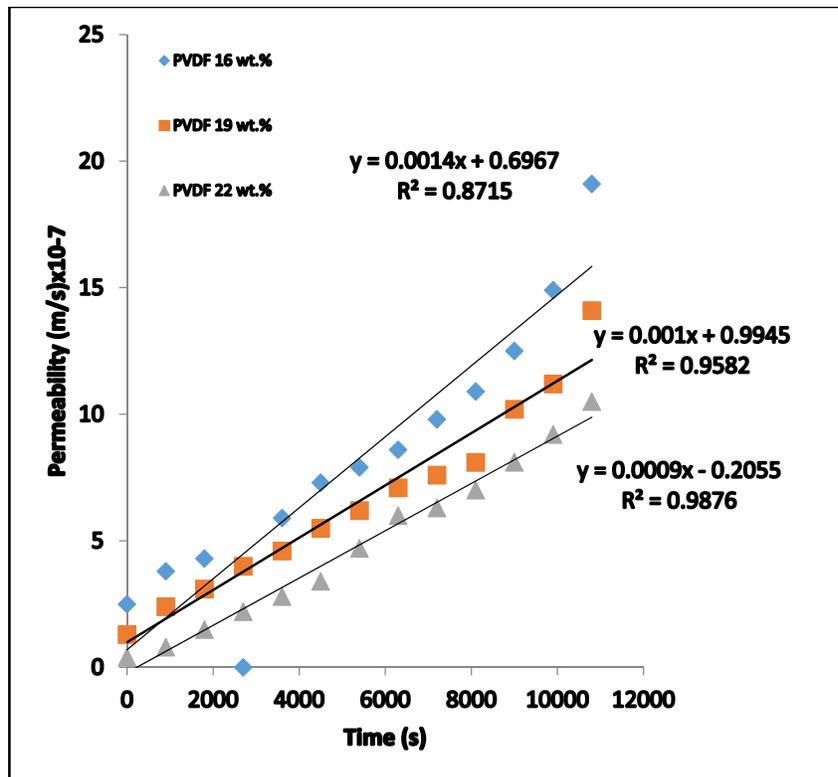
6.2.1 Analisa Fluks

Analisa permukaan membran dilakukan dengan menggunakan modul membrane yang telah dibentuk U-bend, yang memiliki luas permukaan 11,23 dm². Fluks dari air sampel diukur dengan tekanan 100 kPa menggunakan rumus sebagai berikut,

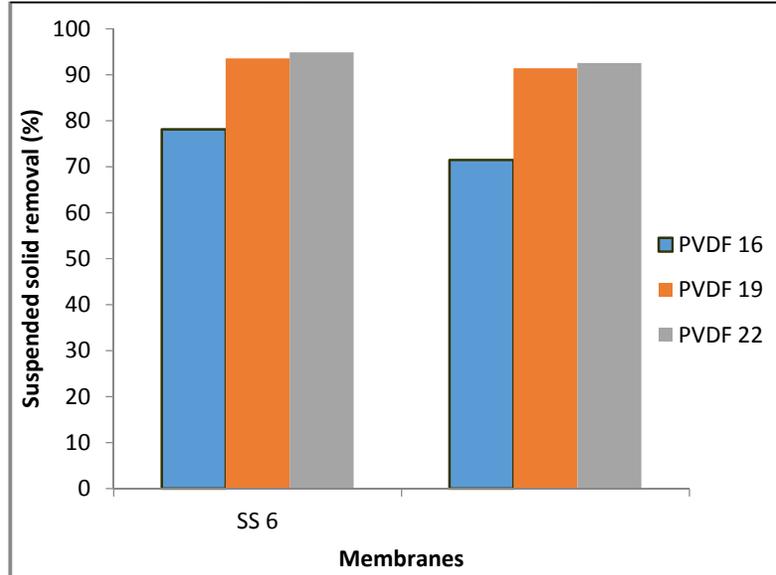
$$F = V/At \tag{1}$$

dimana F adalah fluks air yang telah difiltrasi (L/m²h), V adalah volume permeat (air yang telah difiltrasi (l), A adalah luas permukaan membran (cm²) and t adalah waktu (h).

Volume permeabilitas dan rejeksi padatan yang dihasilkan pada variasi persentase PVDF yang digunakan sejumlah 16 – 22 % berat PVDF pada penelitian ini dapat diilustrasikan pada gambar 6.1 dibawah ini.



Gambar 6.1 Derajat Permeabilitas membran pada 16-22 % berat.



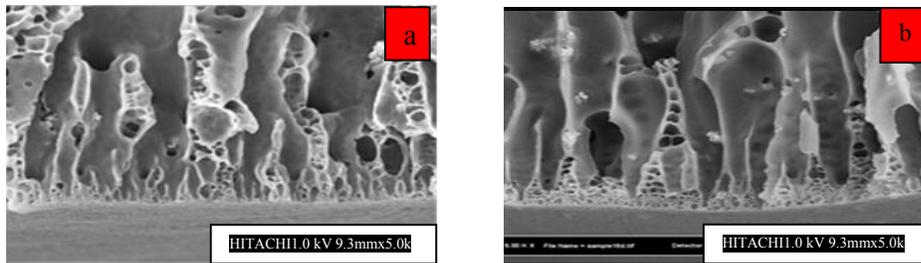
Gambar 6.2 Rejeksi padatan yang dihasilkan membran 16-22 % berat PVDF.

6.2.2 Analisa Struktur Permukaan Membran dengan FESEM

Field emission scanning electronic microscope (FESEM, Hitachi Model S-520 Japan) adalah peralatan yang digunakan untuk menyelidiki *cross-section* PVDF membran yang digunakan pada penelitian ini [16]. Analisa yang dilakukan diawali dengan merendam sampel dalam nitrogen cair dan kemudian melapisinya dengan platina. Selanjutnya sampel akan dianalisa dengan FESEM pada beberapa skala pembesaran.

Gambar 6.3 mengilustrasikan perubahan positif dari struktur pori membran akibat penambahan partikel nano TiO_2 . TiO_2 memiliki area spesifik yang tinggi dan karakter hydrophilicity (suka akan air) yang juga tinggi. Hal ini disebabkan karena efek perpindahan massa selama proses *spinning*. Gambar potongan melintang (*cross-section*) terdiri dari *finger-like macrovoids* yang memanjang membran berongga dari bagian dalam ke arah permukaan luarnya. Sedangkan di bagian tengah potongan melintang membran berongga terdiri dari *sponge-like layer*. Ketebalan dari sponge-like layer menipis bersama dengan penambahan konsentrasi TiO_2 dari 0 hingga 2 % berat (Gambar 6.3 a-b).

Fenomena ini dapat dijelaskan dengan efek kinetika dari laju kecepatan pertukaran pelarut-non pelarut dalam proses *phase-inversion*. Pada konsentrasi TiO₂ yang rendah, peningkatan jumlah hidrofilik TiO₂ cenderung untuk memberi kesempatan air untuk masuk ke dalam larutan polimer. Hal ini menyebabkan penambahan ukuran panjang dari *finger-like macrovoids* dan mengurangi ketebalan *sponge-like layer*. Sementara itu, pada konsentrasi TiO₂ yang tinggi, penambahan viskositas polimer akan terjadi dan hal ini menyebabkan laju kecepatan air masuk ke dalam larutan polimer akan menurun. Keadaan ini menghasilkan *finger-like* yang lebih pendek dan *sponge-like layer* yang lebih tebal [12].



Gambar 6.3. Ilustrasi FESEM dari membran a) 1 wt.% TiO₂/PVDF, (b) 2 wt.% TiO₂/PVDF.

6.2.3 Analisa Ukuran Pori dan Porositas

Jari-jari rata-rata pori, r_m , ditentukan dengan menggunakan metode kecepatan filtrasi, dimana fluks air dari membran asah diukur dengan aplikasi tekanan (0,1 MP) untuk waktu terbatas (20 jam). Hal tersebut mempresentasikan nilai rata-rata pori sepanjang membran (ℓ) yang berbeda antara radius dan internal radius dari suatu membran berongga. Sesuai dengan persamaan Guerout-Elford-Ferry, r_m , dapat dihitung oleh Yu *et al.*, 2006 [15].

$$r_m = \sqrt{\frac{(2.9-1.75\varepsilon) \times 8\eta\ell Q}{\varepsilon \times A \times \Delta P}} \quad (2)$$

Dimana, η adalah viskositas air (8.9×10^{-4} Pa s), ℓ adalah ketebalan membran (m), ΔP adalah tekanan operasional yang ditetapkan (0.1MPa), ε adalah porositas membran

(%), Q adalah volume permeat air yang dihasilkan per unit waktu ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$), dan A adalah luas area efektif membran (m^2).

6.2.4 Analisa *Hydrophilicity*

Hydrophilicity dari suatu permukaan membran diukur menggunakan contact angle meter. Sampel membran pertama-tama direndam dalam air destilasi selama 30 menit dan kemudian dikeringkan dengan gas nitrogen. Setelah itu sampel diletakkan pada lembar pengujian dan ditetesi dengan air sebanyak 3 tetes.

Contact angle membran dapat diukur dengan menghitung derajat antara garis batas dengan lengkungan gelembung tetes air. Hal tersebut dilakukan masing-masing tetes sebanyak 5 kali dan kemudian dihitung rata-ratanya. Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan contact angle membran tanpa penambahan zat aditif lebih dari 80° dan mengalami penurunan dengan penambahan zat aditif organik TiO_2 seperti yang ditabulasikan pada tabel 7.1.

Tabel 6.1 The performance, average pore size and contact angle of the PVDF nanoporous membrane

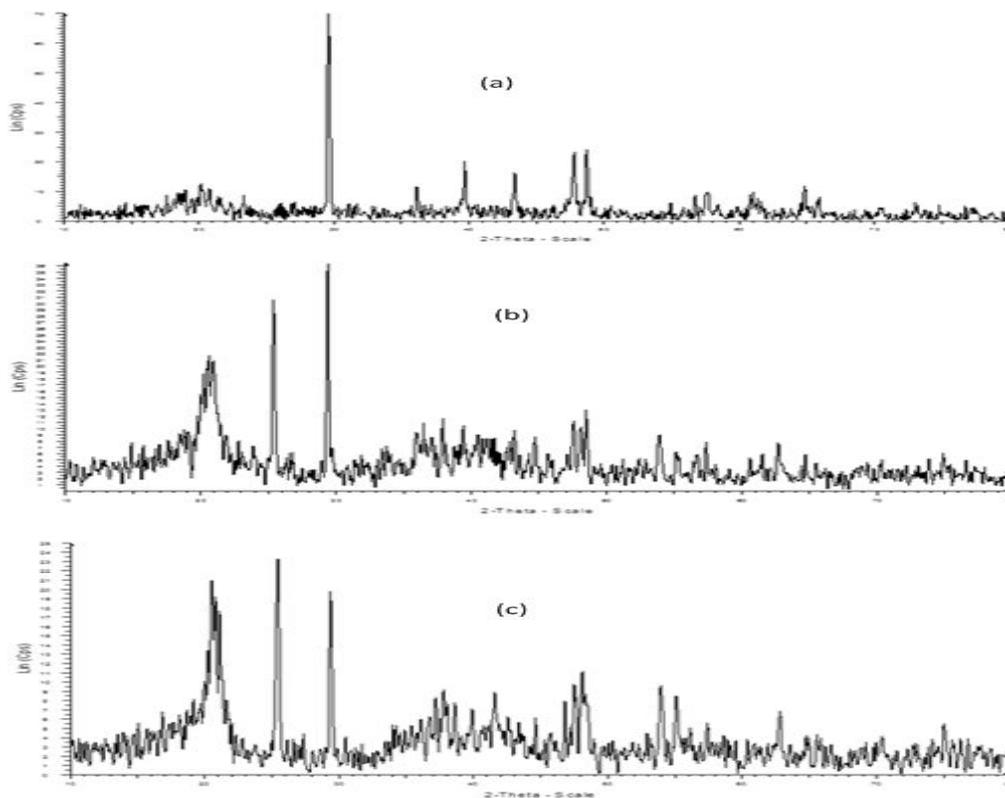
Wt.% TiO_2	Fluks	m(%)	Average pore size (nm)	Contact angle ($^\circ$)
0	27.07	29.9	28.2	82
1	30.35	28.2	14.93	65
2	88.50	18.3	34.05	53

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan TiO_2 menyebabkan karakteristik membran menjadi lebih *hydrophilic* (suka akan air). Hasil penelitian ini sedikit berbeda dengan yang dilakukan oleh Oh et al.(2011).

6.2.5 Analisa FT-IR

Analisa FT-IR dilakukan untuk mengetahui apakah komposisi dari campuran yang dipersiapkan sebagai bahan pembuat membran masih sesuai dengan pruduk jadi membran. Hal ini diperlukan untuk lebih lanjut dilakukannya analisa XRD (X-ray diffraction) dengan menggunakan alat X-Ray diffractometer (D/max-rB 12 kW Rigaku, Japan: 45 kV, 40 mA) yang beroperasi pada 50 mAdan 50 kV dengan temperatur 10° to 80°C .

Grafik XRD untuk TiO₂, membran PVDF and membran TiO₂/PVDF digambarkan pada Gambar 5.2, dimana hasil pengujian sifat kristalisasi dominan yang disebabkan faktor adanya TiO₂ dalam membran. Hal tersebut dapat diobservasi bahwa grafik TiO₂ memiliki 1 lompatan garis yang sangat signifikan 2 θ dari 36.2° (Gambar. 5.2.a) dan 3 karakteristik yang menunjukkan sifat kristal tergambar pada lompatan garis dari 20.2°, 29.4°, and 36.2°, seperti tergambar pada Gambar 5.2 b dan c. Hal ini menunjukkan bahwa TiO₂ terdistribusi dengan baik dalam matriks membran dan juga terdapat interaksi yang konkrit antara TiO₂ dan PVDF.



Gambar 6.2. X-ray diffractograms of PVDF/TiO₂ membran campuran dengan variasi rasio massa (a)16:0 (b) 16:1 (c) 16:2

BAB 7

RENCANA TINDAK LANJUT

Tahapan yang akan dilakukan berikutnya adalah Response Surface Methodology (RSM) yang disebut juga Metode Permukaan Respon. RSM adalah sebuah model matematis dengan menggunakan software Design expert 8.0.5.2 yang meliputi perancangan percobaan (design of experiment, DoE), pengembangan model matematis dan penentuan harga optimum untuk variabel berubah sehingga memperoleh hasil maksimum. RSM akan menghasilkan persamaan polinomial kuadratik atau siklik yang dapat digunakan untuk memperkirakan hasil yang merupakan fungsi variabel berubah serta interaksinya.

Kurva tiga dimensi (*three dimensional response surface dan Contour plot*) digunakan untuk menguji kebenaran pengaruh variable percobaan pada hasil yang diperoleh. *Individual Response Surface* dan *Contour plot* dibuat dengan cara memilih 1 variabel dari 2 variabel tidak bebas kemudian diplotkan pada center pointnya. Koefisien – koefisien pada model empirik diestimasi dengan menggunakan analisis regresi multiarah. Kesesuaian model empirik dengan data eksperimen dapat ditentukan dari koefisien determinasi (R^2). Untuk menguji signifikan/tidaknya model empirik yang dihasilkan digunakan ANOVA.

Adapun detail tahapan tindak lanjut adalah sebagai berikut:

1. Desain sistem ultrafiltrasi skala laboratorium
2. Penggunaan RSM untuk optimasi proses kondisi ultrafiltrasi.
 - a. Penentuan variabel tetap dan tidak tetap yang akan digunakan untuk proses ultrafiltrasi.
 - b. Pembuatan perancangan percobaan (design of experiment, DoE)
 - c. Pengembangan model matematis optimasi
 - d. Penentuan harga optimum untuk variabel tidak tetap sehingga memperoleh hasil maksimum.
 - e. Verifikasi nilai optimum yang dihasilkan
 - f. Membandingkan nilai hasil eksperimen dengan nilai optimasi hasil RSM untuk mengetahui persentase kesalahan

BAB 8

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengumpulan data dan hasil analisis struktur dan performans membran ultrafiltrasi untuk pengolahan limbah cair industri kelapa sawit yang telah dilakukan di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. TiO₂/PVDF membran berpori nanometer dapat dihasilkan dengan metode *phase inversion*, dimana TiO₂ partikel berskala nano akan tersebar secara merata dalam larutan pembuat membran. Analisa FT-IR yang dilakukan merupakan pendeteksi komposisi membran yang terdiri dari campuran PVDF dan TiO₂.
2. Komposisi ini dilanjutkan untuk mengetahui uji lentur yang dihasilkan dari analisa XRD and DSC menunjukkan bahwa interaksi antara TiO₂ dan molekul polimer PVDF berlangsung baik. Pori berskala nano yang dihasilkan pada permukaan membran akan meningkatkan kemampuan daya lentur terhadap tekanan dan temperatur secara signifikan dibandingkan dengan polimer PVDF tanpa campuran TiO₂.
3. Struktur morfologi membran yang dihasilkan dari analisa menggunakan FESEM, menghasilkan struktur pori yang dapat menyebabkan proses perpindahan massa pada tingkat efisiensi tinggi. Partikel nano dari TiO₂ terdistribusi secara merata pada penambahan jumlah TiO₂ yang rendah persentasenya, sementara itu akan tidak homogen jika ditambahkan dengan jumlah persentase yang lebih tinggi dari jumlah komposisi PVDF dalam larutan.
4. Fluks maksimum membran adalah 88,50 L/m²h dan ukuran pori permukaan membran rata-rata adalah 34,05 nm, yang dihitung pada penambahan TiO₂ antara 0-2,0 persen berat. Hasil yang terbaik didapat pada penambahan TiO₂ sebesar 1 persen berat.
5. Dari hasil uji daya lentur, membran dengan penambahan TiO₂ memiliki daya lentur yang meningkat signifikan dan hal ini sangat mempengaruhi usia operasional membran ultrafiltrasi.

Adapun saran untuk kelanjutan penelitian ini adalah perlu adanya kerjasama yang lebih baik dengan pihak industri kelapa sawit sehingga data limbah cair yang dihasilkan dengan lebih rutin dan lengkap. Prototype alat separasi yang akan dibuat selanjutnya dapat dilengkapi dengan sistem digital sehingga memudahkan proses operasionalnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Awaludin. 2003. Systematic beef cattle integration in oil palm plantation with emphasis on the utilization of undergrowth. Pros. Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Bengkulu, 9-10 September 2003.
- Bienati, B., Bottino, A., Cappanelli, G., Comite, A., "Characterization and performance of different types of hollow fibre membranes in a laboratory-scale MBR for the treatment of industrial wastewater", *Desalination*, vol. 231, pp. 133-140, 2008.
- Bottino, A., Capanelli, G., Munari, S., Turturro, A., "High performance ultrafiltration membranes cast from LiCl doped solution", *Desalination*, vol. 68, pp. 167-177, 1998.
- Bottino, A., Capannelli, G., Comite, A., Mangano, R., "Critical flux in submerged membrane bioreactors for municipal wastewater treatment", *Desalination*, vol., 245, pp. 748-753, 2009.
- Cao, X., Ma, J., Shi, X., Ren, Z., "Effect of TiO₂ nanoparticle size on the performance of PVDF membrane", *Appl. Surf. Sci.*, vol. 253, pp. 2003-2010, 2006.
- Caroll, T., Booker, N.A, "Axial features in the fouling of hollow-fibre membranes", *J. Membr. Sci.*, vol 168, no.1-2, pp. 203-212, 2000.
- Chabot, S., Roy, C., Chowdhury, G., Matsuura, T., "Development of poly(vinylidene fluoride) hollow fiber membranes for the treatment of water/organic vapor mixtures", *J. Apply. Polym. Sci.*, vol. 65, pp. 1263-1270, 1997.
- Elisabeth, G. 2003. Pemanfaatan hasil samping industri kelapa sawit sebagai bahan pakan ternak sapi potong. Pros. Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Bengkulu, 9-10 September 2003.
- Environmental Quality (Industrial Effluent) Regulation 2009, [http://www.mkma.org/Environmental Regulation2009.htm](http://www.mkma.org/Environmental%20Regulation2009.htm)., Retrieved on 25 May 2011.
- Howe, K..J., Clark, M.M, "Fouling of microfiltration and ultrafiltration membranes by natural waters", *Environ.Sci.Tech.* vol 36, pp 3571-3576, 2002.

- Huang, H., Schwab, K., Jacangelo, J.G., "Pretreatment for low pressure membranes in water treatment: a review", *Environ.Sci.Tech.*, vol 43, no. 9, pp 3011-3019, 2009.
- Huang, X.J., Xu, Z.K., Wang, L.S., Wang, J.L., "Surface modification of polyacrylonitrile-based membranes by chemical reactions to generate phospholipid moieties", *Langmuir*, vol 21, no. 7, pp. 2941-2947, 2005.
- Khayet, M., Feng, C.Y., Khulbe, K.C., Matsuura, T., "Preparation and characterization of polyvinylidene fluoride hollow fiber membranes for ultrafiltration", *Polymer*, vol. 43, pp. 1917-1935, 2002.
- Khayet, M., Matsuura, T., "Preparation and characterization of polyvinylidene fluoride membranes for membrane distillation", *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 40, pp. 5710-5718, 2001.
- Naibaho. 1996. Teknologi Pengolahan Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan. 1996.
- Nguyen, A.H., Narbaitz, R.M., Matsuura, T., "Impacts of hydrophilic membrane additives on the ultrafiltration of river water", *J. Environ. Eng., ASCE*, vol 133, no. 5, pp. 515-522, 2007.
- Sablani, S.S. Goosen, M.F.A. Al-Belushi, R. Wilf, M., "Concentration polarization in ultrafiltration and reverse osmosis: a critical review", *Desalination*, vol. 141, pp.269-289, 2001.
- Suharto,. 2003. Pengalaman pengembangan usaha sistem integrasi sapi-kelapa sawit di Riau. Pros. Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Bengkulu, 9-10 September 2003.
- Van der Bruggen, B., Vandecasteele, C., van Gestel, T., Doyen, W., Leysen, R., "A review of pressure-driven membrane processes in wastewater treatment and drinking water production", *Environ. Prog.*, vol. 22, no. 1, pp.46-56, 2003.
- Wang, F., Barbara, V.V., "Pore blocking mechanism during early stages of membrane fouling by colloids", *J. Colloid Inter. Sci.*, vol. 328, no. 2, pp. 464-469, 2008.

- Yamamura, H., Kimura, K., Okajima, T., Tokumoto, H., Watanabe, Y., “Affinity of functional groups for membrane surfaces: implications for physically irreversible fouling”, *Environ. Sci. Tech.*, vol. 42, no. 14, pp. 5310-5315, 2008.
- Yuliwati, E. and Ismail, A.F., “Effect of additives concentration on the surface properties and performance of PVDF ultrafiltration membranes for refinery produced wastewater treatment”, *Desalination*, vol. 273, pp. 226-234, 2011.
- Yuliwati, E. and Ismail, A.F., Matsuura, T., Kassim, M.A., Abdullah, M.S., “Effect of modified PVDF hollow fiber submerged ultrafiltration membrane for refinery wastewater treatment”, *Desalination*, vol. 283, pp. 214-220, 2011.
- Yuliwati, E. Ismail, A.F., Matsuura, T., Kassim, M.A., Abdullah, M.S., “Characterization of surface-modified porous PVDF hollow fibers for refinery wastewater treatment using microscopic observation”, *Desalination*, vol. 283, pp. 206-213, 2011.
- Zhao, Y.H., Qian, Y.L., Zhu, B.K., Xu, Y.Y., “Modification of porous poly(vinylidene fluoride) membrane using amphiphilic polymers with different structures in phase inversion process”, *J. Membr. Sci.*, vol. 310, no. 1-2, pp. 567-576, 2008
- Zularisam, A.W., Ismail, A.F., Salim, R., “Behaviour of natural organic matter in membrane filtration for surface water treatment: a-review”, *Desalination*, vol. 194, pp. 211-231, 2006.

A. Identitas Diri

1	Nama	Ir. Erna Yuliwati,MT, Ph.D	P
2	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala	
3	Jabatan Struktural	Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia	
4	NIP	-	
5	NIDN	0228076701	
6	Tempat/Tgl. Lahir	Palembang, 28 Juli 1967	
7	Alamat Rumah	Jl. Bank Raya XI Kompleks Griya Demang Mas Blok A.6 Palembang (30137)	
8	Nomor Telepon/Faks/HP	081272194527	
9	Fakultas/Jurusan	Teknik/Teknik Kimia	
10	Alamat Kantor	Jl. A. Yani 3 Ulu Palembang	
11	Nomor Telepon/Faks	-	
12	E-Mail	deeyuliwati@gmail.com	
13	Lulusan yang Telah dihasilkan	S1 = 85 Orang S-2= 0 S-3 = - Orang	
14	Mata Kuliah yang diampu	1. Kimia Dasar	
		2. Pemodelan dan Simulasi Sistem	
		3. Analisa Numerik	
		4. Metode Penelitian	

A. Riwayat Pendidikan

Jenjang	S1	S2	S3
Perguruan Tinggi	Univ. Sriwijaya	Univ. Sriwijaya	Universiti Teknologi Malaysia
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	Teknik Kimia	Chemical Engineering
Tahun Masuk-Lulus	1985-1990	1999-2003	2009-2012
Judul Skripsi/	Pra Rencana	Studi Pengaruh	Treatment of refinery

Tesis/Disertasi	Pabrik Pembuatan Sodium Hypochlorite	Arus Osilasi terhadap Hidrolisis Limbah Padat PT. Tanjung Enim Lestari pada Kondisi Asam	produced wastewater using hydrophilic polyvinylidene fluoride hollow fiber ultrafiltration membrane
Nama Pembimbing	Ir. Zubaidah Yusuf	Dr.Ir.Sri Haryati Dr. Ir. Djoni Bustan	Prof. Dr. Ahmad Fauzi Ismail Prof. Dr.Muhd. Azraai Kassim

B.Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber daana	Jumlah (Juta Rp,-)
1.	2010	Pembuatan Prototype Alat Pembuat Pulp Bahan Baku Tandan Kelapa Sawit di Balitbangda Prov. Sumatera Selatan	Provinsi Sumatera Selatan	100.000
2.	2012	Study of Minimizing of Energy Process on Refinery Wastewater Treatment	AMTEC	80000
3	2014	<i>Response Surface Methodology</i> untuk Optimasi Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit Menggunakan Teknologi membran Polivinilflorida	Dikti	75000
4	2014	<i>Polyacrylonitrile electrospun nanofiber membranes for water filter application</i>	UNSRI	160.000
5	2016	<i>Response Surface methodology for integrated coagulation direct ultrafiltration for natural organic matter of batik</i>	Dikti	160.000

		<i>Palembang wastewater</i>		
6	2016	<i>Optimasi komposisi beton geopolimer ramah lingkungan berbahan baku flyash dan aditif</i>	Dikti	110.000
7	2016	<i>Green machiningon titanium to foster environmental sustainability</i>	DIKTI	180.000

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul pengabdian masyarakat	Pendanaan	
			Sumber Dana	Jumlah (juta Rp,-)
1.	2012	Teknik Pengolahan Limbah Kertas Dengan Sistem Cetakan screen	LPPM	5.000
2.	2013	Penguatan kelompok usaha kerajinan songket dalam pemasaran produksi songket berbasis informasi teknologi (IT) di kelurahan Sungki Kecamatan Kertapati	PNPM Peduli dan Yayasan Pengembangan Inovasi Masyarakat Mandiri Sejahtera	20.000
3	2014	Pokja Pemerintah Kota Palembang dalam pemetaan perubahan iklim (adaptasi dan mitigasi)	Bdan Lingkungan Hidup Kota Palembang	47.500
4	2015	Pendampingan kelompok swadaya masyarakat dalam pengelolaan sampah dan program bank sampah	Badan Lingkungan Hidup Kota Palembang dan Yayasan Pengembangan Inovasi Masyarakat Mandiri Sejahtera	5000
5	2-16	Sosialisasi dan penguatan sosialisasi metoda 3R dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Kec Alang alang Lebar	JICA, Yayasan Pengembangan Inovasi Masyarakat Mandiri Sejahtera	175000

E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor	Nama Jurnal
1	2014	Membrane processing of refined palm oil wastewater using TiO ₂ entrapped nanoporous PVDF membrane	Vol 548-549 pp.16-20	Applied mechanics materials, Scopus indexes
2	2015	Water treatment performance application of electrospun nanofibers	77:1 (2015) 263-267	Jurnal Teknologi (science and engineering), Scopus indexes
3	2016	Stand alone electrospun nanofiber for bacterial removal	53:1 (2016) 245-248	Jurnal Teknologi (science and engineering), Scopus indexes
4	2017	Membrane Technology for treating of waste nanofluids coolant: A review	Published in end of 2017	Jurnal Teknologi (science and engineering), Scopus indexes
6	2017	Mathematical model of optimum composition on membrane application parameter for treating batik Palembang wastewater	Vol 12 no 4 pp 797-802	Journal of engineering and applied sciences

F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral Pada Pertemuan / Seminar Ilmiah Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	International Conference on Environmental Research and Technology	Submerged ultrafiltration membrane for refinery wastewater treatment	2012, USM Penang

	(ICERT)Universiti Sains Malaysia (USM), Penang, Malaysia. (Invited Speech).		
2	<i>The 10th MST 2012 International Conference on Membrane Science and Technology. 22– 23 August 2012, Atrium Amara, Bangkok.</i>	Fouling study in submerged PVDF ultrafiltration for refinery produced wastewater treatment: Effect of suspended solids concentration and aeration.	2012, Bangkok thailand
3.	<i>The 11th MST 2013 International Conference on Membrane Science and Technology. 27– 29 August 2013, Seri Pacific Hotel , Kuala Lumpur, Malaysia.</i>	Polyvinylidene fluoride hollow fiber membranes for refinery wastewater treatment: Effect of air gap length on membrane morphology and performance	2013, Kuala Lumpur Malaysia
4.	<i>ApCETA 2015</i>	Optimal process condition on batik Palembang wastewater treatment	2015, Krabi Thailand
5	<i>ICIBA2016, 19-20 February 2016, Palembang, Indonesia</i>	The economics analysis of ultrafiltration membrane for refinery wastewater treatment	2016, Palembang Indonesia
6.	<i>NATCOM2016 International Conference of Membrane Technology, 28-30 June 2016, Johor bahru, Malaysia</i>	Correlation between morphological and permeability fraction of modified membrane on batik Palembang wastewater treatment	2016, Johor malaysia

G. PENGALAMAN PENULISAN BUKU

Urutkan judul buku yang pernah diterbitkan selama 5 tahun terakhir dimulai dari buku yang paling diunggulkan menurut saudara sampai buku yang tidak diunggulkan:

No.	Tahun	Judul Buku	Jumlah Halaman	Penerbit
1	2013	<i>Advanced Membrane Materials for ultrafiltration, nanofiltration and reverse osmosis membrane preparation</i> , Handbook of Membrane Separation: Chemical, Pharmaceutical and Biotechnological Applications.	30	CRC Press, Taylor and Francis Group, New York
2.	2014	Membrane Science and Technology for wastewater treatment	32	MOCO
3.	2014	Handbook of membrane technology	22	CRC Press

H. PENGALAMAN PEROLEHAN HKI

Urutkan judul HKI yang pernah diterbitkan selama 5 tahun terakhir:

No.	Tahun	Judul/Tema HKI	Jenis	Nomor Pendaftaran/ Sertifikat
1	2014	Membran komposit ultrafiltrasi untuk penyaringan limbah cair industri kepala sawit	Drafting Patent	-

I. PENGHARGAAN YANG PERNAH DIRAIH DALAM 10 TAHUN TERAKHIR

No	Prestasi yang dicapai	Waktu Pencapaian	Tingkat (Lokal, Nasional, Internasional)
1.	Gold medal	2015	International Technology Exhibition, London , United Kingdom,
2.	Silver medal	2012	International Technology Exhibition (ITEX) and International Awards – Malaysia
	Silver medal	2011	Industrial and Art Technology Exhibition (INATEX) UTM – Malaysia

Riwayat

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi.

Palembang, 20 Mei 2017



(Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph.D)

NIDN. 0228076701

Lampiran 4. Biodata Ketua dan Anggota Tim Pengusul

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dr. Ir. Elfidiah, M.T.
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NBM	953342
5	NIDN	0202066401
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Palembang, 02 Juni 1964
7	E-mail	gemaelfidiah@yahoo.com
8	Nomor Telepon/HP	081295175857
9	Alamat Kantor	Universitas Muhammadiyah Palembang, Jalan Jenderal Ahmad Yani 13 Ulu Palembang
10	Nomor Telepon/Faks	(0711) 510820
11	Lulusan yang Telah Dihilangkan	S-1 = 147 orang
12	Mata Kuliah yang Diampu	1. Sumber Daya Alam
		2. Konsep Teknologi
		3. Bahan Konstruksi
		4. Statistik

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Sriwijaya Palembang	Universitas Sriwijaya Palembang	Universitas Sriwijaya Palembang
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	Teknik Kimia Bidang Studi Teknologi Energi	Ilmu Lingkungan
Tahun Masuk-Lulus	1982-1988	1999-2003	2009-2013
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Pra Rencana Pabrik Pembuatan CO ₂ Cair dari tempurung kelapa	Pembuatan Briket Arang Kayu Karet Dengan Perekat Umbi Gandum	Pemanfaatan Air Limbah Pabrik Perkebunan Kelapa Sawit Sebagai Pupuk Cair Pada Tanaman Kelapa Sawit
Nama Pembimbing/Promotor	1. Prof. Dr. Ir. Syarifudin Ismail, M.T. 2. Ir. Azhary Surest, M.T.	Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA	1. Prof. Dr. Ir. Dedik Budianta, M.S. 2. Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA 3. Dr. Salni, M.Si.

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, Maupun Disertasi)

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2010	Kegiatan Lapangan Tentang Karakteristik Lahan Basah Di Daerah Sungsang, Sumatera Selatan	Mandiri	2
2	2011	Kegiatan Peninjauan ke Lokasi, PT. Perkebunan Minanga Ogan Kab. OKU, Sumsel, Eksitasi Pada Alternator Mobil	Mandiri	4
3	2012	Analisa Air Limbah PKS untuk Dibuat Pupuk Cair di PT. Perkebunan Minanga Kab. OKU, Sumsel	Mandiri	95
4	2014-2015	Manfaat Ampas Tebu Sebagai Karbon Aktif Untuk Mengoptimalkan Temperatur Karbonisasi	Universitas Muhammadiyah Palembang	5
5	2015-2016	Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Pedagang Minuman Es Tebu Sebagai Bahan Baku Pembuatan Karbon Aktif Untuk Menurunkan Kadar Besi Pada Air Sumur	Universitas Muhammadiyah Palembang	5

D. Pengalaman Pengabdian kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2014	Manfaat dan Efek Samping Bahan Kimia di Lingkungan Rumah Tangga	Universitas Muhammadiyah Palembang	4
2	2015	Pemanfaatan Sampah Daun Pada Pembuatan Briket Arang	Universitas Muhammadiyah Palembang	5

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1	The Potency Of Palm Oil Mill Effluent As a Raw Material For Liquid Fertilizer	iSNPiNSA	ISBN: 978-602-18940-0-2/88-93/2012
2	Organic Liquid Fertilizer From Oil Waste Enriched By Indigenous Bacteria Activator	ELSERVIER	http://elservier6.cuthelp.com/app/answer/detail/p/7923/a_id/141,17/05.2013
3	Respon Pemberian Pupuk Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit Bumi Lestari	Bumi Lestari	ISSN NO 1411-3189/2013

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Temu Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Pelatihan Penulisan Buku Ajar	Tips dan Trik Penulisan Buku Ajar	18-19 Nopember 2009, Universitas Muhammadiyah Palembang
2	Seminar Sehari Dalam Rangka Milad Universitas Muhammadiyah Palembang Ke-32	Aplikasi Bahasa Pemrograman MATLAB Untuk Perhitungan Dalam Perencanaan Pabrik Kimia	4 Juli 2011, Universitas Muhammadiyah Palembang

3	The 2 nd International Seminar on New Paradigm and Innovation on Natural Sciences and Its Application (ISNPINSA-2), Science for Environmental Sustainability and Public Health.	The Potency Of Palm Oil Mill Effluent As a Raw Material For Liquid Fertilizer	4 Oktober 2012, Semarang
4	Tecnology, Science, Social Sciences and Humanities International Conference 2012 (TESSHI)	The Utilization of Waste, Water of Palm Oil, Plants	14-15 November 2012, Lengkwai, Kedah Malaysia

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Diktat Sumber Daya Alam	2012	147	Dalam Lingkungan FT UMP
2	Diktat Konsep Teknologi	2013	291	Dalam Lingkungan FT UMP
3	Diktat Bahan Konstruksi	2013	214	Dalam Lingkungan FT UMP
4	Diktat Statistik	2014	201	Dalam Lingkungan FT UMP

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi.

Palembang, 23 Januari 2017

Ketua Peneliti,

Dr. Ir. Elfidiah, M.T.

NIDN. 0202066401

Anggota Peneliti 2

B. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Ir. Ani Melani, M.T.
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	-
5	NIDN	0021056308
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Bandung, 21 Mei 1963
7	E-mail	animelaniamid@yahoo.co.id
8	Nomor Telepon/HP	081278033311
9	Alamat Kantor	Universitas Muhammadiyah Palembang, Jalan Jenderal Ahmad Yani 13 Ulu Palembang
10	Nomor Telepon/Faks	(0711) 510820
11	Lulusan yang Telah Dihilangkan	S-1 = 133 orang
12	Mata Kuliah yang Diampu	1. Kalkulus II 2. Kalkulus III

C. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Sriwijaya Palembang	Universitas Sriwijaya Palembang
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	Teknik Kimia Bidang Studi Teknologi Energi
Tahun Masuk-Lulus	1982-1988	1999-2003
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Pra Rencana Pabrik n-Butyl Acetat	Studi Kinetika Reaksi Alkoholisasi Katalitik Minyak Biji Karet (Pengaruh Waktu, Temperatur, dan Rasio Reaktan terhadap Konversi Reaksi)
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Azhary Surest, M.T.	1. Dr. Ir. M. Said, M.Sc. 2. Dr. Ir. M. Faizal, DEA.

D. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, Maupun Disertasi)

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2012	Fermentasi Limbah Buah Nanas dengan Sacharomyces	Universitas Muhammadiyah Palembang	4
2	2013	Pemanfaatan Minyak Jelantah menjadi Biodiesel dengan Proses Transesterifikasi	Universitas Muhammadiyah Palembang	5

E. Pengalaman Pengabdian kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2015	Sosialisasi System Pentanahan Rumah Tinggal Sederhana di Kelurahan Sukajaya	Universitas Muhammadiyah Palembang	4
2	2015	Pemanfaatan Sampah Daun pada Pembuatan Briket Arang di Kelurahan Talang Aman	Universitas Muhammadiyah Palembang	5

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi.

Palembang, 20 Mei 2017
Anggota Peneliti,

Ir. Ani Melani, M.T.
NIDN 0021056308

Bidang Unggulan: Lingkungan

Kode>Nama Rumpun Ilmu: 433/Teknik Kimia

**LAPORAN AKHIR TAHUN PERTAMA
PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**



**SEPARASI LIMBAH CAIR INDUSTRI KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN
MEMBRAN ULTRAFILTRASI SEBAGAI PARAMETER LINGKUNGAN**

TIM PENGUSUL

Ir. Erna Yuliwati, MT., Ph.D

NIDN : 0228076701

Dr Ir. Elfidiah, M.T

NIDN : 0202066401

Ir. Ani Melani M.T.

NIDN : 0231036302

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
NOVEMBER 2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : SEPARASI LIMBAH CAIR INDUSTRI KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI SEBAGAI PARAMETER LINGKUNGAN

Peneliti/Pelaksana

Nama Lengkap : Ir ERNA YULIWATI, M.T, Ph.D
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang
NIDN : 0228076701
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
Program Studi : Teknik Kimia
Nomor HP : 081372194527
Alamat surel (e-mail) : deeyuliwati@gmail.com

Anggota (1)

Nama Lengkap : Dr ELFIDIAH
NIDN : 0202066401
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Anggota (2)

Nama Lengkap : ANI MELANI
NIDN : 0021056308
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 120,000,000
Biaya Keseluruhan : Rp 1,035,000,000

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Ir. Kiagus Ahmad Roni, M.T)
NIP/NIK 0227077004

Kota Palembang, 6 - 11 - 2018
Ketua,

(Ir ERNA YULIWATI, M.T, Ph.D)
NIP/NIK 0228076701

Menyetujui,
Ketua LPPM Universitas Muhammadiyah Palembang



(Dr. Ir. Mustopa Marli Batubara, M.P)
NIP/NIK 0227036904

URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : SEPARASI LIMBAH CAIR INDUSTRI KELAPA SAWIT
MENGUNAKAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI SEBAGAI
PARAMETER LINGKUNGAN

2. Tim Peneliti

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Instansi Asal	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1	Ir ERNA YULIWATI M.T, Ph.D	Ketua Pengusul	-wastewater treatment, membrane technology	Universitas Muhammadiyah Palembang	35.00
2	Ir ELFIDIAH MT	Anggota Pengusul	-	Universitas Muhammadiyah Palembang	25.00
3	Ir ANI MELANI MT	Anggota Pengusul	-	Universitas Muhammadiyah Palembang	25.00

3. Objek Penelitian (jenis material yang akan diteliti dan segi penelitian):
Separasi Limbah cair kelapa sawit dengan menggunakan membran
4. Masa Pelaksanaan
Mulai tahun: 2018
Berakhir tahun: 2020
5. Usulan Biaya DRPM Ditjen Penguatan Risbang
 - Tahun ke-1: Rp380,800,000
 - Tahun ke-2: Rp380,800,000
 - Tahun ke-3: Rp380,800,000
6. Lokasi Penelitian (lab/studio/lapangan)
Palembang
7. Instansi lain yang terlibat (jika ada, dan uraikan apa kontribusinya)
PTPN VII Distrik Banyuasin
8. Temuan yang ditargetkan (produk atau masukan untuk kebijakan)
Unit separasi limbah cair industri kelapa sawit dengan proses kondisi optimal
9. Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu (uraikan tidak lebih dari 50 kata, tekankan pada gagasan fundamental dan orisinal yang mendukung pengembangan iptek)
Pengelolaan limbah industri dalam menjaga lingkungan
10. Jurnal ilmiah yang menjadi sasaran (tuliskan nama terbitan berkala ilmiah internasional bereputasi, nasional terakreditasi, atau nasional tidak terakreditasi dan tahun rencana publikasi)
Jurnal Teknologi/ Journal of engineering and science
11. Rencana luaran HKI, buku, purwarupa atau luaran lainnya yang ditargetkan, tahun rencana perolehan atau penyelesaiannya

- Publikasi Ilmiah Jurnal Internasional, tahun ke-1 Target: submitted
- Publikasi Ilmiah Jurnal Nasional Terakreditasi, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Pemakalah dalam pertemuan ilmiah Nasional, tahun ke-1 Target: sudah dilaksanakan
- Pemakalah dalam pertemuan ilmiah Internasional, tahun ke-1 Target: terdaftar
- Keynote Speaker dalam pertemuan ilmiah Internasional, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Keynote Speaker dalam pertemuan ilmiah Nasional, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Visiting Lecturer Internasional, tahun ke-1 Target: terdaftar
- Paten, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Paten Sederhana, tahun ke-1 Target: draft
- Hak Cipta, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Merk Dagang, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Rahasia Dagang, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Desain Produk Industri, tahun ke-1 Target: draft
- Indikasi Geografis, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Perlindungan Varietas Tanaman, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Teknologi Tepat Guna, tahun ke-1 Target: draft
- Buku Ajar (ISBN), tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT), tahun ke-1 Target: Skala 4
- Publikasi Ilmiah Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Pemakalah dalam pertemuan ilmiah Lokal, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Keynote Speaker dalam pertemuan ilmiah Lokal, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Model, tahun ke-1 Target: draft
- Purwarupa/Prototipe, tahun ke-1 Target: draft
- Desain, tahun ke-1 Target: draft
- Karya Seni, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Rekayasa Sosial, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Bahan Ajar, tahun ke-1 Target: draft
- Tesis, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Disertasi, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Kebijakan, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Sistem, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Metode, tahun ke-1 Target: draft
- Produk, tahun ke-1 Target: draft
- Strategi, tahun ke-1 Target: belum/tidak ada
- Keikutsertaan dalam Seminar Internasional, tahun ke-1 Target: terdaftar
- Keikutsertaan dalam seminar Nasional, tahun ke-1 Target: terdaftar

PRAKATA

Penelitian ini merupakan suatu kesempatan yang sangat baik bagi dosen perguruan tinggi baik dosen negeri maupun swasta, karena ini merupakan suatu kegiatan untuk mendapatkan nilai untuk kenaikan jenjang jabatan akademik seseorang.

Penelitian adalah suatu Tri Darma Perguruan Tinggi yang harus dilakukan oleh seorang dosen, disamping itu seorang dosen wajib untuk melakukan proses belajar mengajar diperguruan tinggi dan wajib juga untuk menulis jurnal serta melakukan kegiatan Pengabdian dimasyarakat.

Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi ini didanai oleh Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi dan merupakan sumber dana bagi dosen untuk melakukan penelitian baik dibidang teknologi, maupun dibidang lainnya punya kesempatan yang sama.

Dalam Penelitian ini di tahun pertama kami membuat membran untuk proses separasi limbah cair industri kelapa sawit dan analisa struktur serta performannya untuk diaplikasikan pada proses filtrasi limbah cair di industri kepala sawit.

Palembang, 28 Agustus 2018

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN PENGESAHAN	
IDENTITAS DAN URAIAN UMUM	
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
RINGKASAN	iv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Khusus	3
1.3. Urgensi atau Keutamaan Penelitian	4
1.4. Rencana Capaian Tahunan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Rencana Strategis Penelitian Perguruan Tinggi	6
2.2 Peta Jalan Penelitian Perguruan Tinggi	7
BAB 3. TINJAUAN PUSTAKA	8
3.1. Karakteristik Limbah Cair Industri Kelapa Sawit	8
3.2. Teknologi Membran	9
3.2.1 Membran Ultrafiltrasi	10
3.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Membran	11
3.3. <i>Response Surface Methodology (RSM)</i>	12
3.4 Roadmap Penelitian Teknologi Membran	13
3.5 Separasi Limbah Cair	13
BAB 4. METODE PENELITIAN	15
4.1. Alur Penelitian	15
4.2. Bahan Penelitian	16
4.3. Peralatan Penelitian	16
4.4. Prosedur Penelitian	16
4.4.1 Unit separasi menggunakan teknologi membran	16
4.4.2 Optimasi Kondisi Proses Separasi	19
4.4.3 Separasi Limbah Cair Industr Kelapa Sawit	19

BAB 5. BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN	20
5.1. Anggaran Biaya	20
5.2. Jadwal Penelitian	20
REFERENSI	21
LAMPIRAN	
Lampiran 1. Justifikasi Anggaran Penelitian	23
Lampiran 2. Ketersediaan Sarana dan Prasarana Penelitian	26
Lampiran 3. Susunan Organisasi Tim Pengusul dan Pembagian Tugas	27
Lampiran 4. Biodata Ketua dan Anggota Tim Pengusul	28
Lampiran 5. Surat Pernyataan Ketua Pelaksana	
Lampiran 6. Ringkasan TKT	

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1.1	Target Rencana Capaian Tahunan	5
Tabel 2.1	Isu Strategis Riset Unggulan UM Palembang	3
Tabel 3.1	Karakteristik limbah cair kelapa sawit dari PTPN VII Distrik Banyuasin	7
Tabel 5.1	Ringkasan Anggaran Biaya per Tahun	20
Tabel 5.2	Jadwal Penelitian	20

DAFTAR GAMBAR

	Hal	
Gambar 1.1	Limbah Cair industri Kelapa Sawit	3
Gambar 2.1	Peta Jalan Penelitian Fakultas Teknik UM Palembang	8
Gambar 3.1	Roadmap Penelitian Teknologi Membran	13
Gambar 4.1	Diagram <i>Fishbone</i> Alur Penelitian Terapan Unggulan PT	15
Gambar 4.2	Diagram Alir Penelitian Tahun Pertama	17
Gambar 4.3	<i>U-bend module membrane</i>	17
Gambar 4.4	Diagram Alir Penelitian Tahun Kedua	18
Gambar 4.5	Prototype unit separasi untuk uji awal	18
Gambar 4.6	<i>Layout</i> Penelitian Tahun Ketiga	19

RINGKASAN

Kebanyakan industri yang ada membuang limbahnya ke perairan terbuka, sehingga dalam waktu yang relatif singkat akan terjadi bau busuk sebagai akibat terjadinya fermentasi limbah. Metode yang digunakan adalah pengolahan limbah secara fisik, kimia dan biologi atau kombinasi untuk mengatasi pencemaran (Naibaho, 2006, Soeharto, 2013). Limbah cair yang berasal dari industri sangat bervariasi, serta tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri. Pada saat ini umumnya industri melakukan pengolahan limbah cair secara kimia yaitu proses koagulasi –flokulasi, sedimentasi dan secara flotasi dengan menggunakan udara terlarut, serta pengolahan limbah cair secara biologi yaitu proses aerob dan proses anaerob. Proses kimia seringkali kurang efektif dikarenakan biaya untuk pembelian bahan kimianya cukup tinggi dan pada umumnya pengolahan air limbah secara kimia akan menghasilkan sludge yang cukup banyak, sehingga industri harus menyediakan prasarana untuk penanganan sludge. Pada pengolahan limbah cair secara flotasi akan menggunakan energi yang cukup banyak. Pada proses pengolahan limbah secara biologi, umumnya menggunakan lahan yang cukup luas dan energy yang banyak dan menjadi pertimbangan bagi industri yang terletak didaerah yang mempunyai lahan sempit. Penurunan kualitas air juga disebabkan oleh adanya kandungan bahan organik dan anorganik yang berlebihan. Adanya senyawa organik dalam perairan akan dirombak oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut. Perombakan ini akan menjadi masalah jika senyawa organik terdapat dalam jumlah yang banyak. Adapun permasalahan utama yang dihadapi kemudian adalah kendala teknologi dimana pengolahan limbah yang ada saat ini sulit untuk menghasilkan keluaran yang mengarah pada industri kelapa sawit yang bebas limbah. Solusi terpadu program *zero waste effluent* dalam industri kelapa sawit menjadi masalah umum dalam mengatasi limbah cair industri kelapa sawit. Penggunaan filtrasi menggunakan teknologi membran telah dilakukan dan mendapatkan hasil yang potensial untuk diterapkan pada kondisi sebenarnya. Komposisi membran yang telah ditemukan pada penelitian terdahulu menjadi bahan filtrasi utama dalam unit separasi yang akan dikembangkan untuk mengolah limbah cair industri kelapa sawit. Pada **tahun pertama**, aplikasi teknologi membran dalam unit separasi untuk pengolahan limbah *heavy phase* dan kondensat. **Tahun kedua** penelitian adalah membuat model matematika untuk optimasi proses kondisi unit separasi sehingga pengolahan limbah cair ini lebih efisien karena dapat meminimalkan energi proses. **Tahun ketiga** adalah mempersiapkan *scale-up* unit separasi untuk digunakan dilokasi yang sesungguhnya di industri kelapa sawit.

Kata Kunci : limbah cair kelapa sawit, *zero waste effluent*, separasi, optimasi.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan industri kelapa sawit di Indonesia yang cukup pesat. Indonesia memiliki potensi yang cukup besar untuk pengembangan industri kelapa sawit. Industri kelapa sawit memiliki dampak positif dan negatif, dimana dampak positif nya yaitu meningkatkan devisa negara dan kesejahteraan masyarakat meningkat, sedangkan dampak negatif yaitu menimbulkan limbah yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Industri ini menghasilkan limbah cair yang sangat berlimpah dan berdampak mencemari lingkungan tanah, air dan udara dengan emisi metana yang potensial. Limbah cair industri kelapa sawit menghasilkan limbah yang bersifat cair yang masih kaya dengan zat organik yang mudah mengalami peruraian. Air buangan pabrik kelapa sawit dengan nilai *Biochemical oxygen demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) padatan tersuspensi dan kandungan total padatan yang tinggi merupakan sumber pencemar yang sangat potensial.

Kebanyakan industri yang ada membuang limbahnya ke perairan terbuka, sehingga dalam waktu yang relatif singkat akan terjadi bau busuk sebagai akibat terjadinya fermentasi limbah. Metode yang digunakan adalah pengolahan limbah secara fisik, kimia dan biologi atau kombinasi untuk mengatasi pencemaran (Naibaho, 2006, Soeharto, 2013). Limbah cair yang berasal dari industri sangat bervariasi, serta tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri. Pada saat ini umumnya industri melakukan pengolahan limbah cair secara kimia yaitu proses koagulasi –flokulasi, sedimentasi dan secara flotasi dengan menggunakan udara terlarut, serta pengolahan limbah cair secara biologi yaitu proses aerob dan proses anaerob. Proses kimia seringkali kurang efektif dikarenakan biaya untuk pembelian bahan kimianya cukup tinggi dan pada umumnya pengolahan air limbah secara kimia akan menghasilkan *sludge* yang cukup banyak, sehingga industri harus menyediakan prasarana untuk penanganan *sludge*. Pada pengolahan limbah cair secara flotasi akan menggunakan energi yang cukup banyak. Pada proses pengolahan limbah secara biologi, umumnya

menggunakan lahan yang cukup luas dan energy yang banyak dan menjadi pertimbangan bagi industri yang terletak didaerah yang mempunyai lahan sempit.

Pembuangan limbah cair parik kelapa sawit ke dalam perairan umum tanpa pengolahan terlebih dahulu mengandung BOD yang setara dengan BOD buangan populasi 10 juta manusia (Mahajoeno,2008). Limbah cair parik kelapa sawit berpotensi mencemari air baku, mengurangi kadar oksigen terlarut, menurunkan kesehatan ikan dan udang dalam badan air sekitarnya dan biota perairan (Qu dan Bathhacharya, 1997 dalam Mahajoeno (2008)). Penurunan kualitas air dapat disebabkan oleh adanya kandungan bahan organik dan anorganik yang berlebihan. Adanya senyawa organik dalam perairan akan dirombak oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut. Perombakan ini akan menjadi masalah jika senyawa organik terdapat dalam jumlah yang banyak. Penguraian senyawa organik akan memerlukan oksigen yang sangat, sehingga dapat menurunkan kadar oksigen terlarut perairan sampai titik yang terendah akibat dekomposisi aerobik akan terjadi, sehingga pemecahan selanjutnya akan dilakukan oleh bakteri anaerobik.

Awaluddin (2013) telah mengolah limbah cair industri kelapa sawit dengan menggunakan metode proses kombinasi, yaitu fisika dan biologi. Metode ini mempunyai kelebihan pengolahannya cukup murah, tetapi kekurangannya adalah lahan yang digunakan untuk pengolahan limbah cair cukup besar, tetapi bagi industri yang mempunyai lahan terbatas karena proses diatas sulit dilakukan untuk membantu industri yang mempunyai keterbatasan lahan. Penurunan kualitas air juga disebabkan oleh adanya kandungan bahan organik dan anorganik yang berlebihan. Adanya senyawa organik dalam perairan akan dirombak oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut. Perombakan ini akan menjadi masalah jika senyawa organik terdapat dalam jumlah yang banyak. Penguraian senyawa organik akan memerlukan oksigen yang sangat, sehingga dapat menurunkan kadar oksigen terlarut perairan sampai titik yang terendah akibat dekomposisi aerobik akan terjadi, sehingga pemecahan selanjutnya akan dilakukan oleh bakteri anaerobik.



Gambar 1.1. Limbah cair industri kelapa sawit

Adapun permasalahan utama yang dihadapi kemudian adalah kendala teknologi dimana pengolahan limbah yang ada saat ini sulit untuk menghasilkan keluaran yang mengarah pada industri kelapa sawit yang bebas limbah. Solusi terpadu program *zero waste effluent* dalam industri kelapa sawit menjadi masalah umum dalam mengatasi limbah cair industri kelapa sawit.

Penggunaan filtrasi menggunakan teknologi membran telah dilakukan dan mendapatkan hasil yang potensial untuk diterapkan pada kondisi sebenarnya. Komposisi membran yang telah ditemukan pada penelitian terdahulu menjadi bahan filtrasi utama dalam unit separasi yang akan dikembangkan untuk mengolah limbah cair industri kelapa sawit.

1.2 Tujuan Khusus

Aplikasi teknologi membran pada penelitian ini menjadi tujuan khusus pada penelitian terapan ini yang memfokuskan pada pembuatan unit separasi dengan aplikasi teknologi membran untuk pengolahan limbah *heavy phase* dan kondensat dalam hal ini adalah limbah industri kelapa sawit pada tahun pertama. Pengutipan (*recovery*) seluruh solid dari *heavy phase* pada pengolahan limbah kondensat dilakukan dengan menggunakan kombinasi teknologi DAF (*dissolved air flotation*) dengan proses membran ultrafiltrasi. Salah satu keunggulan dari penggunaan teknologi membran adalah potensi dihasilkannya padatan tersuspensi pengutipan dapat digunakan untuk campuran bahan baku pakan ternak dan cairannya yang tidak saja memenuhi standar buangan tetapi juga dapat digunakan kembali (*reuse*) ke dalam proses. Tahun kedua membuat model matematika untuk optimasi proses kondisi unit separasi dengan menggunakan *response surface methodology* (RSM) sehingga

pengolahan limbah cair ini lebih efisien karena dapat meminimalkan energi proses. Tahun ketiga adalah mempersiapkan *scale-up* unit separasi untuk digunakan dilokasi yang sesungguhnya di industri kelapa sawit.

1.3 Urgensi atau Keutamaan Penelitian

Kemampuan inovasi sebagai percepatan capaian strategis unggulan penelitian perguruan tinggi dengan mengaplikasikan teknologi membran dengan komposisi membran ultrafiltrasi yang menghasilkan struktur pori asimetrik yang diperlukan untuk memisahkan padatan tersuspensi dalam limbah cair industri kepala sawit untuk menjaga lingkungan. Kondisi proses optimal, sebagai parameter lingkungan, yang didapatkan menggunakan RSM juga sangat mempengaruhi produksi yang dihasilkan dalam mewujudkan *zerowaste effluent* yang sangat diperlukan. Melalui penelitian ini, unit separasi yang akan diajukan sebagai paten sederhana, dibuat dengan mensinergikan penelitian terapan, kontribusi dan sumbangan pemikiran pada pengembangan teknologi membran untuk solusi limbah cair industri kelapa sawit dan dapat diaplikasikan untuk industri lain yang memiliki karakteristik limbah cair yang serupa.

1.4 Rencana Capaian Tahunan

Temuan penelitian ini akan menghasilkan unit separasi limbah cair pengolahan kelapa sawit dengan sistem operasi yang optimal dengan komposisi optimum kondisi proses dengan indikator *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*, *Total Suspended Solids (TSS)*. Hasil penelitian ini akan bermanfaat bagi ilmu pengetahuan (untuk memperkaya bahan ajar yang dapat diberikan kepada mahasiswa), pemerintah dan industri minyak kelapa sawit dan masyarakat. Capaian tahunan penelitian ini terarah pada isu strategis renstra penelitian di bidang lingkungan. Tahapan penelitian terapan bidang pengelolaan sumber daya alam dan pengendalian kualitas lingkungan dicapai salah satunya dengan mengelola limbah cair insutri kelapa sawit. Luaran wajib dan tambahan yang dihasilkan ditabulasikan pada rencana capaian tahunan yang dapat dilihat pada Tabel 1.1. berikut.

Tabel 1.1 Target rencana capaian tahunan

No	Jenis Luaran				Indikator capaian		
	Category	Sub KAtegori	Wajib	Tambahan	TS ¹⁾	TS+1	TS+2
1.	Artikel ilmiah dimuat di jurnal	Internasional bereputasi		√	submitted	published	published
		Nasional terakreditasi			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
2	Artikel ilmiah dimuat diprosiding	Internasional terindeks			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Nasional		√	published	published	published
3.	Invited speaker dalam temu ilmiah	Internasional		√	Tidak ada	Tidak ada	Sudah dilaksanakan
		Nasional			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
4.	Visiting Lecturer	International		√	Tidak ada	Sudah dilaksanakan	Sudah dilaksanakan
5.	Hak Kekayaan Intelektual (HKI)	Paten			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Paten sederhana	√		draf	draf	terdaftar
		Hak cipta	√		Tidak ada	draf	terdaftar
		Merek dagang			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Rahasia Dagang			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Design produk industry			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Indikasi geografis			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Perlindungan varietas tanaman			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Perlindungan topografi sirkuit terpadu				Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	
6.	Teknologi tepat guna				produk	produk	penerapan
7.	Model/purwarupa/Deain/KArya seni/Rekayasa sosial			√	Draf	Produk	penerapan
8.	Buku ajar (ISBN)			√	Tidak ada	draft	produk
9.	Tingkat kesiapan technology (TKT))			√	4	4	5

BAB 2
RENSTRA DAN PETA JALAN PENELITIAN PERGURUAN TINGGI

2.1 Renstra Penelitian Perguruan Tinggi

Penelitian yang diusulkan ini merupakan bagian dari implementasi rencana strategi penelitian universitas yang tertuang dalam Rencana Strategis LPPM UM Palembang 2016-2025, khususnya pada Pusat Penelitian Bidang Lingkungan. Isu strategis penelitian yang berada di bidang lingkungan berupa pengelolaan sumber daya alam dan pengendalian kualitas lingkungan dengan **konsep pemikiran pengelolaan sumber daya alam yang mempengaruhi keberlanjutan pembangunan berwawasan lingkungan**. Selain itu juga selaras dengan isu strategis pengendalian kualitas lingkungan dengan **konsep pemikiran bahwa sumber daya alam memiliki potensi sebagai bahan untuk diaplikasikan sebagai teknologi bidang kesehatan**. Berbasis dari konsep teknologi ini akan dikembangkan suatu topik unggulan pengendalian kualitas lingkungan dengan mengelola limbah cair minyak kelapa sawit dengan menggunakan unit separasi berbasis teknologi membran untuk menghasilkan rendemen COD, BOD dan TSS yang optimum dan proses purifikasi dengan metode separasi yang efisien. Penelitian ini dikembangkan untuk proses separasi limbah cair kelapa sawit untuk menjadi energi terbarukan (Tabel 2.1).

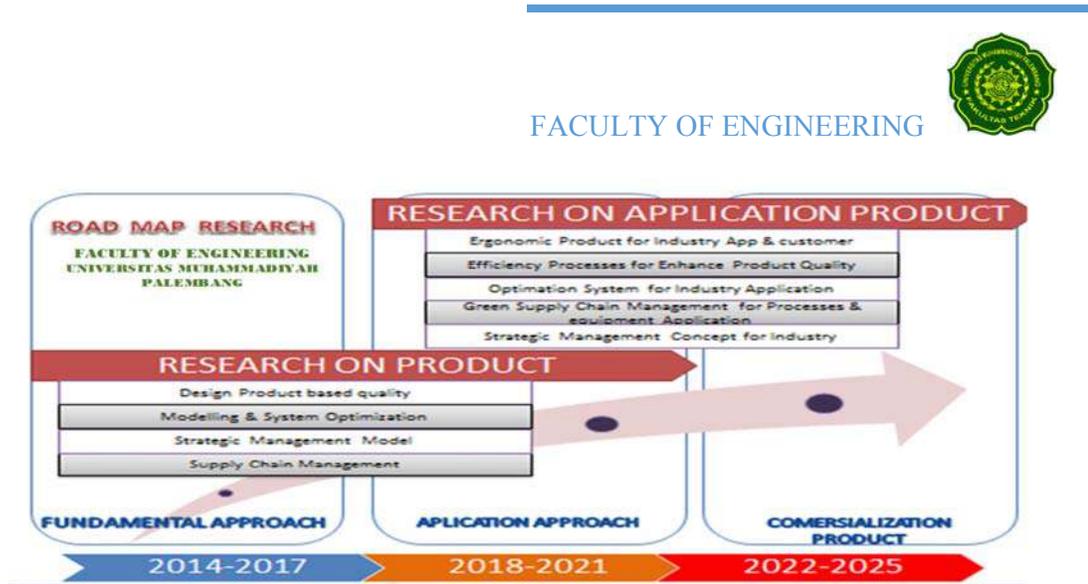
Tabel 2.1 Isu Strategis Riset Unggulan Universitas Muhammadiyah Palembang
Bidang Lingkungan

Isu Strategis	Konsep Pemikiran
Pengelolaan dan pengembangan sumber daya alam dalam bidang kesehatan dan penjernihan air	Sumber daya alam Indonesia memiliki potensi untuk diaplikasikan sebagai suatu teknologi di bidang kesehatan dan penjernihan air.
Pengelolaan sumber daya alam dan pengendalian kualitas lingkungan lahan .	Pengelolaan sumber daya alam sebagai Bahan yang mempengaruhi keberlanjutan pembangunan berwawasan lingkungan

Sumber: Rencana Induk Penelitian LPPM Universitas Muhammadiyah (UM) Palembang

2.2 Peta Jalan Penelitian Perguruan Tinggi

Dukungan peta jalan penelitian yang telah dan akan dijalankan sejalan dengan penelitian yang akan diusulkan, seperti diilustrasikan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Peta jalan penelitian fakultas teknik UM Palembang

Desain produk yang berkualitas yang merupakan tema penelitian tingkat fundamental dan aplikasi merupakan *road map* yang sudah sangat terarah untuk mendukung penelitian ini. Pada akhirnya diharapkan di tahun 2025 sudah dapat menapaki tingkatan penelitian pengembangan unggulan perguruan tinggi dalam komersialisasi pada tema efisiensi proses produksi untuk meningkatkan kualitas produk yang berdampak untuk menjaga kualitas air baku dan pelestarian lingkungan sebagaimana yang tercantum pada isu strategis penelitian unggulan UM Palembang yang berkelanjutan pada aplikasi *green supply chain on zero waste industry*.

BAB 3

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Karakteristik Limbah Cair Industri Kelapa Sawit

Pada proses pengolahan kelapa sawit menjadi CPO, selain menghasilkan minyak sawit tetapi juga menghasilkan limbah cair, dimana air limbah tersebut berasal dari :

- Hasil kondensasi uap air pada unit pelumatan (*digester*) dan unit pengempaan (*pressure*). Injeksi uap air pada unit pelumatan bertujuan mempermudah pengupasan daging buah, sedangkan injeksi uap bertujuan mempermudah pemerasan minyak. Hasil kondensasi uap air pada kedua unit tersebut dikeluarkan dari unit pengempaan.
- Kondensat dari *depericarper*, yaitu untuk memisahkan sisa minyak yang terikut bersama batok/cangkang. Hasil kondensasi uap air pada unit penampung biji/inti. Injeksi uap ke dalam unit penampung biji bertujuan memisahkan sisa minyak dan mempermudah pemecahan batok maupun inti pada unit pemecah biji.
- Kondensasi uap air yang berada pada unit penampung atau penyimpan inti. Penambahan air pada hydrocyclone yang bertujuan mempermudah pemisahan serat dari cangkang.
- Penambahan air panas dari saringan getar, yaitu untuk memisahkan sisa minyak dari ampas.

Limbah cair kelapa sawit mengandung konsentrasi bahan organik yang relatif tinggi dan secara alamiah dapat mengalami penguraian oleh mikroorganisme menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Limbah cair kelapa sawit umumnya berwarna kecoklatan, mengandung padatan terlarut dan tersuspensi berupa koloid dan residu minyak dengan kandungan BOD tinggi. Berdasarkan hasil analisa pada tabel 1 menunjukkan bahwa limbah cair industri kelapa sawit bila dibuang kepengairan sangat berpotensi untuk mencemari lingkungan, sehingga harus diolah terlebih dahulu sebelum di buang keperairan. Pada umumnya industri kelapa sawit yang berskala besar telah mempunyai pengolahan limbah cair.

Tabel 3.1. Karakteristik limbah cair kelapa sawit dari PTPN VII Distrik Banyuasin.

No	Parameter	Satuan	Nilai kisaran	Rata-rata	Baku mutu
1	BOD	mg/L	16.954 – 25.000	21.435	110
2	COD	mg/L	32.000 – 40.000	36.000	250
3	TSS	mg/L	21.270 – 45.350	37.250	400
4	pH		4,5 – 5,0	4,75	6 - 9
5	Temperatur	°C	50 - 60	55	50

3.2 Teknologi Membran

Membran ialah sebuah penghalang selektif antara dua fasa. Membran memiliki ketebalan yang berbeda-beda, ada yang tebal dan ada juga yang tipis serta ada yang homogen dan ada juga ada heterogen. Ditinjau dari bahannya membrane terdiri dari bahan alami dan bahan sintetis. Bahan alami adalah bahan yang berasal dari alam misalnya pulp dan kapas, sedangkan bahan sintetis dibuat dari bahan kimia, misalnya polimer. Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil. Larutan yang mengandung komponen yang tertahan disebut konsentrat dan larutan yang mengalir disebut permeat. Filtrasi dengan menggunakan membran selain berfungsi sebagai sarana pemisahan juga berfungsi sebagai sarana pemekatan dan pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan pada membran tersebut.

Teknik pemisahan dengan membran umumnya berdasarkan ukuran partikel dan berat molekul dengan gaya dorong berupa beda tekan, medan listrik dan beda konsentrasi. Proses pemisahan dengan membran yang memakai gaya dorong berupa beda tekan umumnya dikelompokkan menjadi empat jenis diantaranya *mikromembran*, *ultramembran*, *nanomembran* dan *reverse osmosis*. Teknologi membran memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan proses lain, antara lain:

- Pemisahan dapat dilakukan secara kontinu
- Konsumsi energi umumnya relatif lebih rendah
- Proses membran dapat mudah digabungkan dengan proses pemisahan lainnya (*hybrid processing*)
- Pemisahan dapat dilakukan dalam kondisi yang mudah diciptakan
- Mudah dalam *scale up*
- Tidak perlu adanya bahan tambahan

- Material membrane bervariasi sehingga mudah diadaptasikan pemakaiannya.

Kekurangan teknologi membran antara lain : *fluks* dan *selektifitas* karena pada proses membran umumnya terjadi fenomena *fluks* berbanding terbalik dengan *selektifitas*. Semakin tinggi fluks seringkali berakibat menurunnya selektifitas dan sebaliknya. Sedangkan hal yang diinginkan dalam proses berbasis membran adalah mempertinggi *fluks* dan *selektifitas*.

3.2.1 Membran ultrafiltrasi

Membran ultrafiltrasi adalah teknik proses pemisahan (menggunakan) membran untuk menghilangkan berbagai zat terlarut BM (berat molekul) tinggi, aneka koloid, mikroba sampai padatan tersuspensi dari air larutan. Membran semipermeabel dipakai untuk memisahkan makromolekul dari larutan. Ukuran dan bentuk molekul terlarut merupakan faktor penting. Dalam teknologi pemurnian air, membran ultrafiltrasi dengan berat molekul membran (MWC) 1000 – 20000 lazim untuk penghilangan pirogen, sedangkan berat molekul membrane (MWC) 80.000- 100.000 untuk pemakaian penghilangan koloid. Terkadang pirogen (BM 10.000- 20.0000) dapat dihilangkan oleh membrane 80.000 karena adanya membrane dinamis.

Tekanan sistem ultrafiltrasi biasanya rendah, 10-100 psi (70-700 kPa), maka dapat menggunakan pompa sentrifugal biasa. Membran ultrafiltrasi sehubungan dengan pemurnian air dipergunakan untuk menghilangkan koloid (penyebab fouling) dan penghilangan mikroba, pirogen dan partikel dengan modul higienis. Membran ultrafiltrasi dibuat dengan mencetak polimer selulosa acetate (CA) sebagai lembaran tipis. Fluks maksimum bila membrannya anisotropic, ada kulit tipis, rapat dan pengembangan berpori. Membran selulosa acetate (CA) mempunyai sifat pemisahan yang bagus namun sayangnya dapat dirusak oleh bakteri dan zat kimia, rentan pH. Adapula membrane dari polimer polisulfon, akrilik, juga polikarbonat, PVC, poliamida, piliviniliden fluoride, kopolimer AN-VC, poliasetal, poliakrilat, kompleks polielektrolit, PVA ikat silang. Juga dapat dibuat membrane dari keramik, aluminium oksida, zirconium oksida.

3.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Membran

Pembuatan membran mempunyai spesifikasi khusus tergantung untuk apa membran tersebut digunakan dan spesifikasi apa product yang diharapkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi dalam penggunaan membran diantaranya sebagai berikut :

A. Ukuran Molekul

Ukuran molekul membran sangat mempengaruhi kinerja membran. Pada pembuatan mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi mempunyai spesifikasi khusus. Sebagai contoh untuk membran protein kedele yang dihidrolisis menggunakan ukuran membrane 5000 MWCO, 10.000 MWCO dan 50.000 MWCO.

B. Bentuk Molekul

Bentuk dan konfigurasi macromolekul mempunyai efek pada kekuatan ion, temperature dan interaksi antar komponen. Perbedaan bentuk ini khusus pada kondisi dibawah permukaan membrane. Hal ini dapat terlihat dalam penggunaan membrane pada protein dan dextrin.

C. Bahan Membran

Perbedaan bahan membran akan berpengaruh pada hasil rejection dan distribusi ukuran pori. Sebagai contoh membrane dari polysulfone dan membrane dari selulosa asetat, kedua membran ini menunjukkan rendahnya deviasi antara kedua membran dan ini mempunyai efek pada tekanan membran. Selain itu mempunyai efek pada tingkat penyumbatan (fouling) pada membran.

D. Karakteristik Larutan

Pada umumnya berat molekul larutan garam dan gula mempunyai berat molekul yang kecil dari ukuran pori membran. Karakteristik larutan ini mempunyai efek pada permeability membran.

E. Parameter operasional

Jenis parameter yang digunakan pada operasional umumnya terdiri dari tekanan membran, permukaan membran, temperature dan konsentrasi, serta parameter tambahan pH, ion strength dan polarisasi.

3.3 *Response Surface Methodology (RSM)*

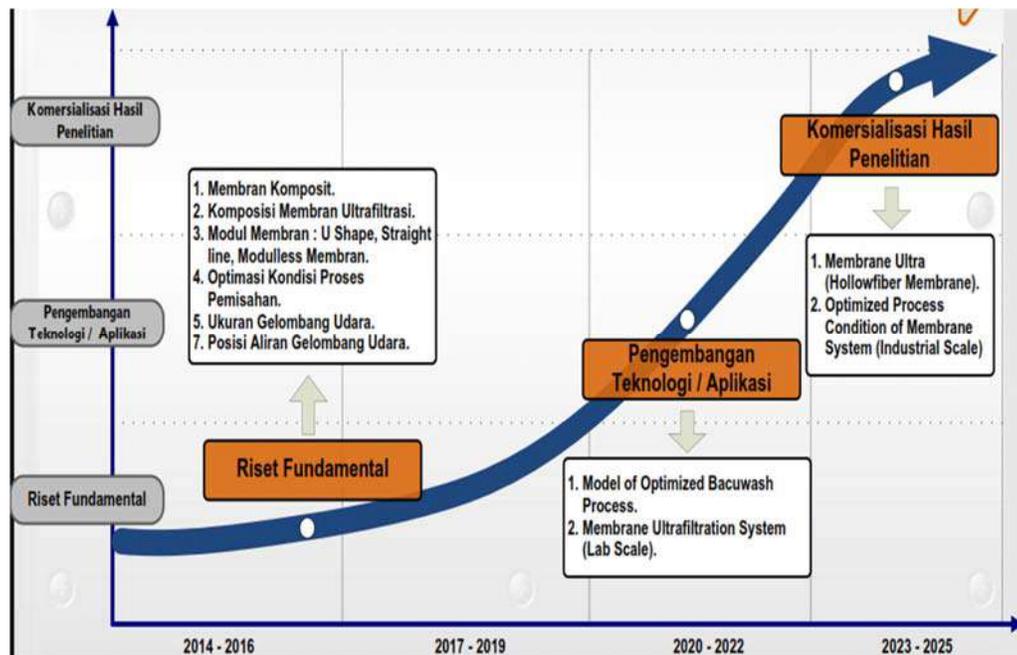
Response Surface Methodology (RSM) disebut juga Metode Permukaan Respon adalah sebuah model matematis dengan menggunakan software Design expert 8.0.5.2 yang meliputi perancangan percobaan (design of experiment, DoE), pengembangan model matematis dan penentuan harga optimum untuk variabel berubah sehingga memperoleh hasil maksimum. RSM akan menghasilkan persamaan polinomial kuadratik atau siklik

yang dapat digunakan untuk memperkirakan hasil yang merupakan fungsi variabel berubah serta interaksinya.

Kurva tiga dimensi (*three dimensional response surface dan Contour plot*) digunakan untuk menguji kebenaran pengaruh variable percobaan pada hasil yang diperoleh. *Individual Response Surface dan Contour plot* dibuat dengan cara memilih 1 variabel dari 2 variabel tidak bebas kemudian diplotkan pada center pointnya. Koefisien – koefisien pada model empirik diestimasi dengan menggunakan analisis regresi multiarah. Kesesuaian model empirik dengan data eksperimen dapat ditentukan dari koefisien determinasi (R^2). Untuk menguji signifikan/tidaknya model empirik yang dihasilkan digunakan ANOVA. Dalam penelitian ini RSM digunakan untuk mendapatkan nilai optimum proses kondisi unit separasi yang bertujuan untuk efisiensi operasional proses separasi.

3.4 Roadmap Penelitian Ultrafiltrasi Membran

Roadmap penelitian yang telah dilakukan dan target penelitian sampai dengan tahun 2025 dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.1 Roadmap penelitian teknologi membran

Capaian yang dihasilkan pada tahun pertama penelitian berupa komposisi membran komposit ultrafiltrasi dengan beberapa jenis modul yang telah ditetapkan salah satunya adalah *U-shape module*, dimana modul membran tersebut akan digunakan pada membran sistem yang akan dibangun pada penelitian tahap kedua ini. Penelitian tahun pertama dan kedua berupa penelitian fundamental yang akan menghasilkan unit separasi dengan membran ultrafiltrasi dimana optimasi proses kondisi akan dihasilkan dengan metode *response surface methodology* menggunakan software *Design Expert* versi 10.2. Tahapan terapan penelitian pada tahun ketiga dapat melakukan optimasi *backwash process* yang akan menjadi basis untuk diaplikasikan baik skala laboratorium dan disiapkan untuk skala industri.

3.5 Separasi Limbah Cair

Teknologi separasi pada penelitian ini akan mendukung dihasilkannya produk dengan kualitas tinggi sebagaimana yang diharapkan. Metode separasi akan menggunakan *batch system* yang terdiri dari tanki umpan , tanki koagulasi dan tangka membran hingga menghasilkan produk yang diharapkan.

BAB 4

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

4.1 Tujuan Penelitian

Aplikasi teknologi membran pada penelitian ini menjadi tujuan penelitian terapan ini yang memfokuskan pada pembuatan unit separasi dengan aplikasi teknologi membran untuk pengolahan limbah *heavy phase* dan kondensat dalam hal ini adalah limbah industri kelapa sawit pada tahun pertama. Pengutipan (*recovery*) seluruh solid dari *heavy phase* pada pengolahan limbah kondensat dilakukan dengan menggunakan kombinasi teknologi DAF (*dissolved air flotation*) dengan proses membran ultrafiltrasi. Salah satu keunggulan dari penggunaan teknologi membran adalah potensi dihasilkannya padatan tersuspensi pengutipan dapat digunakan untuk campuran bahan baku pakan ternak dan cairannya yang tidak saja memenuhi standar buangan tetapi juga dapat digunakan kembali (*reuse*) ke dalam proses. Tahun kedua membuat model matematika untuk optimasi proses kondisi unit separasi dengan menggunakan *response surface methodology* (RSM) sehingga pengolahan limbah cair ini lebih efisien karena dapat meminimalkan energi proses. Tahun ketiga adalah mempersiapkan *scale-up* unit separasi untuk digunakan dilokasi yang sesungguhnya di industri kelapa sawit.

4.2 Manfaat Penelitian

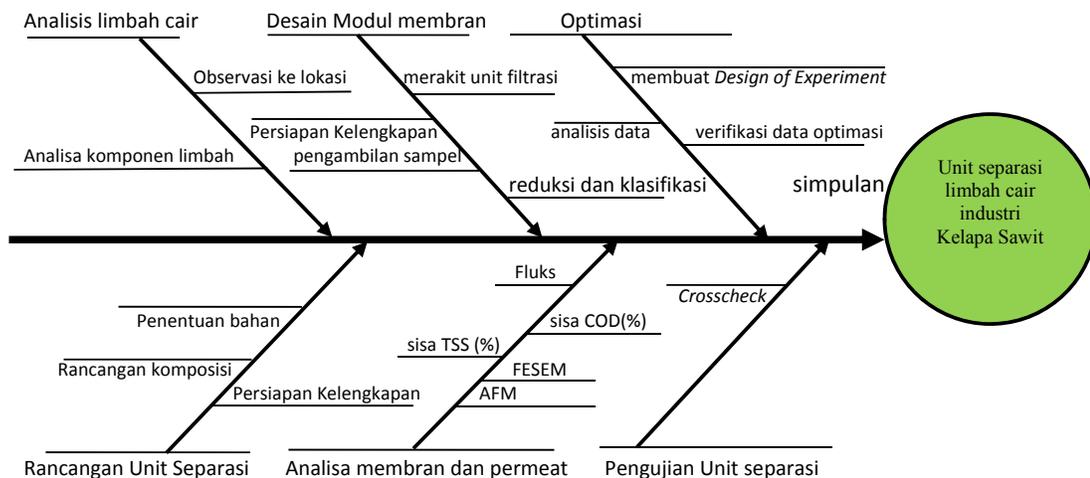
Manfaat penelitian ini berupa unit separasi yang akan dibuat dan dengan menggunakan komposisi membran yang didaftarkan sebagai paten biasa. Sistem yang dibuat dengan mensinergikan penelitian terapan, kontribusi dan sumbangan pemikiran pada pengembangan teknologi membran untuk solusi limbah cair industri kelapa sawit dan dapat diaplikasikan untuk industri lain yang memiliki karakteristik limbah cair yang serupa.

BAB 5 METODE PENELITIAN

5.1 Alur Penelitian

Untuk menjain agar penelitian ini telaksana dengan baik, penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap (Tahun ke-1, ke-2 dan ke-3). Pada **tahun pertama** kegiatan penelitian fokus pada desain unit separasi dengan menggunakan beberapa jenis modul membran. **Tahun kedua** adalah tahap untuk menentukan kondisi proses optimal dengan menggunakan RSM dan diaplikasikan pada proses separasi. Penelitian dengan menggunakan metode optimasi dengan design expert 10.2 untuk menghasilkan kondisi proses optimum yang akan menghasilkan produk maksimum. Pada **tahun ketiga**, penelitian dilanjutkan dengan menyempurnakan desain unit separasi proses pengolahan minyak kelapa sawit dengan teknologi membran menjadi prototype yang dapat digunakan oleh pengguna dengan penerapan *optimized backwash method*. Pemanfaatan menjadi energy terbarukan (biogas) merupakan produk samping yang akan dihasilkan dan dapat dikembangkan pada tahap penelitian selanjutnya.

Diagram *Fishbone* Alur Penelitian yang diilustrasikan pada gambar 4.6 merangkum keseluruhan kegiatan penelitian untuk mewujudkan tujuan penelitian.



Gambar 5.1. Diagram *Fishbone* Alur Penelitian Terapan Unggulan PT

5.2. Bahan Penelitian

Bahan- bahan yang digunakan pada percobaan adalah :

1. Air limbah industri kelapa sawit.
2. Aquades

5.3. Peralatan penelitian

Peralatan yang digunakan pada percobaan adalah :

1. Tanki Pencampur
2. Mixer
3. Esktraktor
4. Unit separasi
5. *Analisis:*
 - a. *Field Emission Scanning Electron Microscope (FESEM)* – Analisis perspektif permukaan membran.
 - b. *Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR)* – Analisis komponen atom dalam membran.
 - c. *Contact angle analysis* – untuk mengukur sifat suka air permukaan membrane.
 - d. Analisis untuk kadar *biochemical oxygen demand* (BOD)
 - e. Analisis untuk kadar *chemical oxygen demand* (COD)
 - f. Analisis untuk kadar *total suspended solids* (TSS).

Peralatan dan alat uji di atas didapat di laboratorium bioproses Universitas Muhammadiyah Palembang dan PTPN VII serta *Advanced Membrane Technology and Research Center Universiti Teknologi Malaysia*.

5.4. Prosedur Penelitian

5.4.1 Unit Separasi menggunakan Teknologi Membran

Tahapan kegiatan penelitian yang akan dilaksanakan pada tahap ke-1 yang dapat dirinci sebagai berikut seperti pada gambar 5.2. Desain modul membran untuk efektifitas proses separasi. Salah satu contoh yang telah dihasilkan pada penelitian terdahulu adalah *U-bend module* seperti pada gambar 5.3 berikut.



Gambar 5.2 Diagram Alir Penelitian Tahun Pertama.

5.4.2. Desain Modul Membran Ultrafiltrasi

Dari berbagai jenis modul membran yang dilakukan beberapa peneliti terdahulu, jenis U-bend modul membran menjadi pilihan dalam penelitian ini. U-bend modul memiliki luas area permukaan yang besar yang memiliki area interaksi secara langsung dan kontinyu. Luas area menentukan besaran fluks yang menjadi ukuran kualitas membran. Adapun jenis modul yang dipilih seperti pada gambar 5.3 berikut.



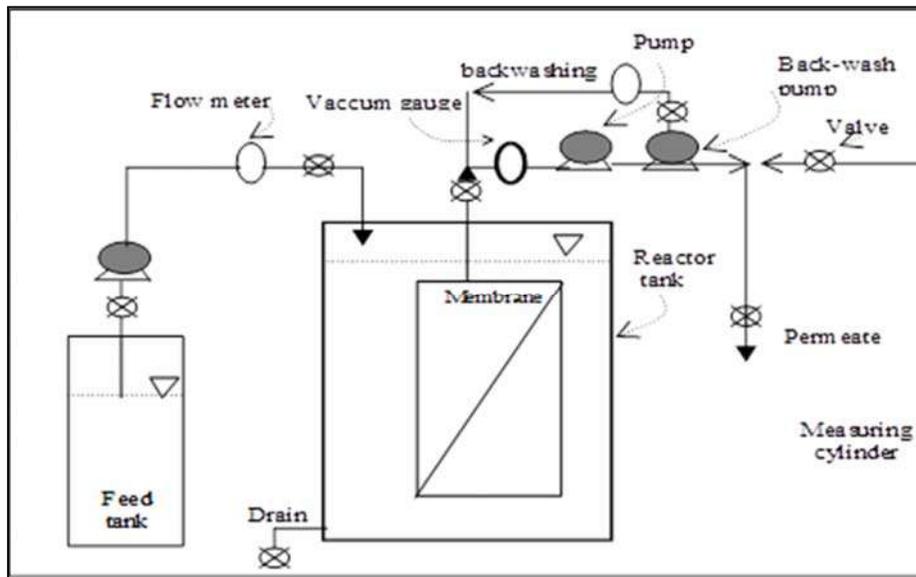
Gambar 5.3 *U-bend module membrane*

Desain unit separasi uji awal limbah cair industri kelapa sawit dengan teknologi membran dan kondisi proses optimum (Gambar 5.4).



Gambar 5.4 *Prototype* unit separasi untuk uji awal.

Tahapan lanjutannya adalah menghasilkan *prototype* unit separasi *optimied backwash method* untuk diaplikasikan pada pengguna, sebagaimana yang diilustrasikan dalam diagram alir pada gambar 5.5



Gambar 5.5 *Diagram Alir Unit Separasi untuk Uji Awal*

BAB 6

HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

6.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Kelapa Sawit

Pada proses pengolahan kelapa sawit menjadi CPO, selain menghasilkan minyak sawit tetapi juga menghasilkan limbah cair, dimana air limbah tersebut berasal dari :

- Hasil kondensasi uap air pada unit pelumatan (*digester*) dan unit engempaan (*pressure*). Injeksi uap air pada unit pelumatan bertujuan mempermudah pengupasan daging buah, sedangkan injeksi uap bertujuan mempermudah pemerasan minyak. Hasil kondensasi uap air pada kedua unit tersebut dikeluarkan dari unit pengempaan
- Kondensat dari depericarper, yaitu untuk memisahkan sisa minyak yang terikut bersama batok/cangkang
- Hasil kondensasi uap air pada unit penampung biji/inti. Injeksi uap ke dalam unit penampung biji bertujuan memisahkan sisa minyak dan mempermudah pemecahan batok maupun inti pada unit pemecah biji
- Kondensasi uap air yang berada pada unit penampung atau penyimpanan inti
- Penambahan air pada hydrocyclone yang bertujuan mempermudah emisahan serat dari cangkang.
- Penambahan air panas dari saringan getar, yaitu untuk memisahkan sisa minyak dari ampas.

Limbah cair kelapa sawit mengandung konsentrasi bahan organik yang relatif tinggi dan secara alamiah dapat mengalami penguraian oleh mikroorganisme menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Limbah cair kelapa sawit umumnya berwarna kecoklatan, mengandung padatan terlarut dan tersuspensi berupa koloid dan residu minyak dengan kandungan COD tinggi. Berdasarkan hasil analisa pada Tabel 6.1

menunjukkan bahwa limbah cair industri kelapa sawit bila dibuang ke perairan sangat mempengaruhi karakter sungai yang akan menerima dampaknya.

Tabel 6.1. Karakteristik limbah cair kelapa sawit dari PTP VII Banyuasin

No	Parameter	Hasil Analisa
1	COD (mg/l)	40.000 mg/l
2	TSS (mg/l)	21.270 mg/l
3	Minyak dan lemak (mg/l)	8.370 mg/l
4	pH	5
5	Temperatur	50

6.2 Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit dengan Membran Ultrafiltrasi

Teknik pengolahan limbah cair industri kelapa sawit pada umumnya menggunakan metode pengolahan limbah kombinasi, yaitu dengan sistem proses *anaerobik* dan *aerobik*. Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik kemudian dialirkan ke bak penampungan untuk dipisahkan antara minyak yang terikat dan limbah cair. Setelah itu maka limbah cair dialirkan ke bak anaerobik untuk dilakukan proses anaerobik. Pengolahan limbah secara anaerobik merupakan proses degradasi senyawa organik seperti karbohidrat, protein dan lemak yang terdapat dalam limbah cair oleh bakteri anaerobik tanpa kehadiran oksigen menjadi biogas yang terdiri dari CH₄ (50-70%), serta N₂, H₂, H₂S dalam jumlah kecil. Waktu tinggal limbah cair pada bioreaktor anaerobik adalah selama 30 hari. Setelah proses anaerobik maka dilakukan analisa karakteristik effluen yang dihasilkan.

Kombinasi proses anaerobik dan membran ultrafiltrasi yang akan dilakukan dalam penelitian ini, dimulai dengan mempersiapkan membran yang sesuai dengan karakteristik limbah cair industri yang difiltrasi sebagai tahap pertama pada penelitian multi tahun ini. Di tahun pertama membran ultrafiltrasi dipersiapkan untuk proses ultrafiltrasi yang berdasarkan beberapa analisa struktur dan performans membran.

Membran dipersiapkan melalui *phase inversion method*. Komposisi membran ultrafiltrasi yang digunakan dengan menggunakan bahan polimer utama yaitu

polyvinyl fluorida (PVDF) 16 % berat dengan ditambah bahan aditif organik, Titanium dioksida (TiO₂) yang bervariasi persentasenya, yaitu 0-2 % berat.

Chao et al. [2006] memodifikasi dalam penelitiannya yang menggunakan PVDF dan 10% berat titanium dioksida untuk memproduksi lembaran membran. Permukaan membran yang dihasilkan terdiri dari ikatan ion hidroksil yang dapat meningkatkan nilai fluks membran. Yuliwati et al. [2010] menggambarkan bahwa ada efek dari 3 ikatan hidroksil antara atom Fluor dalam PVDF dan atom oxygen dalam TiO₂. Asosiasi antara PVDF dan TiO₂ juga mengubah potensial permukaan PVDF. Dalam penelitian tersebut, penambahan persentase TiO₂ yang besar akan sulit homogen dalam larutan membran karena ukuran nano dari TiO₂ dapat menyebabkan penggumpalan dan pengendapan yang melemahkan effect dari ukuran nano tersebut. Kondisi proses pembuatan hollowfiber membran pada studi ini dapat dilihat pada tabel 6.2 berikut.

Tabel 6.2 Kondisi Proses Spinning untuk membuat hollowfiber membran

Spinning condition	Value
Dope extrusion rate (ml/min)	4.20
Bore fluid	Distilled water
Bore fluid flow rate (ml/min)	1.40
External coagulant	Tap water
Air gap distance (cm)	1, 4, 11, 15
Spinneret od/id (mm)	1.10/0.55
Coagulation temperature °C	25
Room relative humidity (%)	70 – 75

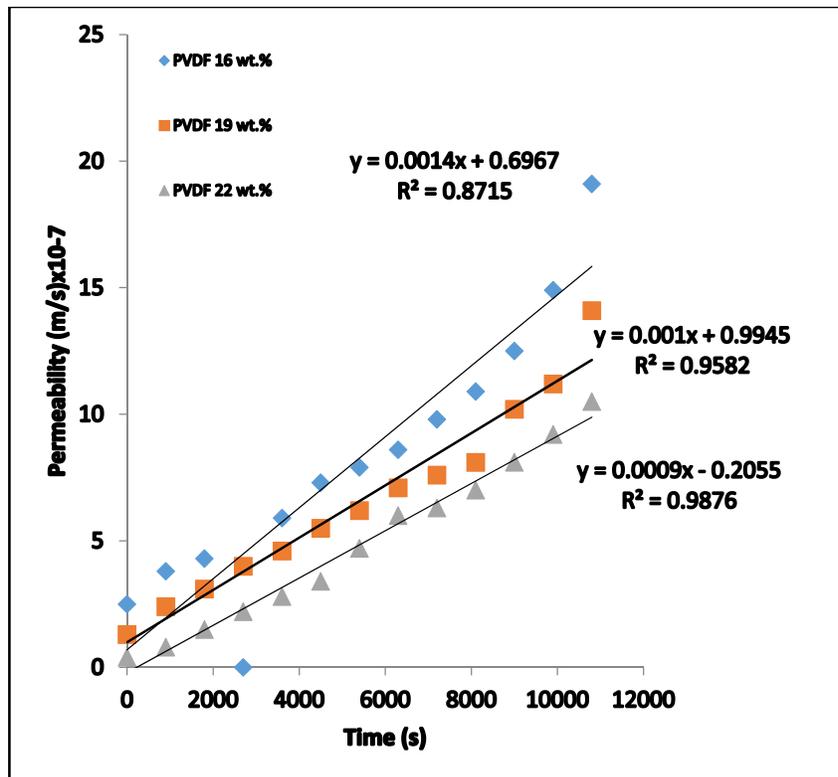
6.2.1 Analisa Fluks

Analisa permukaan membran dilakukan dengan menggunakan modul membrane yang telah dibentuk U-bend, yang memiliki luas permukaan 11,23 dm². Fluks dari air sampel diukur dengan tekanan 100 kPa menggunakan rumus sebagai berikut,

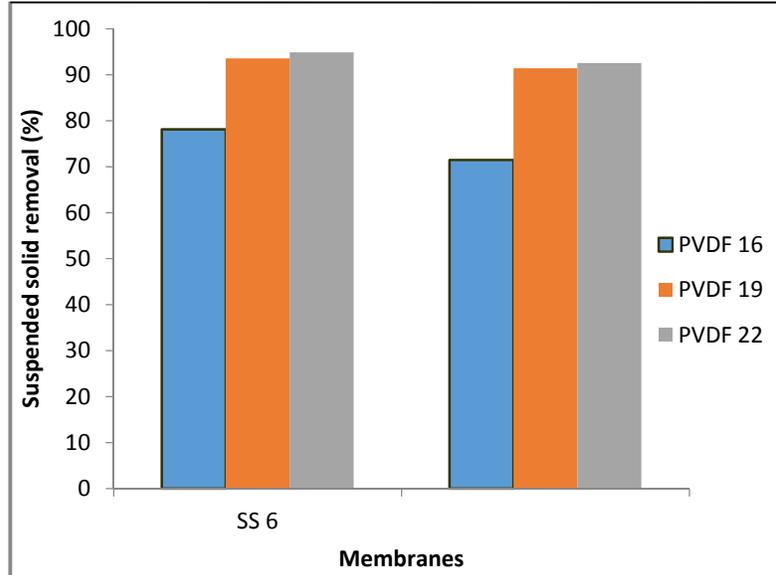
$$F = V/At \tag{1}$$

dimana F adalah fluks air yang telah difiltrasi (L/m²h), V adalah volume permeat (air yang telah difiltrasi (l), A adalah luas permukaan membran (cm²) and t adalah waktu (h).

Volume permeabilitas dan rejeksi padatan yang dihasilkan pada variasi persentase PVDF yang digunakan sejumlah 16 – 22 % berat PVDF pada penelitian ini dapat diilustrasikan pada gambar 6.1 dibawah ini.



Gambar 6.1 Derajat Permeabilitas membran pada 16-22 % berat.



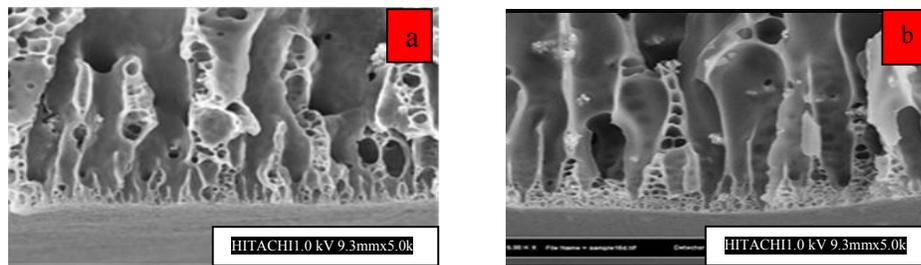
Gambar 6.2 Rejeksi padatan yang dihasilkan membran 16-22 % berat PVDF.

6.2.2 Analisa Struktur Permukaan Membran dengan FESEM

Field emission scanning electronic microscope (FESEM, Hitachi Model S-520 Japan) adalah peralatan yang digunakan untuk menyelidiki *cross-section* PVDF membran yang digunakan pada penelitian ini [16]. Analisa yang dilakukan diawali dengan merendam sampel dalam nitrogen cair dan kemudian melapisinya dengan platina. Selanjutnya sampel akan dianalisa dengan FESEM pada beberapa skala pembesaran.

Gambar 6.3 mengilustrasikan perubahan positif dari struktur pori membran akibat penambahan partikel nano TiO₂. TiO₂ memiliki area spesifik yang tinggi dan karakter hydrophilicity (suka akan air) yang juga tinggi. Hal ini disebabkan karena efek perpindahan massa selama proses *spinning*. Gambar potongan melintang (*cross-section*) terdiri dari *finger-like macrovoids* yang memanjang membran berongga dari bagian dalam ke arah permukaan luarnya. Sedangkan di bagian tengah potongan melintang membran berongga terdiri dari *sponge-like layer*. Ketebalan dari sponge-like layer menipis bersama dengan penambahan konsentrasi TiO₂ dari 0 hingga 2 % berat (Gambar 6.3 a-b).

Fenomena ini dapat dijelaskan dengan efek kinetika dari laju kecepatan pertukaran pelarut-non pelarut dalam proses *phase-inversion*. Pada konsentrasi TiO₂ yang rendah, peningkatan jumlah hidrofilik TiO₂ cenderung untuk memberi kesempatan air untuk masuk ke dalam larutan polimer. Hal ini menyebabkan penambahan ukuran panjang dari *finger-like macrovoids* dan mengurangi ketebalan *sponge-like layer*. Sementara itu, pada konsentrasi TiO₂ yang tinggi, penambahan viskositas polimer akan terjadi dan hal ini menyebabkan laju kecepatan air masuk ke dalam larutan polimer akan menurun. Keadaan ini menghasilkan *finger-like* yang lebih pendek dan *sponge-like layer* yang lebih tebal [12].



Gambar 6.3. Ilustrasi FESEM dari membran a) 1 wt.% TiO₂/PVDF, (b) 2 wt.% TiO₂/PVDF.

6.2.3 Analisa Ukuran Pori dan Porositas

Jari-jari rata-rata pori, r_m , ditentukan dengan menggunakan metode kecepatan filtrasi, dimana fluks air dari membran asah diukur dengan aplikasi tekanan (0,1 MP) untuk waktu terbatas (20 jam). Hal tersebut mempresentasikan nilai rata-rata pori sepanjang membran (ℓ) yang berbeda antara radius dan internal radius dari suatu membran berongga. Sesuai dengan persamaan Guerout-Elford-Ferry, r_m , dapat dihitung oleh Yu *et al.*, 2006 [15].

$$r_m = \sqrt{\frac{(2.9-1.75\varepsilon) \times 8\eta\ell Q}{\varepsilon \times A \times \Delta P}} \quad (2)$$

Dimana, η adalah viskositas air (8.9×10^{-4} Pa s), ℓ adalah ketebalan membran (m), ΔP adalah tekanan operasional yang ditetapkan (0.1MPa), ε adalah porositas membran

(%), Q adalah volume permeat air yang dihasilkan per unit waktu ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$), dan A adalah luas area efektif membran (m^2).

6.2.4 Analisa *Hydrophilicity*

Hydrophilicity dari suatu permukaan membran diukur menggunakan contact angle meter. Sampel membran pertama-tama direndam dalam air destilasi selama 30 menit dan kemudian dikeringkan dengan gas nitrogen. Setelah itu sampel diletakkan pada lembar pengujian dan ditetesi dengan air sebanyak 3 tetes.

Contact angle membran dapat diukur dengan menghitung derajat antara garis batas dengan lengkungan gelembung tetes air. Hal tersebut dilakukan masing-masing tetes sebanyak 5 kali dan kemudian dihitung rata-ratanya. Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan contact angle membran tanpa penambahan zat aditif lebih dari 80° dan mengalami penurunan dengan penambahan zat aditif organik TiO_2 seperti yang ditabulasikan pada tabel 7.1.

Tabel 6.1 The performance, average pore size and contact angle of the PVDF nanoporous membrane

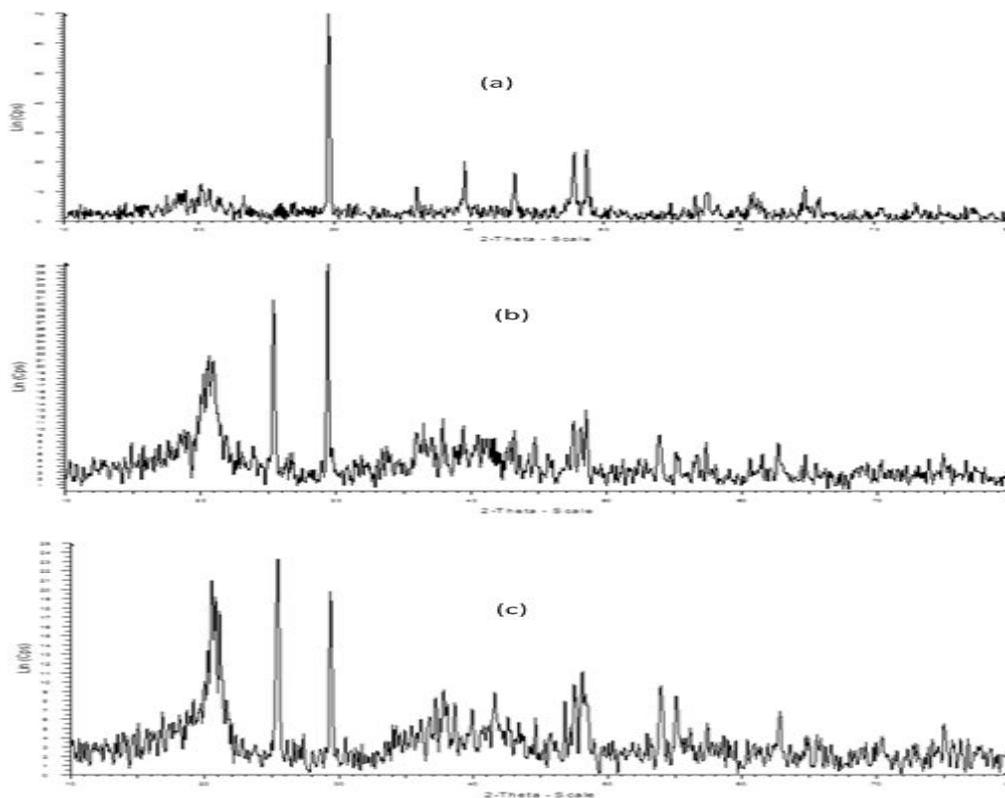
Wt.% TiO_2	Fluks	m(%)	Average pore size (nm)	Contact angle ($^\circ$)
0	27.07	29.9	28.2	82
1	30.35	28.2	14.93	65
2	88.50	18.3	34.05	53

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan TiO_2 menyebabkan karakteristik membran menjadi lebih *hydrophilic* (suka akan air). Hasil penelitian ini sedikit berbeda dengan yang dilakukan oleh Oh et al.(2011).

6.2.5 Analisa FT-IR

Analisa FT-IR dilakukan untuk mengetahui apakah komposisi dari campuran yang dipersiapkan sebagai bahan pembuat membran masih sesuai dengan pruduk jadi membran. Hal ini diperlukan untuk lebih lanjut dilakukannya analisa XRD (X-ray diffraction) dengan menggunakan alat X-Ray diffractometer (D/max-rB 12 kW Rigaku, Japan: 45 kV, 40 mA) yang beroperasi pada 50 mAdan 50 kV dengan temperatur 10° to 80°C .

Grafik XRD untuk TiO₂, membran PVDF and membran TiO₂/PVDF digambarkan pada Gambar 5.2, dimana hasil pengujian sifat kristalisasi dominan yang disebabkan faktor adanya TiO₂ dalam membran. Hal tersebut dapat diobservasi bahwa grafik TiO₂ memiliki 1 lompatan garis yang sangat signifikan 2 θ dari 36.2° (Gambar. 5.2.a) dan 3 karakteristik yang menunjukkan sifat kristal tergambar pada lompatan garis dari 20.2°, 29.4°, and 36.2°, seperti tergambar pada Gambar 5.2 b dan c. Hal ini menunjukkan bahwa TiO₂ terdistribusi dengan baik dalam matriks membran dan juga terdapat interaksi yang konkrit antara TiO₂ dan PVDF.



Gambar 6.2. X-ray diffractograms of PVDF/TiO₂ membran campuran dengan variasi rasio massa (a)16:0 (b) 16:1 (c) 16:2

BAB 7

RENCANA TINDAK LANJUT

Tahapan yang akan dilakukan berikutnya adalah Response Surface Methodology (RSM) yang disebut juga Metode Permukaan Respon. RSM adalah sebuah model matematis dengan menggunakan software Design expert 8.0.5.2 yang meliputi perancangan percobaan (design of experiment, DoE), pengembangan model matematis dan penentuan harga optimum untuk variabel berubah sehingga memperoleh hasil maksimum. RSM akan menghasilkan persamaan polinomial kuadratik atau siklik yang dapat digunakan untuk memperkirakan hasil yang merupakan fungsi variabel berubah serta interaksinya.

Kurva tiga dimensi (*three dimensional response surface dan Contour plot*) digunakan untuk menguji kebenaran pengaruh variabel percobaan pada hasil yang diperoleh. *Individual Response Surface* dan *Contour plot* dibuat dengan cara memilih 1 variabel dari 2 variabel tidak bebas kemudian diplotkan pada center pointnya. Koefisien – koefisien pada model empirik diestimasi dengan menggunakan analisis regresi multiarah. Kesesuaian model empirik dengan data eksperimen dapat ditentukan dari koefisien determinasi (R^2). Untuk menguji signifikan/tidaknya model empirik yang dihasilkan digunakan ANOVA.

Adapun detail tahapan tindak lanjut adalah sebagai berikut:

1. Desain sistem ultrafiltrasi skala laboratorium
2. Penggunaan RSM untuk optimasi proses kondisi ultrafiltrasi.
 - a. Penentuan variabel tetap dan tidak tetap yang akan digunakan untuk proses ultrafiltrasi.
 - b. Pembuatan perancangan percobaan (design of experiment, DoE)
 - c. Pengembangan model matematis optimasi
 - d. Penentuan harga optimum untuk variabel tidak tetap sehingga memperoleh hasil maksimum.
 - e. Verifikasi nilai optimum yang dihasilkan
 - f. Membandingkan nilai hasil eksperimen dengan nilai optimasi hasil RSM untuk mengetahui persentase kesalahan

BAB 8

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengumpulan data dan hasil analisis struktur dan performans membran ultrafiltrasi untuk pengolahan limbah cair industri kelapa sawit yang telah dilakukan di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. TiO₂/PVDF membran berpori nanometer dapat dihasilkan dengan metode *phase inversion*, dimana TiO₂ partikel berskala nano akan tersebar secara merata dalam larutan pembuat membran. Analisa FT-IR yang dilakukan merupakan pendeteksi komposisi membran yang terdiri dari campuran PVDF dan TiO₂.
2. Komposisi ini dilanjutkan untuk mengetahui uji lentur yang dihasilkan dari analisa XRD and DSC menunjukkan bahwa interaksi antara TiO₂ dan molekul polimer PVDF berlangsung baik. Pori berskala nano yang dihasilkan pada permukaan membran akan meningkatkan kemampuan daya lentur terhadap tekanan dan temperatur secara signifikan dibandingkan dengan polimer PVDF tanpa campuran TiO₂.
3. Struktur morfologi membran yang dihasilkan dari analisa menggunakan FESEM, menghasilkan struktur pori yang dapat menyebabkan proses perpindahan massa pada tingkat efisiensi tinggi. Partikel nano dari TiO₂ terdistribusi secara merata pada penambahan jumlah TiO₂ yang rendah persentasenya, sementara itu akan tidak homogen jika ditambahkan dengan jumlah persentase yang lebih tinggi dari jumlah komposisi PVDF dalam larutan.
4. Fluks maksimum membran adalah 88,50 L/m²h dan ukuran pori permukaan membran rata-rata adalah 34,05 nm, yang dihitung pada penambahan TiO₂ antara 0-2,0 persen berat. Hasil yang terbaik didapat pada penambahan TiO₂ sebesar 1 persen berat.
5. Dari hasil uji daya lentur, membran dengan penambahan TiO₂ memiliki daya lentur yang meningkat signifikan dan hal ini sangat mempengaruhi usia operasional membran ultrafiltrasi.

Adapun saran untuk kelanjutan penelitian ini adalah perlu adanya kerjasama yang lebih baik dengan pihak industri kelapa sawit sehingga data limbah cair yang dihasilkan dengan lebih rutin dan lengkap. Prototype alat separasi yang akan dibuat selanjutnya dapat dilengkapi dengan sistem digital sehingga memudahkan proses operasionalnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Awaludin. 2003. Systematic beef cattle integration in oil palm plantation with emphasis on the utilization of undergrowth. Pros. Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Bengkulu, 9-10 September 2003.
- Bienati, B., Bottino, A., Cappanelli, G., Comite, A., "Characterization and performance of different types of hollow fibre membranes in a laboratory-scale MBR for the treatment of industrial wastewater", *Desalination*, vol. 231, pp. 133-140, 2008.
- Bottino, A., Capanelli, G., Munari, S., Turturro, A., "High performance ultrafiltration membranes cast from LiCl doped solution", *Desalination*, vol. 68, pp. 167-177, 1998.
- Bottino, A., Capannelli, G., Comite, A., Mangano, R., "Critical flux in submerged membrane bioreactors for municipal wastewater treatment", *Desalination*, vol., 245, pp. 748-753, 2009.
- Cao, X., Ma, J., Shi, X., Ren, Z., "Effect of TiO₂ nanoparticle size on the performance of PVDF membrane", *Appl. Surf. Sci.*, vol. 253, pp. 2003-2010, 2006.
- Caroll, T., Booker, N.A, "Axial features in the fouling of hollow-fibre membranes", *J. Membr. Sci.*, vol 168, no.1-2, pp. 203-212, 2000.
- Chabot, S., Roy, C., Chowdhury, G., Matsuura, T., "Development of poly(vinylidene fluoride) hollow fiber membranes for the treatment of water/organic vapor mixtures", *J. Apply. Polym. Sci.*, vol. 65, pp. 1263-1270, 1997.
- Elisabeth, G. 2003. Pemanfaatan hasil samping industri kelapa sawit sebagai bahan pakan ternak sapi potong. Pros. Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Bengkulu, 9-10 September 2003.
- Environmental Quality (Industrial Effluent) Regulation 2009, [http://www.mkma.org/Environmental Regulation2009.htm](http://www.mkma.org/Environmental%20Regulation2009.htm)., Retrieved on 25 May 2011.
- Howe, K..J., Clark, M.M, "Fouling of microfiltration and ultrafiltration membranes by natural waters", *Environ.Sci.Tech.* vol 36, pp 3571-3576, 2002.

- Huang, H., Schwab, K., Jacangelo, J.G., "Pretreatment for low pressure membranes in water treatment: a review", *Environ.Sci.Tech.*, vol 43, no. 9, pp 3011-3019, 2009.
- Huang, X.J., Xu, Z.K., Wang, L.S., Wang, J.L., "Surface modification of polyacrylonitrile-based membranes by chemical reactions to generate phospholipid moieties", *Langmuir*, vol 21, no. 7, pp. 2941-2947, 2005.
- Khayet, M., Feng, C.Y., Khulbe, K.C., Matsuura, T., "Preparation and characterization of polyvinylidene fluoride hollow fiber membranes for ultrafiltration", *Polymer*, vol. 43, pp. 1917-1935, 2002.
- Khayet, M., Matsuura, T., "Preparation and characterization of polyvinylidene fluoride membranes for membrane distillation", *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 40, pp. 5710-5718, 2001.
- Naibaho. 1996. Teknologi Pengolahan Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan. 1996.
- Nguyen, A.H., Narbaitz, R.M., Matsuura, T., "Impacts of hydrophilic membrane additives on the ultrafiltration of river water", *J. Environ. Eng., ASCE*, vol 133, no. 5, pp. 515-522, 2007.
- Sablani, S.S. Goosen, M.F.A. Al-Belushi, R. Wilf, M., "Concentration polarization in ultrafiltration and reverse osmosis: a critical review", *Desalination*, vol. 141, pp.269-289, 2001.
- Suharto,. 2003. Pengalaman pengembangan usaha sistem integrasi sapi-kelapa sawit di Riau. Pros. Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Bengkulu, 9-10 September 2003.
- Van der Bruggen, B., Vandecasteele, C., van Gestel, T., Doyen, W., Leysen, R., "A review of pressure-driven membrane processes in wastewater treatment and drinking water production", *Environ. Prog.*, vol. 22, no. 1, pp.46-56, 2003.
- Wang, F., Barbara, V.V., "Pore blocking mechanism during early stages of membrane fouling by colloids", *J. Colloid Inter. Sci.*, vol. 328, no. 2, pp. 464-469, 2008.

- Yamamura, H., Kimura, K., Okajima, T., Tokumoto, H., Watanabe, Y., “Affinity of functional groups for membrane surfaces: implications for physically irreversible fouling”, *Environ. Sci. Tech.*, vol. 42, no. 14, pp. 5310-5315, 2008.
- Yuliwati, E. and Ismail, A.F., “Effect of additives concentration on the surface properties and performance of PVDF ultrafiltration membranes for refinery produced wastewater treatment”, *Desalination*, vol. 273, pp. 226-234, 2011.
- Yuliwati, E. and Ismail, A.F., Matsuura, T., Kassim, M.A., Abdullah, M.S., “Effect of modified PVDF hollow fiber submerged ultrafiltration membrane for refinery wastewater treatment”, *Desalination*, vol. 283, pp. 214-220, 2011.
- Yuliwati, E. Ismail, A.F., Matsuura, T., Kassim, M.A., Abdullah, M.S., “Characterization of surface-modified porous PVDF hollow fibers for refinery wastewater treatment using microscopic observation”, *Desalination*, vol. 283, pp. 206-213, 2011.
- Zhao, Y.H., Qian, Y.L., Zhu, B.K., Xu, Y.Y., “Modification of porous poly(vinylidene fluoride) membrane using amphiphilic polymers with different structures in phase inversion process”, *J. Membr. Sci.*, vol. 310, no. 1-2, pp. 567-576, 2008
- Zularisam, A.W., Ismail, A.F., Salim, R., “Behaviour of natural organic matter in membrane filtration for surface water treatment: a-review”, *Desalination*, vol. 194, pp. 211-231, 2006.

A. Identitas Diri

1	Nama	Ir. Erna Yuliwati,MT, Ph.D	P
2	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala	
3	Jabatan Struktural	Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia	
4	NIP	-	
5	NIDN	0228076701	
6	Tempat/Tgl. Lahir	Palembang, 28 Juli 1967	
7	Alamat Rumah	Jl. Bank Raya XI Kompleks Griya Demang Mas Blok A.6 Palembang (30137)	
8	Nomor Telepon/Faks/HP	081272194527	
9	Fakultas/Jurusan	Teknik/Teknik Kimia	
10	Alamat Kantor	Jl. A. Yani 3 Ulu Palembang	
11	Nomor Telepon/Faks	-	
12	E-Mail	deeyuliwati@gmail.com	
13	Lulusan yang Telah dihasilkan	S1 = 85 Orang S-2= 0 S-3 = - Orang	
14	Mata Kuliah yang diampu	1. Kimia Dasar	
		2. Pemodelan dan Simulasi Sistem	
		3. Analisa Numerik	
		4. Metode Penelitian	

A. Riwayat Pendidikan

Jenjang	S1	S2	S3
Perguruan Tinggi	Univ. Sriwijaya	Univ. Sriwijaya	Universiti Teknologi Malaysia
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	Teknik Kimia	Chemical Engineering
Tahun Masuk-Lulus	1985-1990	1999-2003	2009-2012
Judul Skripsi/	Pra Rencana	Studi Pengaruh	Treatment of refinery

Tesis/Disertasi	Pabrik Pembuatan Sodium Hypochlorite	Arus Osilasi terhadap Hidrolisis Limbah Padat PT. Tanjung Enim Lestari pada Kondisi Asam	produced wastewater using hydrophilic polyvinylidene fluoride hollow fiber ultrafiltration membrane
Nama Pembimbing	Ir. Zubaidah Yusuf	Dr.Ir.Sri Haryati Dr. Ir. Djoni Bustan	Prof. Dr. Ahmad Fauzi Ismail Prof. Dr.Muhd. Azraai Kassim

B.Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber daana	Jumlah (Juta Rp,-)
1.	2010	Pembuatan Prototype Alat Pembuat Pulp Bahan Baku Tandan Kelapa Sawit di Balitbangda Prov. Sumatera Selatan	Provinsi Sumatera Selatan	100.000
2.	2012	Study of Minimizing of Energy Process on Refinery Wastewater Treatment	AMTEC	80000
3	2014	<i>Response Surface Methodology</i> untuk Optimasi Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit Menggunakan Teknologi membran Polivinilflorida	Dikti	75000
4	2014	<i>Polyacrylonitrile electrospun nanofiber membranes for water filter application</i>	UNSRI	160.000
5	2016	<i>Response Surface methodology for integrated coagulation direct ultrafiltration for natural organic matter of batik</i>	Dikti	160.000

		<i>Palembang wastewater</i>		
6	2016	<i>Optimasi komposisi beton geopolimer ramah lingkungan berbahan baku flyash dan aditif</i>	Dikti	110.000
7	2016	<i>Green machiningon titanium to foster environmental sustainability</i>	DIKTI	180.000

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul pengabdian masyarakat	Pendanaan	
			Sumber Dana	Jumlah (juta Rp,-)
1.	2012	Teknik Pengolahan Limbah Kertas Dengan Sistem Cetakan screen	LPPM	5.000
2.	2013	Penguatan kelompok usaha kerajinan songket dalam pemasaran produksi songket berbasis informasi teknologi (IT) di kelurahan Sungki Kecamatan Kertapati	PNPM Peduli dan Yayasan Pengembangan Inovasi Masyarakat Mandiri Sejahtera	20.000
3	2014	Pokja Pemerintah Kota Palembang dalam pemetaan perubahan iklim (adaptasi dan mitigasi)	Bdan Lingkungan Hidup Kota Palembang	47.500
4	2015	Pendampingan kelompok swadaya masyarakat dalam pengelolaan sampah dan program bank sampah	Badan Lingkungan Hidup Kota Palembang dan Yayasan Pengembangan Inovasi Masyarakat Mandiri Sejahtera	5000
5	2-16	Sosialisasi dan penguatan sosialisasi metoda 3R dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Kec Alang alang Lebar	JICA, Yayasan Pengembangan Inovasi Masyarakat Mandiri Sejahtera	175000

E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor	Nama Jurnal
1	2014	Membrane processing of refined palm oil wastewater using TiO ₂ entrapped nanoporous PVDF membrane	Vol 548-549 pp.16-20	Applied mechanics materials, Scopus indexes
2	2015	Water treatment performance application of electrospun nanofibers	77:1 (2015) 263-267	Jurnal Teknologi (science and engineering), Scopus indexes
3	2016	Stand alone electrospun nanofiber for bacterial removal	53:1 (2016) 245-248	Jurnal Teknologi (science and engineering), Scopus indexes
4	2017	Membrane Technology for treating of waste nanofluids coolant: A review	Published in end of 2017	Jurnal Teknologi (science and engineering), Scopus indexes
6	2017	Mathematical model of optimum composition on membrane application parameter for treating batik Palembang wastewater	Vol 12 no 4 pp 797-802	Journal of engineering and applied sciences

F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral Pada Pertemuan / Seminar Ilmiah Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	International Conference on Environmental Research and Technology	Submerged ultrafiltration membrane for refinery wastewater treatment	2012, USM Penang

	(ICERT)Universiti Sains Malaysia (USM), Penang, Malaysia. (Invited Speech).		
2	<i>The 10th MST 2012 International Conference on Membrane Science and Technology. 22– 23 August 2012, Atrium Amara, Bangkok.</i>	Fouling study in submerged PVDF ultrafiltration for refinery produced wastewater treatment: Effect of suspended solids concentration and aeration.	2012, Bangkok thailand
3.	<i>The 11th MST 2013 International Conference on Membrane Science and Technology. 27– 29 August 2013, Seri Pacific Hotel , Kuala Lumpur, Malaysia.</i>	Polyvinylidene fluoride hollow fiber membranes for refinery wastewater treatment: Effect of air gap length on membrane morphology and performance	2013, Kuala Lumpur Malaysia
4.	<i>ApCETA 2015</i>	Optimal process condition on batik Palembang wastewater treatment	2015, Krabi Thailand
5	<i>ICIBA2016, 19-20 February 2016, Palembang, Indonesia</i>	The economics analysis of ultrafiltration membrane for refinery wastewater treatment	2016, Palembang Indonesia
6.	<i>NATCOM2016 International Conference of Membrane Technology, 28-30 June 2016, Johor bahru, Malaysia</i>	Correlation between morphological and permeability fraction of modified membrane on batik Palembang wastewater treatment	2016, Johor malaysia

G. PENGALAMAN PENULISAN BUKU

Urutkan judul buku yang pernah diterbitkan selama 5 tahun terakhir dimulai dari buku yang paling diunggulkan menurut saudara sampai buku yang tidak diunggulkan:

No.	Tahun	Judul Buku	Jumlah Halaman	Penerbit
1	2013	<i>Advanced Membrane Materials for ultrafiltration, nanofiltration and reverse osmosis membrane preparation</i> , Handbook of Membrane Separation: Chemical, Pharmaceutical and Biotechnological Applications.	30	CRC Press, Taylor and Francis Group, New York
2.	2014	Membrane Science and Technology for wastewater treatment	32	MOCO
3.	2014	Handbook of membrane technology	22	CRC Press

H. PENGALAMAN PEROLEHAN HKI

Urutkan judul HKI yang pernah diterbitkan selama 5 tahun terakhir:

No.	Tahun	Judul/Tema HKI	Jenis	Nomor Pendaftaran/ Sertifikat
1	2014	Membran komposit ultrafiltrasi untuk penyaringan limbah cair industri kepala sawit	Drafting Patent	-

I. PENGHARGAAN YANG PERNAH DIRAIH DALAM 10 TAHUN TERAKHIR

No	Prestasi yang dicapai	Waktu Pencapaian	Tingkat (Lokal, Nasional, Internasional)
1.	Gold medal	2015	International Technology Exhibition, London , United Kingdom,
2.	Silver medal	2012	International Technology Exhibition (ITEX) and International Awards – Malaysia
	Silver medal	2011	Industrial and Art Technology Exhibition (INATEX) UTM – Malaysia

Riwayat

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi.

Palembang, 20 Mei 2017



(Ir. Erna Yuliyati, M.T., Ph.D)

NIDN. 0228076701

Lampiran 4. Biodata Ketua dan Anggota Tim Pengusul

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dr. Ir. Elfidiah, M.T.
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NBM	953342
5	NIDN	0202066401
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Palembang, 02 Juni 1964
7	E-mail	gemaelfidiah@yahoo.com
8	Nomor Telepon/HP	081295175857
9	Alamat Kantor	Universitas Muhammadiyah Palembang, Jalan Jenderal Ahmad Yani 13 Ulu Palembang
10	Nomor Telepon/Faks	(0711) 510820
11	Lulusan yang Telah Dihilangkan	S-1 = 147 orang
12	Mata Kuliah yang Diampu	1. Sumber Daya Alam
		2. Konsep Teknologi
		3. Bahan Konstruksi
		4. Statistik

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Sriwijaya Palembang	Universitas Sriwijaya Palembang	Universitas Sriwijaya Palembang
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	Teknik Kimia Bidang Studi Teknologi Energi	Ilmu Lingku ngan
Tahun Masuk-Lulus	1982-1988	1999-2003	2009-2013
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Pra Rencana Pabrik Pembuatan CO ₂ Cair dari tempurung kelapa	Pembuatan Briket Arang Kayu Karet Dengan Perekat Umbi Gandum	Pemanfaatan Air Limbah Pabrik Perkebunan Kelapa Sawit Sebagai Pupuk Cair Pada Tanaman Kelapa Sawit
Nama Pembimbing/Promotor	1. Prof. Dr. Ir. Syarifudin Ismail, M.T. 2. Ir. Azhary Surest, M.T.	Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA	1. Prof. Dr. Ir. Dedik Budianta, M.S. 2. Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA 3. Dr. Salni, M.Si.

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, Maupun Disertasi)

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2010	Kegiatan Lapangan Tentang Karakteristik Lahan Basah Di Daerah Sungsang, Sumatera Selatan	Mandiri	2
2	2011	Kegiatan Peninjauan ke Lokasi, PT. Perkebunan Minanga Ogan Kab. OKU, Sumsel, Eksitasi Pada Alternator Mobil	Mandiri	4
3	2012	Analisa Air Limbah PKS untuk Dibuat Pupuk Cair di PT. Perkebunan Minanga Kab. OKU, Sumsel	Mandiri	95
4	2014-2015	Manfaat Ampas Tebu Sebagai Karbon Aktif Untuk Mengoptimalkan Temperatur Karbonisasi	Universitas Muhammadiyah Palembang	5
5	2015-2016	Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Pedagang Minuman Es Tebu Sebagai Bahan Baku Pembuatan Karbon Aktif Untuk Menurunkan Kadar Besi Pada Air Sumur	Universitas Muhammadiyah Palembang	5

D. Pengalaman Pengabdian kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2014	Manfaat dan Efek Samping Bahan Kimia di Lingkungan Rumah Tangga	Universitas Muhammadiyah Palembang	4
2	2015	Pemanfaatan Sampah Daun Pada Pembuatan Briket Arang	Universitas Muhammadiyah Palembang	5

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1	The Potency Of Palm Oil Mill Effluent As a Raw Material For Liquid Fertilizer	iSNPiNSA	ISBN: 978-602-18940-0-2/88-93/2012
2	Organic Liquid Fertilizer From Oil Waste Enriched By Indigenous Bacteria Activator	ELSERVIER	http://elservier6.cuthelp.com/app/answer/detail/p/7923/a_id/141,17/05.2013
3	Respon Pemberian Pupuk Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit Bumi Lestari	Bumi Lestari	ISSN NO 1411-3189/2013

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Temu Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Pelatihan Penulisan Buku Ajar	Tips dan Trik Penulisan Buku Ajar	18-19 Nopember 2009, Universitas Muhammadiyah Palembang
2	Seminar Sehari Dalam Rangka Milad Universitas Muhammadiyah Palembang Ke-32	Aplikasi Bahasa Pemrograman MATLAB Untuk Perhitungan Dalam Perencanaan Pabrik Kimia	4 Juli 2011, Universitas Muhammadiyah Palembang

3	The 2 nd International Seminar on New Paradigm and Innovation on Natural Sciences and Its Application (ISNPINSA-2), Science for Environmental Sustainability and Public Health.	The Potency Of Palm Oil Mill Effluent As a Raw Material For Liquid Fertilizer	4 Oktober 2012, Semarang
4	Tecnology, Science, Social Sciences and Humanities International Conference 2012 (TESSHI)	The Utilization of Waste, Water of Palm Oil, Plants	14-15 November 2012, Lengkwai, Kedah Malaysia

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Diktat Sumber Daya Alam	2012	147	Dalam Lingkungan FT UMP
2	Diktat Konsep Teknologi	2013	291	Dalam Lingkungan FT UMP
3	Diktat Bahan Konstruksi	2013	214	Dalam Lingkungan FT UMP
4	Diktat Statistik	2014	201	Dalam Lingkungan FT UMP

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi.

Palembang, 23 Januari 2017

Ketua Peneliti,

Dr. Ir. Elfidiah, M.T.

NIDN. 0202066401

Anggota Peneliti 2

B. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Ir. Ani Melani, M.T.
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	-
5	NIDN	0021056308
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Bandung, 21 Mei 1963
7	E-mail	animelaniamid@yahoo.co.id
8	Nomor Telepon/HP	081278033311
9	Alamat Kantor	Universitas Muhammadiyah Palembang, Jalan Jenderal Ahmad Yani 13 Ulu Palembang
10	Nomor Telepon/Faks	(0711) 510820
11	Lulusan yang Telah Dhasilkan	S-1 = 133 orang
12	Mata Kuliah yang Diampu	1. Kalkulus II 2. Kalkulus III

C. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Sriwijaya Palembang	Universitas Sriwijaya Palembang
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	Teknik Kimia Bidang Studi Teknologi Energi
Tahun Masuk-Lulus	1982-1988	1999-2003
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Pra Rencana Pabrik n-Butyl Acetat	Studi Kinetika Reaksi Alkoholisasi Katalitik Minyak Biji Karet (Pengaruh Waktu, Temperatur, dan Rasio Reaktan terhadap Konversi Reaksi)
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Azhary Surest, M.T.	1. Dr. Ir. M. Said, M.Sc. 2. Dr. Ir. M. Faizal, DEA.

D. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, Maupun Disertasi)

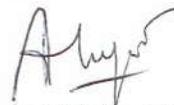
No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2012	Fermentasi Limbah Buah Nanas dengan <i>Sacharomyces</i>	Universitas Muhammadiyah Palembang	4
2	2013	Pemanfaatan Minyak Jelantah menjadi Biodiesel dengan Proses Transesterifikasi	Universitas Muhammadiyah Palembang	5

E. Pengalaman Pengabdian kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2015	Sosialisasi System Pentanahan Rumah Tinggal Sederhana di Kelurahan Sukajaya	Universitas Muhammadiyah Palembang	4
2	2015	Pemanfaatan Sampah Daun pada Pembuatan Briket Arang di Kelurahan Talang Aman	Universitas Muhammadiyah Palembang	5

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi.

Palembang, 20 Mei 2017
Anggota Peneliti,



Ir. Ani Melani, M.T.
NIDN 0021056308



PROTEKSI ISI LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN MULTI TAHUN

ID Proposal: 877026be-96c6-431c-a979-41798246e39d
Laporan Kemajuan Penelitian: tahun ke-2 dari 3 tahun

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

SEPARASI LIMBAH CAIR INDUSTRI KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI SEBAGAI PARAMETER LINGKUNGAN

B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Lingkungan	-	Separasi limbah industri	Teknik Kimia

C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Desentralisasi	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi	SBK Riset Terapan	SBK Riset Terapan	5	3

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama, Peran	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
ERNA YULIWATI Ketua Pengusul	Universitas Muhammadiyah Palembang	Teknik Kimia		104596	5
Dr ELFIDIAH Anggota Pengusul 1	Universitas Muhammadiyah Palembang	Teknik Kimia		5983799	0
ANI MELANI Anggota Pengusul 2	Universitas Muhammadiyah Palembang	Teknik Kimia		5987219	0

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
Mitra Calon Pengguna	Kepala PTPN VII Betung

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
3	Dokumentasi hasil uji coba produk	Ada	-

Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
--------------	--------------	---	--

5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi 12.

Total RAB 3 Tahun Rp. 252,094,000

Tahun 1 Total Rp. 0

Tahun 2 Total Rp. 125,500,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Analisis Data	Honorarium narasumber	OJ	1	1,500,000	1,500,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	OH	2	250,000	500,000
Analisis Data	Tiket	OK (kali)	4	4,000,000	16,000,000
Analisis Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	6	200,000	1,200,000
Analisis Data	Penginapan	OH	7	550,000	3,850,000
Analisis Data	Transport Lokal	OK (kali)	10	200,000	2,000,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	P (penelitian)	15	350,000	5,250,000
Analisis Data	Uang Harian	OH	15	250,000	3,750,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	Unit	25	400,000	10,000,000
Bahan	ATK	Paket	1	5,525,000	5,525,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Unit	1	15,700,000	15,700,000
Bahan	Barang Persediaan	Unit	100	50,000	5,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	OH	1	250,000	250,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran	Biaya seminar nasional	Paket	1	2,500,000	2,500,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Tambahan					
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Paket	1	6,000,000	6,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	Paket	1	500,000	500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Paket	1	1,500,000	1,500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	Paket	1	4,000,000	4,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Paket	1	500,000	500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	Paket	1	3,500,000	3,500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	2	200,000	400,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di luar kantor	OH	3	250,000	750,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di dalam kantor	OH	5	150,000	750,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	1	200,000	200,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	Paket	2	200,000	400,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	OH	2	150,000	300,000
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	OH/OR	3	150,000	450,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di luar kantor	OH	3	350,000	1,050,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	OJ	4	250,000	1,000,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di dalam kantor	OH	4	250,000	1,000,000
Pengumpulan Data	Transport	OK (kali)	7	150,000	1,050,000
Pengumpulan Data	Uang Harian	OH	20	200,000	4,000,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	OH	45	75,000	3,375,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Unit	1	20,000,000	20,000,000
Sewa Peralatan	Ruang penunjang penelitian	Unit	1	750,000	750,000
Sewa Peralatan	Transport penelitian	OK (kali)	4	250,000	1,000,000

Tahun 3 Total Rp. 126,594,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Analisis Data	Honorarium narasumber	OJ	1	1,500,000	1,500,000
Analisis Data	Tiket	OK (kali)	1	4,000,000	4,000,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	OH	2	400,000	800,000
Analisis Data	Transport Lokal	OK (kali)	5	250,000	1,250,000
Analisis Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	6	200,000	1,200,000
Analisis Data	Uang Harian	OH	6	250,000	1,500,000
Analisis Data	Penginapan	OH	6	550,000	3,300,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	P (penelitian)	15	250,000	3,750,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	Unit	15	400,000	6,000,000
Bahan	ATK	Paket	1	6,000,000	6,000,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Unit	1	20,000,000	20,000,000
Bahan	Barang Persediaan	Unit	50	40,000	2,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	Paket	1	2,500,000	2,500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Paket	1	7,000,000	7,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	Paket	1	500,000	500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Paket	1	1,800,000	1,800,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	Paket	1	6,000,000	6,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	Paket	1	2,000,000	2,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	2	200,000	400,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di luar kantor	OH	2	300,000	600,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	OH	2	500,000	1,000,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	1	200,000	200,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	Paket	2	422,000	844,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di luar kantor	OH	2	350,000	700,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	OH	2	150,000	300,000
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	OH/OR	3	150,000	450,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di dalam kantor	OH	3	200,000	600,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	OJ	4	250,000	1,000,000
Pengumpulan Data	Transport	OK (kali)	5	150,000	750,000
Pengumpulan Data	Uang Harian	OH	20	200,000	4,000,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	OH	30	100,000	3,000,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Unit	1	41,400,000	41,400,000
Sewa Peralatan	Transport penelitian	OK (kali)	1	250,000	250,000

6. KEMAJUAN PENELITIAN

A. RINGKASAN: Tuliskan secara ringkas latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian.

Pertumbuhan industri kelapa sawit di Indonesia yang cukup pesat. Indonesia memiliki potensi yang cukup besar untuk pengembangan industri kelapa sawit. Industri kelapa sawit memiliki dampak positif dan negatif, dimana dampak positif nya yaitu meningkatkan devisa negara dan kesejahteraan masyarakat meningkat, sedangkan dampak negatif yaitu menimbulkan limbah yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Industri ini menghasilkan limbah cair yang sangat berlimpah dan berdampak mencemari lingkungan tanah, air dan udara dengan emisi metana yang potensial. Limbah cair industri kelapa sawit menghasilkan limbah yang bersifat cair yang masih kaya dengan zat organik yang mudah mengalami peruraian. Air buangan pabrik kelapa sawit dengan nilai Biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD) padatan tersuspensi dan kandungan total padatan yang tinggi merupakan sumber pencemar yang sangat potensial. Kebanyakan industri yang ada membuang limbahnya ke perairan terbuka, sehingga dalam waktu yang relatif singkat akan terjadi bau busuk sebagai akibat terjadinya fermentasi limbah. Metode yang digunakan adalah pengolahan limbah secara fisik, kimia dan biologi atau kombinasi untuk mengatasi pencemaran (Naibaho, 2006, Soeharto, 2013). Limbah cair yang berasal dari industri sangat bervariasi, serta tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri. Pada saat ini umumnya industri melakukan pengolahan limbah cair secara kimia yaitu proses koagulasi-flokulasi, sedimentasi dan secara flotasi dengan menggunakan udara terlarut, serta pengolahan limbah cair secara biologi yaitu proses aerob dan proses anaerob. Proses kimia seringkali kurang efektif dikarenakan biaya untuk pembelian bahan kimianya cukup tinggi dan pada umumnya pengolahan air limbah secara kimia akan menghasilkan sludge yang cukup banyak, sehingga industri harus menyediakan prasarana untuk penanganan sludge. Pada pengolahan limbah cair secara flotasi akan menggunakan energi yang cukup banyak. Pada proses pengolahan limbah secara biologi, umumnya menggunakan lahan yang cukup luas dan energy yang banyak dan menjadi pertimbangan

bagi industri yang terletak didaerah yang mempunyai lahan sempit. Pembuangan limbah cair parik kelapa sawit ke dalam perairan umum tanpa pengolahan terlebih dahulu mengandung BOD yang setara dengan BOD buangan populasi 10 juta manusia (Mahajoeno,2008). Limbah cair parik kelapa sawit berpotensi mencemari air baku, mengurangi kadar oksigen terlarut, menurunkan kesehatan ikan dan udang dalam badan air sekitarnya dan biota perairan (Qu dan Bathhacharya, 1997 dalam Mahajoeno (2008)). Penurunan kualitas air dapat disebabkan oleh adanya kandungan bahan organik dan anorganik yang berlebihan. Adanya senyawa organik dalam perairan akan dirombak oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut. Perombakan ini akan menjadi masalah jika senyawa organik terdapat dalam jumlah yang banyak. Penguraian senyawa organik akan memerlukan oksigen yang sangat, sehingga dapat menurunkan kadar oksigen terlarut perairan sampai titik yang terendah akibat dekomposisi aerobik akan terjadi, sehingga pemecahan selanjutnya akan dilakukan oleh bakteri anaerobik. Awaluddin (2013) telah mengolah limbah cair industri kelapa sawit dengan menggunakan metode proses kombinasi, yaitu fisika dan biologi. Metode ini mempunyai kelebihan pengolahannya cukup murah, tetapi kekurangannya adalah lahan yang digunakan untuk pengolahan limbah cair cukup besar, tetapi bagi industri yang mempunyai lahan terbatas karena proses diatas sulit dilakukan untuk membantu industri yang mempunyai keterbatasan lahan. Penurunan kualitas air juga disebabkan oleh adanya kandungan bahan organik dan anorganik yang berlebihan. Adanya senyawa organik dalam perairan akan dirombak oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut. Perombakan ini akan menjadi masalah jika senyawa organik terdapat dalam jumlah yang banyak. Penguraian senyawa organik akan memerlukan oksigen yang sangat, sehingga dapat menurunkan kadar oksigen terlarut perairan sampai titik yang terendah akibat dekomposisi aerobik akan terjadi, sehingga pemecahan selanjutnya akan dilakukan oleh bakteri anaerobik. Adapun permasalahan utama yang dihadapi kemudian adalah kendala teknologi dimana pengolahan limbah yang ada saat ini sulit untuk menghasilkan keluaran yang mengarah pada industri kelapa sawit yang bebas limbah. Solusi terpadu program zero waste effluent dalam industri kelapa sawit menjadi masalah umum dalam mengatasi limbah cair industri kelapa sawit. Penggunaan filtrasi menggunakan teknologi membran telah dilakukan dan mendapatkan hasil yang potensial untuk diterapkan pada kondisi sebenarnya. Komposisi membran yang telah ditemukan pada penelitian terdahulu menjadi bahan filtrasi utama dalam unit separasi yang akan dikembangkan untuk mengolah limbah cair industri kelapa sawit. 2 Tujuan Aplikasi teknologi membran pada penelitian ini menjadi tujuan khusus pada penelitian terapan ini yang memfokuskan pada pembuatan unit separasi dengan aplikasi teknologi membran untuk pengolahan limbah heavy phase dan kondensat dalam hal ini adalah limbah industri kelapa sawit pada tahun pertama. Pengutipan (recovery) seluruh solid dari heavy phase pada pengolahan limbah kondensat dilakukan dengan menggunakan kombinasi teknologi DAF (dissolved air flotation) dengan proses membran ultrafiltrasi. Salah satu keunggulan dari penggunaan teknologi membran adalah potensi dihasilkannya padatan tersuspensi pengutipan dapat digunakan untuk campuran bahan baku pakan ternak dan cairannya yang tidak saja memenuhi standar buangan tetapi juga dapat digunakan kembali (reuse) ke dalam proses. Tahun kedua membuat model matematika untuk optimasi proses kondisi unit separasi dengan menggunakan response surface methodology (RSM) sehingga pengolahan limbah cair ini lebih efisien karena dapat meminimalkan energi proses. Tahun ketiga adalah mempersiapkan scale-up unit separasi untuk digunakan dilokasi yang sesungguhnya di industri kelapa sawit. 3. Tahapan Metode penelitian adalah sebagai berikut: Tahun kedua fokus pada penggunaan response surface methodology (RSM) dengan software design expert 10.2 (Gambar 2). Pada tahap ini

dilakukan terlebih dahulu percobaan pendahuluan untuk menentukan variabel tetap yang akan digunakan pada kondisi proses separasi limbah cair industri kelapa sawit. RSM diawali dengan tahap pertama perancangan percobaan (design of experiment, DoE), tahap kedua adalah pengembangan model matematis dan tahap ketiga merupakan penentuan harga optimum untuk variabel berubah sehingga memperoleh hasil maksimum, tahap keempat adalah verifikasi nilai optimum dan tahap terakhir, tahap kelima yaitu membandingkan dengan nilai hasil eksperimen untuk mendapatkan persentase kesalahannya. Akhir tahap ke-2 akan dihasilkan kondisi proses optimum untuk mendapatkan nilai produk maksimum.

4. Luaran yang ditargetkan Luaran yang ditargetkan dapat dilihat pada tabel 1. Dibawah ini Luaran yang ditargetkan dapat dilihat pada tabel 1. Dibawah ini No Jenis Luaran Indikator capaian Category Sub KAtegori Wajib Tambahan TS1) TS+1 (tahun kedua) TS+2

1. Artikel ilmiah dimuat di jurnal Internasional bereputasi	√	submitted	published	published	Nasional	terakreditasi	
Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	2 Artikel ilmiah dimuat di prosiding Internasional terindeks	√	Tidak ada	
published	published	Nasional	√	Tidak ada	Submitted	published	
3. Invited speaker dalam temu ilmiah Internasional	√	Tidak ada	Dilaksanakan	Tidak ada	Nasional	Tidak ada	
Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	4. Visiting Lecturer International	√	Tidak ada
Dilaksanakan	Tidak ada	Nasional	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	4. Visiting Lecturer International	
√	Tidak ada	Dilaksanakan	Dilaksanakan	5. Hak Kekayaan Inteltual (HKI) Paten	√	Terdaftar	
Terdaftar	Granted	Paten sederhana	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Hak cipta	
Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Merek dagang	Tidak ada	
Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Rahasia Dagang	Tidak ada	Tidak ada	
Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Design produk industry	Tidak ada	Ada produk	
Ada produk	Indikasi geografis	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Perlindungan varietas tanaman	Tidak ada	
Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Perlindungan topografi sirkuit terpadu	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	
Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	6. Teknologi tepat guna produk produk penerapan	7. Model/purwarupa/Desain/Karya seni/ Rekayasa sosial	√	Draf	
Produk model	Penerapan model	8. Buku ajar (ISBN)	√	Tidak ada	Draft Buku Ajar	Buku ajar	
Ber ISBN	9. Tingkat kesiapan technology (TKT)	√	4	4	5	TKT 4 yang ditetapkan pada tahun kedua adalah pada level validasi komponen/subsistem dalam lingkungan laboratorium. Hal ini berarti kesiapan terhadap adanya tes laboratorium terhadap komponen sistem telah dilakukan. Dalam hal ini peneliti telah melakukan uji laboratorium untuk struktural dan morfologi membran yang dihasilkan untuk mampu memfiltrasi limbah cair industri kelapa sawit.hingga mencapai standar baku mutu limbah. Kemudian hasil percobaan dalam laboratorium tersebut dapat dioperasikan dalam sistem ultra membran yang dibuat sebagai produk tahun kedua. Prototipe yang dihasilkan berupa sistem ultramembran yang operasionalnya juga telah dioptimasi dengan menggunakan design expert 10.2 (software) dengan basis Response surface methodology untuk mendapatkan nilai optimum dari kondisi operasi proses separasi limbah cair.. Integrasi sistem teknologi dan rancang bangun skala laboratorium telah selesai. Hasil penelitian berisi kemajuan pelaksanaan penelitian, data yang diperoleh, dan analisis yang telah dilakukan	

HASIL PENELITIAN Sebagai hasil penelitian dari tahapan yang dilakukan adalah optimasi dengan menggunakan Response Surface Methodology (RSM) yang disebut juga Metode Permukaan Respon. RSM adalah sebuah model matematis dengan menggunakan software Design expert 8.0.5.2

yang meliputi perancangan percobaan (design of experiment, DoE), pengembangan model matematis dan penentuan harga optimum untuk variabel berubah sehingga memperoleh hasil maksimum. RSM akan menghasilkan persamaan polinomial kuadratik atau siklik yang dapat digunakan untuk memperkirakan hasil yang merupakan fungsi variabel berubah serta interaksinya. Kurva tiga dimensi (three dimensional response surface dan Contour plot) digunakan untuk menguji kebenaran pengaruh variable percobaan pada hasil yang diperoleh. Individual Response Surface dan Contour plot dibuat dengan cara memilih 1 variabel dari 2 variabel tidak bebas kemudian diplotkan pada center pointnya. Koefisien – koefisien pada model empirik diestimasi dengan menggunakan analisis regresi multiarah. Kesesuaian model empirik dengan data eksperimen dapat ditentukan dari koefisien determinasi (R^2). Untuk menguji signifikan/tidaknya model empirik yang dihasilkan digunakan ANOVA. Adapun detail tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut: Desain sistem ultrafiltrasi skala laboratorium Penggunaan RSM untuk optimasi proses kondisi ultrafiltrasi. Penentuan variabel tetap dan tidak tetap yang akan digunakan untuk proses ultrafiltrasi. Pembuatan perancangan percobaan (design of experiment, DoE) Pengembangan model matematis optimasi Penentuan harga optimum untuk variabel tidak tetap sehingga memperoleh hasil maksimum. Verifikasi nilai optimum yang dihasilkan Membandingkan nilai hasil eksperimen dengan nilai optimasi hasil RSM untuk mengetahui persentase kesalahan A. Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit dengan Membran Ultrafiltrasi Teknik pengolahan limbah cair industri kelapa sawit pada umumnya menggunakan metode pengolahan limbah kombinasi. yaitu dengan sistem proses anaerobik dan aerobik. Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik kemudian dialirkan ke bak penampungan untuk dipisahkan antara minyak yang terikat dan limbah cair. Setelah itu maka limbah cair dialirkan ke bak anaerobik untuk dilakukan proses anaerobik. Pengolahan limbah secara anaerobik merupakan proses degradasi senyawa organik seperti karbohidrat, protein dan lemak yang terdapat dalam limbah cair oleh bakteri anaerobik tanpa kehadiran Oksigen menjadi biogas yang terdiri dari CH_4 (50-70%), serta N_2 , H_2 , H_2S dalam jumlah kecil. Waktu tinggal limbah cair pada bioreaktor anaerobik adalah selama 30 hari. Setelah proses anaerobik maka dilakukan analisa karakteristik effluen yang dihasilkan. Membrane dipersiapkan melalui phase inversion method. Komposisi membran ultrafiltrasi yang digunakan dengan menggunakan bahan polimer utama yaitu polyvinyl fluorida (PVDF) 16 % berat dengan ditambah bahan aditif organik, Titanium dioksida (TiO_2) yang bervariasi persentasenya, yaitu 0-2 % berat. Chao et al. [2006] memodifikasi dalam penelitiannya yang menggunakan PVDF dan 10% berat titanium dioksida untuk memproduksi lembaran membran. Permukaan membran yang dihasilkan terdiri dari ikatan ion hidroksil yang dapat meningkatkan nilai fluks membran. Yuliwati et al. [2010] menggambarkan bahwa ada efek dari 3 ikatan hidroksil antara atom Fluor dalam PVDF dan atom oxygen dalam TiO_2 . Asosiasi antara PVDF dan TiO_2 juga mengubah potensial permukaan PVDF. Dalam penelitian tersebut, penambahan persentase TiO_2

yang besar akan sulit homogen dalam larutan membran karena ukuran nano dari TiO₂ dapat menyebabkan penggumpalan dan pengendapan yang melemahkan effect dari ukuran nano tersebut.

A.1 Analisa Fluks Analisa permukaan membran dilakukan dengan menggunakan modul membrane yang telah dibentuk U-bend, yang memiliki luas permukaan 11,23 dm². Fluks dari air sampel diukur dengan tekanan 100 kPa menggunakan rumus sebagai berikut, $F = V/At$ (1) dimana F adalah fluks air yang telah difiltrasi (L/m²h), V adalah volume permeat (air yang telah difiltrasi (l), A adalah luas permukaan membran (cm²) and t adalah waktu (h).

A.2. Analisa Struktur Permukaan Membran dengan FESEM/AFM Field emission scanning electronic microscope (FESEM, Hitachi Model S-520 Japan) adalah peralatan yang digunakan untuk menyelidiki cross-section PVDF membran yang digunakan pada penelitian ini [16]. Demikian juga untuk permukaan membran digunakan Atomic Force Microscopy (AFM- tapping mode nanoscope III equipped with a 1553D scanner , SPA-300 HV, USA) untuk mengetahui kekasaran permukaan membran. Analisa yang dilakukan diawali dengan merendam sampel dalam nitrogen cair dan kemudian melapisinya dengan platina. Selanjutnya sampel akan dianalisa dengan FESEM dan AFM pada beberapa skala pembesaran. Gambar 1 mengilustrasikan perubahan positif dari struktur pori membran akibat penambahan partikel nano TiO₂. TiO₂ memiliki area spesifik yang tinggi dan karakter hydrophilicity (suka akan air) yang juga tinggi. Hal ini disebabkan karena efek perpindahan massa selama proses spinning. Gambar potongan melintang (cross-section) terdiri dari finger-like macrovoids yang memanjang membran berongga dari bagian dalam ke arah permukaan luarnya. Sedangkan di bagian tengah potongan melintang membran berongga terdiri dari sponge-like layer. Fenomena ini dapat dijelaskan dengan efek kinetika dari laju kecepatan pertukaran pelarut-non pelarut dalam proses phase-inversion. Pada konsentrasi TiO₂ yang rendah, peningkatan jumlah hidrofilik TiO₂ cenderung untuk memberi kesempatan air untuk masuk ke dalam larutan polimer. Hal ini menyebabkan penambahan ukuran panjang dari finger-like macrovoids dan mengurangi ketebalan sponge-like layer. Sementara itu, pada konsentrasi TiO₂ yang tinggi, penambahan viskositas polimer akan terjadi dan hal ini menyebabkan laju kecepatan air masuk ke dalam larutan polimer akan menurun. Keadaan ini menghasilkan finger-like yang lebih pendek dan sponge-like layer yang lebih tebal [12]. Permukaan luar membran ultrafiltrasi yang digunakan, dimana kekasaran (roughness) permukaan membran mempengaruhi hasil filtrasi. Jumlah lekukan (noodle) yang terlihat mempengaruhi kekasaran permukaan yang secara teoritis akan ada gaya vander waals yang akan menangkap suspended solids dalam lekukan tersebut. Pada proses filtrasi yang berjalan dalam waktu yang telah ditentukan sesuai dengan HRT kemampuan membran akan menurun disebabkan akumulasi deposit suspended solid di permukaan membran. Namun hal ini juga akan menjadi masalah jika kekasaran permukaan membran mendekati rata (smooth). Filtrate yang akan disaring akan memantul tidak memasuki pori disebabkan karena gaya vander waals yang lebih kecil dari gaya tarik menarik akibat fenomena turulensi yang

99.81 99.78 85.12 85.25 19 2.10 240.00 1.50 6.50 87.41 87.41 97.09 97.09
66.58 66.71 20 2.10 240.00 7.50 6.50 140.81 140.82 99.56 99.56 92.82 92.95 21
2.10 240.00 4.50 3.50 174.91 174.91 99.83 99.79 93.91 94.04 22 2.10 240.00
4.50 9.50 37.97 37.97 99.52 99.48 95.50 95.63 23 2.10 240.00 4.50 6.50 219.93
219.93 99.78 99.81 43.33 43.46 24 2.10 240.00 4.50 6.50 41.87 41.87 99.81
99.78 86.84 86.97 25 2.10 240.00 4.50 6.50 141.37 140.10 99.64 99.63 90.48
90.39 26 2.10 240.00 4.50 6.50 140.53 140.10 99.57 99.63 90.65 90.39 27 2.10
300.00 3.00 5.00 138.40 140.10 99.59 99.63 90.24 90.39 28 2.10 300.00 3.00
5.00 140.10 140.10 99.64 99.63 90.20 90.39

C Matematika model dan Kondisi Optimum Persamaan empiris dari polinomial tingkat empat untuk efisiensi rendemen TSS dan NH₃-N dapat dilihat pada persamaan berikut

$$y_1 = 99.63 + 0.037 x_1 + 0.62 x_2 - 0.078 x_3 - 0.00741 x_4 + 0.081 x_1x_2 - 0.019 x_1x_3 - 0.12 x_1x_4 + 0.014 x_2x_3 + 0.092 x_2x_4 - 0.055 x_3x_4 + 0.018 x_1^2 - 0.33 x_2^2 + 0.040 x_4^2 + 0.054 x_1x_2x_3 + 0.12 x_1x_3x_4 - 0.052 x_2x_3x_4 - 0.63 x_1^2x_2 + 0.22 x_1^2x_3 + 0.19 x_1^2x_2^2 \quad (5.3)$$

dimana y_1 didefinisikan sebagai rendemen TSS dalam hasil filtrasi dan x_1, x_2, x_3 and x_4 merupakan ABFR, HRT, MLSS, dan pH.

$$y_2 = 90.39 + 5.14 x_1 + 6.56 x_2 + 0.40 x_3 + 10.88 x_4 + 0.16 x_1x_2 + 0.13 x_1x_3 - 1.10 x_1x_4 + 0.50 x_2x_3 - 1.63 x_3x_4 - 3.86 x_1^2 - 2.64 x_2^2 + 1.11 x_3^2 - 6.29 x_4^2 - 0.41 x_1x_2x_3 - 0.35 x_2x_3x_4 - 0.68 x_1x_3x_4 - 0.12 x_2x_3x_4 - 4.46 x_1^2x_2 + 3.45 x_1^2x_3 - 5.06 x_1^2x_4 - 3.46 x_1x_2^2 - 0.81 x_1x_2x_3x_4 \quad (5.4)$$

dimana y_2 didefinisikan sebagai rendemen NH₃-N dalam hasil filtrasi dan x_1, x_2, x_3 and x_4 merupakan ABFR, HRT, MLSS, dan pH. Efek dari Aerasi (ABFR) dan MLSS pada TSS rendemen seperti terlihat pada gambar dibawah ini menunjukkan bahwa TSS rendemen meningkat dengan penambahan ABFR dari 2.10 to 3.00 ml/min (Gambar 5.3). Sementara itu TSS rendemen meningkat jika konsentrasi MLSS bertambah dari 4.50 to 6.00 g/L (Gambar 5.4). Based on the results, the maximum removal of 99.83% is obtained when ABFR and MLSS are 2.25 ml/min, and 4.50 g/L, respectively, at maintained HRT and of 225 min and 6.5, respectively. It should be noted that TSS removal decreased when MLSS changed from 3.00 to 6.00 g/L. It is worth to note that increase in MLSS concentration (3.00 g/L), resulted in increase of TSS removal, however increase in MLSS to 6.00 g/L slightly decreased TSS removal. It was suggesting that the performance of process was essentially governed by MLSS concentration. A highest peak at approximately MLSS of 3.00 g/L was observed in the resulted TSS removal contour plot. Gambar 5.5 dan 5.6 menunjukkan bahwa NH₃-N rendemen terjadi tanpa perubahan dengan penambahan Aerasi. Selain itu, NH₃-N rendemen menunjukkan nilai maksimum pada kecepatan aerasi 2,25 mL/min pada saat HRT dijaga pada nilai 300 menit. Nilai serupa juga didapat pada ilustrasi yang ditunjukkan pada gambar 5.5 dimana NH₃-N rendemen meningkat dengan peningkatan ABFR dari 1.2 mL/menit hingga 2.25 mL/menit, dan kemudian berkurang dengan penambahan ABFR pada pH larutan 8,00. NH₃ rendemen ditentukan dengan parameter operasi yang ditabulasikan pada Tabel diatas. Dari hasil yang didapat, TSS rendemen meningkat dengan peningkatan ABFR dari 1.2 ml/menit hingga 2.1 ml/menit dan kemudian menurun dengan penambahan

ABFR pada HRT 300 menit. Hal ini disebabkan karena ABFR memberikan efek secara signifikan pada TSS rendemen. Dapat disimpulkan bahwa TSS rendemen meningkat sebagai akibat dari penambahan ABFR dan pengurangan MLSS concentration. Meskipun penambah lanjut dari ABFR menyebabkan penurunan TSS rendemen. Hal ini disebabkan karena reduksi gaya polarisasi akibat dari turbulensi., walaupun aerasi dapat menyebabkan reduksi ukuran partikel akibat dari shear-induced diffusion dan gaya inersia. Rendemen maksimum dari TSS dan NH₃-N dapat dilihat pada tabel 3. Tabel 3. Kondisi proses optimum untuk faktor dan maksimum untuk rendemen dengan standard deviation (S.D.) Faktor Nilai optimum S.D. y₁ (TSS,%) 99.63 0.05 y₂ (NH₃-N,%) 92.89 0.29 x₁ (Aerasi, ml/min) 2.25 – x₂ (HRT, min) 276.93 – x₃ (MLSS, g/L) 4.50 – x₄ (pH) 6.50 –

B. KATA KUNCI: Tuliskan maksimal 5 kata kunci.

Ultrafiltrasi; total suspended solid; ammonium nitrat; design expert; optimasi

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahapan pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Sebagai hasil penelitian dari tahapan yang dilakukan adalah optimasi dengan menggunakan Response Surface Methodology (RSM) yang disebut juga Metode Permukaan Respon. RSM adalah sebuah model matematis dengan menggunakan software Design expert 8.0.5.2 yang meliputi perancangan percobaan (design of experiment, DoE), pengembangan model matematis dan penentuan harga optimum untuk variabel berubah sehingga memperoleh hasil maksimum. RSM akan menghasilkan persamaan polinomial kuadrat atau siklik yang dapat digunakan untuk memperkirakan hasil yang merupakan fungsi variabel berubah serta interaksinya.

Kurva tiga dimensi (three dimensional response surface dan Contour plot) digunakan untuk menguji kebenaran pengaruh variabel percobaan pada hasil yang diperoleh. Individual Response Surface dan Contour plot dibuat dengan cara memilih 1 variabel dari 2 variabel tidak bebas kemudian diplotkan pada center pointnya. Koefisien – koefisien pada model empirik diestimasi dengan menggunakan analisis regresi multarah. Kesesuaian model empirik dengan data eksperimen dapat ditentukan dari koefisien determinasi (R^2). Untuk menguji signifikan/tidaknya model empirik yang dihasilkan digunakan ANOVA.

Adapun detail tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Desain sistem ultrafiltrasi skala laboratorium

Penggunaan RSM untuk optimasi proses kondisi ultrafiltrasi.

Penentuan variabel tetap dan tidak tetap yang akan digunakan untuk proses ultrafiltrasi.

Pembuatan perancangan percobaan (design of experiment, DoE)

Pengembangan model matematis optimasi

Penentuan harga optimum untuk variabel tidak tetap sehingga memperoleh hasil maksimum.

Verifikasi nilai optimum yang dihasilkan

Membandingkan nilai hasil eksperimen dengan nilai optimasi hasil RSM untuk mengetahui persentase kesalahan

A. Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit dengan Membran Ultrafiltrasi

Teknik pengolahan limbah cair industri kelapa sawit pada umumnya menggunakan metode pengolahan limbah kombinasi. yaitu dengan sistem proses anaerobik dan aerobik. Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik kemudian dialirkan ke bak penampungan untuk dipisahkan antara minyak yang terikat dan limbah cair. Setelah

itu maka limbah cair dialirkan ke bak anaerobik untuk dilakukan proses anaerobik. Pengolahan limbah secara anaerobik merupakan proses degradasi senyawa organik seperti karbohidrat, protein dan lemak yang terdapat dalam limbah cair oleh bakteri anaerobik tanpa kehadiran Oksigen menjadi biogas yang terdiri dari CH₄ (50-70%), serta N₂, H₂, H₂S dalam jumlah kecil. Waktu tinggal limbah cair pada bioreaktor anaerobik adalah selama 30 hari. Setelah proses anaerobik maka dilakukan analisa karakteristik effluen yang dihasilkan.

Membrane dipersiapkan melalui phase inversion method. Komposisi membran ultrafiltrasi yang digunakan dengan menggunakan bahan polimer utama yaitu polyvinyl fluorida (PVDF) 16 % berat dengan ditambah bahan aditif organik, Titanium dioksida (TiO₂) yang bervariasi persentasenya, yaitu 0-2 % berat.

Chao et al. [2006] memodifikasi dalam penelitiannya yang menggunakan PVDF dan 10% berat titanium dioksida untuk memproduksi lembaran membran. Permukaan membran yang dihasilkan terdiri dari ikatan ion hidroksil yang dapat meningkatkan nilai fluks membran. Yuliwati et al. [2010] menggambarkan bahwa ada efek dari 3 ikatan hidroksil antara atom Fluor dalam PVDF dan atom oxygen dalam TiO₂. Asosiasi antara PVDF dan TiO₂ juga mengubah potensial permukaan PVDF. Dalam penelitian tersebut, penambahan persentase TiO₂ yang besar akan sulit homogen dalam larutan membran karena ukuran nano dari TiO₂ dapat menyebabkan penggumpalan dan pengndapan yang melemahkan effect dari ukuran nano tersebut.

A.1 Analisa Fluks

Analisa permukaan membran dilakukan dengan menggunakan modul membrane yang telah dibentuk U-bend, yang memiliki luas permukaan 11,23 dm². Fluks dari air sampel diukur dengan tekanan 100 kPa menggunakan rumus sebagai berikut,

$$F = V/At \quad (1)$$

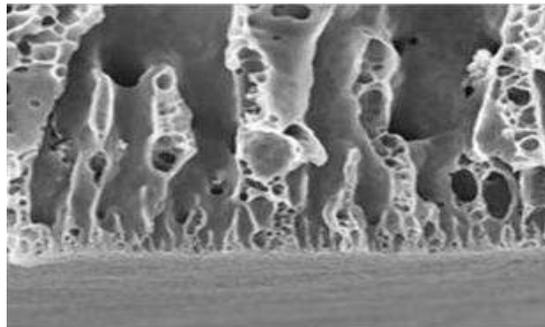
dimana F adalah fluks air yang telah difiltrasi (L/m²h), V adalah volume permeat (air yang telah difiltrasi (l), A adalah luas permukaan membran (cm²) and t adalah waktu (h).

A.2. Analisa Struktur Permukaan Membran dengan FESEM/AFM

Field emission scanning electronic microscope (FESEM, Hitachi Model S-520 Japan) adalah peralatan yang digunakan untuk menyelidiki cross-section PVDF membran yang digunakan pada penelitian ini [16]. Demikian juga untuk permukaan membran digunakan Atomic Force Microscopy (AFM- tapping mode nanoscope III equipped with a 1553D scanner , SPA-300

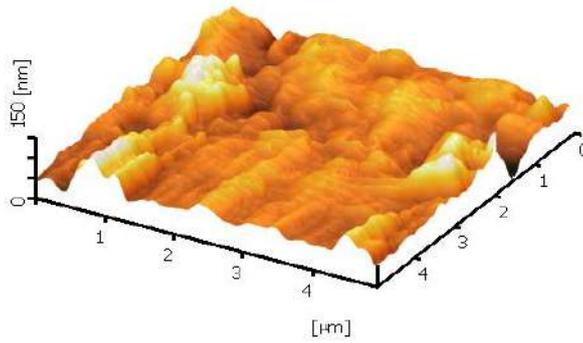
HV,USA) untuk mengetahui kekasaran permukaan membran. Analisa yang dilakukan diawali dengan merendam sampel dalam nitrogen cair dan kemudian melapisinya dengan platina. Selanjutnya sampel akan dianalisa dengan FESEM dan AFM pada beberapa skala pembesaran.

Gambar 1 mengilustrasikan perubahan positif dari struktur pori membran akibat penambahan partikel nano TiO₂. TiO₂ memiliki area spesifik yang tinggi dan karakter hydrophilicity (suka akan air) yang juga tinggi. Hal ini disebabkan karena efek perpindahan massa selama proses spinning. Gambar potongan melintang (cross-section) terdiri dari finger-like macrovoids yang memanjang membran berongga dari bagian dalam ke arah permukaan luarnya. Sedangkan di bagian tengah potongan melintang membran berongga terdiri dari sponge-like layer. Fenomena ini dapat dijelaskan dengan efek kinetika dari laju kecepatan pertukaran pelarut-non pelarut dalam proses phase-inversion. Pada konsentrasi TiO₂ yang rendah, peningkatan jumlah hidrofilik TiO₂ cenderung untuk memberi kesempatan air untuk masuk ke dalam larutan polimer. Hal ini menyebabkan penambahan ukuran panjang dari finger-like macrovoids dan mengurangi ketebalan sponge-like layer. Sementara itu, pada konsentrasi TiO₂ yang tinggi, penambahan viskositas polimer akan terjadi dan hal ini menyebabkan laju kecepatan air masuk ke dalam larutan polimer akan menurun. Keadaan ini menghasilkan finger-like yang lebih pendek dan sponge-like layer yang lebih tebal [12].



Gambar 1. Cross-section FESEM membran ultrafiltrasi

Gambar 2 menampilkan gambar permukaan luar membran ultrafiltrasi yang digunakan, dimana kekasaran (roughness) permukaan membran mempengaruhi hasil filtrasi. Jumlah lekukan (noodle) yang terlihat mempengaruhi kekasaran permukaan yang secara teoritis akan ada gaya vander waals yang akan menangkap suspended solids dalam lekukan tersebut. Pada proses filtrasi yang berjalan dalam waktu yang telah ditentukan sesuai dengan HRT kemampuan membran akan menurun disebabkan akumulasi deposit suspended solid di permukaan membran. Namun hal ini juga akan menjadi masalah jika kekasaran permukaan membran mendekati rata (smooth). Filtrate yang akan disaring akan memantul tidak memasuki pori disebabkan karena gaya vander waals yang lebih kecil dari gaya tarik menarik akibat fenomena turbulensi yang diciptakan dari kecepatan aerasi. Sehingga kekasaran (Ra) optimum untuk proses ini adalah 8.02 untuk mendapatkan hasil filtrasi maksimum.



Gambar 2. AFM permukaan membran ultrafiltrasi.

B Desain eksperimen dan optimasi

RSM merupakan turunan dari teknik matematika dan statistik, yang digunakan untuk mempelajari pengaruh dari beberapa faktor pada tingkatan yang berbeda. RSM memiliki 4 langkah utama yaitu desain eksperimen, model fitting, validasi model dan kondisi optimum. Desain eksperimen seperti Central Composite Designs (CCD) sering digunakan untuk RSM. Berdasarkan CCD dari RSM didapatkan 28 eksperimen dengan 4 faktor/ variabel yaitu ABFR, HRT, MLSS, dan pH. Jumlah eksperimen (N) dapat dihitung dengan formula berikut,

$$N = N_a + N_o + N_c \quad (2)$$

dimana N_a adalah jumlah eksperimen dari two level full factorial, N_o adalah jumlah centre points, dan N_c adalah jumlah star point.

Model fitting untuk persamaan yang didapat dari polinomial tingakat empat (fourth-order polynomial) merupakan performans yang paling baik untuk menyelesaikan persamaan model ini. Jarak minimum dan maksimum variabel diuji dengan rencana eksperimen untuk mendapatkan nilai aktual dan kode seperti pada tabel 5.1 berikut. Nilai eksperimen dan prediksi dari empat variabel independent beserta hasilnya ditabulasikan pada tabel 2.

Tabel 2 Rentang minimum dan maksimum dari variabel yang digunakan dalam bentuk kode

Variabel	Unit	Kode Simbol	Tingkat				
			-2	-1	0	+1	+2
ABFR	mL/min	x1	0.3	1.2	2.1	3.0	3.9

HRT	min	x2	120	180	240	300	360
MLSS	mg/L	x3	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5
pH	pH	x4	3.5	5.0	6.5	8.0	9.5

Prinsip RSM dari Khuri and Cornell (1996) menyatakan bahwa model yang tepat yang dipilih untuk mendapatkan hasil yang baik. Untuk mengidentifikasi kebenaran model yang dibuat dapat dilakukan mulai dari model persamaan tingkat I keudian II dan seterusnya dalam Scheffe's polynomial. Setelah diuji dengan berbagai tingkatan persamaam model matematika, dalam penelitian ini didapat bahwa quartic model merupakan prediksi optimal , seperti pada persamaam berikut,

Tabel 3 Experimental layout designed by Design Expert

Standard	Factor variables				Flux, L/m ² hr		TSS retention, %		NH ₃ -N retention, %	
	ABFR, ml/min	HRT, min	MLSSg/L	pH	Experimental	Predicted	Experimental	Predicted	Experimental	Predicted
1	1.20	300.00	3.00	5.00	140.09	140.10	99.38	99.38	64.67	64.60
2	3.00	300.00	3.00	5.00	147.02	147.01	99.72	99.70	68.36	68.29
3	1.20	180.00	6.00	5.00	138.36	138.36	98.80	98.76	66.36	66.30
4	3.00	180.00	6.00	5.00	142.78	142.79	99.60	99.62	70.54	70.48
5	1.20	300.00	6.00	5.00	46.31	46.29	99.83	99.81	73.53	73.46
6	3.00	300.00	6.00	5.00	87.75	87.74	99.80	99.80	78.91	78.85
7	1.20	180.00	3.00	8.00	53.59	53.60	99.69	99.67	76.15	76.09
8	3.00	180.00	3.00	8.00	85.81	85.80	99.77	99.77	85.17	85.11
9	1.20	300.00	3.00	8.00	61.81	61.83	99.69	99.67	80.06	79.99
10	3.00	300.00	3.00	8.00	81.63	81.67	99.00	99.04	80.26	80.19
11	1.20	180.00	6.00	8.00	81.52	81.53	99.60	99.62	82.44	82.37
12	3.00	180.00	6.00	8.00	92.74	92.77	99.53	99.53	86.75	86.69
13	1.20	300.00	6.00	8.00	44.05	44.07	99.61	99.61	82.38	82.32

Factor variables										
Standard	ABFR, ml/min	HRT, min	MLSSg/L	pH	Flux, L/m2 hr		TSS retention,%		NH3-N retention,%	
					Experimental	Predicted	Experimental	Predicted	Experimental	Predicted
14	3.00	300.00	6.00	8.00	57.07	57.05	99.57	99.59	85.26	85.20
15	1.20	240.00	4.50	6.50	61.38	61.37	99.63	99.63	91.19	91.13
16	3.00	240.00	4.50	6.50	58.95	58.97	99.70	99.72	88.42	88.36
17	0.30	120.00	4.50	6.50	108.59	108.60	99.60	99.63	64.55	64.68
18	3.90	360.00	4.50	6.50	106.09	106.10	99.81	99.78	85.12	85.25
19	2.10	240.00	1.50	6.50	87.41	87.41	97.09	97.09	66.58	66.71
20	2.10	240.00	7.50	6.50	140.81	140.82	99.56	99.56	92.82	92.95
21	2.10	240.00	4.50	3.50	174.91	174.91	99.83	99.79	93.91	94.04
22	2.10	240.00	4.50	9.50	37.97	37.97	99.52	99.48	95.50	95.63
23	2.10	240.00	4.50	6.50	219.93	219.93	99.78	99.81	43.33	43.46
24	2.10	240.00	4.50	6.50	41.87	41.87	99.81	99.78	86.84	86.97
25	2.10	240.00	4.50	6.50	141.37	140.10	99.64	99.63	90.48	90.39
26	2.10	240.00	4.50	6.50	140.53	140.10	99.57	99.63	90.65	90.39
27	2.10	300.00	3.00	5.00	138.40	140.10	99.59	99.63	90.24	90.39
28	2.10	300.00	3.00	5.00	140.10	140.10	99.64	99.63	90.20	90.39

C Matematika model dan Kondisi Optimum

Persamaan empiris dari polinomial tingkat empat untuk efisiensi rendemen TSS dan NH₃-N dapat dilihat pada persamaan berikut<

$$y_1 = 99.63 + 0.037 x_1 + 0.62 x_2 - 0.078 x_3 - 0.00741 x_4 + 0.081 x_1x_2 - 0.019 x_1x_3 - 0.12 x_1x_4 + 0.014 x_2x_3 + 0.092 x_2x_4 - 0.055 x_3x_4 + 0.018 x_1^2 - 0.33 x_2^2 + 0.040 x_4^2 + 0.054 x_1x_2x_3 + 0.12 x_1x_3x_4 - 0.052 x_2x_3x_4 - 0.63 x_1x_2^2 + 0.22 x_1x_2x_3 + 0.19 x_1x_2^2 \quad (5.3)$$

dimana y_1 didefinisikan sebagai rendemen TSS dalam hasil filtrasi dan x_1, x_2, x_3 and x_4 merupakan ABFR, HRT, MLSS, dan pH.

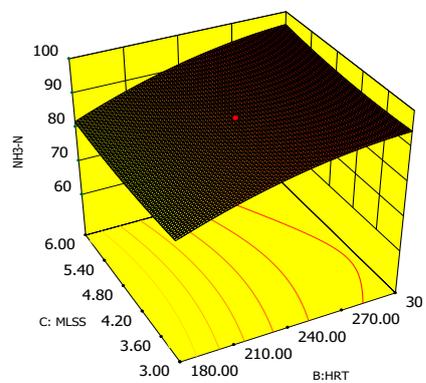
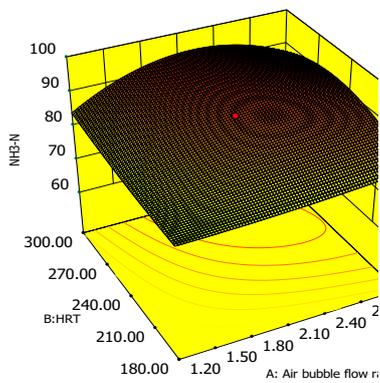
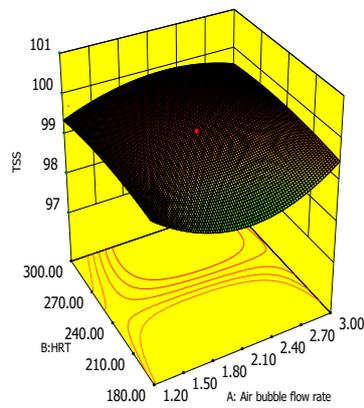
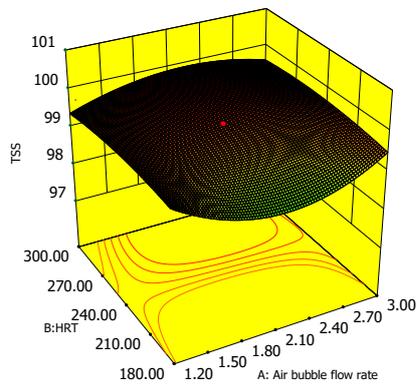
$$y_2 = 90.39 + 5.14 x_1 + 6.56 x_2 + 0.40 x_3 + 10.88 x_4 + 0.16 x_1x_2 + 0.13 x_1x_3 - 1.10 x_1x_4 + 0.50 x_2x_3 - 1.63 x_3x_4 - 3.86 x_1^2 - 2.64 x_2^2 + 1.11 x_3^2 - 6.29 x_4^2 - 0.41 x_1x_2x_3 - 0.35 x_2x_3x_4 - 0.68 x_1x_3x_4 - 0.12 x_2x_3x_4 - 4.46 x_1x_2^2 + 3.45 x_1x_2x_3 - 5.06 x_1x_2x_4 - 3.46 x_1x_2^2 - 0.81 x_1x_2x_3x_4 \quad (5.4)$$

dimana y_2 didefinisikan sebagai rendemen NH₃-N dalam hasil filtrasi dan x_1, x_2, x_3 and x_4 merupakan ABFR, HRT, MLSS, dan pH.

Efek dari Aerasi (ABFR) dan MLSS pada TSS rendemen seperti terlihat pada gambar dibawah ini menunjukkan bahwa TSS rendemen meningkat dengan pertambahan ABFR dari 2.10 to 3.00 ml/min (Gambar 5.3). Sementara itu TSS rendemen meningkat jika konsentrasi MLSS bertambah dari 4.50 to 6.00 g/L (Gambar 5.4). Based on the results, the maximum removal of 99.83% is obtained when ABFR and MLSS are 2.25 ml/min, and 4.50 g/L, respectively, at maintained HRT and of 225 min and 6.5, respectively. It should be noted that TSS removal decreased when MLSS changed from 3.00 to 6.00 g/L. It is worth to note that increase in MLSS concentration (3.00 g/L), resulted in increase of TSS removal, however increase in MLSS to 6.00 g/L slightly decreased TSS removal. It was suggesting that the performance of process was essentially governed by MLSS concentration. A highest peak at approximately MLSS of 3.00 g/L was observed in the resulted TSS removal contour plot.

Gambar 5.5 dan 5.6 menunjukkan bahwa NH₃-N rendemen terjadi tanpa perubahan dengan penambahan Aerasi. Selain itu, NH₃-N rendemen menunjukkan nilai maksimum pada kecepatan aerasi 2,25 mL/min pada saat HRT dijaga pada nilai 300 menit. Nilai serupa juga didapat pada ilustrasi yang ditunjukkan pada gambar 5.5 dimana NH₃-N rendemen meningkat dengan

peningkatan ABFR dari 1.2 mL/menit hingga 2.25 mL/menit, dan kemudian berkurang dengan penambahan ABFR pada pH larutan 8,00.



TSS dan NH₃-N rendemen ditentukan dengan parameter operasi yang ditabulasikan pada Tabel diatas. Dari hasil yang didapat ,TSS rendemen meningkat dengan peningkatan ABFR dari 1.2 ml/menit hingga 2.1 ml/menit dan kemudian menurun dengan penambahan ABFR pada HRT 300 menit. Hal ini disebabkan karena ABFR memberikan efek secara signifikan pada TSS rendemen. Dapat disimpulkan bahwa TSS rendemen meningkat sebagai akibat dari penambahan ABFR dan pengurangan MLSS concentration. Meskipun penambahan lanjut dari ABFR menyebabkan penurunan TSS rendemen. Hal ini disebabkan karena reduksi gaya polarisasi akibat dari turbulensi., walaupun aerasi dapat menyebabkan reduksi ukuran partikel akibat dari shear-induced diffusion dan gaya inersia. Rendemen maksimum dari TSS dan NH₃-N dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kondisi proses optimum untuk faktor dan maksimum untuk rendemen dengan standard deviation (S.D.)

Faktor	Nilai optimum	S.D.
y1 (TSS,%)	99.63	0.05
y2 (NH ₃ -N,%)	92.89	0.29
x1 (Aerasi, ml/min)	2.25	-
x2 (HRT, min)	276.93	-
x3 (MLSS, g/L)	4.50	-
x4 (pH)	6.50	-

.....

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas.

Luaran wajib yang dijanjikan telah dipenuhi yaitu Pada tahun pertama adalah paten yang telah didaftarkan dengan nomor P00201806696 dengan judul invensi Komposisi optimum ultramembran untuk pengolahan limbah cair industri kelapa sawit (Paten pada lampiran 1). Selanjutnya pada tahun kedua adalah prototipe yang dihasilkan berupa sistem ultramembran dengan kapasitas 150L/menit yang akan dioperasikan di lapangan pada tahun ketiga. Sistem sudah diuji di laboratorium sesuai dengan TKT 4 yang dijanjikan (gambar sistem pada lampiran 2).

Untuk luaran tambahan:

Jurnal Internasional : Journal of advanced membrane science and technology Vol 23 No 02 August 2019, 1-10, Universiti Teknologi Malaysia, URL <https://doi.org/10.11113/amst.v23n2.147>,

Keynote speaker pada ICHMCEE2019 conference dengan bukti prosiding abstract yang telah dilaksanakan pada tanggal 9-11 September 2019 di National institute of Technology Tiruchirappalli India.

Prosiding International of LIS2019 yang dilaksanakan pada tanggal 26 September 2019 di Politeknik Mersing Johor Malaysia.

Draft buku ajar dengan judul Integrasi proses dan efisiensi energi yang akan berISBN pada tahun ketiga.

Visiting Lecturer di Universiti Teknologi Malaysia selama 1 bulan

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUPPT). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui Simlitabmas.

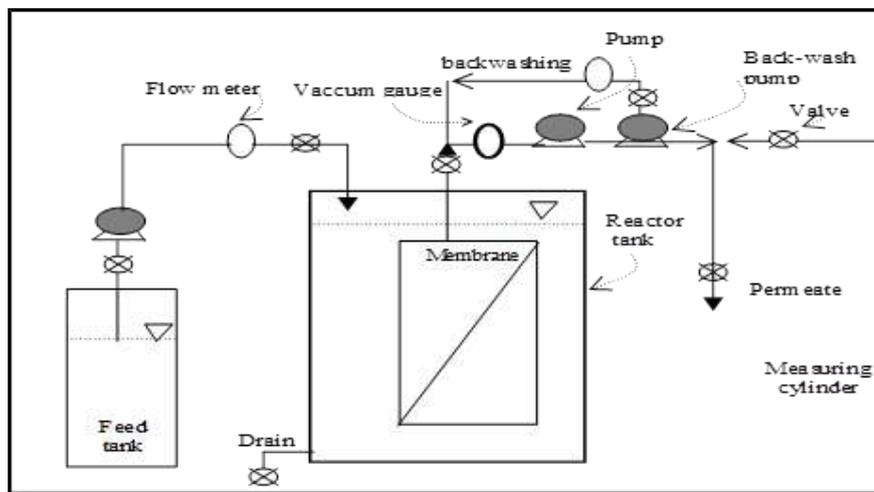
Peran mitra dalam penelitian terapan unggulan perguruan tinggi (PTUPT) ini sangat baik dan berupa menyediakan fasilitas data, sarana dan prasarana dalam pengambilan sampel dan beberapa analisis dari limbah cair industri kelapa sawit dari PTPN VII Betung yang diperlukan peneliti

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

...Hingga saat ini belum ada kendala yang berarti yang dihadapi sehingga proses penelitian dapat dijalankan dengan baik dan lancar. Komunikasi dan kerjasama dengan mitra baik dari PTPN VII Betung sebagai tempat mengambil data limbah dan limbahcairnya sendiri juga Advanced membrane technology research center (AMTEC Universiti Teknologi Malaysia) tempat membuat membran sekaligus menganalisa struktur dan morfologi membran sangat mendukung berjalannya penelitian. Pembuatan hollowfiber dan flat sheet membrane di laboratorium AMTEC dan analisis FESEM, AFM, FTIR, XRD, contact angle, tensile strength yang diperlukan untuk analisis data lengkap didapat di AMTEC UTM.

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

...Tahapan selanjutnya adalah menghasilkan prototype unit separasi optimied backwash method untuk diaplikasikan pada pengguna (prototipe), sebagaimana yang diilustrasikan dalam diagram alir pada gambar 3



Gambar 3 Layout Penelitian Tahun Ketiga

Sistem ini akan dibawa ke pengguna dan dioperasikan di PTPN VII Betung pada stasiun limbah cair tahap 2 sebelum proses aerobik yang selama ini dilakukan pada kolam aerobik. Sistem membran digunakan sebagai pengganti proses aerobik yang memerlukan waktu lama dan lahan yang besar. Sehingga dengan menggunakan sistem membran ini diharapkan dapat mengefisiensi lahan dan operasional secara umum pada proses yang selama ini dilakukan oleh PTPN VII Betung.

Adapun rencana yang akan dilakukan untuk mencapai luaran yang dijanjikan adalah dengan mempresentasikan terlebih dahulu prototipe ke pihak manajemen PTPN VII Betung terutama pada unit pengolahan limbah, dan memoperasikan prototipe yang telah dihasilkan untuk mengolah limbah cair yang dihasilkan industri tersebut.

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

PUSTAKA

1. Awaludin. 2003. Systematic beef cattle integration in oil palm plantation with emphasis on the utilization of undergrowth. Pros. Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Bengkulu, 9-10 September 2003.
2. Bienati, B., Bottino, A., Cappanelli, G., Comite, A., "Characterization and performance of different types of hollow fibre membranes in a laboratory-scale MBR for the treatment of industrial wastewater", Desalination, vol. 231, pp. 133-140, 2008.

3. Bottino, A., Capannelli, G., Comite, A., Mangano, R., "Critical flux in submerged membrane bioreactors for municipal wastewater treatment", *Desalination*, vol., 245, pp. 748-753, 2009.
4. Cao, X., Ma, J., Shi, X., Ren, Z., "Effect of TiO₂ nanoparticle size on the performance of PVDF membrane", *Appl. Surf. Sci.*, vol. 253, pp. 2003-2010, 2006.
5. Carroll, T., Booker, N.A., "Axial features in the fouling of hollow-fibre membranes", *J. Membr. Sci.*, vol 168, no.1-2, pp. 203-212, 2000.
6. Elisabeth, G. 2003. Pemanfaatan hasil samping industri kelapa sawit sebagai bahan pakan ternak sapi potong. Pros. Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Bengkulu, 9-10 September 2003.
7. Environmental Quality (Industrial Effluent) Regulation 2009, [http://www.mkma.org/Environmental Regulation2009.htm.](http://www.mkma.org/Environmental%20Regulation2009.htm), Retrieved on 25 May 2011.
8. Huang, H., Schwab, K., Jacangelo, J.G., "Pretreatment for low pressure membranes in water treatment: a review", *Environ.Sci.Tech.*, vol 43, no. 9, pp 3011-3019, 2009.
9. Khayet, M., Matsuura, T., "Preparation and characterization of polyvinylidene fluoride membranes for membrane distillation", *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 40, pp. 5710-5718, 2010.
10. Naibaho. 2006. Teknologi Pengolahan Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan. 2006.
11. Nguyen, A.H., Narbaitz, R.M., Matsuura, T., "Impacts of hydrophilic membrane additives on the ultrafiltration of river water", *J. Environ. Eng., ASCE*, vol 133, no. 5, pp. 515-522, 2007.
12. Sablani, S.S. Goosen, M.F.A. Al-Belushi, R. Wilf, M., "Concentration polarization in ultrafiltration and reverse osmosis: a critical review", *Desalination*, vol. 141, pp.269-289, 2001.
13. Suharto,. 2013. Pengalaman pengembangan usaha sistem integrasi sapi-kelapa sawit di Riau. Pros. Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Bengkulu, 9-10 September 2013.
14. Yuliwati, E. and Ismail, A.F., "Effect of additives concentration on the surface properties and performance of PVDF ultrafiltration membranes for refinery produced wastewater treatment", *Desalination*, vol. 273, pp. 226-234, 2011.
15. Yuliwati, E. and Ismail, A.F., Matsuura, T., Kassim, M.A., Abdullah, M.S., "Effect of modified PVDF hollow fiber submerged ultrafiltration membrane for refinery wastewater treatment", *Desalination*, vol. 283, pp. 214-220, 2011.
16. Yuliwati, E. Ismail, A.F., Matsuura, Kassim, M.A., Abdullah, M.S., "Characterization of surface-modified porous PVDF hollow fibers for refinery wastewater treatment using microscopic observation", *Desalination*, vol. 283, pp. 206-213, 2011.
17. Erna Yuliwati dan Christofora Desi Kusmindari, "Pengaruh Hydrophilicity Membran Ultrafiltrasi untuk Pengolahan Limbah Industri Kelapa Sawit", *Prosiding Seminar Nasional Badan Kerjasama Sarjana Teknik Industri*, 2014.
18. Yuliwati, E and Mohruni, A.S., "Membrane Processing of Refined Palm Oil Wastewater using TiO₂ Entrapped Nanoporous PVDF Membrane", *Applied Mechanics and Materials Vols 548-549*, pp. 16-20, 2014.
19. Zhao, Y.H., Qian, Y.L., Zhu, B.K., Xu, Y.Y., "Modification of porous poly(vinylidene fluoride) membrane using amphiphilic polymers with different structures in phase inversion process", *J. Membr. Sci.*, vol. 310, no. 1-2, pp. 567-576, 2008
20. Zularisam, A.W., Ismail, A.F., Salim, R., "Behaviour of natural organic matter in membrane filtration for surface water treatment: a-review", *Desalination*, vol. 194, pp. 211-231, 2006..

PROTEKSI ISI LAPORAN AKHIR PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

LAPORAN AKHIR PENELITIAN MULTI TAHUN

ID Proposal: b39ae1df-6edc-4868-9ce4-f377c6cc00e2
Laporan Akhir Penelitian: tahun ke-3 dari 3 tahun

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

SEPARASI LIMBAH CAIR INDUSTRI KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI SEBAGAI PARAMETER LINGKUNGAN

B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Lingkungan	-	Separasi limbah industri	Teknik Kimia

C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Desentralisasi	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi	SBK Riset Terapan	SBK Riset Terapan	5	3

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama, Peran	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
ERNA YULIWATI Ketua Pengusul	Universitas Muhammadiyah Palembang	Teknik Kimia		104596	6
Dr ELFIDIAH Anggota Pengusul 1	Universitas Muhammadiyah Palembang	Teknik Kimia		5983799	0
ANI MELANI Anggota Pengusul 2	Universitas Muhammadiyah Palembang	Teknik Kimia		5987219	0

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
Mitra Calon Pengguna	Kepala PTPN VII Betung

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
3	Dokumentasi hasil uji coba produk	Ada	-

Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
--------------	--------------	---	--

5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi 12.

Total RAB 3 Tahun Rp. 126,594,000

Tahun 1 Total Rp. 0

Tahun 2 Total Rp. 0

Tahun 3 Total Rp. 126,594,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Analisis Data	Honorarium narasumber	OJ	1	1,500,000	1,500,000
Analisis Data	Tiket	OK (kali)	1	4,000,000	4,000,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	OH	2	400,000	800,000
Analisis Data	Transport Lokal	OK (kali)	5	250,000	1,250,000
Analisis Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	6	200,000	1,200,000
Analisis Data	Uang Harian	OH	6	250,000	1,500,000
Analisis Data	Penginapan	OH	6	550,000	3,300,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	P (penelitian)	15	250,000	3,750,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	Unit	15	400,000	6,000,000
Bahan	ATK	Paket	1	6,000,000	6,000,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Unit	1	20,000,000	20,000,000
Bahan	Barang Persediaan	Unit	50	40,000	2,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	Paket	1	2,500,000	2,500,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Paket	1	7,000,000	7,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	Paket	1	500,000	500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Paket	1	1,800,000	1,800,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	Paket	1	6,000,000	6,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	Paket	1	2,000,000	2,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	2	200,000	400,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di luar kantor	OH	2	300,000	600,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	OH	2	500,000	1,000,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	1	200,000	200,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	Paket	2	422,000	844,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di luar kantor	OH	2	350,000	700,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	OH	2	150,000	300,000
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	OH/OR	3	150,000	450,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di dalam kantor	OH	3	200,000	600,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	OJ	4	250,000	1,000,000
Pengumpulan Data	Transport	OK (kali)	5	150,000	750,000
Pengumpulan Data	Uang Harian	OH	20	200,000	4,000,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	OH	30	100,000	3,000,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Unit	1	41,400,000	41,400,000
Sewa Peralatan	Transport penelitian	OK (kali)	1	250,000	250,000

6. HASIL PENELITIAN

A. RINGKASAN: Tuliskan secara ringkas latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian.

Air buangan pabrik kelapa sawit dengan nilai Biochemical oxygen demand (BOD),

chemical oxygen demand (COD) padatan tersuspensi dan kandungan total padatan yang tinggi merupakan sumber pencemar yang sangat potensial. Limbah cair yang berasal dari industri sangat bervariasi, serta tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri. Proses kimia seringkali kurang efektif dikarenakan biaya untuk pembelian bahan kimianya cukup tinggi dan pada umumnya pengolahan air limbah secara kimia akan menghasilkan sludge yang cukup banyak, sehingga industri harus menyediakan prasarana untuk penanganan sludge. Mengolah limbah cair industri kelapa sawit dengan menggunakan metode proses kombinasi, yaitu fisika dan biologi. Penurunan kualitas air juga disebabkan oleh adanya kandungan bahan organik dan anorganik yang berlebihan. Penggunaan filtrasi menggunakan teknologi membran telah dilakukan dan mendapatkan hasil yang potensial untuk diterapkan pada kondisi sebenarnya.

Membran

komposit PVDF diproduksi dengan menambahkan bahan organik dan anorganik untuk mendapatkan polimer fungsional yang cocok untuk pembuatan membran dengan meningkatkan hidrofilitas dan resistensi pengotoran. Selain itu, membran PVDF ditemukan sebagai bahan membran yang efektif untuk pengolahan air limbah kelapa sawit karena meningkatkan fluks dan kemampuan tahan fouling. Hollowfiber membrane yang mengandung aditif PVDF/TiO₂/DMAc dibuat dengan menggunakan proses dry jet wet spinning. Untuk meningkatkan sifat antifouling membran, 2% titanium oksida anorganik (TiO₂) ditambahkan ke dalam larutan polimer PVDF. Karakterisasi membran, pemotongan berat molekul (MWCO), dan retensi untuk air limbah model kelapa sawit dilakukan.

Membran

terbaik PVDF/TiO₂ memiliki fluks air murni 92,8 L / m².jam dan MWCO nominal 61 kDa dengan tingkat retensi lebih dari 91%. Studi FESEM membran komposit PVDF/TiO₂ menunjukkan struktur penampang yang cukup simetris yang mengandung empat lapisan ketika jarak celah udara bervariasi dari 0 hingga 7 cm. Dua lapisan struktur mirip jari (finger like) di tepi serat berlubang dan dua rongga mirip bercampur dengan lapisan makrovoids di penampang tengah. Sementara analisis Atomic force Microscopy (AFM) menunjukkan bahwa serat berongga pental basah memiliki permukaan luar yang lebih kasar daripada serat pental basah kering jet. Fluks yang dihasilkan tidak sebanding dengan kekasaran rata-rata permukaan eksternal tetapi permeasi air yang lebih tinggi dan pemisahan zat terlarut yang diamati untuk membran komposit dengan kekasaran eksternal rata-rata menghasilkan nilai yang lebih rendah. Hidrofilitas membran PVDF Ringkasan penelitian tidak lebih dari 500 kata yang berisi latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian

yang diusulkan.
dan keterbasahan permukaan ditingkatkan karena partikel TiO₂. Secara signifikan, kekuatan mekanik membran juga ditingkatkan dengan penambahan TiO₂, oleh karena itu, PVDF/TiO₂ dalam penelitian ini menghasilkan kecenderungan pengotoran yang jauh lebih rendah daripada membran PVDF murni. Komposisi dari komposit ini dapat dioptimasi dengan menggunakan response surface methodology (RSM) , dimana RSM merupakan turunan dari teknik matematika dan statistik, yang digunakan untuk mempelajari pengaruh dari beberapa faktor pada tingkatan yang berbeda yang telah dilaksanakan pada tahun kedua. Pada tahun ketiga ini pengembangan sistem separasi dilakukan dalam skala pilot project untuk memfiltrasi limbah cair industri kelapa sawit di PTPN VII Betung . Kapasitas yang dibuat adalah 100 L/jam dengan menggunakan sistem water softener dan membran ultrafiltrasi kombinasi sistem backwash.

B. KATA KUNCI: Tuliskan maksimal 5 kata kunci.

Limbah Cair, membrane komposit, polimer, ultrafiltrasi

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

PROTEKSI ISI LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN MULTI TAHUN

ID Proposal: b39ae1df-6edc-4868-9ce4-f377c6cc00e2
Laporan Kemajuan Penelitian: tahun ke-3 dari 3 tahun

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

SEPARASI LIMBAH CAIR INDUSTRI KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI SEBAGAI PARAMETER LINGKUNGAN

B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Lingkungan	-	Separasi limbah industri	Teknik Kimia

C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Desentralisasi	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi	SBK Riset Terapan	SBK Riset Terapan	5	3

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama, Peran	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
ERNA YULIWATI Ketua Pengusul	Universitas Muhammadiyah Palembang	Teknik Kimia		104596	6
Dr ELFIDIAH Anggota Pengusul 1	Universitas Muhammadiyah Palembang	Teknik Kimia		5983799	0
ANI MELANI Anggota Pengusul 2	Universitas Muhammadiyah Palembang	Teknik Kimia		5987219	0

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
Mitra Calon Pengguna	Kepala PTPN VII Betung

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
3	Dokumentasi hasil uji coba produk	Ada	-

Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
--------------	--------------	---	--

5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi 12.

Total RAB 3 Tahun Rp. 126,594,000

Tahun 1 Total Rp. 0

Tahun 2 Total Rp. 0

Tahun 3 Total Rp. 126,594,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Analisis Data	Honorarium narasumber	OJ	1	1,500,000	1,500,000
Analisis Data	Tiket	OK (kali)	1	4,000,000	4,000,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	OH	2	400,000	800,000
Analisis Data	Transport Lokal	OK (kali)	5	250,000	1,250,000
Analisis Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	6	200,000	1,200,000
Analisis Data	Uang Harian	OH	6	250,000	1,500,000
Analisis Data	Penginapan	OH	6	550,000	3,300,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	P (penelitian)	15	250,000	3,750,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	Unit	15	400,000	6,000,000
Bahan	ATK	Paket	1	6,000,000	6,000,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Unit	1	20,000,000	20,000,000
Bahan	Barang Persediaan	Unit	50	40,000	2,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	Paket	1	2,500,000	2,500,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Paket	1	7,000,000	7,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	Paket	1	500,000	500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Paket	1	1,800,000	1,800,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	Paket	1	6,000,000	6,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	Paket	1	2,000,000	2,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	2	200,000	400,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di luar kantor	OH	2	300,000	600,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	OH	2	500,000	1,000,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	1	200,000	200,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	Paket	2	422,000	844,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di luar kantor	OH	2	350,000	700,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	OH	2	150,000	300,000
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	OH/OR	3	150,000	450,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di dalam kantor	OH	3	200,000	600,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	OJ	4	250,000	1,000,000
Pengumpulan Data	Transport	OK (kali)	5	150,000	750,000
Pengumpulan Data	Uang Harian	OH	20	200,000	4,000,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	OH	30	100,000	3,000,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Unit	1	41,400,000	41,400,000
Sewa Peralatan	Transport penelitian	OK (kali)	1	250,000	250,000

6. KEMAJUAN PENELITIAN

A. RINGKASAN: Tuliskan secara ringkas latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian.

RINGKASAN

Air buangan pabrik kelapa sawit dengan nilai Biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD) padatan tersuspensi dan kandungan total padatan yang tinggi merupakan sumber pencemar yang sangat potensial. Limbah cair yang berasal dari industri sangat bervariasi, serta tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri. Proses kimia seringkali kurang efektif dikarenakan biaya untuk pembelian bahan kimianya cukup tinggi dan pada umumnya pengolahan air limbah secara kimia akan menghasilkan sludge yang cukup banyak, sehingga industri harus menyediakan prasarana untuk penanganan sludge. mengolah limbah cair industri kelapa sawit dengan menggunakan metode proses kombinasi, yaitu fisika dan biologi. Penurunan kualitas air juga disebabkan oleh adanya kandungan bahan organik dan anorganik yang berlebihan.

Penggunaan filtrasi menggunakan teknologi membran telah dilakukan dan mendapatkan hasil yang potensial untuk diterapkan pada kondisi sebenarnya. Membran komposit PVDF diproduksi dengan menambahkan bahan organik dan anorganik untuk mendapatkan polimer fungsional yang cocok untuk pembuatan membran dengan meningkatkan hidrofilitas dan resistensi pengotoran. Selain itu, membran PVDF ditemukan sebagai bahan membran yang efektif untuk pengolahan air limbah kelapa sawit karena meningkatkan fluks dan kemampuan tahan fouling. Hollowfiber membrane yang mengandung aditif PVDF/TiO₂/DMAc dibuat dengan menggunakan proses dry jet wet spinning. Untuk meningkatkan sifat antifouling membran, 2% titanium oksida anorganik (TiO₂) ditambahkan ke dalam larutan polimer PVDF. Karakterisasi membran, pemotongan berat molekul (MWCO), dan retensi untuk air limbah model kelapa sawit dilakukan. Membran terbaik PVDF/TiO₂ memiliki fluks air murni 92,8 L / m².jam dan MWCO nominal 61 kDa dengan tingkat retensi lebih dari 91%. Studi FESEM membran komposit PVDF/TiO₂ menunjukkan struktur penampang yang cukup simetris yang mengandung empat lapisan ketika jarak celah udara bervariasi dari 0 hingga 7 cm. Dua lapisan struktur mirip jari (finger like) di tepi serat berlubang dan dua rongga mirip bercampur dengan lapisan makrovoids di penampang tengah. Sementara analisis Atomic force Microscopy (AFM) menunjukkan bahwa serat berongga pental basah memiliki permukaan luar yang lebih kasar daripada serat pental basah kering jet. Fluks yang dihasilkan tidak sebanding dengan kekasaran rata-rata permukaan eksternal tetapi permeasi air yang lebih tinggi dan pemisahan zat terlarut yang diamati untuk membran komposit dengan kekasaran eksternal rata-rata menghasilkan nilai yang lebih rendah. Hidrofilitas membran PVDF

Ringkasan penelitian tidak lebih dari 500 kata yang berisi latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian yang diusulkan.

dan keterbasahan permukaan ditingkatkan karena partikel TiO₂. Secara signifikan, kekuatan mekanik membran juga ditingkatkan dengan penambahan TiO₂, oleh karena itu, PVDF/TiO₂ dalam penelitian ini menghasilkan kecenderungan pengotoran yang jauh lebih rendah daripada membran PVDF murni. Komposisi dari komposit ini dapat dioptimasi dengan menggunakan response surface methodology (RSM) , dimana RSM merupakan turunan dari teknik matematika dan statistik, yang digunakan untuk mempelajari pengaruh dari beberapa faktor pada tingkatan yang berbeda yang telah dilaksanakan pada tahun kedua. Pada tahun ketiga ini pengembangan sistem separasi dilakukan dalam skala pilot project untuk memfiltrasi limbah cair industri kelapa sawit di PTPN VII Betung . Kapasitas yang dibuat adalah 100 L/jam dengan menggunakan sistem water softener dan membran ultrafiltrasi kombinasi sistem backwash.

B. KATA KUNCI: Tuliskan maksimal 5 kata kunci.

Limbah Cair, membrane komposit, polimer, ultrafiltrasi

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan sesingkat mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

A. Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit dengan Membran Ultrafiltrasi

Teknik pengolahan limbah cair industri kelapa sawit pada umumnya menggunakan metode pengolahan limbah kombinasi, yaitu dengan sistem proses anaerobik dan aerobik. Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik kemudian dialirkan ke bak penampungan untuk dipisahkan antara minyak yang terikut dan limbah cair. Setelah itu maka limbah cair dialirkan ke bak anaerobik untuk dilakukan proses anaerobik. Pengolahan limbah secara anaerobik merupakan proses degradasi senyawa organik seperti karbohidrat, protein dan lemak yang terdapat dalam limbah cair oleh bakteri anaerobik tanpa kehadiran Oksigen menjadi biogas yang terdiri dari CH₄ (50-70%), serta N₂, H₂, H₂S dalam jumlah kecil. Waktu tinggal limbah cair pada bioreaktor anaerobik adalah selama 30 hari. Setelah proses anaerobik maka dilakukan analisa karakteristik effluen yang dihasilkan.

Membrane dipersiapkan melalui phase inversion method. Komposisi membran ultrafiltrasi yang digunakan dengan menggunakan bahan polimer utama yaitu polyvinyl fluorida (PVDF) 16 % berat dengan ditambah bahan aditif organik, Titanium dioksida (TiO₂) yang bervariasi persentasenya, yaitu 0-2 % berat.

Chao et al. [2006] memodifikasi dalam penelitiannya yang menggunakan PVDF dan 10% berat titanium dioksida untuk memproduksi lembaran membran. Permukaan membran yang dihasilkan terdiri dari ikatan ion hidroksil yang dapat meningkatkan nilai fluks membran. Yuliwati et al. [2010] menggambarkan bahwa ada efek dari 3 ikatan hidroksil antara atom Fluor dalam PVDF dan atom oxygen dalam TiO₂. Asosiasi antara PVDF dan TiO₂ juga mengubah potensial permukaan PVDF. Dalam penelitian tersebut, penambahan persentase TiO₂ yang besar akan sulit homogen dalam larutan membran karena ukuran nano dari TiO₂ dapat menyebabkan penggumpalan dan pengendapan yang melemahkan effect dari ukuran nano tersebut.

A.1 Analisa Fluks

Analisa permukaan membran dilakukan dengan menggunakan modul membrane yang telah dibentuk U-bend, yang memiliki luas permukaan 11,23 dm². Fluks dari air sampel diukur dengan tekanan 100 kPa menggunakan rumus sebagai berikut,

$$F = V/At \quad (1)$$

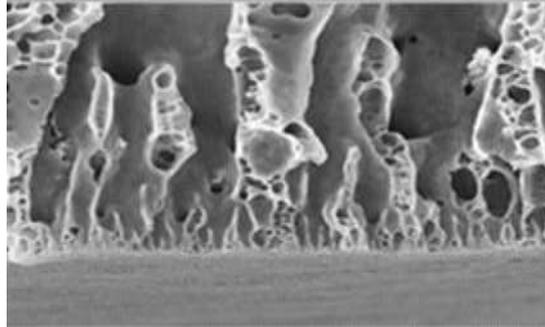
dimana F adalah fluks air yang telah difiltrasi (L/m²h), V adalah volume permeat (air yang telah difiltrasi (l), A adalah luas permukaan membran (cm²) and t adalah waktu (h).

A.2. Analisa Struktur Permukaan Membran dengan FESEM/AFM

Field emission scanning electronic microscope (FESEM, Hitachi Model S-520 Japan) adalah peralatan yang digunakan untuk menyelidiki cross-section PVDF membran yang digunakan pada penelitian ini [16]. Demikian juga untuk permukaan membran digunakan Atomic Force Microscopy (AFM- tapping mode nanoscope III equipped with a 1553D scanner, SPA-300 HV, USA) untuk mengetahui kekasaran permukaan membran. Analisa yang dilakukan diawali dengan merendam sampel dalam nitrogen cair dan kemudian melapisnya dengan platina. Selanjutnya sampel akan dianalisa dengan FESEM dan AFM pada beberapa skala pembesaran.

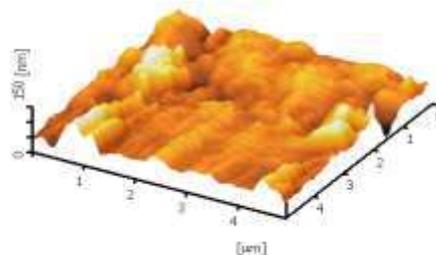
Gambar 1 mengilustrasikan perubahan positif dari struktur pori membran akibat penambahan partikel nano TiO₂. TiO₂ memiliki area spesifik yang tinggi dan karakter hydrophilicity (suka akan air) yang juga tinggi. Hal ini disebabkan karena efek perpindahan massa selama proses spinning. Gambar potongan melintang (cross-section) terdiri dari finger-like macrovoids yang memanjang membran berongga dari bagian dalam ke arah permukaan luarnya. Sedangkan di bagian tengah potongan melintang membran berongga terdiri dari sponge-like

layer. Fenomena ini dapat dijelaskan dengan efek kinetika dari laju kecepatan pertukaran pelarut-non pelarut dalam proses phase-inversion. Pada konsentrasi TiO₂ yang rendah, peningkatan jumlah hidrofilik TiO₂ cenderung untuk memberi kesempatan air untuk masuk ke dalam larutan polimer. Hal ini menyebabkan penambahan ukuran panjang dari finger-like macrovoids dan mengurangi ketebalan sponge-like layer. Sementara itu, pada konsentrasi TiO₂ yang tinggi, penambahan viskositas polimer akan terjadi dan hal ini menyebabkan laju kecepatan air masuk ke dalam larutan polimer akan menurun. Keadaan ini menghasilkan finger-like yang lebih pendek dan sponge-like layer yang lebih tebal [12].



Gambar 1. Cross-section FESEM membran ultrafiltrasi

Gambar 2 menampilkan gambar permukaan luar membran ultrafiltrasi yang digunakan, dimana kekasaran (roughness) permukaan membran mempengaruhi hasil filtrasi. Jumlah lekukan (noodle) yang terlihat mempengaruhi kekasaran permukaan yang secara teoritis akan ada gaya vander waals yang akan menangkap suspended solids dalam lekukan tersebut. Pada proses filtrasi yang berjalan dalam waktu yang telah ditentukan sesuai dengan HRT kemampuan membran akan menurun disebabkan akumulasi deposit suspended solid di permukaan membran. Namun hal ini juga akan menjadi masalah jika kekasaran permukaan membran mendekati rata (smooth). Filtrate yang akan disaring akan memantul tidak memasuki pori disebabkan karena gaya vander waals yang lebih kecil dari gaya tarik menarik akibat fenomena turbulensi yang diciptakan dari kecepatan aerasi. Sehingga kekasaran (Ra) optimum untuk proses ini adalah 8.02 untuk mendapatkan hasil filtrasi maksimum.



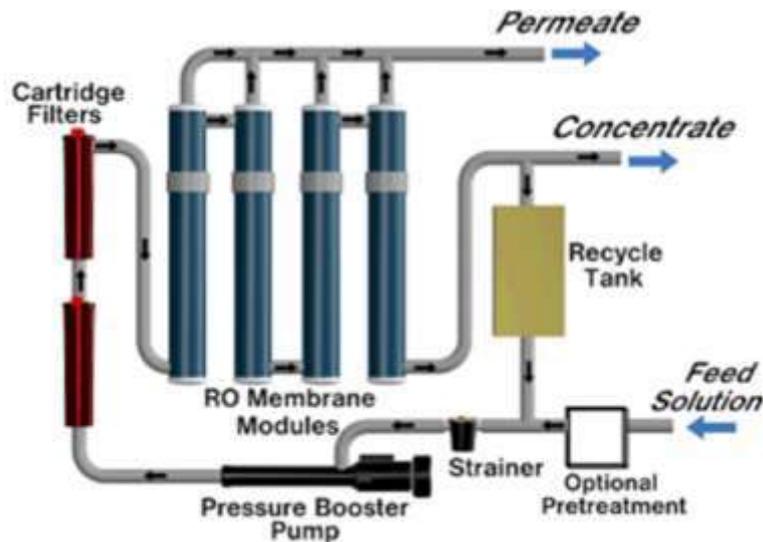
Gambar 2. AFM permukaan membran ultrafiltrasi

Deskripsi Sistem Membran Ultrafiltrasi modifikasi Backwash

Diagram Alir dibawah ini menggambarkan tahapan aliran proses separasi ultrafiltrasi yang dikembangkan.

Sistem Ultrafiltrasi/Reverse Osmosis dilengkapi dengan water softener sangat baik digunakan untuk air yang memiliki kontaminan anorganik terlarut, terutama air yang mengandung nitrat yang berasal dari limbah pertanian. Beberapa kontaminan yang dapat dihilangkan oleh filter seperti berikut: Ion dan Logam Arsen, Aluminium, Barium, Kadmium, Kalsium, Klorida, Kromium, Tembaga, Fluorida, Besi, Timbal, Magnesium, Mangan, Merkuri, Nitrat, Kalium, Radium, Selenium, Perak, Natrium, Sulfat, Besi. Partikel-partikel Asbestos, Protozoa, Cryptosporidium, Pestisida Endrin, Heptaklor, Lindan, Pentaklorofenol. Efisiensi membran UF/RO dalam menghilangkan kontaminan tergantung konsentrasi kontaminan, sifat-sifat kimia kontaminan, tipe dan kondisi membran, serta kondisi operasi. Setiap metode memiliki keterbatasan dalam menghilangkan kontaminan, tidak ada metode yang dapat menghilangkan semua kontaminan, dibutuhkan kombinasi antara dua metode treatment

air sehingga diperoleh air yang bersih bebas segala kontaminan. Biasanya unit RO dikombinasikan dengan karbon aktif.



Gambar 3. Diagram Alir Sistem Membran Separasi modifikasi backwash

Tahap 1 : Water Softening

Berdasarkan uraian diatas, sistem UF/RO memiliki keuntungan diantaranya mampu menghilangkan senyawa-senyawa anorganik maupun senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam air, mampu menghilangkan parasit dan mikroorganisme seperti virus, mampu menghasilkan air lebih murni dibandingkan dengan sistem destilasi dengan harga yang lebih murah. Selain itu, sistem RO tidak membutuhkan aliran listrik hanya membutuhkan tekanan tinggi untuk dapat beroperasi.

Sistem UF/RO juga memiliki beberapa kerugian diantaranya output air yang dihasilkan setelah treatment lebih sedikit, tidak mampu menghilangkan beberapa pestisida tertentu, pelarut, dan senyawa-senyawa organik volatil (VOCs) sehingga harus dilengkapi dengan filter post karbon untuk menghilangkan kontaminan tersebut, pada saat tidak diberikan tekanan, sistem RO tidak dapat beroperasi, RO memerlukan perawatan yang intensif untuk membran prefilter dan postfilter serta tanki penyimpanan harus dikontrol secara periodik Selain itu, pada sistem RO kerusakan membran sulit dideteksi.

Pertukaran Ion

Ion merupakan atom atau molekul yang bermuatan, dapat bermuatan positif maupun negatif. Secara umum metode pertukaran ion terdiri atas softening dan deionisasi. Softening utamanya digunakan sebagai metode pretreatment untuk mereduksi air sadah sebelum memasuki proses reverse osmosis (RO). Air tanah melarutkan bebatuan dan melepaskan mineral-mineral salah satunya ion kalsium dan magnesium. Keberadaan kalsium dan magnesium ini dapat menyebabkan air bersifat sadah atau lebih dikenal dengan istilah hardwater. Mineral-mineral tersebut dapat menurunkan kualitas air, terlihat dari sifat fisiknya yang nampak keruh dan berbau. Kalsium dan magnesium terdapat dalam bentuk CaCO_3 dan MgCO_3 , kedua garam tersebut dapat dihilangkan dengan pemanasan namun membutuhkan energi yang besar. Agen pembersih yang biasa digunakan untuk mencuci pakaian pun tidak mampu menghilangkan kotoran dan kuman apabila menggunakan air sadah, bahkan membuat pakaian menjadi kusam. Selain itu, mineral-mineral tersebut dapat meninggalkan kerak putih pada kamar mandi.

Kesadahan air atau water hardness dapat dihilangkan dengan metode pertukaran ion.. Water hardness dapat dinyatakan dalam grain per gallon (gpg) dan part per million (ppm) atau miligram per liter (mg/L). 1 gpg sama dengan 17 ppm(mg/L). Tabel 2 menunjukkan tingkat kesadahan air.

Pertukaran ion mampu menghilangkan ion Ca dan Mg penyebab kesadahan air dan menggantinya dengan ion yang tidak menyebabkan kesadahan seperti ion Na. Na dapat diperoleh dari garam NaCl. Untuk mengatasi

kesadahan (hardness) dapat digunakan suatu softener yang mengandung resin pertukaran mikropori, biasanya berupa polistirena sulfonat yang sangat jenuh dengan Na, menutupi seluruh permukaan resin. Resin menukar dua ion Na^+ untuk setiap ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} yang akan dihilangkan. Air akan melewati resin ini, ion Ca dan Mg yang berasal dari air sadah menyerang resin dan menggantikan posisi ion Na dalam resin sehingga resin melepaskan ion Na ke dalam air. Proses tersebut merupakan proses softening air sadah seperti terlihat pada Gambar 7. Setelah proses softening dalam jumlah besar, resin menjadi jenuh dengan ion Ca dan Mg sehingga resin harus diregenerasi (Gambar 7). Resin yang telah jenuh ditambahkan larutan pencuci yang mengandung ion Na (brine solution) sehingga ion Na akan menggantikan kembali posisi ion Ca dan Mg dalam resin, ion Ca dan Mg keluar sebagai wastewater.

Water softener diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu:

- **Manual:** Operator menutup dan membuka kran untuk mengontrol frekuensi, tingkat dan waktu regenerasi.
- **Semi-automatic:** Operator hanya mengawasi siklus regenerasi, tombol ditekan saat softener perlu untuk diregenerasi, kemudian unit akan mengontrol dan melengkapi proses regenerasi.
- **Automatic:** Softener dilengkapi pengatur waktu yang secara otomatis akan mengawasi siklus regenerasi dan setiap tahapan dalam proses tersebut. Operator hanya perlu mengatur waktu dan menambahkan garam sesuai kebutuhan. Regenerasi umumnya dilakukan saat penggunaan air sedikit, yaitu sekitar jam 4 pagi atau tengah malam. Tipe softener ini paling populer digunakan.
- **Demand Initiated Regeneration (DIR):** Semua operasi diawali secara otomatis tergantung respon penggunaan air dan permintaan akan proses softening. Sistem DIR secara umum mempunyai dua tanki softening dan satu tanki larutan pencuci (brine solution). Pada saat sedang berlangsung proses softening pada satu tanki, akan berlangsung proses regenerasi pada tanki lainnya.
- **Off-site regeneration:** Penggunaan tanki softening secara fisik diganti dengan tanki regenerasi.

Setelah proses softening kemudian diregenerasi.

Perawatan untuk softener tergantung tipe softener yang digunakan. Tanki larutan pencuci harus selalu diperiksa dan dibersihkan secara teratur. Frekuensi pembersihan bergantung pada tipe dan kemurnian garam yang digunakan dalam proses softening serta karakteristik air yang akan ditreatment. Proses backwash resin sangat penting untuk efisiensi regenerasi. Apabila proses backwash dilakukan semi-otomatis, backwash sebaiknya tetap dilanjutkan sampai diperoleh air yang benar-benar bersih. Apabila proses backwash dilakukan secara otomatis, atur waktu backwash cukup lama sehingga diperoleh air bersih. Kandungan besi > 5 ppm, mangan atau hidrogen sulfida yang cukup tinggi dalam air akan mereduksi efektivitas softener, apabila ini terjadi resin harus dibersihkan terlebih dahulu atau bahkan diganti.

Keuntungan purifikasi air dengan metode pertukaran ion melalui proses softening diantaranya dapat menghilangkan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} sehingga air lebih bersih dan lembut untuk pakaian, membuat mesin cuci dan alat rumah tangga lainnya tahan lama, deterjen ataupun sabun yang digunakan pun lebih sedikit. Adapun kerugian metode ini diantaranya air hasil softening tidak direkomendasikan untuk menyiram tanaman dan kebun karena kandungan natriumnya, dapat mereduksi efektivitas sistem septik dan selokan, beresiko terhadap kesehatan akibat pemasukan natrium yang tinggi ke dalam tubuh.

Masalah kesadahan air untuk keperluan mencuci dapat direduksi dengan menggunakan deterjen yang telah ditambahkan formula kimia softening. Beberapa senyawa kimia yang ditambahkan untuk mereduksi efek negatif dari air sadah meliputi Sal soda dan Calgon. Sal soda dikombinasikan dengan kalsium dan magnesium membentuk partikel padat, merupakan zat aditif pengendap, tidak bersih secara sempurna karena partikel padat kemungkinan melekat pada serat pakaian. Calgon dikombinasikan dengan kalsium dan magnesium membentuk senyawa dalam larutan, merupakan zat aditif bukan pengendap namun berakibat negatif pada lingkungan karena kandungan fosfat yang sangat tinggi.

Deionisasi

Deionisasi merupakan suatu metode dimana aliran air akan melewati 2 material pertukaran ion dalam hal ini resin sehingga dapat menghilangkan semua kandungan garam. Deionisasi menukar baik ion H^+ (kation) maupun ion OH^- (anion). Resin penukar kation terbuat dari stirena dan divinil benzena yang mengandung gugus asam sulfonat yang akan menukarkan setiap ion H^+ untuk berbagai kation seperti Na^+ , Ca^{2+} dan Al^{3+} . Demikian halnya dengan resin penukar anion, terbuat dari stirena dan mengandung gugus ammonium kuarterner yang akan menukar setiap

ion OH⁻ dengan berbagai anion seperti Cl⁻. Ion hidrogen dari unit penukar kation dan ion hidroksil dari unit penukar anion akan membentuk air murni.

Aliran air pertama melewati resin penukar kation hanya menghilangkan ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ sebagaimana proses softening normal. Deionisasi juga dapat menghilangkan ion-ion logam positif lain selama proses dan menggantinya dengan ion H⁺. Ion logam mampu menempatkan dirinya pada resin pertukaran kation. Pertukaran ion H⁺ dan ion positif lainnya harus ekuivalen secara kimia untuk menjaga keseimbangan muatan listrik. Ion Na⁺ menggantikan 1 ion H⁺ dari resin, ion Ca²⁺ menggantikan 2 ion H⁺ dari resin, ion Fe³⁺ menggantikan 3 ion H⁺ dari resin. Hasil akhir setelah melewati penukar kation diperoleh ion H⁺ dengan konsentrasi relatif tinggi sehingga larutan bersifat asam. Dalam hal ini proses deionisasi terjadi secara parsial. Selanjutnya air akan mengalir melalui penukar anion, pertukaran terjadi antara ion OH⁻ dengan ion negatif lain seperti Cl⁻.

Deionisasi dapat menjadi komponen penting dalam sistem purifikasi air secara total ketika dikombinasikan dengan metode lain seperti RO dan adsorpsi karbon. Deionisasi mampu menghilangkan kontaminan berupa ion-ion secara efektif tetapi tidak mampu menghilangkan senyawa-senyawa organik maupun mikroorganisme. Mikroorganisme dapat menyerang resin karena resin dapat menyediakan media untuk pertumbuhan bakteri dan generasi pirogen. Secara garis besar, keuntungan deionisasi menghilangkan senyawa anorganik secara efektif, mampu diregenerasi, modal awal relatif murah. Namun terdapat beberapa kerugian dari deionisasi yaitu, tidak dapat menghilangkan partikel-partikel kecil, pirogen atau bakteri dan biaya operasionalnya relatif mahal.

Adsorpsi Karbon

Adsorpsi (penyerapan) adalah suatu proses pemisahan dimana komponen dari suatu fase fluida/cairan berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorban). Biasanya partikel-partikel kecil zat penyerap dilepaskan pada adsorpsi kimia, terbentuk ikatan kuat antara penyerap dan zat yang dijerap sehingga tidak mungkin terjadi proses yang bolak-balik (Tinsley 1979). Pada adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorban, dimana adsorbat adalah substansi yang dijerap atau substansi yang akan dipisahkan dari pelarutnya, sedangkan adsorban adalah merupakan suatu media penyerap yang dalam hal ini biasanya berbentuk padatan (Weber 1972). Pada proses ini adsorbat menempel dipermukaan adsorban membentuk suatu lapisan tipis (film). Dalam proses purifikasi air adsorban yang digunakan biasanya berupa karbon sehingga dikenal istilah proses adsorpsi karbon.

Produksi karbon aktif dunia diperkirakan 300000-400000 ton. Sekitar 80% karbon aktif diaplikasikan pada fase cair. karbon aktif dapat berasal dari arang hasil pembakaran, batu bara, lignit, produk-produk kayu, batok kelapa, dan lainnya. Karbon tersebut kemudian diaktivasi dengan memberikan uap pada suhu tinggi (2300°F) tanpa pemberian oksigen. Pada beberapa kasus, karbon juga diproses dengan asam pencuci atau dilapisi oleh suatu senyawa yang dapat menambah kemampuan karbon dalam menghilangkan kontaminan tertentu. Karbon yang telah diaktivasi memiliki ukuran partikel yang kecil dan luas permukaan yang besar sehingga memungkinkan kontaminan lebih banyak dijerap ke dalam karbon. PAC (Powdered Activated Carbon) diperoleh dengan menghaluskan karbon sehingga diperoleh karbon berupa serbuk yang sangat halus. Luas permukaan karbon aktif berkisar 500-1400 m²/g (Hassler 1974).

Karbon aktif mempunyai ukuran pori yang sangat banyak. Pori-pori ini dapat menangkap partikel-partikel yang sangat halus maupun molekul organik yang besar seperti rasa, warna, maupun bau dan menjebaknya disana. Karbon aktif memiliki jaringan pori yang sangat luas dan berubah-ubah bentuknya untuk menerima molekul kontaminan baik besar maupun kecil. Pori karbon aktif diklasifikasikan berdasarkan ukuran dan diameter pori. Variasi pori meliputi mikropori (2 nm), mesopori (2-50 nm), dan makropori (>50 nm).

Adsorpsi karbon aktif merupakan proses adsorpsi dimana kontaminan ditarik atau dijerap oleh permukaan partikel karbon (Gambar 10). Efisiensi proses adsorpsi dipengaruhi oleh karakteristik karbon (ukuran partikel, ukuran pori, luas permukaan, densitas, kekerasan) dan karakteristik kontaminan (konsentrasi, kelarutan kontaminan, penarikan kontaminan ke permukaan karbon). Adsorpsi karbon merupakan metode yang sering digunakan dalam treatment air karena kemampuannya dalam menghilangkan rasa dan bau termasuk klorin. Karbon aktif dapat menghilangkan banyak senyawa kimia dan gas, bahkan senyawa mikroorganisme. Karbon aktif sangat baik digunakan untuk menghilangkan kontaminan kelas 1 yang merupakan senyawa organik penyebab rasa dan bau menurut Environment Protect Agency(EPA). Pada proses adsorpsi, kontaminan mematahkan ikatannya dengan molekul air untuk berikatan kimia dengan media filter. Kontaminan yang dapat dihilangkan dengan karbon aktif terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Jenis kontaminan yang dapat dihilangkan dengan karbon aktif

Kontaminan	Jenis kontaminan
Ion dan Logam	Klorin, Radon
Senyawa Kimia Organik	Benzena, Karbon tetraklorida, dikloro benzena, trikoloro etilena, Trihalometana (THMs)
Pestisida	1,2,4-Triklorobenzana, 2,4-D, Atrazine

Kontaminan tidak semua dapat diatasi dengan satu metode karena semua metode memiliki keterbatasan, dan terkadang harus dikombinasikan untuk mentreatment air sehingga diperoleh air bersih. Setiap tipe karbon memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghilangkan kontaminan, tidak ada satupun karbon yang dapat menghilangkan semua kontaminan secara maksimal. Adsorpsi karbon aktif tidak dapat menghilangkan virus, bakteri, kalsium dan magnesium, fluorida, nitrat dan senyawa lainnya. Efektivitas penghilangan kontaminan yang spesifik tergantung pada sumber atau tipe karbon dan metode aktivasi. Contohnya, karbon yang paling efektif untuk menghilangkan Timbal berbeda tipe dan metode aktivasinya dengan karbon yang digunakan untuk menghilangkan klorin. Berikut adalah faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kapasitas adsorpsi.

Tahap 2 : Membran UF/RO

Dalam sistem ini akan digunakan teknologi membran telah dilakukan dan mendapatkan hasil yang potensial untuk diterapkan pada kondisi sebenarnya. Membran komposit PVDF diproduksi dengan menambahkan bahan organik dan anorganik untuk mendapatkan polimer fungsional yang cocok untuk pembuatan membran dengan meningkatkan hidrofilitas dan resistensi pengotoran. Selain itu, membran PVDF ditemukan sebagai bahan membran yang efektif untuk pengolahan air limbah kelapa sawit karena meningkatkan fluks dan kemampuan tahan fouling. Hollowfiber membrane yang mengandung aditif PVDF/TiO₂/DMAc dibuat dengan menggunakan proses dry jet wet spinning. Untuk meningkatkan sifat antifouling membran, 2% titanium oksida anorganik (TiO₂) ditambahkan ke dalam larutan polimer PVDF. Karakterisasi membran, pemotongan berat molekul (MWCO), dan retensi untuk air limbah model kelapa sawit dilakukan. Membran terbaik PVDF/TiO₂ memiliki fluks air murni 92,8 L / m².jam dan MWCO nominal 61 kDa dengan tingkat retensi lebih dari 91%.



Gambar 4. Sistem Membran Separasi modifikasi backwash

Kesimpulan

Berdasarkan pengumpulan data dan hasil analisis struktur dan performans membran ultrafiltrasi untuk pengolahan limbah cair industri kelapa sawit yang telah dilakukan di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. TiO₂/PVDF membran berpori nanometer dapat dihasilkan dengan metode *phase inversion*, dimana TiO₂ partikel berskala nano akan tersebar secara merata dalam larutan pembuat membran. Analisa FT-IR yang dilakukan merupakan pendeteksi komposisi membran yang terdiri dari campuran PVDF dan TiO₂.
2. Struktur morfologi membran yang dihasilkan dari analisa menggunakan FESEM, menghasilkan struktur pori yang dapat menyebabkan proses perpindahan massa pada tingkat efisiensi tinggi. Partikel nano dari TiO₂ terdistribusi secara merata pada penambahan jumlah TiO₂ yang rendah persentasenya, sementara itu akan tidak homogen jika ditambahkan dengan jumlah persentase yang lebih tinggi dari jumlah komposisi PVDF dalam larutan.
3. Fluks maksimum membran adalah 88,50 L/m²h dan ukuran pori permukaan membran rata-rata adalah 34,05 nm, yang dihitung pada penambahan TiO₂ antara 0-2,0 persen berat. Hasil yang terbaik didapat pada penambahan TiO₂ sebesar 1 persen berat.
4. Response surface methodology digunakan untuk mendapatkan proses kondisi optimum dari persentase filtrasi *total suspended solid* (TSS) and *ammonia nitrogen* untuk limbah industri kelapa sawit. Uji statistik yang dilakukan menunjukkan bahwa model yang dihasilkan berupa persamaan pangkat tinggi yang memiliki pengaruh signifikan terhadap proses filtrasi. Empat parameter proses yaitu kecepatan aerasi, hydraulic retention time, mixed liquor suspended solids and pH mempengaruhi efisiensi rendemen total suspended solid (TSS) an ammonia nitrogen (NH₃-N). Kondisi proses optimum yang didapat yaitu TSS (99.63%), NH₃-N (92.89 %) didapatkan menggunakan RSM pada kondisi optimum kecepatan aerasi 2.25 ml/min, HRT pada 276.93 min, konsentrasi MLSS pada 4.50 g/L, dan pH larutan 6.50.

Dari hasil diatas maka jelas bahwa pendekatan model matematis yang digunakan sebagai gambaram keadaan teoritis dapat dibuktikan dengan sangat baik untuk diterapkan sebagai variabel proses ultrafiltrasi ini.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta mengunggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas.

Luaran wajib yang dijanjikan:

1. Deskripsi hasil uji coba produk

Hasil uji coba dapat dijelaskan dalam bentuk pengembangan sistem separasi ini akan Penggunaan filtrasi menggunakan teknologi membran telah dilakukan dan mendapatkan hasil yang potensial untuk diterapkan pada kondisi sebenarnya. Membran komposit PVDF diproduksi dengan menambahkan bahan organik dan anorganik untuk mendapatkan polimer fungsional yang cocok untuk pembuatan membran dengan meningkatkan hidrofilitas dan resistensi pengotoran. Selain itu, membran PVDF ditemukan sebagai bahan membran yang efektif untuk pengolahan air limbah kelapa sawit karena meningkatkan fluks dan kemampuan tahan fouling. Hollowfiber membrane yang mengandung aditif PVDF/TiO₂/DMAc dibuat dengan menggunakan proses dry jet wet spinning. Untuk meningkatkan sifat antifouling membran, 2% titanium oksida anorganik (TiO₂) ditambahkan ke dalam larutan polimer PVDF. Karakterisasi membran, pemotongan berat molekul (MWCO), dan retensi untuk air limbah model kelapa sawit dilakukan. Membran terbaik PVDF/TiO₂ memiliki fluks air murni 92,8 L / m².jam dan MWCO nominal 61 kDa dengan tingkat retensi lebih dari 91%.



Gambar 5 Sistem ultrafiltrasi membran tester



Gambar 6. Sistem membran separasi kapasitas 100L/jam yang dikembangkan



Karbon aktif



Magnesium Zeolit



Pasir Silika

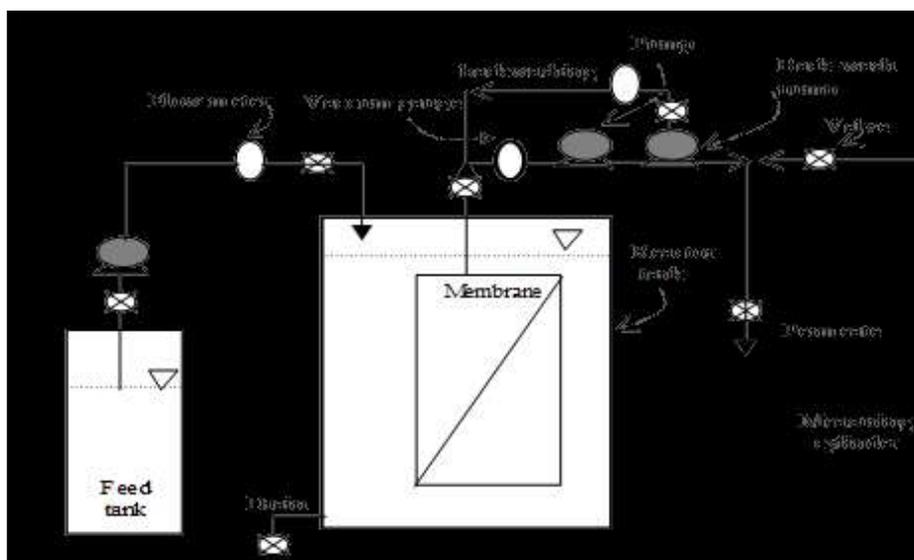
Gambar 7 Bahan yang digunakan untuk water softener

Deskripsi Hasil Uji Produk

Hasil uji produk dilakukan di laboratorium untuk menganalisis kualitas air, yang dilakukan di laboratorium yang disesuaikan dengan diagram alir sebagai berikut,



Gambar 8 Limbah cair PTPN VII



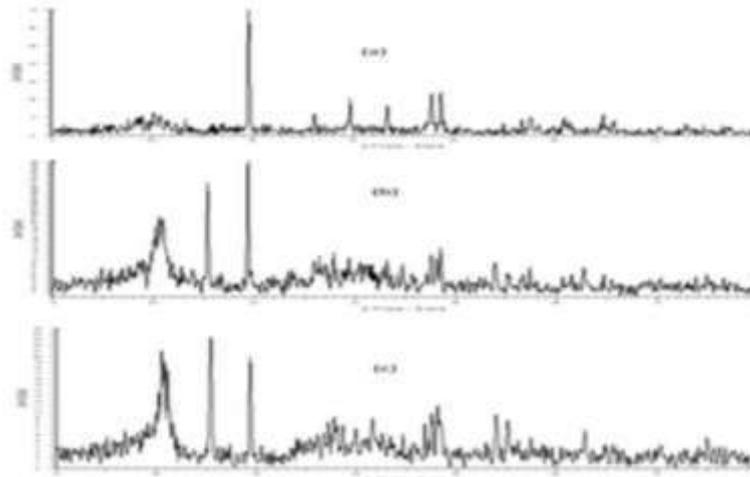
Gambar 9. Diagram Alir sistem

Aplikasi teknologi membran dalam separasi limbah cair industri kelapa sawit. Indikator yang harus dicapai yang memenuhi standar SNI 01-2902-1992. Pihak mitra menyiapkan sampel yang diperlukan dan analisa limbah yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan penelitian di tahun ketiga.

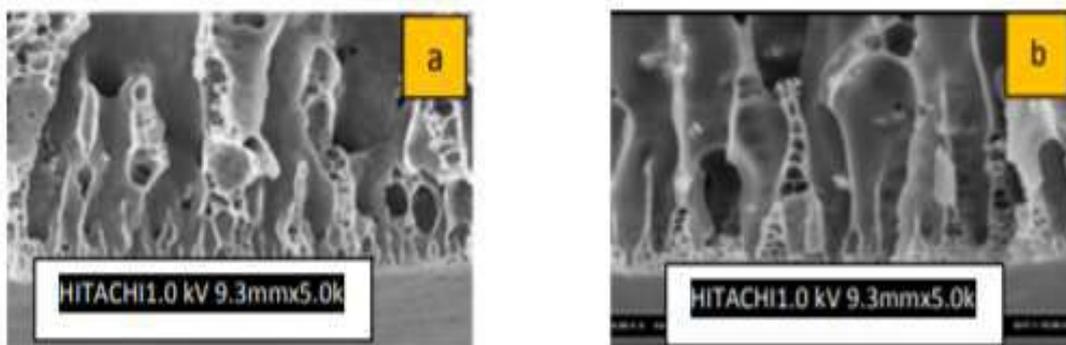
TKT 5 yang ditetapkan pada tahun ketiga adalah aplikasi teknologi membran dalam separasi limbah cair industri kelapa sawit. Hal ini berarti kesiapan terhadap validasi kode dalam aplikasi di lingkungan. Dalam hal ini peneliti telah membuat prototipe alat filtrasi dengan menggunakan membran yang sudah dipatenkan komposisinya dan dioptimasi kondisi prosesnya sehingga aplikasi sistem filtrasi yang telah dibuat dapat dilakukan hingga mencapai standar baku mutu limbah.

Pengujian Produk

Hasil pengujian membran menggunakan X-ray diffractograms dari PVDF/TiO₂ komposit dengan variasi konsentrasi TiO₂, 19:0, 19:5, 19:10



Gambar 10. X-ray diffractograms dari membran PVDF/TiO₂ komposit dengan variasi konsentrasi TiO₂ 10:0, 19:5 dan 19:10.



(a) (b)
Gambar 11. FESEM dari membran a) 5% TiO₂ dan b) 10% TiO₂

Dari gambar 9 dan 10 dapat dilihat bahwa membran yang dihasilkan sudah baik untuk digunakan sebagai membran filtrasi limbah cair industri kelapa sawit PTPN VII Betung.

Adapun hasil filtrasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Filtrasi limbah cair PTPN VII menggunakan sistem membran separasi.

Table 3. Properties of PVDF membranes

Membrane	Pore size, nm	Porosity (%)	Hydrophilicity. ^o	Flux, L/m ² h	Permeability,%
PSf-0	34.6	65.68	83.5	93.82	80
PSf-5	30.23	72.90	73.2	96.21	84
PSf-10	28.67	75.82	56.0	102.20	91.1

Pengukuran hidrofilisitas menghasilkan perubahan nilai dengan penambahan LiCl. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan sudut kontak yang signifikan pada Tabel 3. Penurunan nilai dari 83,5o menjadi 56,0o disebabkan oleh pembentukan hidroksil pada membran. Dengan demikian peningkatan gugus hidrofilik pada membran menurunkan nilai sudut kontak. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa keberadaan LiCl meningkatkan hidrofilisitas membran.

Nilai ini menunjukkan bahwa partikel LiCl pada permukaan membran mengurangi interaksi antara kontaminan dan permukaan membran. Hidrofilisitas membran dan ukuran pori membran pada konsentrasi LiCl yang lebih rendah dapat menarik molekul air ke dalam pori membran, kemudian memfasilitasi penetrasi mereka melalui membran. Fenomena ini meningkatkan fluks dan menurunkan koefisien reduksi fluks. Namun semakin tinggi konsentrasi LiCl (> 1.0 wt.%) Menghasilkan dope yang sangat kental, hal ini akan memperlambat proses membran PSf dan menghasilkan substruktur seperti sponge yang lebih padat. Akibatnya terjadi penurunan hidrofilisitas dan diameter pori-pori membran. Oleh karena itu dapat dibuktikan bahwa membran PSf dengan penambahan LiCl menunjukkan fluks yang menjanjikan. Permeabilitas dapat dipilih untuk mengkarakterisasi perubahan pada permukaan membran properti hidrofilik. Permeabilitas membran akan meningkat jika membran menjadi lebih hidrofilik, yang dapat dicapai dengan menambahkan LiCl ke dalam larutan dope. Terjadi peningkatan permeabilitas membran dengan LiCl dibandingkan dengan PSf rapi. Dengan demikian, adanya gugus fungsi LiCl yang mengandung ion hidroksil menyebabkan terjadinya perubahan permeabilitas air. Ini sesuai juga dengan nilai hidrofilisitas.

Luaran Tambahan:

1. Seminar Internasional APPPTMA "ICMAHEA" ke 10 tanggal 25-26 September 2020, di Universitas Muhammadiyah Palembang (Internasional Proceeding)
2. Seminar Internasional ICIASGA Diselenggarakan oleh Politeknik Negeri Madiun tanggal 9-10 November 2020, dengan luaran publikasi Journal Physics sebagai international journal IOP series.
3. Artikel Jurnal Internasional dalam Journal Membrane Science and Research (under revision)
4. Artikel Jurnal nasional Distilasi , accepted dan akan publikasi di bulan desember 2020 (Vol5)
5. Buku referensi, terbit Andi Offset dengan judul "Teknologi Membran untuk Reklamasi Air Limbah"

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUP). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui Simlitabmas.

Peran mitra dalam penelitian terapan unggulan perguruan tinggi (PTUPT) ini sangat baik dan berupa menyediakan fasilitas data, sarana dan prasarana dalam pengambilan sampel dan beberapa analisis dari limbah cair industri kelapa sawit dari PTPN VII Betung yang diperlukan peneliti

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Tidak ada kendala dalam melaksanakan penelitian ini, mitra dapat bekerjasama dengan baik. Pembuatan membran di AMTEC UTM dapat dilakukan karena proses membran selesai sebelum pandemi covid-19. Selanjutnya penelitian dilakukan dalam bentuk pengembangan sistem yang dilakukan di dalam kampus dengan membuat

gambar dan pembuatan alat haingga selesai pada bulan november 2020. Uji coba alat dilakukan sejak september 2020 . Adapun luaran wajib dan tambahan dapat dipenuhi sesuai dengan yang dijanjikan, bahkan ada penambahan artikel jurnal IOP series dan buku referensi sebagai luaran tambahannya.

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

Rencana tahapan selanjutnya adalah memdetilkan kembali alat yang dihasilkan dan uji coba ke beberapa limbah cair, sehingga dapat lebih baik untuk ke persiapan penerapan alat untuk komersialisasi. Paten komposisi membran sedang dalam proses tunggu yang dalam rencana akan selesai tahun 2022.

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Awaludin. 2003. Systematic beef cattle integration in oil palm plantation with emphasis on the utilization of undergrowth. Pros. Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Bengkulu, 9-10 September 2003.
2. Bienati, B., Bottino, A., Capanelli, G., Comite, A., "Characterization and performance of different types of hollow fibre membranes in a laboratory-scale MBR for the treatment of industrial wastewater", *Desalination*, vol. 231, pp. 133-140, 2008.
3. Bottino, A., Capanelli, G., Comite, A., Mangano, R., "Critical flux in submerged membrane bioreactors for municipal wastewater treatment", *Desalination*, vol., 245, pp. 748-753, 2009.
4. Cao, X., Ma, J., Shi, X., Ren, Z., "Effect of TiO₂ nanoparticle size on the performance of PVDF membrane", *Appl. Surf. Sci.*, vol. 253, pp. 2003-2010, 2006.
5. Carroll, T., Booker, N.A., "Axial features in the fouling of hollow-fibre membranes", *J. Membr. Sci.*, vol 168, no.1-2, pp. 203-212, 2000.
6. Elisabeth, G. 2003. Pemanfaatan hasil samping industri kelapa sawit sebagai bahan pakan ternak sapi potong. Pros. Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Bengkulu, 9-10 September 2003.
7. Environmental Quality (Industrial Effluent) Regulation 2009, [http://www.mkma.org/Environmental Regulation2009.htm](http://www.mkma.org/Environmental%20Regulation2009.htm)., Retrieved on 25 May 2011.
8. Huang, H., Schwab, K., Jacangelo, J.G., "Pretreatment for low pressure membranes in water treatment: a review", *Environ.Sci.Tech.*, vol 43, no. 9, pp 3011-3019, 2009.
9. Khayet, M., Matsuura, T., "Preparation and characterization of polyvinylidene fluoride membranes for membrane distillation", *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 40, pp. 5710-5718, 2010.
10. Naibaho. 2006. Teknologi Pengolahan Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan. 2006.
11. Nguyen, A.H., Narbaitz, R.M., Matsuura, T., "Impacts of hydrophilic membrane additives on the ultrafiltration of river water", *J. Environ. Eng.*, ASCE, vol 133, no. 5, pp. 515-522, 2007.
12. Sablani, S.S. Goosen, M.F.A. Al-Belushi, R. Wilf, M., "Concentration polarization in ultrafiltration and reverse osmosis: a critical review", *Desalination*, vol. 141, pp.269-289, 2001.
13. Suharto,. 2013. Pengalaman pengembangan usaha sistem integrasi sapi-kelapa sawit di Riau. Pros. Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Bengkulu, 9-10 September 2013.
14. Yuliwati, E. and Ismail, A.F., "Effect of additives concentration on the surface properties and performance of PVDF ultrafiltration membranes for refinery produced wastewater treatment", *Desalination*, vol. 273, pp. 226-234, 2011.
15. Yuliwati, E. and Ismail, A.F., Matsuura, T., Kassim, M.A., Abdullah, M.S., "Effect of modified PVDF hollow fiber submerged ultrafiltration membrane for refinery wastewater treatment", *Desalination*, vol. 283, pp. 214-220, 2011.

16. Yuliwati, E. Ismail, A.F., Matsuura, Kassim, M.A., Abdullah, M.S., “Characterization of surface-modified porous PVDF hollow fibers for refinery wastewater treatment using microscopic observation”, *Desalination*, vol. 283, pp. 206-213, 2011.
17. Erna Yuliwati dan Christofora Desi Kusmindari, “Pengaruh Hydrophilicity Membran Ultrafiltrasi untuk Pengolahan Limbah Industri Kelapa Sawit”, Prosiding Seminar Nasional Badan Kerjasama Sarjana Teknik Industri, 2014.
18. Yuliwati, E and Mohruni, A.S., “Membrane Processing of Refined Palm Oil Wastewater using TiO₂ Entrapped Nanoporous PVDF Membrane”, *Applied Mechanics and Materials Vols 548-549*, pp. 16-20, 2014.
19. Zhao, Y.H., Qian, Y.L., Zhu, B.K., Xu, Y.Y., “Modification of porous poly(vinylidene fluoride) membrane using amphiphilic polymers with different structures in phase inversion process”, *J. Membr. Sci.*, vol. 310, no. 1-2, pp. 567-576, 2008.
20. Zularisam, A.W., Ismail, A.F., Salim, R., “Behaviour of natural organic matter in membrane filtration for surface water treatment: a-review”, *Desalination*, vol. 194, pp. 211-231, 2006

Lampiran

1. Luaran tambahan seminar internasional ICMAHEA ke -10 2020



2. Luaran tambahan seminar internasional ICIASGA 2020, publish to Journal Physics IOP series (under review)



3. Artikel Di Jurnal Internasional (submit) Journal Membrane Research and Science (Indeks Scimago Q2)



4. Artikel Jurnal Nasional Distilasi



5. Buku Referensi Publikasi di Andi Offset dengan judul “ Teknologi Membran untuk pengolahan air limbah”, Accepted proses cetak e-book dan proses pengurusan ISBN .



Dokumen pendukung luaran Wajib #1

Luaran dijanjikan: Dokumentasi hasil uji coba produk

Target: Ada

Dicapai: Tersedia

Dokumen wajib diunggah:

1. Dokumentasi (foto) Pengujian Produk
2. Dokumen Deskripsi dan Spesifikasi Produk
3. Dokumen Hasil Uji Coba Produk

Dokumen sudah diunggah:

1. Dokumen Deskripsi dan Spesifikasi Produk
2. Dokumen Hasil Uji Coba Produk
3. Dokumentasi (foto) Pengujian Produk

Dokumen belum diunggah:

- Sudah lengkap

Nama Produk: Sistem Separasi berbasis membran ultrafiltrasi modifikasi backwash

Tgl. Pengujian: 28 November 2020

Link Dokumentasi: <https://youtu.be/xMdfdMPlofw>

Foto Sistem Membran yang dikembangkan : **Alat Separasi Ultrafiltrasi dengan modifikasi backwash**



Gambar 1. Rangkaian Sistem Separasi Ultrafiltrasi modifikasi Backwash



Gambar 2. Rangkaian Sistem Testing Ultrafiltrasi (Flatsheet dan Hollow fiber)



Karbon aktif



Magnesium Zeolit

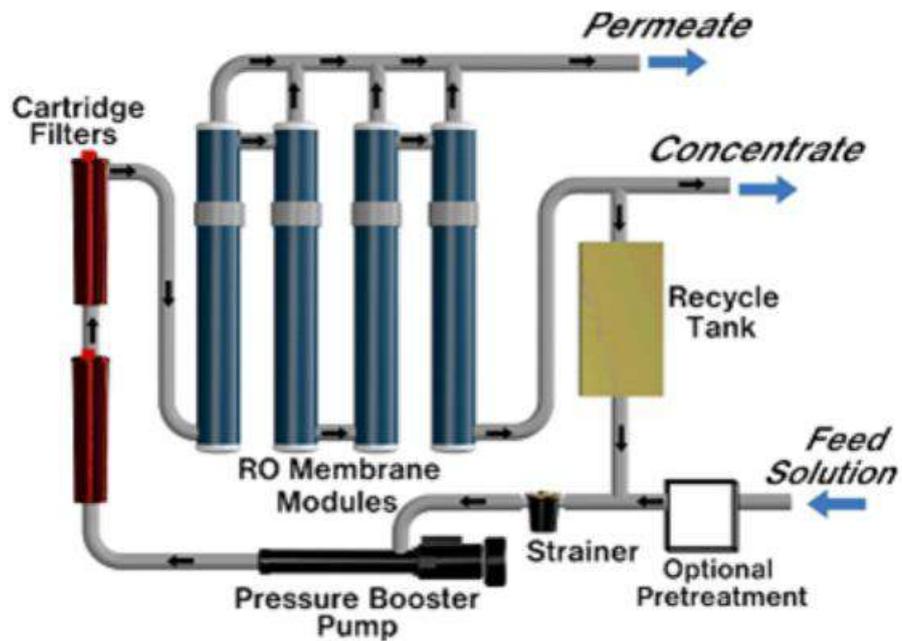


Pasir Silika

Gambar 3. Bahan Water Softener

Deskripsi Sistem Membran Ultrafiltrasi modifikasi Backwash

Diagram Alir dibawah ini menggambarkan tahapan aliran proses separasi ultrafiltrasi yang dikembangkan.



Gambar 4. Diagram Alir Sistem Membran Separasi modifikasi backwash

Tahap 1 : Water Softening

Sistem Ultrafiltrasi/Reverse Osmosis dilengkapi dengan water softener sangat baik digunakan untuk air yang memiliki kontaminan anorganik terlarut, terutama air yang mengandung nitrat yang berasal dari limbah pertanian. Beberapa kontaminan yang dapat dihilangkan oleh filter seperti berikut: Ion dan Logam Arsen, Aluminium, Barium, Kadmium, Kalsium, Klorida, Kromium, Tembaga, Fluorida, Besi, Timbal, Magnesium, Mangan, Merkuri, Nitrat, Kalium, Radium, Selenium, Perak, Natrium, Sulfat, Besi. Partikel-partikel Asbestos, Protozoa, Cryptosporidium, Pestisida Endrin, Heptaklor, Lindan, Pentaklorofenol. Efisiensi membran UF/RO dalam menghilangkan kontaminan tergantung konsentrasi kontaminan, sifat-sifat kimia kontaminan, tipe dan kondisi membran, serta kondisi operasi. Setiap metode memiliki keterbatasan dalam menghilangkan kontaminan, tidak ada metode yang dapat menghilangkan semua kontaminan, dibutuhkan kombinasi antara dua metode treatment air sehingga diperoleh air yang bersih bebas segala kontaminan. Biasanya unit RO dikombinasikan dengan karbon aktif.

Berdasarkan uraian diatas, sistem UF/RO memiliki keuntungan diantaranya mampu menghilangkan senyawa-senyawa anorganik maupun senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam air, mampu menghilangkan parasit dan mikroorganisme seperti virus, mampu menghasilkan air lebih murni dibandingkan dengan sistem destilasi dengan harga yang lebih murah. Selain itu, sistem RO tidak membutuhkan aliran listrik hanya membutuhkan tekanan tinggi untuk dapat beroperasi.

Sistem UF/RO juga memiliki beberapa kerugian diantaranya output air yang dihasilkan setelah treatment lebih sedikit, tidak mampu menghilangkan beberapa pestisida tertentu, pelarut, dan senyawa-senyawa organik volatil (VOCs) sehingga harus dilengkapi dengan filter post karbon untuk menghilangkan kontaminan tersebut, pada saat tidak diberikan tekanan, sistem RO tidak dapat beroperasi, RO memerlukan perawatan yang intensif untuk membran prefilter dan postfilter serta tanki penyimpanan harus dikontrol secara periodik. Selain itu, pada sistem RO kerusakan membran sulit dideteksi.

Pertukaran Ion

Ion merupakan atom atau molekul yang bermuatan, dapat bermuatan positif maupun negatif. Secara umum metode pertukaran ion terdiri atas softening dan deionisasi. Softening utamanya digunakan sebagai metode pretreatment untuk mereduksi air sadah sebelum memasuki proses reverse osmosis (RO). Air tanah melarutkan bebatuan dan melepaskan mineral-mineral salah satunya ion kalsium dan magnesium. Keberadaan kalsium dan magnesium ini dapat menyebabkan air bersifat sadah atau lebih dikenal dengan istilah hardwater. Mineral-mineral tersebut dapat menurunkan kualitas air, terlihat dari sifat fisiknya yang nampak keruh dan berbau. Kalsium dan magnesium terdapat dalam bentuk CaCO_3 dan MgCO_3 , kedua garam tersebut dapat dihilangkan dengan pemanasan namun membutuhkan energi yang besar. Agen pembersih yang biasa digunakan untuk mencuci pakaian pun tidak mampu menghilangkan kotoran dan kuman apabila menggunakan air sadah, bahkan membuat pakaian menjadi kusam. Selain itu, mineral-mineral tersebut dapat meninggalkan kerak putih pada kamar mandi.

Kesadahan air atau water hardness dapat dihilangkan dengan metode pertukaran ion.. Water hardness dapat dinyatakan dalam grain per gallon (gpg) dan part per million (ppm) atau miligram per liter (mg/L). 1 gpg sama dengan 17 ppm (mg/L). Tabel 2 menunjukkan tingkat kesadahan air.

Pertukaran ion mampu menghilangkan ion Ca dan Mg penyebab kesadahan air dan menggantinya dengan ion yang tidak menyebabkan kesadahan seperti ion Na. Na dapat diperoleh dari garam NaCl. Untuk mengatasi kesadahan (hardness) dapat digunakan suatu softener yang mengandung resin pertukaran mikropori, biasanya berupa polistirena sulfonat yang sangat jenuh dengan Na, menutupi seluruh permukaan resin. Resin menukar dua ion Na⁺ untuk setiap ion Ca²⁺ atau Mg²⁺ yang akan dihilangkan. Air akan melewati resin ini, ion Ca dan Mg yang berasal dari air sadah menyerang resin dan menggantikan posisi ion Na dalam resin sehingga resin melepaskan ion Na ke dalam air. Proses tersebut merupakan proses softening air sadah seperti terlihat pada Gambar 7. Setelah proses softening dalam jumlah besar, resin menjadi jenuh dengan ion Ca dan Mg sehingga resin harus diregenerasi (Gambar 7). Resin yang telah jenuh ditambahkan larutan pencuci yang mengandung ion Na (brine solution) sehingga ion Na akan menggantikan kembali posisi ion Ca dan Mg dalam resin, ion Ca dan Mg keluar sebagai wastewater.

Water softener diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu:

- Manual: Operator menutup dan membuka kran untuk mengontrol frekuensi, tingkat dan waktu regenerasi.
- Semi-automatic: Operator hanya mengawasi siklus regeneasi, tombol ditekan saat softener perlu untuk diregenerasi, kemudian unit akan mengontrol dan melengkapi proses regenerasi.
- Automatic: Softener dilengkapi pengatur waktu yang secara otomatis akan mengawasi siklus regenerasi dan setiap tahapan dalam proses tersebut. Operator hanya perlu mengatur waktu dan menambahkan garam sesuai kebutuhan. Regenerasi umumnya dilakukan saat penggunaan air sedikit, yaitu sekitar jam 4 pagi atau tengah malam. Tipe softener ini paling populer digunakan.
- Demand Initiated Regeneration (DIR): Semua operasi diawali secara otomatis tergantung respon penggunaan air dan permintaan akan proses softening. Sistem DIR secara umum mempunyai dua tanki softening dan satu tanki larutan pencuci (brine solution). Pada saat sedang berlangsung proses softening pada satu tanki, akan berlangsung proses regenerasi pada tanki lainnya.
- Off-site regeneration: Penggunaan tanki softening secara fisik diganti dengan tanki regenerasi.

Setelah proses softening kemudian diregenerasi.

Perawatan untuk softener tergantung tipe softener yang digunakan. Tanki larutan pencuci harus selalu diperiksa dan dibersihkan secara teratur. Frekuensi pembersihan bergantung pada tipe dan kemurnian garam yang digunakan dalam proses softening serta karakteristik air yang akan ditreatment. Proses backwash resin sangat penting untuk efisiensi regenerasi. Apabila proses backwash dilakukan semi-otomatis, backwash sebaiknya tetap dilanjutkan sampai diperoleh air yang benar-benar bersih. Apabila proses backwash dilakukan secara otomatis, atur waktu backwash cukup lama sehingga diperoleh air bersih. Kandungan besi > 5 ppm, mangan atau hidrogen sulfida yang cukup tinggi dalam air akan mereduksi efektivitas softener, apabila ini terjadi resin harus dibersihkan terlebih dahulu atau bahkan diganti.

Keuntungan purifikasi air dengan metode pertukaran ion melalui proses softening diantaranya dapat menghilangkan ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ sehingga air lebih bersih dan lembut untuk pakaian, membuat mesin cuci dan alat rumah tangga lainnya tahan lama, deterjen ataupun sabun yang digunakan pun lebih sedikit. Adapun kerugian metode ini diantaranya air hasil softening tidak direkomendasikan untuk menyiram tanaman dan kebun karena kandungan natriumnya, dapat mereduksi efektivitas sistem septik dan selokan, beresiko terhadap kesehatan akibat pemasukan natrium yang tinggi ke dalam tubuh.

Masalah kesadahan air untuk keperluan mencuci dapat direduksi dengan menggunakan deterjen yang telah ditambahkan formula kimia softening. Beberapa senyawa kimia yang ditambahkan untuk mereduksi efek negatif dari air sadah meliputi Sal soda dan Calgon. Sal soda dikombinasikan dengan kalsium dan magnesium membentuk partikel padat, merupakan zat aditif pengendap, tidak bersih secara sempurna karena partikel padat kemungkinan melekat pada serat pakaian. Calgon dikombinasikan dengan kalsium dan magnesium membentuk senyawa dalam larutan, merupakan zat aditif bukan pengendap namun berakibat negatif pada lingkungan karena kandungan fosfat yang sangat tinggi.

Deionisasi

Deionisasi merupakan suatu metode dimana aliran air akan melewati 2 material pertukaran ion dalam hal ini resin sehingga dapat menghilangkan semua kandungan garam. Deionisasi menukar baik ion H^+ (kation) maupun ion OH^- (anion). Resin penukar kation terbuat dari stirena dan divinil benzena yang mengandung gugus asam sulfonat yang akan menukarkan setiap ion H^+ untuk berbagai kation seperti Na^+ , Ca^{2+} dan Al^{3+} . Demikian halnya dengan resin penukar anion, terbuat dari stirena dan mengandung gugus ammonium kuarterner yang akan menukar setiap ion OH^- dengan berbagai anion seperti Cl^- . Ion hidrogen dari unit penukar kation dan ion hidroksil dari unit penukar anion akan membentuk air murni.

Aliran air pertama melewati resin penukar kation hanya menghilangkan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} sebagaimana proses softening normal. Deionisasi juga dapat menghilangkan ion-ion logam positif lain selama proses dan menggantinya dengan ion H^+ . Ion logam mampu menempatkan dirinya pada resin pertukaran kation. Pertukaran ion H^+ dan ion positif lainnya harus ekuivalen secara kimia untuk menjaga keseimbangan muatan listrik. Ion Na^+ menggantikan 1 ion H^+ dari resin, ion Ca^{2+} menggantikan 2 ion H^+ dari resin, ion Fe^{3+} menggantikan 3 ion H^+ dari resin. Hasil akhir setelah melewati penukar kation diperoleh ion H^+ dengan konsentrasi relatif tinggi sehingga larutan bersifat asam. Dalam hal ini proses deionisasi terjadi secara parsial. Selanjutnya air akan mengalir melalui penukar anion, pertukaran terjadi antara ion OH^- dengan ion negatif lain seperti Cl^- .

Deionisasi dapat menjadi komponen penting dalam sistem purifikasi air secara total ketika dikombinasikan dengan metode lain seperti RO dan adsorpsi karbon. Deionisasi mampu menghilangkan kontaminan berupa ion-ion secara efektif tetapi tidak mampu menghilangkan senyawa-senyawa organik maupun mikroorganisme. Mikroorganisme dapat menyerang resin karena resin dapat menyediakan media untuk pertumbuhan bakteri dan generasi pirogen. Secara garis besar, keuntungan deionisasi menghilangkan senyawa anorganik secara efektif, mampu diregenerasi, modal awal relatif murah. Namun terdapat beberapa kerugian dari deionisasi yaitu, tidak dapat menghilangkan partikel-partikel kecil, pirogen atau bakteri dan biaya operasionalnya relatif mahal.

Adsorpsi Karbon

Adsorpsi (penyerapan) adalah suatu proses pemisahan dimana komponen dari suatu fase fluida/cairan berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorban). Biasanya partikel-partikel kecil zat penyerap dilepaskan pada adsorpsi kimia, terbentuk ikatan kuat antara penyerap dan zat yang dijerap sehingga tidak mungkin terjadi proses yang bolak-balik (Tinsley 1979). Pada adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorban, dimana adsorbat adalah substansi yang terjerap atau substansi yang akan dipisahkan dari pelarutnya, sedangkan adsorban adalah merupakan suatu media penyerap yang dalam hal ini biasanya berbentuk padatan (Weber 1972). Pada proses ini adsorbat

menempel dipermukaan adsorban membentuk suatu lapisan tipis (film). Dalam proses purifikasi air adsorban yang digunakan biasanya berupa karbon sehingga dikenal istilah proses adsorpsi karbon.

Produksi karbon aktif dunia diperkirakan 300000-400000 ton. Sekitar 80% karbon aktif diaplikasikan pada fase cair. karbon aktif dapat berasal dari arang hasil pembakaran, batu bara, lignit, produk-produk kayu, batok kelapa, dan lainnya. Karbon tersebut kemudian diaktivasi dengan memberikan uap pada suhu tinggi (2300°F) tanpa pemberian oksigen. Pada beberapa kasus, karbon juga diproses dengan asam pencuci atau dilapisi oleh suatu senyawa yang dapat menambah kemampuan karbon dalam menghilangkan kontaminan tertentu. Karbon yang telah diaktivasi memiliki ukuran partikel yang kecil dan luas permukaan yang besar sehingga memungkinkan kontaminan lebih banyak terjerap ke dalam karbon. PAC (Powdered Activated Carbon) diperoleh dengan menghaluskan karbon sehingga diperoleh karbon berupa serbuk yang sangat halus. Luas permukaan karbon aktif berkisar 500-1400 m²/g (Hassler 1974).

Karbon aktif mempunyai ukuran pori yang sangat banyak. Pori-pori ini dapat menangkap partikel-partikel yang sangat halus maupun molekul organik yang besar seperti rasa, warna, maupun bau dan menjebaknya disana. Karbon aktif memiliki jaringan pori yang sangat luas dan berubah-ubah bentuknya untuk menerima molekul kontaminan baik besar maupun kecil. Pori karbon aktif diklasifikasikan berdasarkan ukuran dan diameter pori. Variasi pori meliputi mikropori (2 nm), mesopori (2-50 nm), dan makropori (>50 nm).

Adsorpsi karbon aktif merupakan proses adsorpsi dimana kontaminan ditarik atau dijerap oleh permukaan partikel karbon (Gambar 10). Efisiensi proses adsorpsi dipengaruhi oleh karakteristik karbon (ukuran partikel, ukuran pori, luas permukaan, densitas, kekerasan) dan karakteristik kontaminan (konsentrasi, kelarutan kontaminan, penarikan kontaminan ke permukaan karbon). Adsorpsi karbon merupakan metode yang sering digunakan dalam treatment air karena kemampuannya dalam menghilangkan rasa dan bau termasuk klorin. Karbon aktif dapat menghilangkan banyak senyawa kimia dan gas, bahkan senyawa mikroorganisme. Karbon aktif sangat baik digunakan untuk menghilangkan kontaminan kelas 1 yang merupakan senyawa organik penyebab rasa dan bau menurut Enviroment Protect Agency(EPA). Pada proses adsorpsi, kontaminan mematahkan ikatannya dengan molekul air untuk berikatan kimia dengan media filter. Kontaminan yang dapat dihilangkan dengan karbon aktif terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Jenis kontaminan yang dapat dihilangkan dengan karbon aktif

Kontaminan	Jenis kontaminan
Ion dan Logam	Klorin, Radon
Senyawa Kimia Organik	Benzena, Karbon tetraklorida, dikloro benzena, trikoloro etilena, Trihalometana (THMs)
Pestisida	1,2,4-Triklorobenzana, 2,4-D, Atrazine

Kontaminan tidak semua dapat diatasi dengan satu metode karena semua metode memiliki keterbatasan, dan terkadang harus dikombinasikan untuk mentreatment air sehingga diperoleh air bersih. Setiap tipe karbon memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghilangkan kontaminan, tidak ada satupun karbon yang dapat menghilangkan semua kontaminan secara maksimal. Adsorpsi karbon aktif tidak dapat menghilangkan virus, bakteri, kalsium dan magnesium, fluorida, nitrat dan senyawa lainnya. Efektivitas penghilangan kontaminan yang spesifik tergantung pada sumber atau tipe karbon dan metode aktivasi. Contohnya, karbon yang paling efektif untuk menghilangkan Timbal berbeda tipe dan metode aktivasinya dengan karbon yang digunakan untuk menghilangkan klorin. Berikut adalah faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kapasitas adsorpsi.

Membran UF/RO

Dalam sistem ini akan Penggunaan filtrasi menggunakan teknologi membran telah dilakukan dan mendapatkan hasil yang potensial untuk diterapkan pada kondisi sebenarnya. Membran komposit PVDF diproduksi dengan menambahkan bahan organik dan anorganik untuk mendapatkan polimer fungsional yang cocok untuk pembuatan membran dengan meningkatkan hidrofilitas dan resistensi pengotoran. Selain itu, membran PVDF ditemukan sebagai bahan membran yang efektif untuk pengolahan air limbah kelapa sawit karena meningkatkan fluks dan kemampuan tahan fouling. Hollowfiber membrane yang mengandung aditif PVDF/TiO₂/DMAc dibuat dengan menggunakan proses dry jet wet spinning. Untuk meningkatkan sifat antifouling membran, 2% titanium oksida anorganik (TiO₂) ditambahkan ke dalam larutan polimer PVDF. Karakterisasi membran, pemotongan berat molekul (MWCO), dan retensi untuk air limbah model kelapa sawit dilakukan. Membran terbaik PVDF/TiO₂ memiliki fluks air murni 92,8 L / m².jam dan MWCO nominal 61 kDa dengan tingkat retensi lebih dari 91%.



SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN 'AISYIYAH PALEMBANG

Jl. Kol. H. Burlian - M. Husin No. 907 RT. 12 RW. 04 Kel. Karya Baru Kec. Alang-alang Lebar
KM.7,5 Palembang 30152 Telp. 0711 - 421981 Fax. 0711 - 417135

www.stikes-aisyiyah-palembang.ac.id

stikes.aisyiyah.plm@gmail.com

S1 Farmasi | D III Keperawatan | D III Kebidanan



HASIL PENGUJIAN

No. Register Lab : 1342RQ10620-UMP
Sampel Berasal dari : Erna Yuliwati
Alamat Pemohon : UM Palembang
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : 1342RQ10620-1
Inisial Sampel : Air Kolam
Pembiayaan : Umum

Pengambil Sampel : Erna Yuliwati
Lokasi Sampel : PTPN VII Betung
Tgl. Order : 10-06-2020; 12.00 WIB
Sampel diambil tanggal : 10-06-2020
Sampel diterima : 10-06-2020
Tgl. Hasil : 14-06-2020

FISIKA					
No.	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Organoleptik
2	TDS/TS	Mg/L	400,00	465	Potensiometer
3	Kekeruhan	Skala NTU			SNI 06-8089.25-2005
4	Rasa	-	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Organoleptik
5	Warna Air	ScalaPtCo	50,00	20,00	SNI 06-8089.24-2005
KIMIA					
No	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Suhu	°C	26±3 °C	13.20	Termometri
2	pH Air	-	6,5-9,0	6,00	SNI 06-6989.9-2004
3	Organik (KmnO ₄)	Mg/L	10,0	8,89	SNI 06-6989.22-2004
4	Sulfida	Mg/L	0,3	0,098	SNI 06-6989.20-2009
5	Chlorine	Mg/L	600,00	89,08	SNI 06-6989.19-2009
6	COD	Mg/L	350	138,00	SNI 06-6989.16-2004
7	BOD ₅	Mg/L	100	48,02	SNI 06-6989.16-2004
8	DO	Mg/L	0-5	4,8	SNI 06-6989.16-2004
9	Kesadahan Total	Mg/L	500,00	341,00	SNI 06-6989.12-2004
10	N sebagai Nitrat	Mg/L	20	9,80	Spectrofotometri
11	N sebagai Nitrit*	Mg/L	1,00	<0,25	SNI 06-6989.9-2004
12	Minyak dan Lemak	Mg/L	25	15,90	SNI 06-6989.9-2004
13	Mangan (Mn)*	µg/L	600,00	70,30	SNI 06-6989.5-2009
14	Fluorida	Mg/L	1,50	<0,05	Alizarin Merah

*Terakreditasi

Catatan:

- LOD Fluorida : ≥ 0.01 Mg/L -LOD N sebagai Nitrit* : ≥ 0.01 Mg/L
- Lembar hasil pemeriksaan tidak untuk diumumkan dan hanya berlaku untuk contoh tersebut diatas.
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan dan disebarluaskan tanpa persetujuan tertulis dari Kepala Laboratorium Sekolah tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Pengambilan sampel contoh di luar tanggung jawab Laboratorium Kimia Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Kadar maksimum yang diperbolehkan sesuai dengan ketentuan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomer 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri.

Palembang, 14-06-2020

Kepala Laboratorium Kimia

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang

Aisyah Nurmalina



SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN 'AISYIYAH PALEMBANG

Jl. Kol. H. Burlian - M. Husin No. 907 RT. 12 RW. 04 Kel. Karya Baru Kec. Alang-alang Lebar
KM.7,5 Palembang 30152 Telp. 0711 - 421981 Fax. 0711 - 417135

www.stikes-aisyiyah-palembang.ac.id

stikes.aisyiyah.plm@gmail.com

S1 Farmasi | D III Keperawatan | D III Kebidanan



HASIL PENGUJIAN

No. Register Lab : 1342RQ10620-UMP
Sampel Berasal dari : Erna Yuliwati
Alamat Pemohon : UM Palembang
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : 1342RQ10620-1
Inisial Sampel : Air Kolam
Pembiayaan : Umum

Pengambil Sampel : Erna Yuliwati
Lokasi Sampel : PTPN VII Betung
Tgl. Order : 28-07-2020; 12.00 WIB
Sampel diambil tanggal : 28-07-2020
Sampel diterima : 28-07-2020
Tgl. Hasil : 02-08-2020

FISIKA					
No.	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Organoleptik
2	TDS/TS	Mg/L	400,00	465	Potensiometer
3	Kekeruhan	Skala NTU			SNI 06-8089.25-2005
4	Rasa	-	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Organoleptik
5	Warna Air	ScalaPtCo	50,00	20,00	SNI 06-8089.24-2005
KIMIA					
No	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Suhu	°C	26±3 °C	13.20	Termometri
2	pH Air	-	6,5-9,0	6,30	SNI 06-6989.9-2004
3	Organik (KmnO ₄)	Mg/L	10,0	8,30	SNI 06-6989.22-2004
4	Sulfida	Mg/L	0,3	0,08	SNI 06-6989.20-2009
5	Chlorine	Mg/L	600,00	92,04	SNI 06-6989.19-2009
6	COD	Mg/L	350	149,00	SNI 06-6989.16-2004
7	BOD ₅	Mg/L	100	42,09	SNI 06-6989.16-2004
8	DO	Mg/L	0-5	5,2	SNI 06-6989.16-2004
9	Kesadahan Total	Mg/L	500,00	354,00	SNI 06-6989.12-2004
10	N sebagai Nitrat	Mg/L	20	9,80	Spectrofotometri
11	N sebagai Nitrit*	Mg/L	1,00	<0,25	SNI 06-6989.9-2004
12	Minyak dan Lemak	Mg/L	25	18,90	SNI 06-6989.9-2004
13	Mangan (Mn)*	µg/L	600,00	55,90	SNI 06-6989.5-2009
14	Fluorida	Mg/L	1,50	<0,05	Alizarin Merah

*Terakreditasi

Catatan:

- LOD Fluorida : ≥ 0.01 Mg/L -LOD N sebagai Nitrit* : ≥ 0.01 Mg/L
- Lembar hasil pemeriksaan tidak untuk diumumkan dan hanya berlaku untuk contoh tersebut diatas.
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan dan disebarluaskan tanpa persetujuan tertulis dari Kepala Laboratorium Sekolah tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Pengambilan sampel contoh di luar tanggung jawab Laboratorium Kimia Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Kadar maksimum yang diperbolehkan sesuai dengan ketentuan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomer 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri.

Palembang, 02-08-2020

Kepala Laboratorium Kimia

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang

Aisyah Nurmalina



SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN 'AISYIYAH PALEMBANG

Jl. Kol. H. Burlian - M. Husin No. 907 RT. 12 RW. 04 Kel. Karya Baru Kec. Alang-alang Lebar
KM.7,5 Palembang 30152 Telp. 0711 - 421981 Fax. 0711 - 417135

www.stikes-aisyiyah-palembang.ac.id

stikes.aisyiyah.plm@gmail.com

S1 Farmasi | D III Keperawatan | D III Kebidanan



HASIL PENGUJIAN

No. Register Lab : 1342RQ10620-UMP
Sampel Berasal dari : Erna Yuliwati
Alamat Pemohon : UM Palembang
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : 1342RQ10620-3
Inisial Sampel : Air Kolam
Pembiayaan : Umum

Pengambil Sampel : Erna Yuliwati
Lokasi Sampel : PTPN VII Betung
Tgl. Order : 10-09-2020; 12.00 WIB
Sampel diambil tanggal : 10-09-2020
Sampel diterima : 10-09-2020
Tgl. Hasil : 16-06-2020

FISIKA					
No.	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Organoleptik
2	TDS/TS	Mg/L	400,00	465	Potensiometer
3	Kekeruhan	Skala NTU			SNI 06-8089.25-2005
4	Rasa	-	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Organoleptik
5	Warna Air	ScalaPtCo	50,00	20,00	SNI 06-8089.24-2005
KIMIA					
No	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Suhu	°C	26±3 °C	12,98	Termometri
2	pH Air	-	6,5-9,0	6,40	SNI 06-6989.9-2004
3	Organik (KmnO ₄)	Mg/L	10,0	86,99	SNI 06-6989.22-2004
4	Sulfida	Mg/L	0,3	0,090	SNI 06-6989.20-2009
5	Chlorine	Mg/L	600,00	85,97	SNI 06-6989.19-2009
6	COD	Mg/L	350	133,00	SNI 06-6989.16-2004
7	BOD ₅	Mg/L	100	45,32	SNI 06-6989.16-2004
8	DO	Mg/L	0-5	5,4	SNI 06-6989.16-2004
9	Kesadahan Total	Mg/L	500,00	249,00	SNI 06-6989.12-2004
10	N sebagai Nitrat	Mg/L	20	8,30	Spectrofotometri
11	N sebagai Nitrit*	Mg/L	1,00	<0,25	SNI 06-6989.9-2004
12	Minyak dan Lemak	Mg/L	25	13,80	SNI 06-6989.9-2004
13	Mangan (Mn)*	µg/L	600,00	65,30	SNI 06-6989.5-2009
14	Fluorida	Mg/L	1,50	<0,05	Alizarin Merah

*Terakreditasi

Catatan:

- LOD Fluorida : ≥ 0.01 Mg/L -LOD N sebagai Nitrit* : ≥ 0.01 Mg/L
- Lembar hasil pemeriksaan tidak untuk diumumkan dan hanya berlaku untuk contoh tersebut diatas.
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan dan disebarluaskan tanpa persetujuan tertulis dari Kepala Laboratorium Sekolah tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Pengambilan sampel contoh di luar tanggung jawab Laboratorium Kimia Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Kadar maksimum yang diperbolehkan sesuai dengan ketentuan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomer 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri.

Palembang, 16-09-2020

Kepala Laboratorium Kimia

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang

Aisyah Nurmalina



SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN 'AISYIYAH PALEMBANG

Jl. Kol. H. Burlian - M. Husin No. 907 RT. 12 RW. 04 Kel. Karya Baru Kec. Alang-alang Lebar
KM.7,5 Palembang 30152 Telp. 0711 - 421981 Fax. 0711 - 417135

www.stikes-aisyiyah-palembang.ac.id

stikes.aisyiyah.plm@gmail.com

S1 Farmasi | D III Keperawatan | D III Kebidanan



HASIL PENGUJIAN

No. Register Lab : 1342RQ10620-UMP
Sampel Berasal dari : Erna Yuliwati
Alamat Pemohon : UM Palembang
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : 1342RQ10620-3
Inisial Sampel : Air Kolam
Pembiayaan : Umum

Pengambil Sampel : Erna Yuliwati
Lokasi Sampel : PTPN VII Betung
Tgl. Order : 10-09-2020; 12.00 WIB
Sampel diambil tanggal : 10-09-2020
Sampel diterima : 10-09-2020
Tgl. Hasil : 16-06-2020

FISIKA					
No.	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Organoleptik
2	TDS/TS	Mg/L	400,00	465	Potensiometer
3	Kekeruhan	Skala NTU			SNI 06-8089.25-2005
4	Rasa	-	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Organoleptik
5	Warna Air	ScalaPtCo	50,00	20,00	SNI 06-8089.24-2005
KIMIA					
No	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Suhu	°C	26±3 °C	13.20	Termometri
2	pH Air	-	6,5-9,0	6,08	SNI 06-6989.9-2004
3	Organik (KmnO ₄)	Mg/L	10,0	8,94	SNI 06-6989.22-2004
4	Sulfida	Mg/L	0,3	0,090	SNI 06-6989.20-2009
5	Chlorine	Mg/L	600,00	75,59	SNI 06-6989.19-2009
6	COD	Mg/L	350	126,85	SNI 06-6989.16-2004
7	BOD ₅	Mg/L	100	48,00	SNI 06-6989.16-2004
8	DO	Mg/L	0-5	4,8	SNI 06-6989.16-2004
9	Kesadahan Total	Mg/L	500,00	341,00	SNI 06-6989.12-2004
10	N sebagai Nitrat	Mg/L	20	7,99	Spectrofotometri
11	N sebagai Nitrit*	Mg/L	1,00	<0,25	SNI 06-6989.9-2004
12	Minyak dan Lemak	Mg/L	25	13,91	SNI 06-6989.9-2004
13	Mangan (Mn)*	µg/L	600,00	70,00	SNI 06-6989.5-2009
14	Fluorida	Mg/L	1,50	<0,05	Alizarin Merah

*Terakreditasi

Catatan:

- LOD Fluorida : ≥ 0.01 Mg/L -LOD N sebagai Nitrit* : ≥ 0.01 Mg/L
- Lembar hasil pemeriksaan tidak untuk diumumkan dan hanya berlaku untuk contoh tersebut diatas.
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan dan disebarluaskan tanpa persetujuan tertulis dari Kepala Laboratorium Sekolah tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Pengambilan sampel contoh di luar tanggung jawab Laboratorium Kimia Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Kadar maksimum yang diperbolehkan sesuai dengan ketentuan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomer 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri.

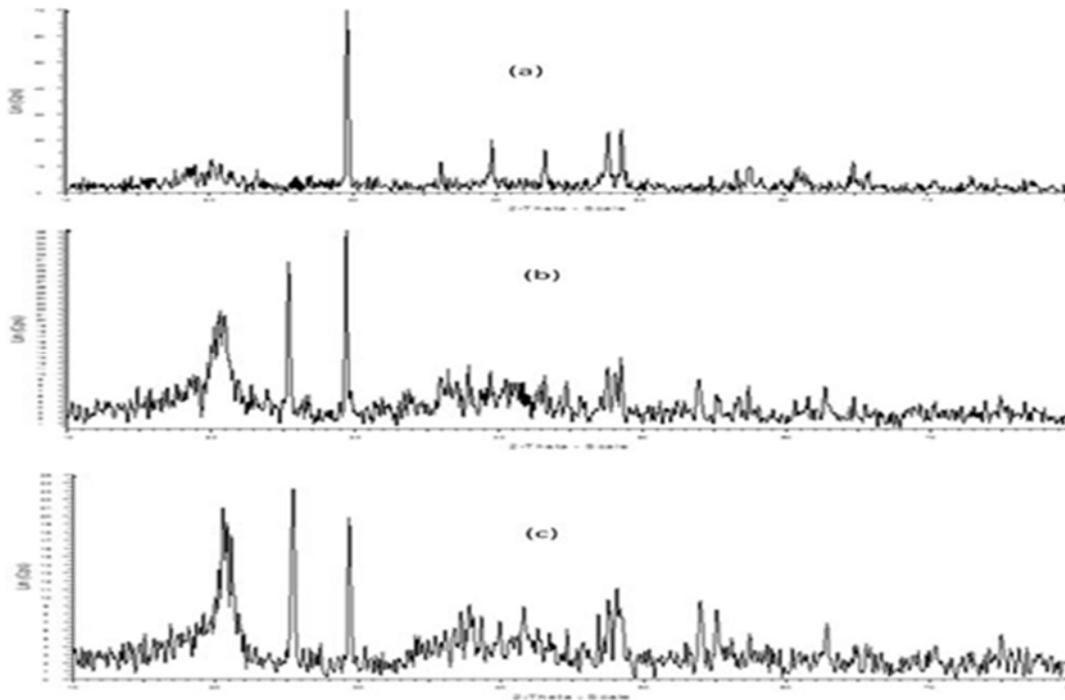
Palembang, 16-09-2020

Kepala Laboratorium Kimia

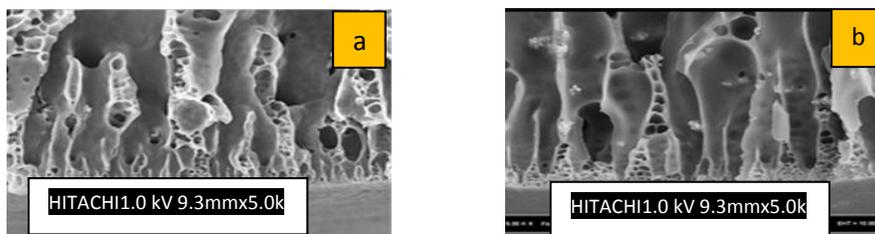
Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang

Aisyah Nurmalina

Hasil Tes membran



Gambar 1 X-ray diffractograms of PVDF/TiO₂ membran campuran dengan variasi rasio massa (a)16:0 (b) 16:1 (c) 16:2



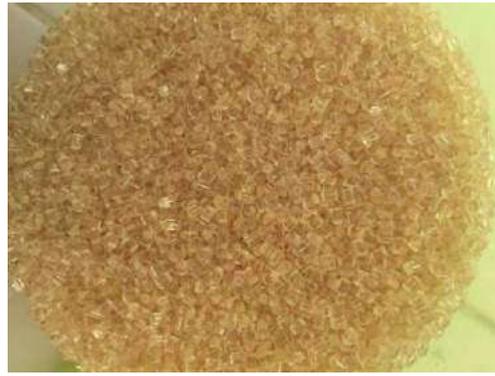
Gambar 2. Ilustrasi FESEM dari membran a) 1 wt.% TiO₂/PVDF, (b) 2 wt.% TiO₂/PVDF.

Tabel 1 Analisa fluks, hydrophilicity, diameter rata-rata pori permukaan membran, dari PVDF nanoporous

Wt.% TiO ₂	Fluks	m(%)	Average pore size (nm)	Contact angle (°)
0	27.07	29.9	28.2	82
1	30.35	28.2	14.93	65
2	88.50	18.3	34.05	53



Bahan polimer dan aditif yang digunakan



Polyvinylidene fluoride (Polimer utama)



Pintu Gerbang PTPN VII



Output limbah cair industri Kelapa Sawit



Pengambilan sampel limbah cair titik 1



Pengambilan sampel limbah cair titik 3



Pengambilan sampel titik 1



Pengambilan sampel titik 4



Sampel titik 5-6



Sampel titik 7



Membran flatsheet



Membran flatsheet



Uji coba pembuatan flatsheet



Bahan –baha polimer dan aditif

Testing alat ultrafiltrasi



Sistem Membran ultrafiltrasi



Dokumen pendukung luaran Wajib #1

Luaran dijanjikan: Dokumentasi hasil uji coba produk

Target: Ada

Dicapai: Tersedia

Dokumen wajib diunggah:

1. Dokumentasi (foto) Pengujian Produk
2. Dokumen Deskripsi dan Spesifikasi Produk
3. Dokumen Hasil Uji Coba Produk

Dokumen sudah diunggah:

1. Dokumen Deskripsi dan Spesifikasi Produk
2. Dokumen Hasil Uji Coba Produk
3. Dokumentasi (foto) Pengujian Produk

Dokumen belum diunggah:

- Sudah lengkap

Nama Produk: Sistem Separasi berbasis membran ultrafiltrasi modifikasi backwash

Tgl. Pengujian: 30 November 2020

Link Dokumentasi: <https://youtu.be/xMdfdMPlofw>

Foto Sistem Membran yang dikembangkan : **Alat Separasi Ultrafiltrasi dengan modifikasi backwash**



Gambar 1. Rangkaian Sistem Separasi Ultrafiltrasi modifikasi Backwash



Gambar 2. Rangkaian Sistem Testing Ultrafiltrasi (Flatsheet dan Hollow fiber)



Karbon aktif



Magnesium Zeolit

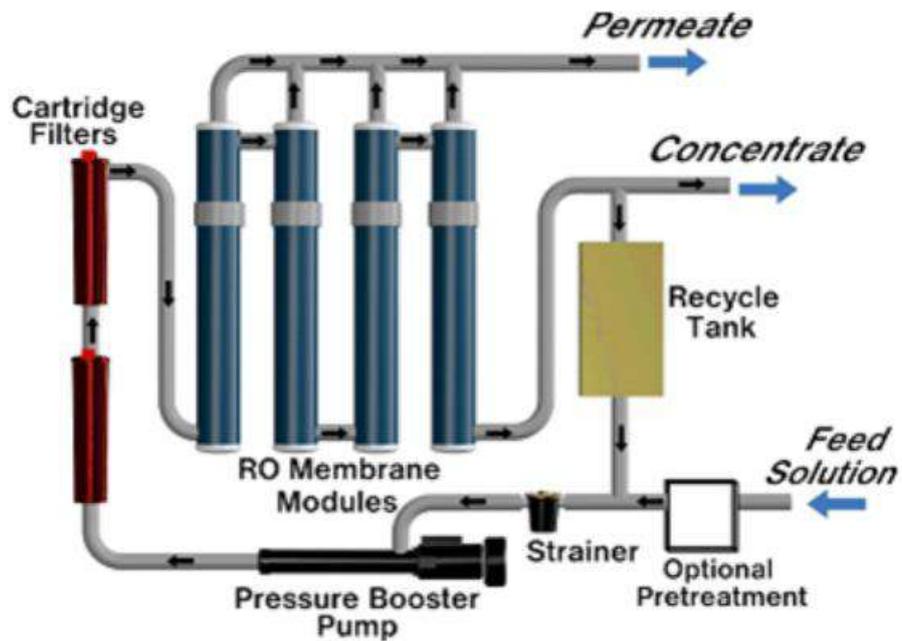


Pasir Silika

Gambar 3. Bahan Water Softener

Deskripsi Sistem Membran Ultrafiltrasi modifikasi Backwash

Diagram Alir dibawah ini menggambarkan tahapan aliran proses separasi ultrafiltrasi yang dikembangkan.



Gambar 4. Diagram Alir Sistem Membran Separasi modifikasi backwash

Tahap 1 : Water Softening

Sistem Ultrafiltrasi/Reverse Osmosis dilengkapi dengan water softener sangat baik digunakan untuk air yang memiliki kontaminan anorganik terlarut, terutama air yang mengandung nitrat yang berasal dari limbah pertanian. Beberapa kontaminan yang dapat dihilangkan oleh filter seperti berikut: Ion dan Logam Arsen, Aluminium, Barium, Kadmium, Kalsium, Klorida, Kromium, Tembaga, Fluorida, Besi, Timbal, Magnesium, Mangan, Merkuri, Nitrat, Kalium, Radium, Selenium, Perak, Natrium, Sulfat, Besi. Partikel-partikel Asbestos, Protozoa, Cryptosporidium, Pestisida Endrin, Heptaklor, Lindan, Pentaklorofenol. Efisiensi membran UF/RO dalam menghilangkan kontaminan tergantung konsentrasi kontaminan, sifat-sifat kimia kontaminan, tipe dan kondisi membran, serta kondisi operasi. Setiap metode memiliki keterbatasan dalam menghilangkan kontaminan, tidak ada metode yang dapat menghilangkan semua kontaminan, dibutuhkan kombinasi antara dua metode treatment air sehingga diperoleh air yang bersih bebas segala kontaminan. Biasanya unit RO dikombinasikan dengan karbon aktif.

Berdasarkan uraian diatas, sistem UF/RO memiliki keuntungan diantaranya mampu menghilangkan senyawa-senyawa anorganik maupun senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam air, mampu menghilangkan parasit dan mikroorganisme seperti virus, mampu menghasilkan air lebih murni dibandingkan dengan sistem destilasi dengan harga yang lebih murah. Selain itu, sistem RO tidak membutuhkan aliran listrik hanya membutuhkan tekanan tinggi untuk dapat beroperasi.

Sistem UF/RO juga memiliki beberapa kerugian diantaranya output air yang dihasilkan setelah treatment lebih sedikit, tidak mampu menghilangkan beberapa pestisida tertentu, pelarut, dan senyawa-senyawa organik volatil (VOCs) sehingga harus dilengkapi dengan filter post karbon untuk menghilangkan kontaminan tersebut, pada saat tidak diberikan tekanan, sistem RO tidak dapat beroperasi, RO memerlukan perawatan yang intensif untuk membran prefilter dan postfilter serta tanki penyimpanan harus dikontrol secara periodik. Selain itu, pada sistem RO kerusakan membran sulit dideteksi.

Pertukaran Ion

Ion merupakan atom atau molekul yang bermuatan, dapat bermuatan positif maupun negatif. Secara umum metode pertukaran ion terdiri atas softening dan deionisasi. Softening utamanya digunakan sebagai metode pretreatment untuk mereduksi air sadah sebelum memasuki proses reverse osmosis (RO). Air tanah melarutkan bebatuan dan melepaskan mineral-mineral salah satunya ion kalsium dan magnesium. Keberadaan kalsium dan magnesium ini dapat menyebabkan air bersifat sadah atau lebih dikenal dengan istilah hardwater. Mineral-mineral tersebut dapat menurunkan kualitas air, terlihat dari sifat fisiknya yang nampak keruh dan berbau. Kalsium dan magnesium terdapat dalam bentuk CaCO_3 dan MgCO_3 , kedua garam tersebut dapat dihilangkan dengan pemanasan namun membutuhkan energi yang besar. Agen pembersih yang biasa digunakan untuk mencuci pakaian pun tidak mampu menghilangkan kotoran dan kuman apabila menggunakan air sadah, bahkan membuat pakaian menjadi kusam. Selain itu, mineral-mineral tersebut dapat meninggalkan kerak putih pada kamar mandi.

Kesadahan air atau water hardness dapat dihilangkan dengan metode pertukaran ion.. Water hardness dapat dinyatakan dalam grain per gallon (gpg) dan part per million (ppm) atau miligram per liter (mg/L). 1 gpg sama dengan 17 ppm (mg/L). Tabel 2 menunjukkan tingkat kesadahan air.

Pertukaran ion mampu menghilangkan ion Ca dan Mg penyebab kesadahan air dan menggantinya dengan ion yang tidak menyebabkan kesadahan seperti ion Na. Na dapat diperoleh dari garam NaCl. Untuk mengatasi kesadahan (hardness) dapat digunakan suatu softener yang mengandung resin pertukaran mikropori, biasanya berupa polistirena sulfonat yang sangat jenuh dengan Na, menutupi seluruh permukaan resin. Resin menukar dua ion Na⁺ untuk setiap ion Ca²⁺ atau Mg²⁺ yang akan dihilangkan. Air akan melewati resin ini, ion Ca dan Mg yang berasal dari air sadah menyerang resin dan menggantikan posisi ion Na dalam resin sehingga resin melepaskan ion Na ke dalam air. Proses tersebut merupakan proses softening air sadah seperti terlihat pada Gambar 7. Setelah proses softening dalam jumlah besar, resin menjadi jenuh dengan ion Ca dan Mg sehingga resin harus diregenerasi (Gambar 7). Resin yang telah jenuh ditambahkan larutan pencuci yang mengandung ion Na (brine solution) sehingga ion Na akan menggantikan kembali posisi ion Ca dan Mg dalam resin, ion Ca dan Mg keluar sebagai wastewater.

Water softener diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu:

- Manual: Operator menutup dan membuka kran untuk mengontrol frekuensi, tingkat dan waktu regenerasi.
- Semi-automatic: Operator hanya mengawasi siklus regeneasi, tombol ditekan saat softener perlu untuk diregenerasi, kemudian unit akan mengontrol dan melengkapi proses regenerasi.
- Automatic: Softener dilengkapi pengatur waktu yang secara otomatis akan mengawasi siklus regenerasi dan setiap tahapan dalam proses tersebut. Operator hanya perlu mengatur waktu dan menambahkan garam sesuai kebutuhan. Regenerasi umumnya dilakukan saat penggunaan air sedikit, yaitu sekitar jam 4 pagi atau tengah malam. Tipe softener ini paling populer digunakan.
- Demand Initiated Regeneration (DIR): Semua operasi diawali secara otomatis tergantung respon penggunaan air dan permintaan akan proses softening. Sistem DIR secara umum mempunyai dua tanki softening dan satu tanki larutan pencuci (brine solution). Pada saat sedang berlangsung proses softening pada satu tanki, akan berlangsung proses regenerasi pada tanki lainnya.
- Off-site regeneration: Penggunaan tanki softening secara fisik diganti dengan tanki regenerasi.

Setelah proses softening kemudian diregenerasi.

Perawatan untuk softener tergantung tipe softener yang digunakan. Tanki larutan pencuci harus selalu diperiksa dan dibersihkan secara teratur. Frekuensi pembersihan bergantung pada tipe dan kemurnian garam yang digunakan dalam proses softening serta karakteristik air yang akan ditreatment. Proses backwash resin sangat penting untuk efisiensi regenerasi. Apabila proses backwash dilakukan semi-otomatis, backwash sebaiknya tetap dilanjutkan sampai diperoleh air yang benar-benar bersih. Apabila proses backwash dilakukan secara otomatis, atur waktu backwash cukup lama sehingga diperoleh air bersih. Kandungan besi > 5 ppm, mangan atau hidrogen sulfida yang cukup tinggi dalam air akan mereduksi efektivitas softener, apabila ini terjadi resin harus dibersihkan terlebih dahulu atau bahkan diganti.

Keuntungan purifikasi air dengan metode pertukaran ion melalui proses softening diantaranya dapat menghilangkan ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ sehingga air lebih bersih dan lembut untuk pakaian, membuat mesin cuci dan alat rumah tangga lainnya tahan lama, deterjen ataupun sabun yang digunakan pun lebih sedikit. Adapun kerugian metode ini diantaranya air hasil softening tidak direkomendasikan untuk menyiram tanaman dan kebun karena kandungan natriumnya, dapat mereduksi efektivitas sistem septik dan selokan, beresiko terhadap kesehatan akibat pemasukan natrium yang tinggi ke dalam tubuh.

Masalah kesadahan air untuk keperluan mencuci dapat direduksi dengan menggunakan deterjen yang telah ditambahkan formula kimia softening. Beberapa senyawa kimia yang ditambahkan untuk mereduksi efek negatif dari air sadah meliputi Sal soda dan Calgon. Sal soda dikombinasikan dengan kalsium dan magnesium membentuk partikel padat, merupakan zat aditif pengendap, tidak bersih secara sempurna karena partikel padat kemungkinan melekat pada serat pakaian. Calgon dikombinasikan dengan kalsium dan magnesium membentuk senyawa dalam larutan, merupakan zat aditif bukan pengendap namun berakibat negatif pada lingkungan karena kandungan fosfat yang sangat tinggi.

Deionisasi

Deionisasi merupakan suatu metode dimana aliran air akan melewati 2 material pertukaran ion dalam hal ini resin sehingga dapat menghilangkan semua kandungan garam. Deionisasi menukar baik ion H^+ (kation) maupun ion OH^- (anion). Resin penukar kation terbuat dari stirena dan divinil benzena yang mengandung gugus asam sulfonat yang akan menukarkan setiap ion H^+ untuk berbagai kation seperti Na^+ , Ca^{2+} dan Al^{3+} . Demikian halnya dengan resin penukar anion, terbuat dari stirena dan mengandung gugus ammonium kuarterner yang akan menukar setiap ion OH^- dengan berbagai anion seperti Cl^- . Ion hidrogen dari unit penukar kation dan ion hidroksil dari unit penukar anion akan membentuk air murni.

Aliran air pertama melewati resin penukar kation hanya menghilangkan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} sebagaimana proses softening normal. Deionisasi juga dapat menghilangkan ion-ion logam positif lain selama proses dan menggantinya dengan ion H^+ . Ion logam mampu menempatkan dirinya pada resin pertukaran kation. Pertukaran ion H^+ dan ion positif lainnya harus ekuivalen secara kimia untuk menjaga keseimbangan muatan listrik. Ion Na^+ menggantikan 1 ion H^+ dari resin, ion Ca^{2+} menggantikan 2 ion H^+ dari resin, ion Fe^{3+} menggantikan 3 ion H^+ dari resin. Hasil akhir setelah melewati penukar kation diperoleh ion H^+ dengan konsentrasi relatif tinggi sehingga larutan bersifat asam. Dalam hal ini proses deionisasi terjadi secara parsial. Selanjutnya air akan mengalir melalui penukar anion, pertukaran terjadi antara ion OH^- dengan ion negatif lain seperti Cl^- .

Deionisasi dapat menjadi komponen penting dalam sistem purifikasi air secara total ketika dikombinasikan dengan metode lain seperti RO dan adsorpsi karbon. Deionisasi mampu menghilangkan kontaminan berupa ion-ion secara efektif tetapi tidak mampu menghilangkan senyawa-senyawa organik maupun mikroorganisme. Mikroorganisme dapat menyerang resin karena resin dapat menyediakan media untuk pertumbuhan bakteri dan generasi pirogen. Secara garis besar, keuntungan deionisasi menghilangkan senyawa anorganik secara efektif, mampu diregenerasi, modal awal relatif murah. Namun terdapat beberapa kerugian dari deionisasi yaitu, tidak dapat menghilangkan partikel-partikel kecil, pirogen atau bakteri dan biaya operasionalnya relatif mahal.

Adsorpsi Karbon

Adsorpsi (penyerapan) adalah suatu proses pemisahan dimana komponen dari suatu fase fluida/cairan berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorban). Biasanya partikel-partikel kecil zat penyerap dilepaskan pada adsorpsi kimia, terbentuk ikatan kuat antara penyerap dan zat yang dijerap sehingga tidak mungkin terjadi proses yang bolak-balik (Tinsley 1979). Pada adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorban, dimana adsorbat adalah substansi yang terjerap atau substansi yang akan dipisahkan dari pelarutnya, sedangkan adsorban adalah merupakan suatu media penyerap yang dalam hal ini biasanya berbentuk padatan (Weber 1972). Pada proses ini adsorbat

menempel dipermukaan adsorban membentuk suatu lapisan tipis (film). Dalam proses purifikasi air adsorban yang digunakan biasanya berupa karbon sehingga dikenal istilah proses adsorpsi karbon.

Produksi karbon aktif dunia diperkirakan 300000-400000 ton. Sekitar 80% karbon aktif diaplikasikan pada fase cair. karbon aktif dapat berasal dari arang hasil pembakaran, batu bara, lignit, produk-produk kayu, batok kelapa, dan lainnya. Karbon tersebut kemudian diaktivasi dengan memberikan uap pada suhu tinggi (2300°F) tanpa pemberian oksigen. Pada beberapa kasus, karbon juga diproses dengan asam pencuci atau dilapisi oleh suatu senyawa yang dapat menambah kemampuan karbon dalam menghilangkan kontaminan tertentu. Karbon yang telah diaktivasi memiliki ukuran partikel yang kecil dan luas permukaan yang besar sehingga memungkinkan kontaminan lebih banyak terjerap ke dalam karbon. PAC (Powdered Activated Carbon) diperoleh dengan menghaluskan karbon sehingga diperoleh karbon berupa serbuk yang sangat halus. Luas permukaan karbon aktif berkisar 500-1400 m²/g (Hassler 1974).

Karbon aktif mempunyai ukuran pori yang sangat banyak. Pori-pori ini dapat menangkap partikel-partikel yang sangat halus maupun molekul organik yang besar seperti rasa, warna, maupun bau dan menjebaknya disana. Karbon aktif memiliki jaringan pori yang sangat luas dan berubah-ubah bentuknya untuk menerima molekul kontaminan baik besar maupun kecil. Pori karbon aktif diklasifikasikan berdasarkan ukuran dan diameter pori. Variasi pori meliputi mikropori (2 nm), mesopori (2-50 nm), dan makropori (>50 nm).

Adsorpsi karbon aktif merupakan proses adsorpsi dimana kontaminan ditarik atau dijerap oleh permukaan partikel karbon (Gambar 10). Efisiensi proses adsorpsi dipengaruhi oleh karakteristik karbon (ukuran partikel, ukuran pori, luas permukaan, densitas, kekerasan) dan karakteristik kontaminan (konsentrasi, kelarutan kontaminan, penarikan kontaminan ke permukaan karbon). Adsorpsi karbon merupakan metode yang sering digunakan dalam treatment air karena kemampuannya dalam menghilangkan rasa dan bau termasuk klorin. Karbon aktif dapat menghilangkan banyak senyawa kimia dan gas, bahkan senyawa mikroorganisme. Karbon aktif sangat baik digunakan untuk menghilangkan kontaminan kelas 1 yang merupakan senyawa organik penyebab rasa dan bau menurut Environment Protect Agency(EPA). Pada proses adsorpsi, kontaminan mematahkan ikatannya dengan molekul air untuk berikatan kimia dengan media filter. Kontaminan yang dapat dihilangkan dengan karbon aktif terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Jenis kontaminan yang dapat dihilangkan dengan karbon aktif

Kontaminan	Jenis kontaminan
Ion dan Logam	Klorin, Radon
Senyawa Kimia Organik	Benzena, Karbon tetraklorida, dikloro benzena, trikoloro etilena, Trihalometana (THMs)
Pestisida	1,2,4-Triklorobenzana, 2,4-D, Atrazine

Kontaminan tidak semua dapat diatasi dengan satu metode karena semua metode memiliki keterbatasan, dan terkadang harus dikombinasikan untuk mentreatment air sehingga diperoleh air bersih. Setiap tipe karbon memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghilangkan kontaminan, tidak ada satupun karbon yang dapat menghilangkan semua kontaminan secara maksimal. Adsorpsi karbon aktif tidak dapat menghilangkan virus, bakteri, kalsium dan magnesium, fluorida, nitrat dan senyawa lainnya. Efektivitas penghilangan kontaminan yang spesifik tergantung pada sumber atau tipe karbon dan metode aktivasi. Contohnya, karbon yang paling efektif untuk menghilangkan Timbal berbeda tipe dan metode aktivasinya dengan karbon yang digunakan untuk menghilangkan klorin. Berikut adalah faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kapasitas adsorpsi.

Membran UF/RO

Dalam sistem ini akan Penggunaan filtrasi menggunakan teknologi membran telah dilakukan dan mendapatkan hasil yang potensial untuk diterapkan pada kondisi sebenarnya. Membran komposit PVDF diproduksi dengan menambahkan bahan organik dan anorganik untuk mendapatkan polimer fungsional yang cocok untuk pembuatan membran dengan meningkatkan hidrofilitas dan resistensi pengotoran. Selain itu, membran PVDF ditemukan sebagai bahan membran yang efektif untuk pengolahan air limbah kelapa sawit karena meningkatkan fluks dan kemampuan tahan fouling. Hollowfiber membrane yang mengandung aditif PVDF/TiO₂/DMAc dibuat dengan menggunakan proses dry jet wet spinning. Untuk meningkatkan sifat antifouling membran, 2% titanium oksida anorganik (TiO₂) ditambahkan ke dalam larutan polimer PVDF. Karakterisasi membran, pemotongan berat molekul (MWCO), dan retensi untuk air limbah model kelapa sawit dilakukan. Membran terbaik PVDF/TiO₂ memiliki fluks air murni 92,8 L / m².jam dan MWCO nominal 61 kDa dengan tingkat retensi lebih dari 91%.



SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN 'AISYIYAH PALEMBANG

Jl. Kol. H. Burlian - M. Husin No. 907 RT. 12 RW. 04 Kel. Karya Baru Kec. Alang-alang Lebar
KM.7,5 Palembang 30152 Telp. 0711 - 421981 Fax. 0711 - 417135

www.stikes-aisyiyah-palembang.ac.id

stikes.aisyiyah.plm@gmail.com

S1 Farmasi | D III Keperawatan | D III Kebidanan



HASIL PENGUJIAN

No. Register Lab	: 1342RQ10620-UMP	Pengambil Sampel	: Erna Yuliwati
Sampel Berasal dari	: Erna Yuliwati	Lokasi Sampel	: PTPN VII Betung
Alamat Pemohon	: UM Palembang	Tgl. Order	: 10-06-2020; 12.00 WIB
Jenis Sampel	: Air Limbah	Sampel diambil tanggal	: 10-06-2020
Kode Sampel	: 1342RQ10620-1	Sampel diterima	: 10-06-2020
Inisial Sampel	: Air Kolam	Tgl. Hasil	: 14-06-2020
Pembiayaan	: Umum		

FISIKA					
No.	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Organoleptik
2	TDS/TS	Mg/L	400,00	465	Potensiometer
3	Kekeruhan	Skala NTU			SNI 06-8089.25-2005
4	Rasa	-	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Organoleptik
5	Warna Air	ScalaPtCo	50,00	20,00	SNI 06-8089.24-2005
KIMIA					
No	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Suhu	°C	26±3 °C	13,20	Termometri
2	pH Air	-	6,5-9,0	6,00	SNI 06-6989.9-2004
3	Organik (KmnO ₄)	Mg/L	10,0	8,89	SNI 06-6989.22-2004
4	Sulfida	Mg/L	0,3	0,098	SNI 06-6989.20-2009
5	Chlorine	Mg/L	600,00	89,08	SNI 06-6989.19-2009
6	COD	Mg/L	350	138,00	SNI 06-6989.16-2004
7	BOD ₅	Mg/L	100	48,02	SNI 06-6989.16-2004
8	DO	Mg/L	0-5	4,8	SNI 06-6989.16-2004
9	Kesadahan Total	Mg/L	500,00	341,00	SNI 06-6989.12-2004
10	N sebagai Nitrat	Mg/L	20	9,80	Spectrofotometri
11	N sebagai Nitrit*	Mg/L	1,00	<0,25	SNI 06-6989.9-2004
12	Minyak dan Lemak	Mg/L	25	15,90	SNI 06-6989.9-2004
13	Mangan (Mn)*	µg/L	600,00	70,30	SNI 06-6989.5-2009
14	Fluorida	Mg/L	1,50	<0,05	Alizarin Merah

*Terakreditasi

Catatan:

- LOD Fluorida : ≥ 0.01 Mg/L -LOD N sebagai Nitrit* : ≥ 0.01 Mg/L
- Lembar hasil pemeriksaan tidak untuk diumumkan dan hanya berlaku untuk contoh tersebut diatas.
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan dan disebarluaskan tanpa persetujuan tertulis dari Kepala Laboratorium Sekolah tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Pengambilan sampel contoh di luar tanggung jawab Laboratorium Kimia Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Kadar maksimum yang diperbolehkan sesuai dengan ketentuan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomer 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri.

Palembang, 14-06-2020

Kepala Laboratorium Kimia

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang

Aisyah Nurmalina



SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN 'AISYIYAH PALEMBANG

Jl. Kol. H. Burlian - M. Husin No. 907 RT. 12 RW. 04 Kel. Karya Baru Kec. Alang-alang Lebar
KM.7,5 Palembang 30152 Telp. 0711 - 421981 Fax. 0711 - 417135

www.stikes-aisyiyah-palembang.ac.id

stikes.aisyiyah.plm@gmail.com

S1 Farmasi | D III Keperawatan | D III Kebidanan

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HASIL PENGUJIAN

No. Register Lab	: 1342RQ10620-UMP	Pengambil Sampel	: Erna Yuliwati
Sampel Berasal dari	: Erna Yuliwati	Lokasi Sampel	: PTPN VII Betung
Alamat Pemohon	: UM Palembang	Tgl. Order	: 28-07-2020; 12.00 WIB
Jenis Sampel	: Air Limbah	Sampel diambil tanggal	: 28-07-2020
Kode Sampel	: 1342RQ10620-1	Sampel diterima	: 28-07-2020
Inisial Sampel	: Air Kolam	Tgl. Hasil	: 02-08-2020
Pembiayaan	: Umum		

FISIKA					
No.	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Organoleptik
2	TDS/TS	Mg/L	400,00	465	Potensiometer
3	Kekeruhan	Skala NTU			SNI 06-8089.25-2005
4	Rasa	-	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Organoleptik
5	Warna Air	ScalaPtCo	50,00	20,00	SNI 06-8089.24-2005
KIMIA					
No	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Suhu	°C	26±3 °C	13.20	Termometri
2	pH Air	-	6,5-9,0	6,30	SNI 06-6989.9-2004
3	Organik (KmnO ₄)	Mg/L	10,0	8,30	SNI 06-6989.22-2004
4	Sulfida	Mg/L	0,3	0,08	SNI 06-6989.20-2009
5	Chlorine	Mg/L	600,00	92,04	SNI 06-6989.19-2009
6	COD	Mg/L	350	149,00	SNI 06-6989.16-2004
7	BOD ₅	Mg/L	100	42,09	SNI 06-6989.16-2004
8	DO	Mg/L	0-5	5,2	SNI 06-6989.16-2004
9	Kesadahan Total	Mg/L	500,00	354,00	SNI 06-6989.12-2004
10	N sebagai Nitrat	Mg/L	20	9,80	Spectrofotometri
11	N sebagai Nitrit*	Mg/L	1,00	<0,25	SNI 06-6989.9-2004
12	Minyak dan Lemak	Mg/L	25	18,90	SNI 06-6989.9-2004
13	Mangan (Mn)*	µg/L	600,00	55,90	SNI 06-6989.5-2009
14	Fluorida	Mg/L	1,50	<0,05	Alizarin Merah

*Terakreditasi

Catatan:

- LOD Fluorida : ≥ 0.01 Mg/L -LOD N sebagai Nitrit* : ≥ 0.01 Mg/L
- Lembar hasil pemeriksaan tidak untuk diumumkan dan hanya berlaku untuk contoh tersebut diatas.
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan dan disebarluaskan tanpa persetujuan tertulis dari Kepala Laboratorium Sekolah tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Pengambilan sampel contoh di luar tanggung jawab Laboratorium Kimia Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Kadar maksimum yang diperbolehkan sesuai dengan ketentuan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomer 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri.

Palembang, 02-08-2020

Kepala Laboratorium Kimia

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang

Aisyah Nurmalina



SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN 'AISYIYAH PALEMBANG

Jl. Kol. H. Burlian - M. Husin No. 907 RT. 12 RW. 04 Kel. Karya Baru Kec. Alang-alang Lebar
KM.7,5 Palembang 30152 Telp. 0711 - 421981 Fax. 0711 - 417135

www.stikes-aisyiyah-palembang.ac.id

stikes.aisyiyah.plm@gmail.com

S1 Farmasi | D III Keperawatan | D III Kebidanan



HASIL PENGUJIAN

No. Register Lab : 1342RQ10620-UMP
Sampel Berasal dari : Erna Yuliwati
Alamat Pemohon : UM Palembang
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : 1342RQ10620-3
Inisial Sampel : Air Kolam
Pembiayaan : Umum

Pengambil Sampel : Erna Yuliwati
Lokasi Sampel : PTPN VII Betung
Tgl. Order : 10-09-2020; 12.00 WIB
Sampel diambil tanggal : 10-09-2020
Sampel diterima : 10-09-2020
Tgl. Hasil : 16-06-2020

FISIKA					
No.	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Organoleptik
2	TDS/TS	Mg/L	400,00	465	Potensiometer
3	Kekeruhan	Skala NTU			SNI 06-8089.25-2005
4	Rasa	-	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Organoleptik
5	Warna Air	ScalaPtCo	50,00	20,00	SNI 06-8089.24-2005
KIMIA					
No	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Suhu	°C	26±3 °C	12,98	Termometri
2	pH Air	-	6,5-9,0	6,40	SNI 06-6989.9-2004
3	Organik (KmnO ₄)	Mg/L	10,0	86,99	SNI 06-6989.22-2004
4	Sulfida	Mg/L	0,3	0,090	SNI 06-6989.20-2009
5	Chlorine	Mg/L	600,00	85,97	SNI 06-6989.19-2009
6	COD	Mg/L	350	133,00	SNI 06-6989.16-2004
7	BOD ₅	Mg/L	100	45,32	SNI 06-6989.16-2004
8	DO	Mg/L	0-5	5,4	SNI 06-6989.16-2004
9	Kesadahan Total	Mg/L	500,00	249,00	SNI 06-6989.12-2004
10	N sebagai Nitrat	Mg/L	20	8,30	Spectrofotometri
11	N sebagai Nitrit*	Mg/L	1,00	<0,25	SNI 06-6989.9-2004
12	Minyak dan Lemak	Mg/L	25	13,80	SNI 06-6989.9-2004
13	Mangan (Mn)*	µg/L	600,00	65,30	SNI 06-6989.5-2009
14	Fluorida	Mg/L	1,50	<0,05	Alizarin Merah

*Terakreditasi

Catatan:

- LOD Fluorida : ≥ 0.01 Mg/L -LOD N sebagai Nitrit* : ≥ 0.01 Mg/L
- Lembar hasil pemeriksaan tidak untuk diumumkan dan hanya berlaku untuk contoh tersebut diatas.
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan dan disebarluaskan tanpa persetujuan tertulis dari Kepala Laboratorium Sekolah tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Pengambilan sampel contoh di luar tanggung jawab Laboratorium Kimia Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Kadar maksimum yang diperbolehkan sesuai dengan ketentuan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomer 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri.

Palembang, 16-09-2020

Kepala Laboratorium Kimia

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang

Aisyah Nurmalina



SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN 'AISYIYAH PALEMBANG

Jl. Kol. H. Burlian - M. Husin No. 907 RT. 12 RW. 04 Kel. Karya Baru Kec. Alang-alang Lebar
KM.7,5 Palembang 30152 Telp. 0711 - 421981 Fax. 0711 - 417135

www.stikes-aisyiyah-palembang.ac.id

stikes.aisyiyah.plm@gmail.com

S1 Farmasi | D III Keperawatan | D III Kebidanan

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HASIL PENGUJIAN

No. Register Lab : 1342RQ10620-UMP
Sampel Berasal dari : Erna Yuliwati
Alamat Pemohon : UM Palembang
Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : 1342RQ10620-3
Inisial Sampel : Air Kolam
Pembiayaan : Umum

Pengambil Sampel : Erna Yuliwati
Lokasi Sampel : PTPN VII Betung
Tgl. Order : 10-09-2020; 12.00 WIB
Sampel diambil tanggal : 10-09-2020
Sampel diterima : 10-09-2020
Tgl. Hasil : 16-06-2020

FISIKA					
No.	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Organoleptik
2	TDS/TS	Mg/L	400,00	465	Potensiometer
3	Kekeruhan	Skala NTU			SNI 06-8089.25-2005
4	Rasa	-	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Organoleptik
5	Warna Air	ScalaPtCo	50,00	20,00	SNI 06-8089.24-2005
KIMIA					
No	Item Pemeriksaan	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan Peraturan Gubernur Nomer 8 Tahun 2012	Hasil Pemeriksaan	Metode
1	Suhu	°C	26±3 °C	13.20	Termometri
2	pH Air	-	6,5-9,0	6,08	SNI 06-6989.9-2004
3	Organik (KmnO ₄)	Mg/L	10,0	8,94	SNI 06-6989.22-2004
4	Sulfida	Mg/L	0,3	0,090	SNI 06-6989.20-2009
5	Chlorine	Mg/L	600,00	75,59	SNI 06-6989.19-2009
6	COD	Mg/L	350	126,85	SNI 06-6989.16-2004
7	BOD ₅	Mg/L	100	48,00	SNI 06-6989.16-2004
8	DO	Mg/L	0-5	4,8	SNI 06-6989.16-2004
9	Kesadahan Total	Mg/L	500,00	341,00	SNI 06-6989.12-2004
10	N sebagai Nitrat	Mg/L	20	7,99	Spectrofotometri
11	N sebagai Nitrit*	Mg/L	1,00	<0,25	SNI 06-6989.9-2004
12	Minyak dan Lemak	Mg/L	25	13,91	SNI 06-6989.9-2004
13	Mangan (Mn)*	µg/L	600,00	70,00	SNI 06-6989.5-2009
14	Fluorida	Mg/L	1,50	<0,05	Alizarin Merah

*Terakreditasi

Catatan:

- LOD Fluorida : ≥ 0.01 Mg/L -LOD N sebagai Nitrit* : ≥ 0.01 Mg/L
- Lembar hasil pemeriksaan tidak untuk diumumkan dan hanya berlaku untuk contoh tersebut diatas.
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan dan disebarluaskan tanpa persetujuan tertulis dari Kepala Laboratorium Sekolah tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Pengambilan sampel contoh di luar tanggung jawab Laboratorium Kimia Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang.
- Kadar maksimum yang diperbolehkan sesuai dengan ketentuan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomer 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri.

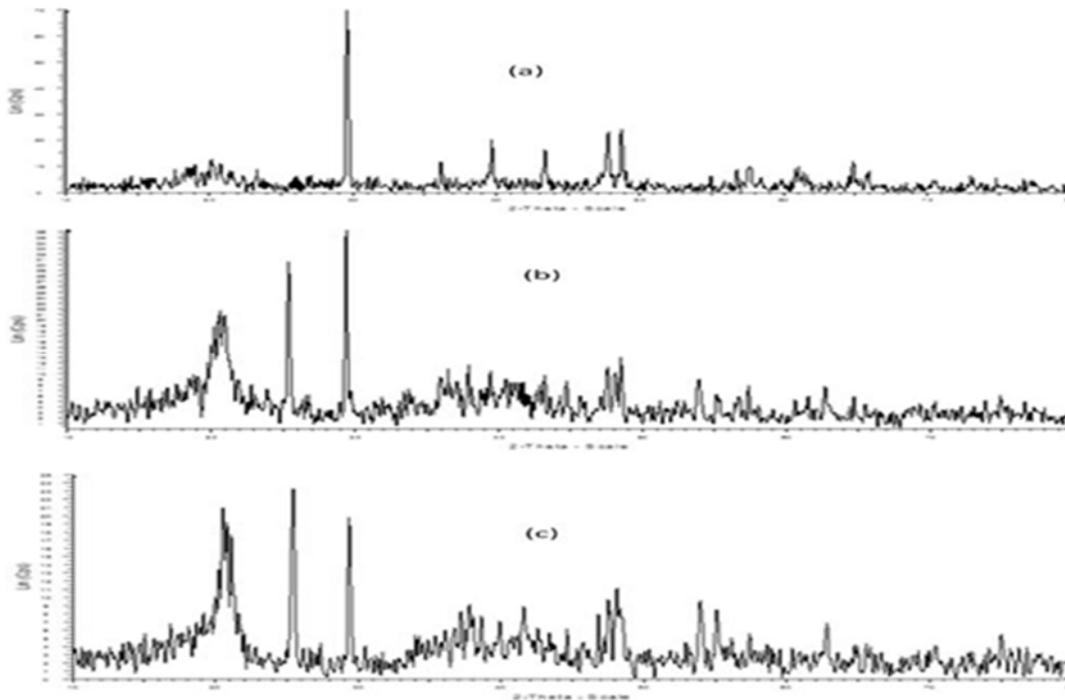
Palembang, 16-09-2020

Kepala Laboratorium Kimia

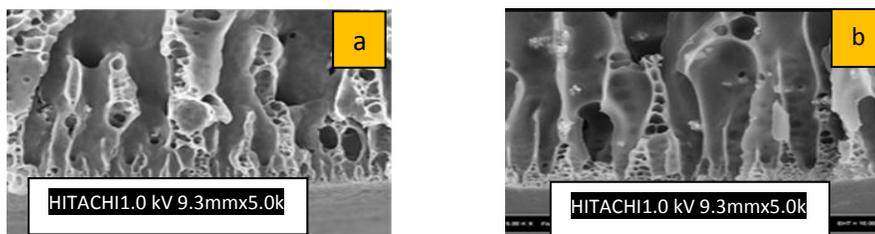
Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan 'Aisyiyah Palembang

Aisyah Nurmalina

Hasil Tes membran



Gambar 1 X-ray diffractograms of PVDF/TiO₂ membran campuran dengan variasi rasio massa (a)16:0 (b) 16:1 (c) 16:2



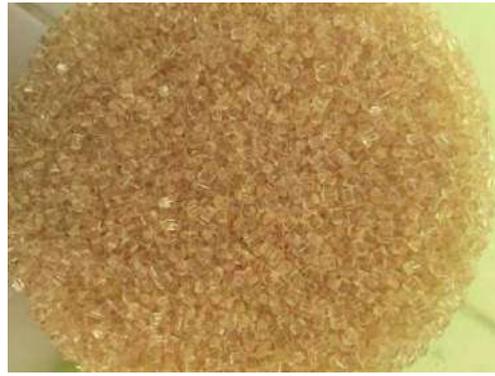
Gambar 2. Ilustrasi FESEM dari membran a) 1 wt.% TiO₂/PVDF, (b) 2 wt.% TiO₂/PVDF.

Tabel 1 Analisa fluks, hydrophilicity, diameter rata-rata pori permukaan membran, dari PVDF nanoporous

Wt.% TiO ₂	Fluks	m(%)	Average pore size (nm)	Contact angle (°)
0	27.07	29.9	28.2	82
1	30.35	28.2	14.93	65
2	88.50	18.3	34.05	53



Bahan polimer dan aditif yang digunakan



Polyvinylidene fluoride (Polimer utama)



Pintu Gerbang PTPN VII



Output limbah cair industri Kelapa Sawit



Pengambilan sampel limbah cair titik 1



Pengambilan sampel limbah cair titik 3



Pengambilan sampel titik 1



Pengambilan sampel titik 4



Sampel titik 5-6



Sampel titik 7



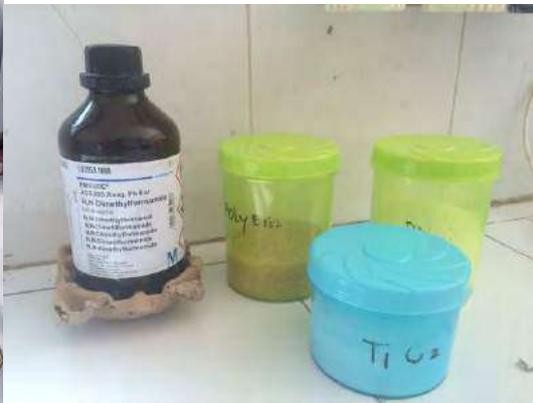
Membran flatsheet



Membran flatsheet



Uji coba pembuatan flatsheet



Bahan –baha polimer dan aditif

Testing alat ultrafiltrasi



Sistem Membran ultrafiltrasi



AISTDF Secretariat
Science & Engineering Research Board (SERB)
Vasant Square Mall, Vasant Kunj,
New Delhi-110067

No. IMRC/AISTDF/R&D/P-11/2018

Dated: 12-11-2018

ORDER

Approval of the Chairman AISTDF (Secretary DST) is hereby accorded for implementation/execution of the ASEAN-India Collaborative research project entitled "Reduction in greenhouse gas emission with synergistic mixed matrix membrane for CO₂ separation" for a period of 2 years wef 01-11-2018.

2. The composition of the project team(s) is as below:

<u>Indian side</u>	<u>ASEAN side</u>
1. Dr. G. Arthanareeswaran, Associate Professor, Department of Chemical Engineering, National Institute of Technology, Tiruchirappalli.	ASEAN MS 1 (Malaysia) Dr. Ahmad Fauzi Ismail, Professor, Advanced Membrane Technology Research Center (AMTEC), Universiti Teknologi, Malaysia
2. Miss Elakkiya Swaminathan Ph.D Research Scholar National Institute of Technology, Tiruchirappalli (TN)	ASEAN MS 2 (Thailand) Dr. Wirote Youravong, Professor, Prince of Songkla University, Thailand.
	ASEAN MS 3 (Indonesia) Dr. Erna Yuliwati, Associate Professor, Universitas Muhammadiyah Palembang, Indonesia.

3. The change/ replacement of project participants is not allowed. The participating scientists should be working on the project and affiliated with the Institute/University holding the indicated position at the time of start of the project as well as at the time of exchange visits under the project. The project grant can be utilized only for the approved items /visits of participating scientists, as mentioned above.

4. The break-up of estimated expenditure is as indicated below-

4.1 Mobility expenses: **(Indian side): From India to ASEAN MS-1 (Malaysia)**

Year	Name of the visitor and duration of each visit	International air-fare, visa fee, overseas insurance etc (on actual)	Accommodation, per-diem etc.	Total
1 st	i. Dr. G. Arthanareeswaran (14 days)	50,000/-	84,000/- (6000*14)	1,34,000/-
	ii. Ms. E. Swaminathan (Research Fellow)	Nil	Nil	
2 nd	i. Dr. G. Arthanareeswaran	Nil	Nil	2,00,000/-
	ii. Ms. E. Swaminathan (Research Fellow) (30 days)	50,000/-	1,50,000/- (5000*30)	
			Total	3,34,000/-

Cont next page/-


12/11

4.2 Mobility expenses: (Indian side): From India to ASEAN MS-2 (Thailand)

Year	Name of the visitor and duration of each visit	International air-fare, visa fee, overseas insurance etc (on actual)	Accommodation, per-diem etc.	Total
1 st	i.Dr.G.Arthanareeswaran (14 days)	50,000/-	84,000/- (6000*14)	1,34,000/-
	ii.Ms. E. Swaminathan (Research Fellow)	Nil	Nil	
2 nd	i.Dr. G.Arthanareeswaran	Nil	Nil	
	ii.Ms.E.Swaminathan (Research Fellow) (30 days)	50,000/-	1,50,000/- (5000*30)	2,00,000/-
			Total	3,34,000/-

4.3 Mobility expenses: (Indian side): From India to ASEAN MS-3 (Indonesia)

Year	Name of the visitor and duration of each visit	International air-fare, visa fee, overseas insurance etc (on actual)	Accommodation, per-diem etc.	Total
1 st	i.Dr.G.Arthanareeswaran (14 days)	50,000/-	84,000/- (6000*14)	1,34,000/-
	ii. Ms.E.Swaminathan (Research Fellow)	Nil	Nil	
2 nd	i.Dr.G.Arthanareeswaran	Nil	Nil	
	ii.Ms.E.Swaminathan (Research Fellow) (30 days)	50,000/-	1,50,000/- (5000*30)	2,00,000/-
			Total	3,34,000/-

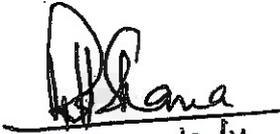
4.4. Research costs (Indian partner)

Year	Accessories/ appliances, Chemicals & Consumables etc.	Project scientific manpower	Total
1 st	5,00,000/-	Nil	5,00,000/-
2 nd	5,00,000/-	Nil	5,00,000/-
		Total	10,00,000/-

4.5 Mobility expenses (visits from ASEAN MS-1 to India)

Year	Name of the visitor and duration of each visit	International air-fare and overseas insurance etc (on actual)	Accommodation , per-diem etc.	Total
1 st	i. Dr. Ahmad Fauzi Ismail (14 days)	55,000/-	84,000/- (6000*14)	1,39,000/-
2 nd	i. Dr. Ahmad Fauzi Ismail (30 days)	55,000/-	84,000/- (6000*14)	1,39,000/-
			Total	2,78,000/-

Cont next page/-


 12/11

4.6 Mobility expenses (visits from ASEAN MS-2 to India)

Year	Name of the visitor and duration of each visit	International air-fare and overseas insurance etc (on actual)	Accommodation , per-diem etc.	Total
1 st	i. Dr. Wirote Youravong (14 days)	55,000/-	84,000/- (6000*14)	1,39,000/-
2 nd	i. Dr. Wirote Youravong (14 days)	55,000/-	84,000/- (6000*14)	1,39,000/-
			Total	2,78,000/-

4.7 Mobility expenses (visits from ASEAN MS-3 to India)

Year	Name of the visitor and duration of each visit	International air-fare and overseas insurance etc (on actual)	Accommodation , per-diem etc.	Total
1 st	i. Dr. Erna Yuliwati (14 days)	55,000/-	84,000/- (6000*14)	1,39,000/-
2 nd	i. Dr. Erna Yuliwati (14 days)	55,000/-	84,000/- (6000*14)	1,39,000/-
			Total	2,78,000/-

Total (Travel costs ie Tables 4.1+4.2+4.3+4.5+4.6+4.7)		18,36,000/-
Total (non-travel expenses ie Table 4.4)		10,00,000/-
Over-head expenses (5% of the non-travel expenses)		50,000/-
Grand Total		28,86,000/-

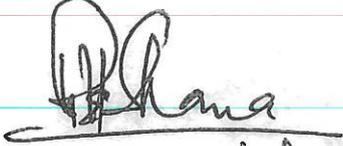
5 Sanction of the Chairman-AISTDF (Secretary DST) is also accorded for the release of Rs. 10,00,000/- (Rupees Ten Lakh Only) as an initial installment for incurring expenditure during the first year of the project and payment of this amount may be made electronically to the Indian institute as per the bank account details given below-

Account Name	Director NIT, Tiruchirappalli
Bank Name & Branch	State Bank of India, NIT Branch
Account No.	10023883042
IFSC Code	SBIN0001617

6. The release of this grant is subject to:-

- i) No re-appropriation of funds from one sub-head to another is allowed.
- ii) Obtaining prior approval of the AISTDF Secretariat for all project related visits to be undertaken by the scientist(s) from the either side in connection with the implementation with of this project, separately in prescribed format (attached), at-least 6 weeks in advance before incurring any expenditure for this purpose. The funds sanctioned for undertaking project related visits must be utilized within the year for which it is sanctioned. No carry forward of visits from one year to another is permitted.

Cont next page/-


12/11

- iii) Submission of Utilization Certificate (UC) and a Statement of Expenditure (SE) along with up-to-date progress report at the end of each financial year for the grants already received under the project and seeking specific approval of this Department for carry forward of unspent funds to the next financial year for utilization under the project
 - iv) The international / domestic air-travel pertaining to visits under this project is to be performed by lowest economy class by shortest route.
 - v) The grantee Institute/ University shall maintain separate audited accounts for the project and the amount of grant will be kept in a bank account earning interest. The Interest earned should be reported to AISTDF Secretariat while submitting the SE/UC. The Interest thus earned will be treated as a credit to the institute to be adjusted towards further installment of grant.
7. The accounts of the grantee institution shall be open to inspection by the sanctioning authority /audit whenever the institution is called upon to do so, as laid down under Rule 211 of General Financial Rules.
 8. The expenditure involved is to be debited "Grant-in-Aid" sub-head of the ASEAN-India Science & Technology Development Fund (AISTDF) during the current financial year 2018-19.
 9. This issues under the delegated powers to the Ministries/Departments and with the approval of Chairman, AISTDF (Secretary, DST) and financial concurrence of Director (Finance) AISTDF vide San no. SERB/F/8973/2018-2019 dated 06-11-2018.



(R K SHARMA)

Scientist-E & Secretary (AISTDF)

To,

The Accounts Officer,
AISTDF Secretariat- SERB,
New Delhi

Copy to -

- 1) Dr. G. Arthanareeswaran, Associate Professor, Department of Chemical Engineering, National Institute of Technology, Tiruchirappalli (TN).
- 2) The Director, National Institute of Technology, Tiruchirappalli (TN).
- 3) The Director (Finance) - AISTDF, SERB, New Delhi
- 5) Sanction folder.



(R K SHARMA)

Scientist-E & Secretary (AISTDF)



**ASEAN-INDIA SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT FUND (AISTDF)
ASEAN-India Collaborative R&D proposal**

On

**“Reduction in greenhouse gas emission with synergistic mixed matrix
membrane for CO₂ separation”**

Submitted to

Department of Science and Technology
Technology Bhawan,
New Mehrauli Road,
New Delhi 110022

Submitted by

INDIA

Dr. G. Arthanareeswaran

Associate Professor

Department of Chemical Engineering, National Institute of Technology,
Tiruchirappalli, India

ASEAN PARTNERS

Dr. Ahmad Fauzi Ismail

Professor

Advanced Membrane Technology Research Center (AMTEC),
Universiti Teknologi Malaysia, Johor, Malaysia

Dr. Wirote Youravong

Associate Professor

Prince of Songkla University, Thailand

Dr. Erna Yuliwati

Associate Professor

Universitas Muhammadiyah Palembang, Indonesia

Dr. Devaraj Veerasamy (Industry partner)

CEO

Suraaj Mahir Consultancy

Selangor, Malaysia

(Application form for ASEAN-India Collaborative R&D proposal)
ASEAN-INDIA SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT FUND (AISTDF)

PART 1: General information

1 Basic data

Project Title: Reduction in greenhouse gas emission with synergistic mixed matrix membrane for CO ₂ separation
Keywords: greenhouse gas (GHG) emissions; cheapest nanofiller; polymer mixed matrix membrane (MMM); gas separation; permeability; selectivity.
Priority research area: Science and Technology (Environmental Management-Gas separation)
Duration (months): 3 Years (36 months)

Lead Project Investigator (PI) –INDIA

Name (First name, Surname)	Dr. Arthanareeswaran Gangasalam
Designation:	Associate Professor
Academic degree:	Ph.D
Date of birth:	10 June 1973
Gender:	Male
Nationality:	India
Institute name/ place of work:	National Institute of Technology, Tiruchirappalli, Tamil Nadu, India
Address:	National Institute of Technology Tiruchirappalli, Tanjore Main Road 620015, Tamil Nadu, India
E-mail:	arthanareeg@nitt.edu, arthanareeg@gmail.com
Phone number including mobile number:	+91 9940 361673 (Office No: +91-431-250 3118)

Other project partners (Indian side):

Name (First name, Surname)	Miss. Elakkiya Swaminathan
Designation:	Ph.D Research Scholar

Academic degree:	Master of Engineering in Environmental Engineering
Date of birth:	10 August 1991
Gender:	Female
Nationality:	India
Institute name/ place of work:	National Institute of Technology, Tiruchirappalli, India
Address:	National Institute of Technology Tiruchirappalli, Tanjore Main Road 620015, Tamil Nadu, India
E-mail:	elakchand@gmail.com
Phone number including mobile number:	+91 9789589553

Lead Project Investigator (PI) – ASEAN MS-1 (Malaysia)

Name (First name, Family Name)	Dr. Ahmad Fauzi Ismail
Designation:	Deputy Vice Chancellor (Research & Innovation) and Director
Academic degree:	Ph.D
Date of birth:	20 March 1966
Gender:	Male
Nationality:	Malaysia
Institute name/ place of work:	Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia
Address:	Advanced Membrane Technology Research Center (AMTEC), Universiti Teknologi Malaysia
Postcode, city:	81310 Skudai, Johor, Malaysia
E-mail:	afauzi@utm.my or fauzi.ismail@gmail.com
Phone number:	+607-553 0244 , +607-553 5592

Other project partners (ASEAN MS-1 side): (Malaysia)

Surname, First Name	Dr. Yogarathinam Lukka Thuyavan
Designation:	Post Doctoral Fellow
Academic degree:	Ph.D
Date of birth:	20 January 1986
Gender:	Male
Nationality:	India
Institute name/ place of work:	Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia
Address:	Advanced Membrane Technology Research Center (AMTEC), Universiti Teknologi Malaysia,
Postcode, city:	81310 Skudai, Johor, Malaysia
E-mail:	lukka8@gmail.com
Phone number:	+91 9940836700

Lead Project Investigator (PI) –ASEAN MS-2 (Thailand)

Name (First name, Family Name)	Dr. Wirote Youravong
Designation:	Dean/Associate Professor
Academic degree:	Ph.D
Date of birth:	21 March 1966
Gender:	Male
Nationality:	Thai
Institute name/ place of work:	Prince of Songkla University, Thailand
Address:	Faculty of Agro-industry Prince of Songkla University
Postcode, city:	Hat Yai, Songkhla, Thailand 90112
E-mail:	wirote.y@psu.ac.th
Phone number:	+6674 286329 or +074-288749

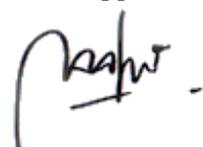
Lead Project Investigator (PI) –ASEAN MS-3 (Indonesia)

Name (First name, Family Name)	Dr. Erna Yuliwati
Designation:	Associate Professor
Academic degree:	Ph.D
Date of birth:	28 July1967
Gender:	Female
Nationality:	Indonesia
Institute name/ place of work:	Universitas Muhammadiyah Palembang, Indonesia
Address:	Universitas Muhammadiyah Palembang. Seberang Ulu I, Palembang, 30263 Indonesia
Postcode, city:	Palembang, 30263, Indonesia
E-mail:	deeyuliwati@gmail.com
Phone number:	+62 813 72194527

ASEAN MS Industry Partner:

Name (First name, Family Name)	Dr. Devaraj Veerasamy
Designation:	CEO/ Principal Consultant
Academic degree:	Ph.D in Chemical Engineering
Date of birth:	19 June1955
Gender:	Male
Nationality:	Malaysian
Company name/ place of work:	Suraaj Mahir Consultancy Group, Selangor, Malaysia
Address:	19 Jalan 4/9, Kota Emerald, Selangor, Malaysia
Postcode, city:	48000 Rawang
E-mail:	veerasamydevaraj199@gmail.com
Phone number:	+60122007825 and +60360915051

We hereby confirm that all the information given in this application and the attachments is correct to the best of my knowledge.

<p><i>Place, Date</i> <i>Tiruchirappalli, 11.12.2017</i></p>	<p><i>INDIAN main applicant</i></p>  <p>DR.G. ARTHANAREESWARAN Associate Professor Department Of Chemical Engineering National Institute Of Technology Tiruchirappalli - 620015 Tamil Nadu, India</p>
<p><i>Place, Date</i> <i>Johor Bahru, 21.12.2017</i></p>	<p><i>ASEAN MS-1 main applicant</i></p>  <p>PROF. DATUK DR. AHMAD FAUZI BIN ISMAIL DIRECTOR, BLOK N29a, ADVANCED MEMBRANE TECHNOLOGY RESEARCH CENTRE (AMTEC) FACULTY OF CHEMICAL & ENERGY ENGINEERING (FCEE), UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA 81310 UTM JOHOR BAHRU, JOHOR</p>
<p><i>Place, Date</i> <i>Songkhla, 21.12.2017</i></p>	<p><i>ASEAN MS-2 main applicant</i></p>  <p>21-12-17 <i>Dr. W Youravong</i> <i>Associate Professor</i> <i>Faculty of Agro-industry, Prince of Songkla</i> <i>University, Hat Yai campus, Songkhla, 90112</i> <i>Thailand</i></p>
<p><i>Place, Date</i> <i>Palembang, 20.12.2017</i></p>	<p><i>ASEAN MS-3 main applicant</i></p>  <p>IR. ERNA YULIWATI, M.T., PH.D. Associate Professor, Department of Chemical Engineering Universitas Muhammadiyah Palembang Seberang Ulu I, Palembang 30263 Indonesia</p>

INSTITUTIONS ENDORSEMENT:

Certified that the necessary infrastructural facilities in connection with implementation of the above mentioned project is available in this Institution and all necessary administrative support will be extended for smooth implementation of the project.

Indian Institution:

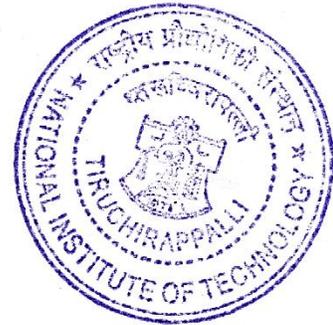
Name: Prof.Dr. Mini Shaji Thomas

Position: Director

Signature:

Mini Shaji Thomas
11/12/17

Prof. Mini Shaji Thomas
Director
National Institute of Technology
Tiruchirappalli-620 015
Tamil Nadu, India.



Date:

ASEAN MS Institution-1(Malaysia):

Name:

Position:

Signature:

Date:

[Signature]
21/12/17

PROF. DR. MADZLAN BIN AZIZ
Director
Research Management Centre
Universiti Teknologi Malaysia



ASEAN MS Institution-2 (Thailand):

Name: Assoc.Prof.Dr. Wirote Youravong

Position: Dean

Signature:

Date:

21.12.17

[Signature]



ASEAN MS Institution-3 (Indonesia):

Name: Dr Ir. Zuber Angkasa, M.T

Position: Director of Research and Community Service Center

Signature:

Date: 20.12.2017

DR. IR. ZUBER ANGKASA, M.T.
Director, Research and Community Service Center
Universitas Muhammadiyah Palembang
Seberang Ulu I, Palembang 30263
Indonesia



PART-2 : Scientific project description

i. Objectives

The main theme of the proposed project is to curb the greenhouse gas emission (GHG) by developing novel prototype with low cost clay filler based mixed matrix membranes (MMMs). In the field of gas separation application, energy efficient membrane technology will be implemented with the expertise of India and ASEAN partners which focus the global GHG issues. The specific objectives of the project are mentioned as follows:

1. Collection and compilation of data on GHG emission with its hazardous impacts on environment.
2. Modification of cheap clay filler using pillaring technique with polycations, blending with polyaniline (PANI) and noble metal ion to enhance the performance of the gas separation membrane. Understand the properties of modified/functionalized clay filler using characterization studies.
3. Employing progressive technology to fabricate mixed matrix membranes (MMMs) for gas separation application and examines its performance in terms of permselectivity.
4. Characterization of MMMs using FESEM, FTIR, XRD, TGA and DSC.
5. Optimization of clay filler concentration on the flat sheet polymer matrix based on the properties such as dense structure, surface roughness and gas separation performance.
6. Clay filler based MMMs will be tested for selective separation of gases such as CO₂/CH₄ and CO₂/N₂.
7. Develop systematic strategies and scale up of novel clay filler based hollow fiber MMMs.
8. Investigate the mode of gas transport and the trends of clay filler within the polymer matrix using modeling tools.

ii. Background

Natural gas obtained from gas field consists of carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), nitrogen (N₂). CO₂ is considered necessary to be removed via in pre or post-treatment processes for reducing the environmental impact as well as the burden of greenhouse gas in the atmosphere. Conventional processes such as absorption and adsorption for CO₂ separation are generally more energy demanding and costly. For the past two decades, the most prominent methodology for CO₂ removal seems to be separation via polymeric membranes. Membrane technology is a potential alternative for the removal of CO₂ from mixture of gas in terms of scalability, energy saving, low capital investment and small footprint. The microstructure of the polymeric membranes, pore size distributions, local functional groups governs permeability as well as selectivity. However, polymeric membranes still possess some drawbacks such as low permeability and selectivity, plasticization at high temperatures, as well as insufficient thermal and chemical stability. Commercial polymeric membranes are inexpensive, but often not sufficiently selective for gas separation. The shortcomings of commercial polymeric membranes have motivated researchers to opt for other alternatives, especially inorganic membranes are often very selective, easy to clean, thermally and chemically resistant, but are usually brittle to be prepared in a reproducible way. Therefore, Mixed Matrix Membranes (MMMs) also referred to as hybrid membranes represent a viable opportunity for enhancing the separation capabilities of gas mixtures by combining the higher perm-selectivity of the inorganic filler and with an ease of processing of polymeric materials. The inorganic particles may be zeolite, silica, metal oxides, metal organic framework, carbon molecular sieves, clay filler, etc. MMMs have the potential to achieve higher selectivity, permeability, or both relative to the existing polymeric membranes, resulting from the addition of the inorganic particles with their inherent superior separation characteristics. The improvement on permeability and selectivity depends on surface chemistry, concentration of fillers incorporated and the interaction between organic polymeric and inorganic filler. Incorporating high concentration of inorganic particle within the polymer matrix leads to agglomeration which reduces gas separation performance. In contrast, incorporating low concentration of clay improves selectivity by highly tortuous diffusion path. Clay filler properties are attractive for gas separation than other inorganic fillers owing to cheap, abundantly available, high cation exchange capacity, nontoxic, easily expandable, high surface area, and high aspect ratio properties. In this project,

tradeoff between permeability and selectivity for gas separation process (CO₂/CH₄ and CO₂/ N₂) will be investigated using clay filler based MMMs.

iii. Partnership aspects

The research collaboration will provide a framework for increasing research and innovation that support sustainable development in the most thrust area “gas separation”. Indian experts have traditionally a great and long-term experience in the development of innovative separation membranes for purification of aqueous and organic wastewaters that are formed as the result of industrial/municipal pollutions. Along with this, the design of novel high-efficient mixed matrix membranes (MMM) using cheapest clay filler with the relevant ratio performance/selectivity still the actual problem of modern membrane science.

Malaysian Partner Prof. Ahmad Fauzi Ismail and his membrane group have achieved a remarkable academic and industrial progress in the field of gas separation using polymer membranes. Advanced Membrane Technology Research Center (AMTEC) scientists under Prof. Fauzi have long and advanced experience in the area of clay filler such as bentonite, montmorillonite, and cloisite so on. AMTEC scientists also have a vibrant knowledge with experience on the polymer membrane incorporated with cloisite, halloysite and other type of clay filler particles in the field of gas separation applications. They have elaborated their technology to fabricate commercial hollow fiber membranes for various industrial applications.

The ASEAN MS Industry partner has developed many types of polymer and polymer nanocomposites for various fields of application. Industry expert will be helpful for advice and solving problems on the practical situation while executing the proposed project. Further, other ASEAN partners (Thailand and Indonesia) included in the project proposal are extensively working in the field of membrane development for food and waste water treatment. Thailand ASEAN partner have the research interest in gas purification and the Indonesian Partner has an expertise in modelling of membrane process.

Applicant	Past performance in the proposed Research area
Indian partner	The Indian team under Dr. G. Arthanareeswaran has presented the modification of polymer materials which are markedly high productivity and appropriate separation of liquids. The modification of polymer materials is improved by the thorough analysis of membrane formation procedure and administration of organic and inorganic modifiers. Additionally, the incorporation

	cheapest clay fillers to polymer for waste water treatment was achieved.
ASEAN MS 1 (Malaysia)	Prof Ahmad Fauzi Ismail is the Founder and Director of Advanced Membrane Technology Research Center (AMTEC), UTM, Malaysia. He has over 15 years' experience in the development of membrane technology for reverse osmosis, nanofiltration, ultrafiltration, membrane contactor and gas separation. The development of nanofibers and carbon nanostructured materials for energy related application is also of special interest. He developed gas separation membranes based both on inorganic and polymeric materials. He has won over 60 awards and one of the outstanding awards is the ASEAN Young Scientist Award in 2001 in the field of membrane development.
ASEAN MS 2 (Thailand)	Dr. Wirote Youravong was Director of Membrane Science and Technology Research Center at PSU from (2007-2013). His research interest focus on Membrane processes for foods and bio-products, water purification, gas purification and renewable energy; microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration, reverse osmosis, forward osmosis, membrane distillation, pervaporation, catalyzed membrane and membrane emulsification. He was organizing committee chair for international conference on membrane science and technology (MST) in the year 2008 and 2012.
ASEAN MS 3 (Indonesia)	Dr. Erna is specialized on modelling; optimize processes and product design in composite membranes. She studied the incorporation of nanoparticles, additives in polymers for performance studies. She conducted several models on prediction of properties and performances of membranes which is more useful for proposed project proposal in the area gas separation
ASEAN MS Industry partner	Industry partner has experience on the utilization of membrane separation process for cleaner; effective alternative and eco-friendly method, replacing old and indigenous processes. Suraaj Mahir Consultancy (SMC) designed and fabricated ultrafiltration membrane systems of various sizes which include, bench top, semi-pilot plant and pilot plant models for concentrating lattices and for carrying out R&D studies. SMC is currently collaborating with a leading Japanese membrane manufacturing company, by providing industrial support to find an ideal membrane material and configuration for wastewater treatment) and treated wastewater recycling for latex products manufacturing industry. SMC has collaborating Project with a leading Japanese membrane manufacturing company to find an ideal membrane material and configuration for wastewater treatment and treated wastewater recycling for latex products manufacturing industry in Malaysia.

To attain the objective and overcome hurdles of the proposed project, require special skills and knowledge domain from both academic institutions and industry. Summarizing, the cooperation with India-ASEAN team can resolve the problematic situation effectively in the field of gas separation may foster the excellence by facilitating their integration at the research, training and educational levels. It also promotes, coordinate and perform research, technological advancement in the area of gas separation with the utilization of resources from India and ASEAN members. The experience of the partners may promote the development of the sophisticated facilities needed to perform research at internationally competitive level. ASEAN-India partnerships offer the best research and facilities in the field of gas separation.

With the help of E-partnership, the research collaborators will develop technical skills, knowledge, confidence and experience from mutual research initiative. The research ideas exchanged among four different countries may train young researchers through scientific and nonscientific activities. The research incubation will be useful to address the scope of the proposal for the benefits of community and also to protect environment for future generation. The research partnerships/institutional links among ASEAN MS partners and India would promote vibrant collaborative activities in future. The experience of ASEAN MS partners in the field of gas separation is considered important for the proposal to improve the research strategies in India. This would foster Indian research team to move a step ahead in the major global issue ie., global warming and climate change. ASEAN MS Industry partner is added to nurture a vibrant partnership between academic and industry.

Exchange

The exchange between two countries would ensure the impact on their career, transfer the knowledge between research teams of different economic background countries and integrate them to find a sustainable solution for the benefits of the target groups. The project partner's exposure to different nations facilitates new experience and raises the understanding of intercultural knowledge required for the professional context. International visit with specific events will be formative and improve young researcher career. The visit to the collaborative country is planned to significantly influence their future career and to pursue research in a new direction. The mobility of the researchers from one country to the other country has a significant impact on the skills, knowledge and perceptive of different cultures which are needed for the involvement of innovative activity to solve the global issues.

iv. Detailed research plan including methodology

Gas separation process purely depends on the membrane efficiency. The key parameters taken into account for gas separation are permeability and selectivity of the membrane. The selectivity of the membrane decreases with the increasing in permeability and vice versa. The main parameter in the separation of gas mixture is the specific component permeability and the separation factor.

For enhancing the separation of CO₂ from CH₄ and CO₂ from N₂, different methods using wide range of nanoparticles have been studied. But still there is necessitate for exploring novel MMMs for the application of CO₂ separation/capturing. In addition to this, there is a need for long life span membrane to resist the CO₂ plasticization effect. The major trade off is present between permeability and selectivity for the separation of gas mixture such as CO₂/CH₄ and CO₂/N₂. Low permeability and brittleness are of great concern its use in industrial application.

For the past decades; tremendous works have been published by many scientists for the enhancement of separation properties through tailoring polymer matrix structure. In the Mixed matrix membranes (MMM) inorganic fillers are incorporated in to the polymer matrix which is identified to overcome the issues of the polymeric membrane used for gas separation. Generally, gas transport through polymer membranes follows the solution–diffusion mechanism. First gas molecules dissolve in the membranes at the feed side and diffuse across the membrane at the permeate side. Based on the properties of nanofillers, the gas transport properties of the membrane will be enhanced.

The presence of nanoparticle in the polymer matrix may change the packing or conformation of polymer chain near the interface and impart great impact on the transport of penetrates. Eventually, an extra pathway for the gas transport is provided by the free volume which leads to increase the diffusivity and thereby enhance the permeability of MMMs. The voids near the interface between nanofiller and polymer surely has an impact on the gas permeation behavior in MMMs. The stresses formed during the membrane formation will improve thermal properties of the polymer matrix due to the interaction of polymer and nanofiller. Due to the presence of nanoparticle in the polymer matrix disrupts the polymer chain packing and changes the structural regularity at polymer–nanoparticle interface which leads to free volume formation. Increase in free volume and molecular spacing in MMMs will have a major effect on the diffusion coefficient and permeability for large gases. Most probably, the effect of increase in free volume may induce small cavities and thus larger molecule such as methane has larger relative permeability enrichment than smaller

gases. Unfortunately, this will decrease in ideal selectivity for CO_2/CH_4 and CO_2/N_2 . Thus, the filler should have high selectivity, good compatibility with polymer matrix, and small particle size. In the high performance MMMs, the fillers not only disturb polymer chain packing and increase free volume, but also facilitate CO_2 transport by itself. At high percentage of nanoparticle leads to agglomeration which leads major defects in the interfaces between polymer and inorganic nanoparticle. As the nanoparticle content increases, it can be attributed to the poor interactions between inorganic nanoparticles and polymer matrix at interface. The nanoparticle aggregate intensifies the brittleness of the MMMs.

To attain high permeability and selectivity for CO_2 separation, membrane should have high solubility selectivity. Therefore, the polymer matrix must hold specific functional groups which is more affinity towards CO_2 . Further, the polymer should have excellent mechanical strength, chemical and thermal stability. High performance glassy polymers with excellent mechanical strength are applicable for natural gas purification. The common polymers include polyethersulfone (PES), polycarbonate (PC), poly(vinyl acetate) (PVAc), sulfonated poly(ether ether ketone) (SPEEK), poly(2,6-dimethyl-1,4-phenylene oxide) (PPO), cellulose acetate (CA), polyimide (PI, such as Matrimid®), polyetherimide (such as Ultem), PIM-1, poly(ether-block-amide) (Pebax, such as Pebax 1657, Pebax 2533 and Pebax 1074) and poly(vinylamine) (PVAm). The inclusion of the clay filler within the polymer matrix would reduce the mobility of polymer chain by improving the physical linkage between polymer and clay filler, thereby improves the gas separation properties. The permeability and selectivity of the MMMs is increased at low concentration of clay mineral itself. The pore size of the filler decides CO_2 transport and separation mechanism (molecular sieving and diffusion mechanism). The polymer chains interact with the surface functional groups of clay filler which helps in screening of gases pass through the membrane and restrict permeation of large molecular size gases. This would increase the solubility of CO_2 gas in the polymer membrane thereby improves the solubility selectivity.

In addition to solution–diffusion mechanism, the reactive gas CO_2 is transported by the membranes with the help of incorporated clay mineral filler. The non-reactive gases such as N_2 and CH_4 are not transported owing to the large kinetic diameter than CO_2 . This would facilitate the gas transport properties for the enhancement of permeability as well as selectivity in the CO_2/CH_4 and CO_2/N_2 separations.

In this proposal, we are planned to use the cheapest material explicitly clay filler. Clay mineral is hydrophilic particle and one of the most prominent fillers in many applications. Clay family is smectite (montmorillonite -MMT, beidellite); illite (illite and glauconite); kaolinite (kaolinite, halloysite); chlorite (chlorite); sepiolite (sepiolite and palygorskite) as fillers in the polymer/inorganic MMM offers a new and attractive research area. Clay mineral is one of the important cheapest inorganic materials used for the preparation of membranes. It is nontoxic with high surface area, cation exchange capacity and high aspect ratio. It is layered silicate material composed of silica sheets sandwiching alumina sheet and is connected by weak electrostatic interaction and van der Waals forces. The silicate layer size is approximately one to a few nanometers thick and hundreds to thousands nanometers in lateral dimension. The interlayer between silicate layers are occupied by cations such as Na^+ , Ca^+ , Rb^+ Li^+ and Cs^+ owing to the electro negativity of the layers. To alter the surface of clay layers for better compatibility with polymer and for good dispersion, interlayer cations are exchanged with organic surfactant or other organic/inorganic chemicals. Incorporating modified clays would promote interaction at the polymer and filler interface. Actually, the compatibility of modified/functionalized clay minerals with hydrophobic polymers has been studied. Clay dispersion with permeability and selectivity property will be considered for the study. The separation and gas transport properties of MMMs are robustly associated with the membrane morphology.

To enhance filler dispersion and avoid defects in the filler/polymer interface of MMMs are resolved by altering the surface chemistry of filler particles or by various surface treatments (e.g. functionalization). Outstandingly, usages of pillared interlayered clays (PILCs), blending of clay with polyaniline (PANI) and metal ions (Ag^+ and Cu^+) have not yet been examined to a larger extent. PILCs have attracted intensive scientific and industrial attentions. Pillared clays are porous materials used for adsorption, catalysis and separations. The surface and structural properties of pillared materials determine their surface area, pore volume and their pore size distribution. The adsorption properties of CO_2 depend on the pillar height, the pillar distribution between the clay layers and the nature of the pillaring species (Fe and Al pillaring agent). Generally, pillared clay are prepared by exchanging cations between the clay interlayer with larger polymeric hydroxyl metal cations. PILCs are transformed into a thermally stable micro or mesoporous material that retains its layer structure. Inorganic cations as pillars including polycations of Fe, Al or their composites such as Al/Fe are used to enhance the gas separation process. PANI is a readily

available monomer with excellent stability, ease of synthesis, ability to form homogeneous thin layers, and compatibility with other polymers. By altering the polymerization conditions, defect free membranes can be synthesized. Noble metal ions such as Ag^+ and Cu^+ forms π bonded complex, which leads to high gas separation performance. Hence, the proposal is mainly focused on the gas separation of CO_2 from CH_4 or CO_2 from N_2 using clay filler based MMMs. The permeability of N_2 , CH_4 and CO_2 gases in the membranes at various concentration of clay filler in the polymer matrix will be consider for the research.

Modification and characterization of clay filler

Nanotechnology permit the synthesis nanofiller material with high specific surface area would increase the reactivity and thereby increases permselectivity. Efforts will be taken to optimize the nanoparticle synthesis. The modification/functionalization of clay filler surface helps to increase the compatibility between inorganic filler and organic polymer phase. Furthermore, the functional groups on the filler surface improve the properties of MMMs. Synthesis of clay nanofillers with suitable pore structure and particle size especially for the permeation and interaction of CO_2 molecules will be considered for the research. Investigate the relationship between interface morphology and gas transport property. The clay filler will be surface modified using pillaring technique with polycations (Fe and Al), blending of clay mineral with polyaniline (PANI) and with noble metal ion. This might improve the intrinsic properties of the MMMs such as permeability and selectivity.

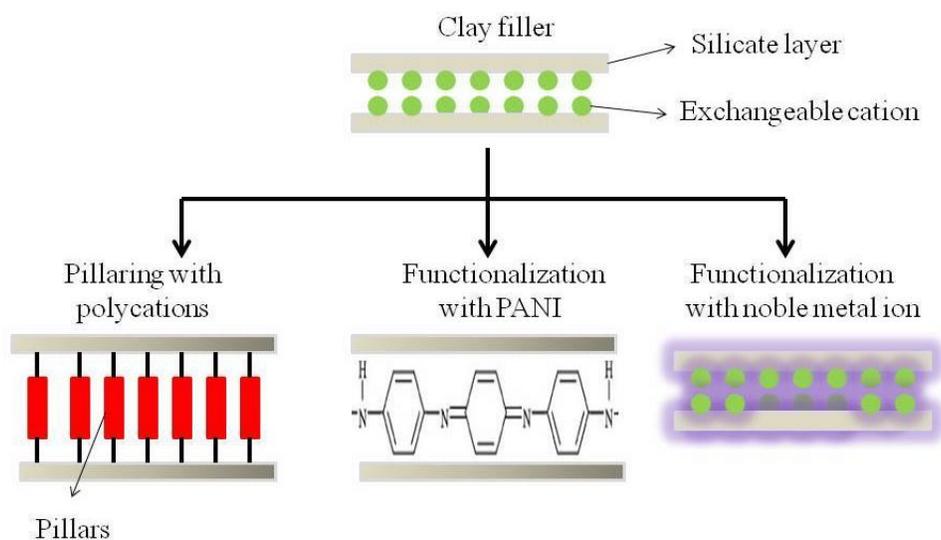


Fig 1. Modification of clay filler for polymer mixed matrix membranes

Since CO₂ is a polar gas, it reacts with the functional groups of the clay filler in the functionalized clay. High condensability and low kinetic diameter assist the penetration of CO₂ gas through the polymer matrix holding modified clay filler. As the higher loading of filler may leads to decrease the permeability of the gases due to aggregation of filler material. So, optimizing the loading concentration of filler material is taken for the study. The physical, chemical and thermal properties of functionalized/modified clay filler is characterized using TEM, FTIR, XRD, TGA and particle size analyzer. Schematic representation of modified clay is given in Fig 1.

Fabrication of membrane

The polymer mixed matrix membranes (MMM) will be prepared by the solution casting method. The polymer solution is kept aside overnight to remove the air bubbles and membrane will be fabricate in different membrane module. After complete removal of solvent, the membrane will be analyzed for the physical, chemical, thermal and mechanical characteristics. Thickness of the membrane is analyzed using digital micrometer. Pristine polymer solution is prepared as the control without the addition of clay filler.

Membrane characterization

The morphology of fabricated membrane in the aspects of distribution of added nanoclay particle and the presence of void within the polymer matrix were studied using Scanning Electron Microscope (SEM). The functional groups in the membranes were characterized by Fourier transfer infrared spectroscopy (FTIR). X-ray diffraction patterns will be recorded using wide angle X-ray diffraction (WAXRD). Thermal degradation of the membrane is conducted by thermal gravimetric analysis (TGA). Glass transition temperature (T_g) of the membranes will be analyzed using the thermogram obtained from Differential scanning calorimetry (DSC).

Gas permeability measurement

The gas transport properties through a nonporous dense polymer membrane are described by solution–diffusion mechanism. The gas permeability of pure gases is determined by constant volume–variable pressure approach. The permeants from the upstream surface of polymer matrix move across the polymer and at the end it get desorbs from the polymer downstream surface.

Gas permeation rate of fabricated flat sheet MMMs is analyzed using gas permeability set up. Fabricated membrane is tested for the permeation of pure gases such as H₂, O₂, N₂, CH₄ and CO₂ at constant pressure which is close to the plasticization threshold for the fabricated membrane. The feed is maintained at high pressure and permeate is maintained at atmospheric pressure or low

pressure. Gas permeability is the product of diffusion and solubility coefficients. The gas permeability of the membrane is calculated from the below equation 1:

$$P = \frac{ql}{(p_1 - p_2)A} \quad (1)$$

Where P is the gas permeability (barrer), (1 barrer = 10^{-10} cm³(STP) cm/(cm² s cmHg))

q is the flow rate of the permeate gas (cm³/s)

l is the thickness of the membrane (cm)

p₁ is the absolute pressure of the feed side (cmHg)

p₂ is the absolute pressure of the permeate side (cmHg)

A is the effective area of the membrane (cm²)

Mixed Gas Permeation Test

Gas permeation test for mixture of gas [CO₂/ CH₄ and CO₂/N₂] will be performed to explore the membrane behavior based on the clay filler concentration. The permeation rate of different gases will be checked to find the influence of different concentration of functionalized clay filler on the separation properties. For the evaluation of CO₂/ CH₄ and CO₂/N₂ selectivity of the fabricated membranes, a mixed gas permeation setup will be run. Fixed mixture of CO₂ and CH₄ or N₂ is used as feed stream and the pressure is maintained. Temperature of the separation system is maintained at constant temperature. Flat sheet membrane is placed inside a flat sheet module. Mass flow controllers are placed to control the flow of feed mixture. The feed stream and sweep gas streams are humidified with deionized water. The streams is regulated using flow meters as well as the pressure at the retentate and permeate streams are monitored. Pressure valve are regulated to generate the transmembrane pressure for separation at the feed and retentate of the membrane module. The upstream side pressure will be varied while the permeate side pressure is maintained at atmosphere. The permeate gas flow rate is measured with a bubble flow meter. Using a bubble flow meter, the flow rate of permeate is measured at the exit of the entire system. The concentration of CO₂ gas is measured by gas analyzer. The permeation of CO₂ and CH₄ or N₂ is calculated from the below equation 2.

$$\text{Permeance} = \frac{\text{Gas flux}}{(P_{11} - P_{12})} \quad (2)$$

Permeance of CO₂ and CH₄ or N₂ in [m³(STP)/(m² h bar)]

P₁₁ is partial pressure at the upstream side

P12 is partial pressure at the downstream side.

The selectivity of the membrane or separation factor is calculated using the below equation 3.

$$\alpha_{AB} = \frac{P_A}{P_B} \quad (3)$$

P_A permeance or permeation rate of gas A (CO_2)

P_B permeance or permeation rate of gas B (CH_4 or N_2)

$$\text{Permeability} = \text{Diffusivity} \times \text{Solubility}$$

The gas solubility is a vital parameter that controls the permeation through the membrane. When compared the permeability of CO_2 with CH_4 and N_2 ; CO_2 is higher than the second gas since it has lowest kinetic diameter as well as highest condensability. The permeance of CO_2 will be high since it has high solubility than N_2 .

Hollow fiber module

So far, MMMs are by prepared in isotropic dense, flat structure to understand the fundamental functions of filler materials on the gas permeation behaviors within laboratory scales. Scale up of MMMs in hollow fiber form will be attempted. Hollow fiber module is favored due to high active surface area per unit volume and would reflect its feasibility toward practical membrane applications. The gas separation properties in hollow fiber are strongly depends on the various parameters such as the spinneret dimensions, dope solution, dope extrusion rate, bore fluid compositions and its flow rate, dry gap distance, take-up speed and coagulation bath which affects the membrane morphology and hence the performance of the hollow fibers also modified.

Membrane Modelling

Modelling will evaluate the effects of different variables and find the optimized conditions to get a response. For the improvement of the performance of the membrane, modelling is carried out to estimate the membrane properties. Mathematical model will be used as a tool to analysis the perspectives of fabricated membranes for CO_2/N_2 and CO_2/CH_4 separation. The model is developed for binary mixture separation at steady and isothermal conditions. Influence of temperature on membrane permeability and selectivity. Temperature influence on the intrinsic properties of the membranes is also considered. There is no concentration polarization since the gas will behave ideally. The pressure drop at the feed side will be measured experimentally and it would be negligible because of the flat sheet membrane module. For the modeling, permeability and selectivity are measured by permeation test of single gas.

Reference

- [1] E. Ameri, M.Sadeghi, N.Zarei, A. Pournaghshband, *Journal of Membrane Science* 479 (2015) 11–19.
- [2] G. Guerrero, D. Venturi, T. Peters, N. Rival, C. Denonville, C. Simon, P. P. Henriksen, M.B. Hägg, *Energy Procedia* 114 (2017) 627 – 635.
- [3] J. Ahna, W.J. Chung, I. Pinnau , M. D. Guiver, *Journal of Membrane Science* 314 (2008) 123–133.
- [4] A.F.Barquín, C. C. Coterillo, A. Irabien, *Separation and Purification Technology* 188 (2017) 197–205.
- [5] S.A. Hashemifard, A.F. Ismail, T. Matsuura, *Chemical Engineering Journal* 170 (2011) 316–325.
- [6] A.K. Zulhairun, B.C. Ng, A.F. Ismail , R. Surya Murali, M.S. Abdullah, *Separation and Purification Technology* 137 (2014) 1–12
- [7] A.K. Zulhairun, A.F. Ismail, *Journal of Membrane Science* 468 (2014) 20–30.
- [8] N.Yanga, S. Liub, X. Yanga, *Applied Surface Science* 356 (2015) 1262–1271.
- [9] F.Tomul, *Chemical Engineering Journal* 185– 186 (2012) 380– 390.
- [10] V. N. Blinova, F.Svec, *Journal of Membrane Science* 423–424 (2012) 514–521.
- [11] R.M. Surya, P. Mahesh, T. Matsuura, M.S. Abdullah, A.F. Ismail, *Separation and Purification Technology* 132 (2014) 187–194.
- [12] A.F. Ismail, S.A. Hashemifard, T. Matsuura, *Journal of Membrane Science* 379 (2011) 378– 385.
- [13] L.Ge , Ri. Lin , L. Wang , T.E. Rufford , B.Villacorta , S. L. Lian, X. Liu , Z. Zhu, *Separation and Purification Technology* 173 (2017) 63–71
- [14] F. Moghadam, M.R. Omidkhah, E. V. Farahani, M.Z. Pedram, F. Dorosti, *Separation and Purification Technology* 77 (2011) 128–136.
- [15] M.Wang, Z.Wang , S. Zhao, J.Wang, S. Wang, *Chinese Journal of Chemical Engineering* (2017) Article in press.

Individual tasks and responsibilities of project partners

Time schedule	India	ASEAN MS 1 Malaysia and ASEAN MS Industry Partner	ASEAN MS 2 Thailand	ASEAN MS 3 Indonesia
1 st year	<p>Survey on greenhouse gas emission and its hazardous impacts on environment.</p> <p>Selection and modification (using pillaring technique, blending with PANI and noble metal ion) of cheapest clay filler.</p>	<p>Characterization of modified/functionalized clay filler using FTIR, XRD, TGA, particle size analyzer, etc.</p>	<p>Optimize the synthesis methods of functionalized clay filler.</p>	<p>Study the surface and structural properties of the functionalized clay filler.</p>
2 nd year	<p>Fabricating novel flat sheet MMM by incorporating functionalized clay filler with the polymer using cutting edge membrane fabrication techniques.</p>	<p>Testing pure gas permeability (such as CO₂, N₂ and CH₄) of the fabricated flat sheet MMM using flat sheet membrane module.</p>	<p>Characterization of the fabricated MMM using SEM, FTIR, XRD, contact angle, etc. The thermal properties of the membrane will be analyzed using TGA and DSC.</p>	<p>Explore and study the performance of the gas transport properties based on the interactions between polymer-functionalized filler at its interface.</p>
3 rd year	<p>Optimization of functionalized clay filler loading concentration within the polymer matrix.</p> <p>Validate the gas (such as CO₂, N₂ and CH₄) permeability of the optimized MMM.</p> <p>Final report preparation and writing paper in high impact factor journal</p>	<p>Commercialize the innovative MMM for the removal of CO₂ from the mixture of gases (CO₂/ CH₄ and CO₂/N₂).</p> <p>Development of strategies to scale up the novel clay filler based hollow fiber MMMs for the application of gas separation.</p>	<p>Investigate the selectivity, transfer properties, diffusion mechanism.</p>	<p>Modelling; optimize processes and product design of MMM.</p>
Final report preparation and writing paper in high impact factor journal.				

Expected Outcome:

The anticipated outcome is publishing project results as scientific article (2 or 3 articles) in peer review journal. Innovative strategy described in this project would reduce GHG emissions and may have a great sound in the global context. Separation of CO₂ using MMM provides the foundation for safe, eco-efficient and competitive atmosphere to the mankind. For Engineer and industrial sector aspects, knowledge on innovative technology helps them to address the future global problems. The environmental, economic and social sustainability will be indefinitely maintained for the benefits of mankind. The main envisaged outcome is to design of fabricated membrane systems to bench top and semi-pilot plant models for reduction of greenhouse gases with full support of Industry partner. The outcome of innovative, reliable and cost effective gas separation technology leads to improved health of the community members.

v. Summary

World's energy requirement is provided by fossil fuels, which results in emission of greenhouse gasses (GHGs). This leads to global warming and climate change issues which is considered in terms of CO₂ emission by natural as well as anthropogenic activities. Hence, CO₂ separation from the gas streams using efficient techniques is needed and the selection of suitable separation technology will drastically reduce GHG emissions. Though CO₂ is regard as GHG, it is also consider as a raw material for many industrial application. However, storage or utilization of CO₂ in industries, it must be separated. Membrane processes is one of the most promising, attractive and advanced options than conventional gas separation process owing to their simplicity, small foot print, ecofriendly approach, energy and cost efficiency. However, conventional polymeric membranes are suffered from the trade-off limitation between productivity and selectivity which has yet to be developed.

The project would deal with gas separation mixtures such as CO₂/CH₄ and CO₂/ N₂ using novel clay filler based a mixed matrix membrane (MMMs) which includes the synergistic effects of both inorganic filler and polymer phase. Since the interactions between polymer and clay fillers as well as the functional groups on the surface of MMM play a vital role in the improvements of permeability and selectivity. For better dispersion and compatibility with the polymer matrix, clay filler are functionalized with organic/inorganic chemicals. The functionalized material improves the ideal selectivity of the gas mixture. High concentration of clay filler may form aggregates and

reduce gas separation performance. The increase in selectivity for low concentration of clay filler loading is likely to be attributed by the increase in diffusivity. Selectivity of the MMM is imparted by highly tortuous diffusion path due to the presence of very high aspect ratio layered silicate particle within the polymer matrix. Although it is possible to achieve better permeation of CO₂ with high-tech membrane through the utilization of large surface areas clay filler. Nevertheless, polymer MMMs gas transport properties is influenced by a various factors such as properties of polymer and inorganic nanoparticle, compatibility between polymeric and inorganic phase, morphology of the membrane and membrane fabrication/formation process. The overall theme of the proposed project is to reduce GHG emission using cheapest novel clay based MMMs for the benefits of mankind and it is attained while completion of this proposed project. This would resolve the global GHG emission issue and climate change.

vi. List of on-going and/ or recent research projects with collaborators

Project title	Research area	Project duration (xx/yy/zz - xx/yy/zz)	Amount of funds & funding source
Nil			

ATTACHMENTS

All project partner’s brief curriculum vitae, list Publication, patents and Industry profile is attached.

CV of Lead Project Investigator (PI) –INDIA

Dr. G. Arthanareeswaran



G. Arthanareeswaran graduated as a Chemical Engineer in CIT, Coimbatore, India. He completed his Masters Degree in petroleum refining and petrochemicals and defended his PhD thesis at the Anna University, Chennai, India. His research interest involves development of polymer membranes for waste water treatment. He was a research assistant of the A.C. College of Technology, Chennai, India, doing mainly research in membrane separation technology. In 2001, he obtained teaching and research associate and also obtained a grant from Anna University for four years. G. Arthanareeswaran stayed for four years at Anna University where he studied development and application of membranes. In 2005, he was appointed Lecturer at the Chemical Engineering department, Anna University, Chennai, initially teaching courses in modern separation process, process design (for students in chemical engineering, petroleum engineering and environmental technology). He has been the principal Investigator for various membrane related projects which is funded by DST, DBT. International joint collaborative projects from CNPq, Brazil, MST, Korea and RAE also received for Development and application of inorganic membranes in the treatment of wastewater from processing industries. He joined National Institute of Technology, Tiruchirappalli in 2007 and became Lecturer at the chemical engineering department. In 2008, he established membrane research laboratory at the Department of chemical Engineering at the National Institute of Technology, Tiruchirappalli. He was appointed as Associate Professor in the same department in 2010. He also collaborated in Loughborough university, UK, Monash university, Australia, University of Sao Carlous, Brazil Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia and Central Leather Research Institute, Chennai, India.

Current research involves improving the performance of polymer membranes by mixing with inorganic micro particles and fillers by a mixed matrix method for ultrafiltration (UF) applications. Arthanareeswaran has received awards for research exchange including the Research exchange award from the Royal Academy of Engineering (RAE) London in 2010 and the Endeavour Executive award from the from Australian Government (Department of Education, Employment and Workplace Relations). He has been a Guest Editor of the Special Issue “Current development in wastewater treatment in India” to Desalination Journal. He serves as reviewer for 18 international journals. Arthanareeswaran has authored over 45 original articles in peer review international journals and various book, book chapters in the field of Membrane science and technology and he presented his research findings in international conferences.

Awards

Brain Pool Fellowship 2016- Program is to contribute to achieving the goal of joining the advanced Science and Technology, South Korea

Endeavour Executive Award 2011- High achievers in education and research from India. Awarded from Department of Education, Employment and Workplace Relations, Australia

Research Exchange award 2010 –The Royal Academy of Engineering, London for research collaboration of Loughborough University, UK

Young Scientists award 2007 - Awarded by Department of Science and Technology, India under Fast Track Scheme for sponsored project

Teaching and Research Associate – Awarded by Centre for Professional Development Education, Anna University, Chennai-600 025.India

List of Publications

1. **G.Arthanareeswaran**, A.F.Ismail, Enhancement of permeability and antibiofouling properties of polyethersulfone (PES) membrane through incorporation of quorum sensing inhibition (QSI) compound, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, (2017),72, 200-212.
2. S.Velu, **G.Arthanareeswaran**, H.Lade, Removal of organic and inorganic substances from industry wastewaters using modified aluminosilicate-based polyethersulfone ultrafiltration membranes, Environmental Progress & Sustainable Energy, (2017), 10.1002/ep.12614.
3. R.Saranya, **G.Arthanareeswaran**, A.F.Ismail, N. Lakshmana Reddy, M.V.Shankar Efficient rejection of organic compounds using functionalized ZSM-5 incorporated PPSU mixed matrix membrane, RSC Advances ,(2017),7 (27), 15536-15552.
4. H.Lade, W.J.Song, Y.J.Yu, J.H. Ryu, **G Arthanareeswaran**, JH Kweon, Exploring the potential of curcumin for control of N-acyl homoserine lactone-mediated biofouling in membrane bioreactors for wastewater treatment, RSC Advances (2017),7 (27), 16392-16400.
5. Harsha Srivastava, Harshad Lade, Diby Paul, G. **Arthanareeswaran**, Ji Hyang Kweon Styrene-Based Copolymer for Polymer Membrane Modifications, Applied Sciences (2016), 6(6), 159;
6. Y. L., Thuyavan, N. Anantharaman, G, **Arthanareeswaran**, A.F. Ismail, (2016), Impact of solvents and process conditions on the formation of polyethersulfone membranes and its fouling behavior in lake water filtration. J. Chem. Technol. Biotechnol.. doi: 10.1002/jctb.4846
7. D. Deepak, **G. Arthanareeswaran**, Modeling and Performance Characteristics of Nanofiltration by DSPM and ARX Model J. Applied Membrane Science & Technology, (2016) 18, 1–7
8. K. Venkatesh, **G. Arthanareeswaran**, A.C. Bose, PVDF mixed matrix nano-filtration membranes integrated with 1D-PANI/TiO₂ NFs for oil-water emulsion separation, RSC Advances, 6 (2016) 18899-18908.
9. C.P. Om Ariara Guhan, **G. Arthanareeswaran**, K.N. Varadarajan, S. Krishnan, Numerical optimization of flow uniformity inside an under body- oval substrate to improve emissions of IC engines, Journal of Computational Design and Engineering, 3 (2016) 198-214.
10. S. Aditya Kiran, Y. Lukka Thuyavan, **G. Arthanareeswaran**, T. Matsuura, A.F. Ismail, Impact of graphene oxide embedded polyethersulfone membranes for the effective treatment of distillery effluent, Chemical Engineering Journal, 286 (2016) 528-537.

11. R. Saranya, M. Kumar, R. Tamilarasan, A.F. Ismail, **G. Arthanareeswaran**, (2016), Functionalised activated carbon modified polyphenylsulfone composite membranes for adsorption enhanced phenol filtration. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 91: 748–761.
12. H.K. Pravallik, T.Y.Lukka **G. Arthanareeswaran**, A.F. Ismail, Influence of copper oxide nanomaterials in a poly(ether sulfone) membrane for improved humic acid and oil–water separation, *J. Appl. Polym. Sci.* (2016) 133, 43873
13. K. Sriram, **G. Arthanareeswaran**, A. F. Ismail, Diby Paul, Effects of special nanoparticles on fuel cell properties of sulfonated polyethersulfone membrane, *International Journal of Polymeric Materials*, Taylor and Francis, (2016) 65, 294–301,
14. R. Sathish Kumar, **G. Arthanareeswaran**, Diby Paul, Ji Hyang Kweon, Modification methods of polyethersulfone membranes for minimizing fouling – Review, *Membrane Water Treatment*, Techno Press 6 (4), 323-337 (2015)
15. R. Saranya, **G. Arthanareeswaran**, A. F. Ismail, Dion D Dionysiou and Diby Paul, Zero-valent iron impregnated mixed matrix membranes for the treatment of textile effluent, *RSC Advances*, (2015) 5 (77), 62486-62497
16. S. Adithya Kiran, **G Arthanareeswaran**, YL Thuyavan, AF Ismail, Influence of bentonite in polymer membranes for effective treatment of car wash effluent to protect the ecosystem, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Elsevier (2015) 121, 186-192
17. Y. Lukka Thuyavan, N. Anantharaman, **G. Arthanareeswaran**, R.V. Mangalaraja, A.F. Ismail, Preparation and characterization of TiO₂-sulfonated polymer embedded polyetherimide membranes for effective Desalination, *Desalination*, Elsevier 365, (2015) 355-364.
18. Aruna Pagidi, Y. Lukka Thuyavan, **G. Arthanareeswaran**, ,Juhana Jaafar, A .F. Ismail, Diby Paul, Polymeric membrane modification using SPEEK and bentonite for ultrafiltration of dairy wastewater, *Journal of Applied Polymer Science* 132, (2015), 41651.
19. M Harshiny, M Matheswaran, **G Arthanareeswaran**, S Kumaran, S. Rajasree, Enhancement of antibacterial properties of silver nanoparticles–ceftriaxone conjugate through *Mukia maderaspatana* leaf extract mediated synthesis, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Elsevier (2015) 121, 135-141
20. A Sumisha, **G Arthanareeswaran**, AF Ismail, DP Kumar, MV Shankar, Functionalized titanate nanotube- polyetherimide nanocomposite membrane for improved salt rejection under low pressure nanofiltration, *RSC Advances*, RSC 5 (49), (2015) 39464-39473.
21. A Sumisha, **G Arthanareeswaran**, YL Thuyavan, AF Ismail, S Chakraborty, Treatment of laundry wastewater using polyethersulfone/polyvinylpyrrolidone ultrafiltration membranes, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Elsevier (2015) 121, 174-179
22. M Kumar, R Tamilarasan, **G Arthanareeswaran**, AF Ismail, Optimization of methylene blue using Ca²⁺ and Zn²⁺ bio-polymer hydrogel beads: A comparative study, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Elsevier (2015) 121,164-173.
23. R.Sathish Kumar, **G Arthanareeswaran**, D Paul, JH Kweon, Effective removal of humic acid using xanthan gum incorporated polyethersulfone membranes, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Elsevier (2015) 121,223-228.

24. Y. Lukka Thuyavan, N. Anantharaman, **G. Arthanareeswaran**, A.F. Ismail, Modification of polyethersulfone using sericin and polyvinylpyrrolidone for cadmium ion removal by polyelectrolyte-enhanced ultrafiltration, *Desalination and Water Treatment*, (2014) 1-13
25. Aruna Pagidi, R. Saranya, **G. Arthanareeswaran**, A.F. Ismail, Enhanced oil-water separation using polysulfone membranes modified with polymeric additives, *Desalination Elsevier* 344, (2014) 280-288
26. A Ananth, **G Arthanareeswaran**, A.F. Ismail, YS Mok, T Matsuura, Effect of bio-mediated route synthesized silver nanoparticles for modification of polyethersulfone membranes, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Elsevier 451, (2014) 151-160
27. R Saranya, **G Arthanareeswaran**, D.D. Dionysiou, Treatment of paper mill effluent using Polyethersulfone/functionalised multiwalled carbon nanotubes based nanocomposite membranes, *Chemical Engineering Journal*, Elsevier 236, (2014) 369-377
28. R. Saranya, Y. Lukka Thuyavan, **G. Arthanareeswaran**, Development of Adsorbents-based Cellulose Acetate Mixed Matrix Membranes for Removal of Pollutants from Textile Industry Effluent, *Journal Teknologi,utm Press*, 70 (2) (2014)
29. S.Sitaraman, K.M. Meera S. Begum, N. Anantharaman, **G. Arthanareeswaran** Enhancement of heat transfer in double pipe heat exchanger using novel inserts, *Progress in Chemical Engineering* (2014) Press
30. Antony Ananth, Soung Sun Mok, G. Arthanareeswaran, Effects of in situ and ex situ formations of silica nanoparticles on polyethersulfone membranes, *Polymer Bulletin* 71 (11) (2014) 2851-2861
31. P. Sivashanmugam, Ashutosh Nath Deva, C. Arun, **G. Arthanareeswaran**, Extraction of peroxidase from waste Brassica oleracea used for the treatment of aqueous phenol in synthetic waste water, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, Elsevier 2 (2) (2014) 1148-1154
32. Reshma Lakra, R Saranya, Y Lukka Thuyavan, S Sugashini, K.M. Meera S. Begum, G Arthanareeswaran Separation of acetic acid and reducing sugars from biomass derived hydrosylate using biopolymer blend polyethersulfone membrane, *Separation and Purification Technology*, Elsevier 118, (2013), 853-861
33. R. Saranya, **G. Arthanareeswaran**, S. Sakthivelu, P. Manohar, Preparation and Performance Evaluation of Nanokaolinite-Particle-Based Polyacrylonitrile Mixed-Matrix Membranes, *Industrial and Engineering Chemistry Research*, ACS, 51 (2012), 4942-4951
34. A. Ananth, **G.Arthanareeswaran**, Huanting Wang, The influence of tetraethylorthosilicate and polyethyleneimine on the performance of polyethersulfone membranes, *Desalination*, Elsevier, 287 (2012), 61-70
35. **G. Arthanareeswaran**, S. Velu, Performance enhancement of polysulfone ultrafiltration membrane by blending with polyurethane hydrophilic polymer, *Journal of Polymer Engineering*, 31,(2012), 125-131
36. **G. Arthanareeswaran**, P. Thanikaivelan, Transport of copper, nickel and zinc ions across ultrafiltration membrane based on modified of polysulfone and cellulose

- acetate, *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering*, Wiley Interscience 7, (2012) 131-139.
37. 35. Harsha P. Srivastava, **G. Arthanareeswaran**, N. Anantharaman, Victor M. Starov, Performance of modified poly(vinylidene fluoride) membrane for textile wastewater ultrafiltration, *Desalination*, Elsevier 282, (2011) 87-94
 38. Harsha P. Srivastava, **G. Arthanareeswaran**, N. Anantharaman, Victor M. Starov, Performance and properties of modified poly (vinylidene fluoride) membranes using general purpose polystyrene (GPPS) by DIPS method, *Desalination*, Elsevier 283, (2011), 169-177
 39. **G. Arthanareeswaran**, Victor M. Starov, Effect of solvents on performance of polyethersulfone ultrafiltration membranes: investigation of metal ion separations, *Desalination*, Elsevier 267 (2011) 57-63.
 40. S. Velu, L. Muruganandam, **G. Arthanareeswaran**, Effect of Solvents on Performance of Polyethersulfone Ultrafiltration Membranes for Separation of Metal Ions, *International Journal of Chemical and Analytical Science*, 2 (2011) 82-86
 41. S.Velu, L. Muruganandam, **G.Arthanareeswaran**, Performance Enhancement of Polysulfone Ultrafiltration Membrane by Blending with Polyurethane Hydrophilic Polymer, *International Journal of Chemical and Analytical Science*, 2 (2011) 87-92
 42. **G. Arthanareeswaran**, P. Thanikaivelan, Fabrication cellulose acetate-zirconia hybrid membranes for ultrafiltration applications: Performance, structure and fouling analysis, *Separation and Purification Technology*, Elsevier, 74 (2010) 230-235
 43. M. Subas Chandra Bose, **G. Arthanareeswaran**, M. Raajenthiren, Modeling and simulation of an cellulose acetate blend ultrafiltration membrane by using bovine serum albumin solution, *International Journal of Polymeric Materials*, Taylor and Francis, 59 (2010) 588–606.
 44. **G. Arthanareeswaran**, S. Ananda Kumar, Effect of additives concentration on performance of cellulose acetate and polyethersulfone blend membranes, *Journal of Porous Materials*, Springer, 17 (2010) 515-522.

BOOK

1. **G. Arthanareeswaran**, Modification of polymer membrane for ultrafiltration applications, VDM Publishing House Ltd, VDM Verlag Dr. Müller, Germany (2010)
2. M. Subas Chandrabose, **G. Arthanareeswaran**, Biopolymer ultrafiltration membranes and their modelling VDM Publishing House Ltd, VDM Verlag Dr. Müller Germany (2011)

BOOK CHAPTER

1. **G. Arthanareeswaran**, Radhe Shyam Thakur, Effect of inorganic particle on the performance of polyethersulfone-cellulose acetate ultrafiltration membranes, *Sustainable Membrane Technology for Energy, Water and Environment*, John Wiley and Sons (2012)
2. R.Saranya, Y. Lukka Thuyavan, **G. Arthanareeswaran**, A.F. Ismail, “Membrane Technology for Water and wastewater treatment, Energy and Environment” copyright given to CRC press/Balkema, Taylor & Francis Group (2015).

Brief CV of Other project partners (Indian side)

Miss. Elakkiya Swaminathan



Elakkiya is pursuing Ph.D in Membrane Technology at National Institute of Technology, Tiruchirappalli, India. She obtained her B.Tech-Industrial Biotechnology (CGPA 8.41 out of 10) from SASTRA University, Thanjavur, India in 2012. The sparkling light in her heart and the desire to study deeper into the globally important environment subject drove her to do Post Graduate and she obtained M.E-Environmental Engineering (CGPA 8.48 out of 10) from M.A.M College of Engineering (affiliated to Anna University, Chennai), India in 2014. She has experience as JRF in Indo Uk project funded by Royal Academy of Engineering, UK. She is one of the organizing members in International Conference on Membrane Technology and its Applications (MemSep 2017) at National Institute of Technology, Tiruchirappalli, India on February 21 - 23, 2017.

Publication

K.R. Sugumaran, E. Gowthami, B. Swathi, **S. Elakkiya**, S.N. Srivastava, R. Ravikumar, D. Gowdhaman, V. Ponnusami * ,Production of pullulan by *Aureobasidium pullulans* from Asian Palm Kernel :A novel Substrate. **Carbohydrate Polymers** 92 (2013) 697–703. (**Impact factor: 4.811**)

Submitted research article in peer-review Journal

1. **S. Elakkiya**, G. Arthanareeswaran, A. F. Ismail, Diganta B Das, Functionalization and surface modification of TiO₂ nanoparticles for proton exchange membrane fuel cell. Journal of Applied Polymer Science.
2. **S. Elakkiya**, G. Arthanareeswaran, K. Venkatesh, Jihyang Kweon, Evaluation of metal oxide nanoparticles effects on polyethersulfone and sulfonated poly (ether ether ketone) membranes for fuel cell application. International Journal of Hydrogen Energy.

Conference Presented

1. “Evaluation of metal oxide nanoparticles effects on polyethersulfone and sulfonated poly (ether ether ketone) membranes for fuel cell application” presented in National Conference on “Recent Trends on Membranes & Separation Technology” (RTMST-17), November 22-23, 2017.
2. “Preparation and Characterization of Polyetherimide/nanoclay membranes for water treatment” presented in The 13th International Conference on Membrane Science & Technology (MST) November 16, 2017.

Workshop and shortterm course Participated

1. Workshop in “Hands on Training in Composites Preform Formation Techniques and its Characterization” at PSGTECHS COE INDUTECH, Coimbatore, India on June 15-16, 2017.
2. Short term course under (TEQIP-II) on “Challenges, Emerging Trends and Recent Initiatives in Environmental Engineering” organized by National Institute of Technology, Tiruchirappalli, India on August 29-September 3, 2016.

CV of Lead Project Investigator (PI) – ASEAN MS-1 (Malaysia)

Professor Dr. Ahmad Fauzi Ismail



Ahmad Fauzi Ismail is Professor at Faculty of Chemical and Energy Engineering, UTM. His research interest are in development of polymeric, inorganic and novel mixed matrix membranes for water desalination, waste water treatment, gas separation processes, membrane for palm oil refining, photocatalytic membrane for removal of emerging contaminants, development of haemodialysis membrane and polymer electrolyte membrane for fuel cell applications. He obtained his PhD. in Chemical & Process Engineering in 1997 from University of Strathclyde and MSc. and BSc. from Universiti Teknologi Malaysia in 1992 and 1989 respectively. His research has been published in many high impact factor journals. He also actively authored many academic books in this field which published by reputable international publishers. He is the author and co-author of over 550 refereed journals. He has authored 6 books, 50 book chapters and 4 edited books, 6 Patents granted, 14 Patents pending. His h-index is 56 with cumulative citation of over 13471. He have won more than 130 awards national and internationally. Among the most prestigious award won is the Merdeka Award for the Outstanding Scholastic Achievement Category at 4th September 2014, Malaysia's Rising Star Award 2016 for Frontier Researcher category at 1st November 2016, Malaysia's Research Star Award 2017 on 5 October 2017. He also the recipient of Innovative Action Plan for Human Capital Development Tertiary Level award at 2013 by The Ministry of Education.

He has awarded Malaysia Young Scientist Award in 2000; ASEAN Young Scientist Award in 2001; the National Intellectual Property Award for two times in (Patent Category), 2009 and (Product Category), 2013; Two times National Innovation Award for (Waste to Wealth Category), 2009 and (Product Category), 2011. He also won National Academic Award (Innovation and Product Commercialization Category) on August 2013 and Malaysian Toray Science and Technology Foundation Award, on 28 November 2013, Winner of IChemE (Malaysia) Innovator of the Year Award on Oct, 2014, Top Research Scientist, Awarded by The Academy of Sciences Malaysia on Nov., 2014 and Best Fundamental Research Project awarded by Ministry of Higher Education Malaysia on 2012. Recently he was recognized as one of the most cited researchers in Chemical Engineering by Shanghai Academic Ranking of World Universities 2016.

He is a Fellow of The Academy of Sciences Malaysia, Chartered Engineer in the UK (CEng) and a Fellow of the Institution of Chemical Engineers (FIChemE). Ahmad Fauzi also served as the Editorial Board Members of Journal of Membrane Water Treatment, Jurnal Teknologi, Journal of Membrane Science and Research, Journal of Membrane and Separation Technology and the Advisory editorial board member of Journal of Chemical Technology and Biotechnology. He involved extensively in R&D&C for national and multinational companies related to membrane-based processes for industrial application and currently have two spin off companies. He is the founder of Advanced

Membrane Technology Research Center (AMTEC) and now recognized as Higher Education Centre of Excellence (HICoE). Currently Ahmad Fauzi is the Deputy Vice Chancellor of Research and Innovation, UTM.

List of Publication

JOURNAL

1. Hossein Cheraghi Bidsorkhib, Hossein Adelniaa, **A.F. Ismail**, T. Matsuura, Gas permeability and permselectivity properties of ethylene vinyl acetate/sepiolite mixed matrix membranes, in Press **Separation and Purification Technology**. (IF : 3.299)
2. C.Y. Chong, W.J. Lau, N. Yusof, G.S. Lai, N.H. Othman, T. Matsuura, **A.F. Ismail**, Studies on the properties of RO membranes for salt and boron removal: Influence of thermal treatment methods and rinsing treatments, **Desalination**, Volume 428, 15 February **2018**, Pages 218–226.
3. N.H. Ismail, W.N.W. Salleh, N. Sazali, **A.F. Ismail**, Development and characterization of disk supported carbon membrane prepared by one-step coating-carbonization cycle, **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, Volume 57, 25 January **2018**, Pages 313–321.
4. M. Chandrashekar Nayak, Arun M. Isloor, A. Moslehyani, Norafiqah Ismail, **A.F. Ismail**, Fabrication of novel PPSU/ZSM-5 ultrafiltration hollow fiber membranes for separation of proteins and hazardous reactive dyes, **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers** Volume 82, January **2018**, Pages 342–350.
5. N. Sazali, W.N.W. Salleh, **A.F. Ismail**, N.A.H.M. Nordin, N.H. Ismail, M.A. Mohamed, F. Aziz, N. Yusof, J. Jaafar, Incorporation of thermally labile additives in carbon membrane development for superior gas permeation performance, **Journal of Natural Gas Science and Engineering** Volume 49, January **2018**, Pages 376–384.
6. A.K. Zulhairun, M.N. Subramaniam, A. Samavati, M.K.N. Ramli, M. Krishparao, P.S. Goh, **A.F. Ismail**, High-flux polysulfone mixed matrix hollow fiber membrane incorporating mesoporous titania nanotubes for gas separation, **Separation and Purification Technology**, Volume 180, 8 June **2017**, Pages 13–22.
7. H. Ahmadi, S.A. Hashemifard, **A.F. Ismail**, A research on CO₂ removal via hollow fiber membrane contactor: The effect of heat treatment, **Chemical Engineering Research and Design** Volume 120, April **2017**, Pages 218–230.
8. G.P. Syed Ibrahim, Arun M. Isloor, A. Moslehyani, **A.F. Ismail**, Bio-inspired, fouling resistant, tannic acid functionalized halloysite nanotube reinforced polysulfone loose nanofiltration hollow fiber membranes for efficient dye and salt separation, **Journal of Water Process Engineering**, Volume 20, December **2017**, Pages 138–148.
9. Rasel Das, Chad D. Vecitis, Agnes Schulze, Bin Cao, **Ahmad Fauzi Ismail**, Xianbo Lu, Jiping Chene and Seeram Ramakrishn, Recent advances in nanomaterials for water protection and monitoring, **Chem. Soc. Rev.**, **2017**, 46, 6946.
10. M. Fosi Kofal, A. Mustafa, **A.F. Ismail**, M. Rezaei-DashtArzhandi, T. Matsuura, PVDF/CaCO₃ composite hollow fiber membrane for CO₂ absorption in gas–liquid membrane contactor, **Journal of Natural Gas Science and Engineering**, Volume 31, April **2016**, Pages 428–436. (IF : 2.045)

11. K. C. Khulbe, T. Matsuura, C. Y. Feng and **A. F. Ismail**, Recent development on the effect of water/moisture on the performance of zeolite membrane and MMMs containing zeolite for gas separation; review, **RSC Advances**, Issue 49, 42943–42961, **2016**. (IF : 3.289)
12. S.A. Hashemifarda, T. Matsuura, **A.F. Ismail**, M. Rezaei Dasht Arzhandi, D. Rana, G. Bakeri, Characterization of partial pore wetting in hollow fiber gas absorption membrane contactors: An EDX analysis approach, **Chemical Engineering Journal**, Volume 281, 1 December **2015**, Pages 970–980 (IF : 5.310)
13. Rezaei-DashtArzhandi, M., **Ismail, A.F.**, Bakeri, G., Hashemifard, S.A., Matsuura, T. ,Effect of hydrophobic montmorillonite (MMT) on PVDF and PEI hollow fiber membranes in gas-liquid contacting process: A comparative study, **RSC Advances**, Volume 5, Issue 126, 26 November **2015**, Pages 103811-103821 (IF : 3.289)
14. Seyed Abdollatif Hashemifard, **A.F. Ismail**, Takeshi Matsuura, Masoud Rezaei-DashtArzhandi, Performance of Silicon Rubber Coated Polyetherimide Hollow Fibers for CO₂ Removal via a Membrane Contactor, In Press **RSC Advanced** **2015**. (IF : 3.289)
15. Hossein Adelniaa, Hossein Cheraghi Bidsorkhib, **A.F. Ismail**, T. Matsuura, Gas permeability and permselectivity properties of ethylene vinyl acetate/sepiolite mixed matrix membranes, **Separation and Purification Technology**, Volume 146, 26 May **2015**, Pages 351–357. (IF : 3.299)
16. A.K. Zulhairun, Z.G. Fachrurrazi, M. Nur Izwanne, **A.F. Ismail**, Asymmetric hollow fiber membrane coated with polydimethylsiloxane–metal organic framework hybrid layer for gas separation, **Separation and Purification Technology** 146 (**2015**) 85-93. (IF : 3.299)
17. M. Rezaei. DashtArzhandi, **A.F. Ismail**, T. Matsuura, Ng. B. C, M.S. Abdullah, Fabrication and characterization of porous polyetherimide/montmorillonite hollow fiber mixed matrix membranes for CO₂ absorption via membrane contactor, **Chemical Engineering Journal**, Volume 269, June 01, **2015**, Pages 51-59.(IF : 5.310)
18. N.M. Ismail, **A.F. Ismail**, A. Mustafa, T. Matsuura, T. Soga, K. Nagata, T. Asaka, Qualitative and quantitative analysis of intercalated and exfoliated silicate layers in asymmetric polyethersulfone/cloisite15A® mixed matrix membrane for CO₂/CH₄ separation, **Chemical Engineering Journal**, Volume 268, May 05, **2015**, Pages 371-383. (IF. 5.310)
19. Nik Abdul Hadi Md Nordin, surya Murali Racha, Takeshi Matsuura, Nurasyikin Misdan, N. A.A Sani, **A.F. Ismail**, Azeman Mustafa, Facile modification of ZIF-8 mixed matrix membrane for CO₂/CH₄ separation: synthesis and preparation, 5, 43110-43120 Received 05 Feb 2015, Accepted 15 Apr **2015 RSC Advanced**. (IF : 3.289)
20. M.R. Dashtarzhandi, **A.F. Ismail**, T. Matsuura, Carbon dioxide stripping through water by porous PVDF/montmorillonite hollow fiber mixed matrix membranes in a membrane contactor, **RSC Advances**, Volume 5, Issue 28, **2015**, 21916-21924.(IF : 3.289)
21. F. Korminouri, M. Rahbari-Sisakht, T. Matsuura, **A.F. Ismail**, Surface modification of polysulfone hollow fiber membrane spun under different air-gap lengths for carbon dioxide absorption in membrane contactor system, **Chemical Engineering Journal**, Volume 264, March 05, **2015**, 453-461. (IF : 5.310)

22. Gh. Bakeri, **A.F. Ismail**, M. Razaee SashtArzhandi, T. Matsuura, Porous PES and PEI hollow fiber membranes in a gas-liquid contacting process-A comparative study, **Journal of Membrane Science**, Volume 475, February 01, **2015**, Pages 57-64 (IF : 5.557)
23. M. Rezaei, **A. F. Ismail**, Gh. Bakeri, S.A. Hashemifard, T. Matsuura, Effect of Montmorillonite 1 and Cloisite 15A on Structural Parameters and Performance of Mixed Matrix Membranes Contactor for CO₂ Absorption, **Chemical Engineering Journal**, Volume 260, 15 January **2015**, Pages 875-885. (IF : 5.310)
24. A.K. Zulkhairun, B.C. Ng, **A.F. Ismail**, R. Surya Murali, M.S. Abdullah, Production of mixed matrix hollow fiber membrane for CO₂/CH₄ separation, **Separation and Purification Technology**, Volume 137, 24 November **2014**, Pages 1-12.(IF:3.065)
25. R. Surya Murali, K. Praveen Kumar, **A.F. Ismail**, S. Sridhar, Nanosilica and H-Mordenite incorporated Poly(ether-block-amide)-1657 membranes for gaseous separations, **Microporous and Mesoporous Materials**, Volume 197, October **2014**, Pages 291-298.(IF:3.209)
26. A.K. Zulkhairun, **A.F. Ismail**, The role of layered silicate loadings and their dispersion states on the gas separation performance of mixed matrix membrane, **Journal of Membrane Science**, Volume 468, 15 October **2014**, Pages 20-30.(IF:4.908)
27. H.A.H.M. Nordin, **A.F. Ismail**, A. Mustafa, S.R.Murali, T. Matsuura, The impact of ZIF-8 particle size and heat treatment on CO₂/CH₄ separation using asymmetric mixed matrix membrane, **RSC Advanced**, Volume 4, Issue 94, 26 September **2014**, Pages 52530-52541 (IF :3.078)
28. R. Surya Murali, Mahesh Padaki, T. Matsuura, M.S. Abdullah, **A.F. Ismail**, Polyaniline in situ modified halloysite nanotubes incorporated asymmetric mixed matrix membrane for gas separation, **Separation and Purification Technology**, Volume 132, 20 August **2014**, Pages 187-194(IF:3.065)
29. M. Rahbari-Sisakht; F. Korminouri; D. Emadzadeh; T. Matsuura; **A.F. Ismail**, Effect of air-gap length on carbon dioxide stripping performance of a surface modified polysulfone hollow fiber membrane contactor, **RSC Advances**. **2014**;4(103):59519-59527.(IF:3.708)
30. F. Korminouri, M. Rahbari-Sisakht, D. Rana, T. Matsuura, **A.F. Ismail**, Study on the effect of air-gap length on properties and performance of surface modified PVDF hollow fiber membrane contactor for carbon dioxide absorption, **Separation and Purification Technology**, Volume 132, 20 August **2014**, Pages 601–609.(IF:3.065)
31. Mansourizadeh, Z. Aslmahdavi, **A.F. Ismail**, T. Matsuura, Blend Polyvinylidene Fluoride/ Surface Modifying Macromolecule Hollow Fiber Membrane Contactors for CO₂ Absorption. **International Journal of Greenhouse Gas Control**, Volume 26, July **2014**, Pages 83-92.(IF:3.821)
32. M. Rezaei, **A.F. Ismail**, S.A. Hashemifard, T. Matsuura, Experimental Study on the performance and long-term stability using PVDF/Montmorillonite hollow fiber Mixed Matrix Membranes for CO₂ separation process, **International Journal of Greenhouse Gas Control**, Volume 26, July 2014, Pages 147-157 **2014**.(IF:3.821)

33. R. Surya Murali, **A.F. Ismail**, M.A. Rahman, S. Sridhar, Mixed matrix membranes of Pebax-1657 loaded with 4A zeolite for gaseous separations, **Separation and Purification Technology**, Volume 129, 29 May 2014, Pages 1-8 **2014**(IF:3.065)
34. Mashallah Rezakazemi, Abtin Ebadi Amooghin, Mohammad Mehdi Montazer-Rahmati, **Ahmad Fauzi Ismail**, Takeshi Matsuura, State-of-the-art membrane based CO₂ separation using mixed matrix membranes: An overview on current status and future directions, **Progress in Polymer Science**, Volume 39, Issue 5, May **2014**, Pages 817-861.(IF:26.854)
35. A.K. Zuhairun, **A.F. Ismail**, T. Matsuura, M.S. Abdullah, A. Mustafa, Asymmetric mixed matrix membrane incorporating organically modified clay particle for gas separation, **Chemical Engineering Journal**, Volume 241, 1 April **2014**, Pages 495-503.(IF:4.058)
36. M. Rahbari-Sisakht, **A.F. Ismail**, D. Rana, T. Matsuura, D. Emadzadeh, Effect of SMM concentration on morphology and performance of surface modified PVDF hollow fiber membrane contactor for CO₂ absorption, **Separation and Purification Technology**, Volume 116, 15 September **2013**, 67-72.
37. R. Naim, **A.F. Ismail**, Effect of fiber packing density on physical CO₂ absorption performance in gas-liquid membrane contactor, **Separation and Purification Technology**, Volume 115, 30 August **2013**, 152-157.
38. M.A. Aroon, **A.F. Ismail**, T. Matsuura, Beta-cyclodextrin functionalized MWCNT: A potential nano membrane material for mixed matrix gas separation membranes development, **Separation and Purification Technology**, Volume 115, 30 August **2013**, Pages 39-50
39. R. Naim, **A.F. Ismail**, Effect of polymer concentration on the structure and performance of PEI hollow fiber membrane contactor for CO₂ stripping, 250-251, **Separation and Purification Technology**, **2013**, Pages 354-361
40. M. Rahbari-Sisakht, **A.F. Ismail**, D. Rana, T. Matsuura, D. Emadzadeh, Carbon dioxide stripping from water through porous polysulfone hollow fiber membrane contactor, **Separation and Purification Technology**, 108, **2013**, Pages 119-123
41. W.N. Wan Salleh, **A.F. Ismail**, Effect of stabilization temperature on gas permeation properties of carbon hollow fiber membrane, **Separation Science and Technology**, 127 (4) **2013**, Pages 2840-2846
42. S. A. Hashemifard, **A.F. Ismail**, T. Matsuura, To what extent the conventional gas permeation testing method is reliable for membrane systems, **Sep. Purif. Technol.**, Volume 114 (**2013**) 90-98.
43. Gh. Bakeri, **A.F. Ismail**, D. Rana, T. Matsuura, A. Ghaee, An investigation on the performance of surface modified polyetherimide hollow fiber membranes in membrane gas-liquid contacting process using response surface methodology, **J. Appl. Polym. Sci.**, 128 (2) (**2013**), pp. 1313–1325.
44. M. Rahbari, **A.F. Ismail**, T. Matsuura, A novel surface modified polyvinylidene fluoride hollow fiber membrane contactor for CO₂ absorption, **Journal of Membrane Science**, Vol. 415-416, 1 October **2012**, pages 221-228.

45. Gh. Bakeri, **A.F. Ismail**, D. Rana, T. Matsuura, S. Shariaty, Development of high performance surface modified polyetherimide hollow fiber membrane for gas-liquid contacting processes, **Chemical Engineering Journal**, Volume 198-199, 1 August **2012**, Pages 327-337.
46. S.M. Sanip, **A.F. Ismail**, P.S. goh, M.N.A. Norrdin, T. Soga, M. Tanemura and H. Yasuhiko, Carbon Nanotubes Based Mixed Matrix membrane For Gas Separation, **Advanced Material Research** Vol 364 (**2012**) 272 – 277.
47. Gh. Bakeri, **A.F. Ismail**, M. Rahimnejad, T. Matsuura, D. Rana, The effect of bore fluid type on the structure and performance of polyetherimide hollow fiber membrane in gas-liquid contacting processes, **Separation and Purification Technology**, Vol 98 (**2012**) 262 – 269.
48. M.Rahbari-Sisakht, **A.F. Ismail**, d. Rana, T. Matsuura, Effect of different additives on the physical and chemical CO₂ absorption in polyetherimide hollow fiber membrane contactor system, **Separation and Purification Technology**, Vol 98 (**2012**) 472 – 480.
49. R. Naim, **A.F. Ismail**, A. Mansourizadeh, Effect of non-solvent additives on the structure and performance of PVDF hollow fiber membrane contractor for CO₂ stripping, **Journal of Membrane Science**, Volume 423-424 (**2012**) 503-513.
50. M.Rahbari Sisakht, **A.F. Ismail**, D.Rana, T. Matsuura, Effect of novel surface modifying macromolecules on morphology and performance of Polysulfone hollow fiber membrane contactor for CO₂ absorption, **Separation and Purification Technology**, Vol 99 (**2012**) 61 – 68.
51. M. Rahbari-Sisakht, **A.F. Ismail**, T. Matsuura, Development of asymmetric polysulfone hollow fiber membrane contactor for CO₂ absorption, **Separation and Purification Technology**, Vol 86 (**2012**) 215-2
52. M. Rahbari, **A.F. Ismail**, D. Rana, T. Matsuura, Effect of additives on the physical and chemical CO₂ absorption in polyetherimide hollow fiber membrane contactor system, **Separation and Purification Technology**, Volume 98, 19 September **2012**, Pages 472-480
53. M. Rahbari, **A.F. Ismail**, T. Matsuura, A novel surface modified polyvinylidene fluoride hollow fiber membrane contactor for CO₂ absorption, **Journal of Membrane Science**, Vol. 415-416,1 October **2012**, pages 221-228.
54. Gh. Bakeri, **A.F. Ismail**, D. Rana, T. Matsuura, S. Shariaty, Development of high performance surface modified polyetherimide hollow fiber membrane for gas-liquid contactin processes, **Chemical Engineering Journal**, Volume 198-199, 1 August **2012**, Pages 327-337.
55. Gh. Bakeri, T. Matsuura, **A.F. Ismail**, D. Rana, A novel surfaced modified polyetherimide hollow fiber membrane for gas-liquid contacting processes, **Separation and Purification Technology**, Vol. 89, 22 March **2012**, pages 160-170
56. M. Rahbari, **A.F. Ismail**, T. Matsuura, Effect of bore fluid composition on structure and performance of asymmetric Polysulfone hollow fiber membrane contactor for CO₂ absorption, **Separation and Purification Technology**, Volume 88, 22 March **2012**, pages 99-106.
57. R. Naim, **A.F. Ismail**, A. Mansourizadeh, Preparation of microporous PVDF hollow fiber membrane contactor for CO₂ stripping from diethanolamine solution, **Journal of Membrane Science**, Volume 392-393, 1 March **2012**, Pages29-37.

58. W.N.W. Salleh, **A.F. Ismail**, Effects of carbonization heating rate on CO₂ separation derived from carbon membranes, **Separation and Purification Technology**, Volume 88, 22 March **2012**, pages 174-183.
59. H. Hasbullah, Kumbakhar, **A.F. Ismail**, K. Li, Asymmetric hollow fiber membranes based on ring-substitute polyaniline and investigation towards its gas transport properties, **Journal of Membrane Science**, Volumes 397–398, 15 April **2012**, Pages 38-50.
60. M.F.A. Wahab, **A.F. Ismail**, S.J. Shilton, Studies on Gas Permeation Performance of Asymmetric Polysulfone Hollow Fiber Mixed Matrix Membranes using Nanosize Fumed silica as Fillers, **Separation and Purification Technology**, Volume 86, 15 February **2012**, Pages 41-48.
61. M. Rahbari, **A.F. Ismail**, D. Rana, T. Matsuura, Effect of additives on the physical and chemical CO₂ absorption in polyetherimide hollow fiber membrane contactor system, **Separation and Purification Technology**, Volume 98, 19 September **2012**, Pages 472-480.
62. **A.F. Ismail**, N.H. Rahim, A. Mustafa, T. Matsuura, B.C. Ng, S. Abdullah, S.A. Hashemifard, Gas separation performance of polyethersulfone/multi-walled carbon nanotubes mixed matrix membranes, **Separation and Purification Technology**, 80 (**2011**) 20-31.
63. A. Mansourizadeh, **A.F. Ismail**, Preparation and characterization of porous PVDF hollow fiber membranes for CO₂ absorption : Effect of different non-solvent additives in the polymer dope, **International Journal of Greenhouse Gas Control**, 5 (**2011**) 640 – 648.
64. W.N.W. Salleh, **A.F. Ismail**, Carbon hollow fiber membranes derived from PEI/PVP for gas separation, **Separation and Purification Technology**, Volume 80, Issue 3, 18 August **2011**, Pages 541-548.
65. P.S. Goh, **A.F. Ismail**, S. Sanip, B.C. Ng, M. Aziz, Recent Advances of Inorganic Fillers in Mixed Matrix Membrane for Gas Separation, **Separation and Purification Technology** Volume 81, Issue 3, 10 October **2011**, Pages 243-264.
66. A.W. Zularisam, Anwar Ahmad, Mimi Sakinah, **A.F. Ismail**, T. Matsuura, Role of natural organic matter (NOM), colloidal particles, and solution chemistry on ultrafiltration performance, **Separation and Purification Technology**, Volume 78, Issue 2, 11 April **2011**, 189-200.
67. P.S. Goh, B.C. Ng, **A.F. Ismail**, S. Sanip, M. Aziz, M.A. Kasim, Effect of Dispersed Multi-Walled Carbon Nanotubes on Mixed Matrix Membranes for O₂/N₂ Separation, **Separation Science and Technology**, 46:8, (**2011**), 1250-1261.
68. S.A.Hashemifard, **A.F.Ismail**, T. Matsuura, Effects of montmorillonite nono-clay fillers on PEI mixed matrix membrane for CO₂ removal, **Chemical Engineering Journal**, Volume 170, 15 May **2011**, Pages 316-325.
69. S.M. Sanip, **A.F. Ismail**, P.S. Goh, T. Soga, T. Tanemura, H. Yasuhiko, Gas Separation Properties of Functionalized Carbon Nanotubes Mixed Matrix Membranes, **Separation and Purification Technology**, Volume 78, Issue 2 (11 April, **2011**), 208-213.
70. H. Hasbullah, Kumbakhar, **A.F. Ismail**, K. Li, Preparation of polyaniline asymmetric hollow fiber membranes and investigation towards gas separation performance, **Journal of Membrane Science**, Volume 366, Issues 1-2, (1 January **2011**) 116-124.

71. S.A. Hashemifard, **A.F. Ismail**, T. Matsuura, Prediction of gas permeability in mixed matrix membranes using theoretical models, **Journal of Membrane Science**, vol 347 (2010) 53-61.
72. A. Mansourizadeh, **A.F. Ismail**, M.S. Abdullah, B.C. Ng, Preparation of polyvinylidene fluoride hollow fiber membranes for CO₂ absorption using phase-inversion promoter additives, **Journal of Membrane Science**, 355 (2010) 200 – 207.
73. **A.F. Ismail**, A. Mansourizadeh, A comparative study on the structure and performance of porous polyvinylidene fluoride and polysulfone hollow fiber membranes for CO₂ absorption, **Journal of Membrane Science**, Volume 365, Issue 1-2, (1 December 2010) 319-328
74. A. Mansourizadeh, **A.F. Ismail**, Effect of additives on the structure and performance of polysulfone hollow fiber membranes for CO₂ absorption, **Journal of Membrane Science**, Volume 348, Issues 1-2, 15 February 2010, Pages 260-267.
75. A. Mansourizadeh, **A.F. Ismail**, T. Matsuura, Effect of Operating Conditions on the Physical and Chemical CO₂ Absorption Through the PVDF Hollow Fiber Membrane Contactor, **Journal of Membrane Science**, Volume 353, Issue 1-2, (1 May 2010) 192-200.
76. F. Aziz and **A.F. Ismail**, Preparation and characterization of cross-linked Matrimid® membranes using para-phenylenediamine for O₂/N₂ separation, **Separation and Purification Technology**, Volume 73, Issue 3, (2010) pp. 421-428.
77. M.A. Aroon, **A.F. Ismail**, M.M. Montazer-Rahmati, T. Matsuura, Morphology and permeation properties of polysulfone membranes for gas separation: Effects of non-solvent additives and co-solvent, **Separation and Purification Technology**, Volume 72, Issue 2, 20 April 2010, Pages 194-202.
78. M.A. Aroon, **A.F. Ismail**, M.M. Montazer-Rahmati, T. Matsuura, Performance studies of mixed matrix membranes for gas separation: A review, **Separation and Purification Technology**, Volume 75, Issue 3, (20 November 2010) 229-242.

ORIGINAL BOOK

1. **Ahmad Fauzi Ismail**, Lau Woei Jye, **Nanofiltration Membranes Synthesis Characterization and Applications**, CRC Press, Taylor & Francis Group.
2. Norhaniza Yusof, **Ahmad Fauzi Ismail**, gentian Karbon Teraktif untuk Penstoran Gas Asli, Dewan Bahasa dan Pustaka (DBP) 2016.
3. Mukhlis A. Rahman, **Ahmad Fauzi Ismail**, Teknologi Reaktor Termaju Berasaskan Seramik, Dewan Bahasa dan Pustaka (DBP) 2015.
4. **Ahmad Fauzi Ismail**, Kailash Chandra Khulbe, Takeshi Matsura, Gas Separation Membranes, Springer, 978-3-319-01094-6, 2015
5. Mohd Hafiz Dzarfan, Juhana Jaafar, **Ahmad Fauzi Ismail**, Elektrolit Pepejal Sel Bahan Api, Dewan Bahasa dan Pustaka (DBP) 2015.
6. **A. F. Ismail**, D. Rana, T. Matsuura, H. Foley, Carbon-Based Membrane for Separation Processes, Publisher: Springer. ISBN 978-0-387-78990-3, New York, (June 2011).

EDITED BOOK

1. Membrane Technology for Water and Wastewater treatment, Energy and Environment, Edited by **A.F. Ismail** and T. Matsuura, CRC Press, In Press 2014.

2. Membrane Fabrication: Principles, Optimization and Applications. Publisher: CRC Press. ISBN-139781482210453, Edited by N. Hilal, **A.F. Ismail**, C.J. Wright, CRC Press. **2014**.
3. Sustainable Membrane Technology for Energy, Water and Environment, Publisher: John Wiley. ISBN-978-1-118-02459-1, Edited by **A. F. Ismail** and T. Matsuura, March **2012**.
4. Development in Polymer-based Carbon Fibre in Malaysia, Edited by **A. F. Ismail**, R. Daik. K. Noorsal and M. A. Baharom, (**2009**) UTM Press.

BOOK CHAPTER

1. **A.F. Ismail**, Takeshi Matsuura, Membrane Technology for Water and Wastewater Treatment, Energy and Environment, ISBN 9781138029019 – CRC **Press**, Taylor & Francis Group
2. P.S. Goh, B.C. Ng, **A. F. Ismail**, Emerging Application of Functionalized Carbon-Based Nanomaterials, In Chemical Functionalization of Carbon Nanomaterials Chemistry and Applications, Edited by Vijay Kumar Thakur and Manju Kumari Thakur, CRC Press **2015**, pages 775-805. Print ISBN: 978-1-4822-5394-8.
3. Juhana Jaafar, **Ahmad Fauzi Ismail**, Mohd Hafiz Dzarfan Othman, and Mukhlis A. Rahman, Membrane Fabrication, Fabrication of Polymer Nanocomposite Membrane by Intercalating Nanoparticles for Direct Methanol Fuel Cell, CRCnetBase, 978-1-4822-1045-3, 655-680, Jan **2015**.
4. Mohd Hafiz Dzarfan Othman, Mukhlis A. Rahman, Kang Li, Juhana Jaafar, Hasrinah Hasbullah, **Ahmad Fauzi Ismail**, Membrane Fabrication, CHAPTER 11, 978-1-4822-1046-0, 347–382, 2 March **2015**.
5. **Ahmad Fauzi Ismail** , Farhana Aziz, Membrane Modification, Chapter 11 Chemical Cross-Linking Modifications Of Polymeric Membranes For Gas Separation Applications, CRC Press, 363-384, **2014**.

CV of Other project partners ASEAN MS-1 Malaysia

Dr. Yogarathinam Lukka Thuyavan



Y. Lukka Thuyavan was born on 20th January, 1986 in Thangachimadam (Tamil Nadu India). He completed his Bachelor of technology program with specialization in Biotechnology from Bharathidasan University, Tiruchirappalli (Tamil Nadu India) in 2007. Later, he completed his Master of technology program in first class with distinction specializing in Biotechnology from Anna University (Tamil Nadu India) in 2009. Subsequently, he worked as project associate in the department of biochemical engineering and biotechnology, Indian Institute of Technology Delhi, India. He worked on the project entitled —Ultrafiltration membrane for arsenic, chromium and nitrate rejection and remediation of arsenic using sulphate reducing bacterial (SRB) consortial, a project funded by ministry of drinking water and sanitation, India. He has worked in this institute for two and half years (Aug 2009 - Jan, 2012). He also obtained an Indian patent in Polyacrylonitrile ultrafiltration membrane for the removal of (a) arsenic and (b) chromium from potable water. His research work is on Ultrafiltration and modeling studies of cheese whey effluent and lake water via polyethersulfone-metal oxide embedded mixed matrix membranes. He has developed metal oxide embedded PES membrane which are resistant to fouling in the treatment of cheese whey wastewater and lake water. He also optimized the process conditions in different modes of membrane operations.

Patent

G.P. Agarwal, U. Kharul, H. Lohokare, Muthumareeswaran. M.R, A.K. Shukla, **Y. Lukka Thuyavan**, Polyacrylonitrile based ultrafiltration membrane for facilitating removal of arsenic and chromium ions from water, has module for facilitating rejection of metals at specific concentration, where membrane produces high rejection percentage (Eng), (**Ref.No.2470/DEL/2015**).

List of Publication-SCI/SCI-E Journals

1. **Y. Lukka Thuyavan**, G. Arthanareeswaran, A.F. Ismail, P.Prakash, Harvesting of microalgae *Coelastrella* sp. FI69 using pore former induced TiO₂ incorporated PES mixed matrix membranes, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* (**accepted**).**Article in press**.
2. S.K. R., A. G., **L.T. Y.**, I. A.F., Enhancement of permeability and antibiofouling properties of polyethersulfone (PES) membrane through incorporation of quorum sensing inhibition (QSI) compound, *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.* 72(**2017**) 200-212.
3. S. Aditya Kiran, **Y. Lukka Thuyavan**, G. Arthanareeswaran, T. Matsuura, A.F. Ismail, Impact of graphene oxide embedded polyethersulfone membranes for the effective treatment of distillery effluent, *Chemical Engineering Journal* 286 (**2016**), 528-537.
4. **Y. Lukka Thuyavan**, N. Anantharaman, G. Arthanareeswaran, A.F. Ismail, Impact of solvents and process conditions on the formation of polyethersulfone membranes and its fouling behavior

- in lake water filtration., *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 91(2016) 2568–2581.
5. P.H. Krishnamurthy, **L.T. Yogarathinam**, A. Gangasalam, A.F. Ismail, Influence of copper oxide nanomaterials in a poly(ether sulfone) membrane for improved humic acid and oil-water separation, *J. Appl. Polym. Sci.* 133(2016) 43873.
 6. **Y.L. Thuyavan**, N. Anantharaman, G. Arthanareeswaran, A.F. Ismail, R.V. Mangalaraja, Preparation and characterization of TiO₂-sulfonated polymer embedded polyetherimide membranes for effective desalination application, *Desalination*. 365 (2015) 355–364.
 7. S.A. Kiran, G. Arthanareeswaran, **Y.L. Thuyavan**, A. F. Ismail, Influence of bentonite in polymer membranes for effective treatment of car wash effluent to protect the ecosystem, *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 121 (2015) 186–192.
 8. A. Sumisha, G. Arthanareeswaran, **Y. Lukka Thuyavan**, A.F. Ismail, S. Chakraborty, Treatment of laundry wastewater using polyethersulfone/polyvinylpyrrolidone ultrafiltration membranes, *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 121 (2015) 174–179.
 9. **Y. Lukka Thuyavan**, N. Anantharaman, G. Arthanareeswaran, A. F. Ismail, Modification of polyethersulfone using sericin and polyvinylpyrrolidone for cadmium ion removal by polyelectrolyte-enhanced ultrafiltration, *J. Desalin. Water Treat.* 56 (2015) 366-378.
 10. A. Pagidi, **Y. Lukka Thuyavan**, G. Arthanareeswaran, , A. F. Ismail, , J. Jaafar, , D. Paul, Polymeric membrane modification using SPEEK and bentonite for ultrafiltration of dairy wastewater, *J. Appl. Polym. Sci.* 132 (2015) 41651-41662.
 11. **Y.L. Thuyavan**, N. Anantharaman, G. Arthanareeswaran, A. F. Ismail, Adsorptive Removal of Humic Acid by Zirconia Embedded in a Poly (ether sulfone) Membrane, *Ind. Eng. Chem. Res.* 53 (2014) 11355–11364.
 12. R. Lakra, R. Saranya, **Y. Lukka Thuyavan**, S. Sugashini, K.M.M.S. Begum, G. Arthanareeswaran, Separation of acetic acid and reducing sugars from biomass derived hydrosylate using biopolymer blend polyethersulfone membrane, *Sep. Purif. Technol.* 118 (2013) 853–861.
 13. S.K. Maiti, **Y. Lukka Thuyavan**, S. Singh, H.S. Oberoi, G.P. Agarwal, Modeling of the separation of inhibitory components from pretreated rice straw hydrolysate by nanofiltration membranes, *Bioresour. Technol.* 114 (2012) 419–427.

BOOK CHAPTER

R. Saranya, **Y. Lukka Thuyavan**, G. Arthanareeswaran, A.F. Ismail, “Membrane Technology for Water and wastewater treatment, Energy and Environment” copyright given to CRC press/Balkema, Taylor & Francis Group (2015).

CV of Lead Project Investigator (PI) –ASEAN MS-2 (Thailand)

Dr. Wirote Youravong



Wirote Youravong completed his Ph.D in Food Engineering at University of Reading, UK. He obtained M.Eng in Food Engineering at KMITT, Thailand and B.Sc in Agro-industry at PSU, Thailand. He is the Dean of the Faculty of Agro-industry, PSU from 2014 till present. He was Director for Membrane Science and Technology Research Center, PSU from 2007 to 2013. He is an Executive committee for Agro-industry Academic council (AIAC) and Executive committee for The Food Science and Technology Association of Thailand (FoSTAT). He is one of the Editorial board members in Journal Applied Membrane Science and Technology from 2007 to present.

His research area covers Membrane technology for industrial applications : foods and bio-products, water purification, environment, gas purification and renewable energy; including microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration, reverse osmosis, forward osmosis, membrane distillation, pervaporation, catalyzed membrane, and membrane emulsification

Consulting service

Fields

Process development for novel foods and bio-products, clean/green technology in agro-industry, Membrane technology: process development, system & plant design; and industrial applications, thermal and non- thermal aseptic processing technology

Major industries

Membrane industry, Seafood industry, fruit & vegetable industry, dairy industry, functional food industry, palm oil industry, rubber industry.

Selected Publications

1. Lertwittayanon, K., **Youravong, W** and Lau, W.J, **2017** Enhanced catalytic performance of Ni/ α -Al₂O₃ catalyst modified with CaZrO₃ nanoparticles in steam-methane reforming, International Journal of Hydrogen Energy, accepted
2. Sirinupong, T, **Youravong, W**, Tirawata, D, Lau, W.J, Lai, G.S and Ismail, A.F, **2017**, Synthesis and characterization of thin Film composite membranes made of PSF-TiO₂/GO nanocomposite substrate for forward osmosis applications, Arabian Journal of Chemistry, accepted
3. Thuanthong, M., De Gobba, C., Sirinupong, N., **Youravong W** and Otte, J. **2017**, Purification and characterization of angiotensin-converting enzyme-inhibitory peptides from Nile tilapia

- (*Oreochromis niloticus*) skin gelatine produced by an enzymatic membrane reactor, *Journal of Functional Foods*, 33, 243-254
4. Narin Charoenphun and **Wirote Youravong**, 2017, Influence of gas–liquid two-phase flow on angiotensin-I converting enzyme inhibitory peptides separation by ultra-filtration, *Journal of the science of food and agriculture*, 97(1):309-316
 5. Penporn Srinivorn, **Wirote Youravong** and Wassana, Khongnakorn, 2016, Recovery of protein from mung bean processing waste by rotary ultrafiltration, *Journal of Engineering Science and Technology*, 7 : 947-961
 6. Lertwittayanon, K., Truektrong, O., Inthanu, **W Youravong**, W. 2016, Electroless Plating of Pd on Macro-Porous Alumina Support for H₂Purification, (675-676), 556-559
 7. Mantaka Thuanthong, Nualpun Sirinupong, **Wirote Youravong**, 2016, Triple Helix Structure of Acid Soluble Collagen derived from Nile tilapia Skin as Affected by Extraction Temperature, *Journal of the science of food and agriculture*, 96: 3795–3800
 8. Rusman, Dasaesamoh., **Wirote, Youravong**. and Santad, Wichienchot, 2016 Digestibility, fecal fermentation and anti-cancer of dragon fruit oligosaccharides, *International Food Research Journal*,23(6): 2581-2587
 9. Rusman, Dasaesamoh., **Wirote, Youravong**. and Santad, Wichienchot, 2016, Optimization on pectinase extraction and purification by yeast fermentation of oligosaccharides from dragon fruit (*Hyloceus undatus*), *International Food Research Journal*,23(6): 2601-2607
 10. Chiraphon Chaikiang, Santad Wichienchot, **Wirote Youravong** and Potchanapond Graidist, 2015, Evaluation on prebiotic properties of Beta-glucan and oligo-Beta-glucan from mushrooms by human fecal microbiota in fecal batch culture, *Functional Foods in Health and Disease*; 5(11): 395-405
 11. Santad Wichienchot, **Wirote Youravong**, Suwattana Prueksasri and Budsaraporn Ngampanya, Recent researches on prebiotics for gut health in Thailand, 2015, *Functional Foods in Health and Disease*; 5(11): 381-394
 12. Mokhtar, N. M. , Lau, W.J, Ismail, A.F, **Youravong, W**, Khongnakornb W, and Lertwittayanon, K , 2015, Performance evaluation of novel PVDF–Cloisite 15A hollow fiber composite membranes for treatment of effluents containing dyes and salts using membrane distillation, *RSC Advances*, 5, 38011–38020
 13. Aporn Laorko ., Sasitorn Tongchitpakdee and **Wirote Youravong** , 2015, Economic Assessment for Cold Sterilization and Clarification of Pineapple Juice and Coconut Water using Microfiltration, *J. Applied Membrane Science and Technology*, 17: 35-46
 14. Penporn Srinivorn, **Wirote Youravong** and Santad Wichienchot. 2015. Permeate flux enhancement in ultrafiltration of tofu whey using pH-shifting and gas- liquid two-phase flow, *Separation Science and Technology*, 50, 2367-2374
 15. Jirawadee Kasiwut, **Wirote Youravong**, Pittaya Adulyatham and Nualpun Sirinupong, 2015, Angiotensin I-converting enzyme inhibitory and Ca-binding activities of peptides prepared from tuna cooking juice and spleen proteases, *International Journal Food Science and Technology*, 50, 389–395

16. Mantaka Tauntong, Nualpun Sirinupong and **Wirote Youravong, 2014**, Effect of Pre-Hydrolysis by Alcalase on Enzymatic Membrane reactor Performance in Production of Low Molecular Weight Peptide from Nile Tilapia Skin Gelatin, *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 48 : 1 - 13
17. Watsa Khongnakorn., Weerapong Bootluc and **Wirote Youravong, 2014**, Surface Modification of CTA-FO Membrane by CO₂ Plasma Treatment, *J Teknol* 70(2): 71-75
18. Sothyreak, Chhun., Wats,a Khongnakorn and **Wirote Youravong, 2014**, Energy consumption for brine solution recovery in direct contact membrane distillation, *Advanced materials research*, 931-932 : 256-260
19. Aporn, Laorko, Sasitorn Tongchitpakdee and **Wirote Youravong, 2013**, Storage quality of pineapple juice non-thermally pasteurized and clarified by microfiltration, *J Food Eng*, 16(2): 554-561
20. Narin, Charoenphun., **Wirote, Youravong** and Benjamas, Cheirsilp, **2013**, Determination of reaction kinetics of hydrolysis of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) muscle protein for manipulating production of bioactive peptides with antioxidant activity, angiotensin-I-converting anzyme (ACE) inhibitory activity and Ca-binding properties, *Int J Food Sci Tech*, 48 (2): 419-428
21. Narin, Charoenphun, Benjamas, Cheirsilp, Nualpun, Sirinupong and **Wirote, Youravong, 2013**, Calcium-binding peptides derived from tilapia (*Oreochromis niloticus*) protein hydrolysate, *Eur Food Res Technol*, 236 : 57-63
22. Muhammadameen, Hajihama and **Wirote, Youravong, 2013**, Concentration and desalination of protein derived from tuna cooking juice by nanofiltration, *J Teknol*, 65(4): 1-6
23. Aporn Laorko ., Sasitorn Tongchitpakdee and **Wirote Youravong, 2012**, Effect of gas sparging on fouling and fouling mechanism during microfiltration of pineapple juice and coconut water, *J. Appli Membr Sci Tech*, 15: 31-41
24. Aporn Laorko , Zhen-yu Li., Sasitorn Tongchitpakdee and **Wirote Youravong, 2011**, Effect of gas sparging on flux enhancement and phytochemical properties of clarified pineapple juice by microfiltration , *Sep Purif Technol*, 80 : 445-451
25. Aporn Laorko, Zhen-yu Li., Sasitorn, Tongchitpakdee., Suphitchaya Chantachum. and **Wirote Youravong, 2010**, Effect of membrane property and operating conditions on phytochemical properties and permeate flux during clarification of pineapple juice, *J Food Eng*, 100: 514-521

Book/book chapter

1. **Youravong, W** and Marthosa, S. **2017**, Membrane Technology in Fish-processing Waste Utilization: Some Insights on Sustainability, Book chapter in *Sustainability Challenges in the Agrofood Sector*, Bhat, R (Ed). John Wiley & Sons, Inc., SBN: 978-1-119-07276-8
2. Charoenphun, N and **Youravong, W. 2017**. Utilization of by-products and waste generated from the tilapia processing industry, Book chapter in *Tilapia and Trout : harvesting, prevalence and benefits*, Barbara Richardson (Ed), Nova Science Publishers, Inc. ISBN : 978-1-53610-557-5.
3. **Youravong, W.** and Li, Z.Y. **2009**. Membrane Technology in the Fishery Industry — A State of the Art, Book chapter in *Biochemical Engineering: Biotechnology in Agriculture, Industry and Medicine*, Fabian E. Dumont and Jack A. Sacco (Eds). Nova Science Publishers, Inc. ISBN: 978-1-60741-257-1.

CV of Lead Project Investigator (PI) –ASEAN MS-3 (Indonesia)

Dr. ErnaYuliwati



ErnaYuliwati obtained Ph.D in Chemical Engineering (Gas Engineering) at Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Skudai, Johor on 2011. She completed Master in Chemical Engineering from University of Sriwijaya Palembang Indonesia on 2003 and Transcript from Chemical Technology of Fachhochschule Darmstadt Germany on 1998. She did Bachelor's Degree of Chemical Engineering from Sriwijaya University, Palembang, Indonesia on 1990.

Award (International Exhibition)

Silver Award in “13th Industrial and Art Technology Exhibition (INATEX) UTM – Malaysia” (2011), sM-Reactor: Produced wastewater treatment for oil and gas.

Gold Award in International Technology Exhibition (ITEX) and International Awards – Malaysia (2012) (on 17-19 May 2012 in KLCC- Kuala Lumpur , Malaysia), sM-Reactor: Produced wastewater treatment for oil and gas.

Gold Award in International Technology Exhibition, London , United Kingdom, sM-Reactor: Produced wastewater treatment for oil and gas.

Collaboration research with research council of south sumatera research centre

- Unit of research, development and innovation of South Sumatera Province, **Indonesia** (2012-now)
- Advanced Membrane Research Center (AMTEC) Universiti Teknologi Malaysia, **Malaysia** (2014- now)
- Membrane Research Center (MRC) Faculty of Science Prince Songkla University, **Thailand** (2014-now)
- Manufacture of organic fertilizer to increase the welfare of community in Seberang Ulu **Palembang** (2008)
- Air pollution detector project in collaboration with National Nuclear Energy Agency (**BATAN**) (2008)
- Palm kernel briquette project in collaboration with P.T. Baja Baru **Palembang** (2007)
- Energy conservation using Palm bunch waste (2007)
- Micro-economic research in Southern Sumatera (2006)
- Biodiesel pilot plan project (2006)

List of Publications

1. Herdiansyah, M.I., **Yuliwati, E.** Ismail, A.F. Mahyudin, R. (2017). Response Surface Methodology: An alternative in optimization of membrane composition for treating batik palembang produced wastewater. *Journal of Engineering and applied sciences* Vol 12 No 4 2017, pp797-802.
2. **Yuliwati, E.** Kusmindari, C.D, Ismail, A.F. (2016). Optimal process parameters for treating palmoil wastewater using ultrafiltration membrane, *Jurnal Teknologi Universiti Teknologi Malaysia Indexes Scopus*.
3. Mataram. A, Ismail, A.F., **Yuliwati, E.** (2015). Water treatment performance: Application of electrospun nanofiber. *Jurnal Teknologi, Universiti Teknologi Malaysia Indexes Scopus*.
4. **Yuliwati, E.**, A.F. Ismail, Mohruni, A.S. (2014). Membrane processing of refined palm oil wastewater using TiO₂ entrapped nanoporous PVDF Membrane. Published in *Applied Mechanics and Materials* Vols. 548-549 (2014) pp 16-20.
5. **Yuliwati, E.**, Ismail, A.F., Kassim, M.A. Ng, B. C., (2014). Hydrophilic polyvinylidene fluoride hollow fiber membranes for refinery produced wastewater treatment: Effect of air gap length on membrane morphology and performance. Submitted for publication in *Applied Surface Science*.
6. **Yuliwati, E.**, Ismail, A.F., Kassim, M.A. Ng, B. C., Abdullah, M.S. (2014). The economics of submerged membrane ultrafiltration for refinery wastewater treatment. Submitted for publication in *Desalination*.
7. **Yuliwati, E.**, A.F. Ismail. (2013). Submerged Ultrafiltration for minimizing energy process of refinery wastewater treatment. *Advanced Materials Research* Vol 789, pp 531-537.
8. Ismail, A.F., **Yuliwati, E.**, Matsuura, T., and Abdullah, M.S. (2012). Determination of optimal process parameters in suspended solid and ammonia nitrogen removal for refinery wastewater treatment. Submitted for publication in *Separation and Purification Technology*.
9. **Yuliwati, E.** and A.F. Ismail, (2011). Effect of Additives Concentration on the Surface Properties and Performance of PVDF Ultrafiltration Membranes for Refinery Wastewater Treatment. *Desalination*. 237, 226-234.
10. **Yuliwati, E.**, Ismail, A.F., Matsuura, T., Kassim, M.A., and Abdullah, M.S. (2011). Characterization of Surface-modified Porous PVDF Hollow Fibers for Refinery Wastewater Treatment using Microscopic Observation. *Desalination*. In press.
11. **Yuliwati, E.**, Ismail, A.F., Matsuura, T., Kassim, M.A., and Abdullah, M.S. (2011). Effect of Modified PVDF Hollow Fiber Submerged Ultrafiltration Membrane for Refinery Wastewater Treatment. *Desalination*. In press.
12. **Yuliwati, E.**, Ismail, A.F., Lau, W.J., Be Cheer, Ng., Mataram, A., and Kassim, M.A. (2011). Effects of Process Conditions in Submerged Ultrafiltration for Refinery Wastewater Treatment: Optimization of Operating Process by Response Surface Methodology. *Desalination*. In press.
13. Hamid, N.A.A., Ismail, A.F., Matsuura, T., Zularisam, A.W., Lau, W.J., **Yuliwati, E.**, and Abdullah, M.S. (2011). Morphological and Separation Performance Study of Polysulfone/Titanium Dioxide (PSF/TiO₂) Ultrafiltration Membranes for Humic Acid Removal. *Desalination*. 273, 85-92.

Book Chapter/Encyclopedia/Handbook

1. Lau, W.J., Ismail, A.F., Matsuura, T., **Yuliwati, E.** (2015). Handbook of Membrane Separation, CRC Press, Taylor and Francis Group, New York.
2. Ismail, A.F. ,**Yuliwati, E.**, Lau, W.J., Kassim, M.A., (2012). Advanced Membrane Materials for ultrafiltration, nanofiltration and reverse osmosis membrane preparation, Handbook of Membrane Separation: Chemical, Pharmaceutical and Biotechnological Applications. CRC Press, Taylor and Francis Group, New York.
3. Ismail, A.F. and **Yuliwati, E.**, (2010). Membrane Science and Technology for Wastewater Reclamation. Encyclopedia of Life Support System (EOLSS) UNESCO. London-UK:Eolss Publishers Co. Ltd.

International Conferences

1. Mohruni, A.S. Safian S, Ismail, A.F., **Yuliwati, E.** Membrane technology for treating of waste nanofluids coolant: A Review, Sriwijaya International Conferene on Engineering, Technology and Science (Sicest), 9-10 November 2016, Bangka Island.
2. **Yuliwati, E.**, Kusmindari, D. Ch. Pengaruh Hydrophilicity membran ultrafiltrasi untuk pengolahan limbah industri kelapa sawit, 3-4 September 2014, Bukit Tinggi, West Sumatera, Indonesia
3. **Yuliwati, E.**, A.F. Ismail, Mohruni, A.S. Refinery Produced Wastewater Treatment by PVDF Composite Hollow Fiber Membrane. The 2nd ICRAMST International Conference on Recent Advanced in Material Science and Technology, 5-7 January 2013, NITK, Surathkal, Mangalore, India.
4. Ismail, A.F., **Yuliwati,E.** (2012). Submerged ultrafiltration membrane for refinery wastewater treatment, International Conference on Environmental Research and Technology (ICERT), Universiti Sains Malaysia (USM), Penang, Malaysia. (Invited Speech).
5. **Yuliwati, E.**, Ismail, A.F. (2012). Fouling study in submerged PVDF ultrafiltration for refinery produced wastewater treatment: Effect of suspended solids concentration and aeration. The 10th MST 2012 International Conference on Membrane Science and Technology. 22– 23 August 2012, Atrium Amara, Bangkok.
6. **Yuliwati, E.** and Ismail, A.F. (2011). Refinery Wastewater Treatment using PVDF Composite Hollow Fiber Ultrafiltration Membranes. The 12nd QIR 2011 International Conference on Quality in Reseach. 4– 6 July 2011, Sanur Paradise Hotel, Bali, Indonesia, 67.
7. Ismail, A.F. and **Yuliwati, E.**, (2011). Refinery Produced Wastewater Treatment using Ultrafiltration Membranes. The 9th MST 2011 International Conference on Membrane Science and Technology. 24th – 26th May 2009, Nanyang Technological University, Singapore, 9 (Invited Speech).
8. **Yuliwati, E.**, Ismail, A.F. (2011). Effect of Aeration and Membrane Characteristics on COD and TOC Removal in A Submerged Membrane Ultrafiltration. The 9th MST 2011 International Conference on Membrane Science and Technology. 24– 26 May 2009, Nanyang Technological University, Singapore, 70.

CV of ASEAN MS Industry Project Partner

Professor Dr. Devaraj Veerasamy



Dr. Devaraj Veerasamy obtained his PhD in Chemical Engineering from the University of Technology Malaysia. He is currently the Principal Consultant of Suraj Mahir Consultancy (SMC) of Malaysia which provides advisory services and technical support in environmental management, focusing on rubber processing and products manufacturing industries. He was a Senior Scientist and Head of Environmental Technology and Sustainability Programme of the Malaysian Rubber Board (MRB), before his retirement in June 2015, after serving 37 years for the Malaysian Government. He is currently an Advisor to MRB for specific R&D projects and a consultant to the Ministry of Agriculture and Forestry of the People's Republic of Laos for the setting up of technically specified rubber processing factories in strategic locations, throughout Laos. He has been a technical consultant, academic and industrial supervisor for post-graduate students of Malaysian universities and was instrumental in the on-going collaborative R&D projects with Malaysian and ASEAN universities as a member of various advisory panels.

To date, he has published more than 80 research articles in journals, conference proceedings, and two book chapters on process improvement, cleaner processing technique, minimization, and utilization of waste and treated wastewater recycling, mainly focusing on the rubber industry. He has one major patent granted in 2016 and 4 international patent applications, pending. His appointment to the Editorial Board of the ISI Impact Factor citation indexed Journal of Rubber Research (established in 1940) is a manifestation of prolific publication of scientific articles and conference proceedings. He has played a crucial scientific role in replacing many indigenous processes in raw rubber processing, such as the processing of natural rubber (NR) latex and NR serum by membrane separation processes, to reduce waste and for the recovery of value-added raw materials and creating a zero-waste scenario and the commercialization of these technologies.

Concerning the project on commercialization of Zero Waste Technology for Rubber Industry, SMC and MRB were jointly selected as a finalist for the Industry Project Award by the Institution of Chemical Engineers (IChemE) UK, for their IChemE Global Awards 2017, in Birmingham recently (2/11/2017). Dr. Devaraj is now collaborating with a leading Japanese membrane manufacturing company by providing industrial and technical support to ascertain an ideal membrane material and configuration for wastewater treatment by membrane bioreactor and treated wastewater recycling for the NR latex products manufacturing industry.

Patent Filed & Granted	
1.	Devaraj Veerasamy (Main inventor) , Zairossani M. N (2012), ‘An Ultrafiltration System for Concentration of Laticies and a Process Utilizing the System’ Filed in Malaysia, 2012 (Granted in 2016 - Malaysian Patent No: MY- 159044-A) Filed in India, 2013 (Pending) Filed in Vietnam,2014(Pending) Filed in US, 2013 (Pending) US Patent Application No: PCT/MY2013/000163. Publication No: WO2014073947 A1
2.	Devaraj Veerasamy (Main inventor) , Zairossani M. N. (2007), ‘Natural Rubber Latex Concentration’ (PI 20071273) Filed in Malaysia,2007 (pending) Filed in Indonesia, 2008 (Pending) Filed in Vietnam, 2008 (Pending)
Journal/ Malaysian Rubber Technology Digest (MRTD)	
1.	V. Devaraj , F. I. Nur, A. I. H. Dayang, H. K. Nor and M. N. Zairossani (2015} ‘Utilization of Waste from Natural Rubber Glove Manufacturing Line, <i>ASEAN J. Sc. Technol. Dev.</i> Volume 32(1).
2.	Devaraj, V. and Zairossani, M. N. (2012) ‘Sludge-derived Fuel from Latex Products Manufacturing Industry’, <i>ASM Sc. J.</i> , 6(1), 2012, 15–21
3.	D. Veerasamy and A. F. Ismail (2012) ‘Rehabilitation of Fouled Membrane from Natural Rubber Skim Latex Concentration through Membrane Autopsy and Ultrasonic Enhanced Membrane Cleaning Procedure’, <i>Journal of Desalination</i> Volume 286 , 1 February 2012, Pages 235–241.
4.	Devaraj, V. , Ahmad, F. I., and Zairossani, M.N. (2009) ‘Characterisation of Foulants in a PVDF Tubular Cross Flow Ultrafiltration Membrane by ATR/FTIR Spectrometry’, <i>J. Rubb. Res.</i> , 12(2), 71–79 2009
5.	D. Veerasamy , A. Suparmanium and Z.M. Nor (2009) ‘Evaluating the Use of in-situ Ultrasonication to Reduce Fouling during Natural Rubber Skim Latex (Waste Latex) Recovery by Ultrafiltration’, <i>Journal of Desalination</i> Volume 236, Issues 1–3 , 31 January 2009, Pages 202-207.
6.	Devaraj, V. , Zairossani, M.N. and Pretibaa, S., (2006) ‘Membrane Separation as a Cleaner Processing Technology for Natural Raw Rubber Processing’, <i>Journal of Applied Membrane Science and Technology</i> , 4, 2006, Pages 13–22.
7.	Devaraj, V. , Meriam, N.S., Nambiar, J. and Yusof, A., (2003) ‘Concentration of NR Field Latex Using Tubular Cross Flow Ultrafiltraion System’, <i>J. Rubb. Res.</i> , 6(1), 2003,13–35
8.	J.H. Koh, Z. Zakaria, D. Veerasamy (2017), ‘Hydrocarbon as Refrigerants – Review’, <i>ASEAN J. Sc. Technol. Dev.</i> , 34(1) 2017.

9.	J.H. Koh, Z. Zakaria, D. Veerasamy (2017), 'Overview of the Use of Hydrocarbon Refrigerants in Air Conditioning Systems' <i>CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS VOL. 56</i> , 2017
10.	Rasyiqah A. Rahman, A. Samsuri, D. Kamarun, A. Faiza and D. Veerasamy (2016) 'Tensile Tear Strength of Post Vulcanized Skim Natural Rubber Latex Filem' <i>J. Rubb. Res.</i> , 19(3), 2016,159-169
11.	N. A. M. Nazri, W. J. Lau, A. F. Ismail, T. Matsuura, D. Veerasamy , N. Hillal (2015) 'Performance of PAN-based Membranes of grafted Co-polymers Bearing Hydrophilic PVA and PAN Segments in Direct Ultrafiltration of Natural Rubber Effluent'. <i>Journal of Desalination</i> . Vol: 358: pages 49-60.
12.	Nazri, N.A.M., Lau, W. J., Ismail, A. F., Veerasamy, D. , (2014) 'Improved Permeation Properties of Polyacrylonitrile-based Ultrafiltration Membranes with Poly (vinyl alcohol)', <i>Journal of Desalination and Water Treatment</i> , Vol.55, 2015: Issue 7.
13.	Azira Abd. Aziz, D. Veerasamy , Nurul Suhaira Abdullah and Mazlina Mustapha Kamal (2014), 'Effect of concentrated ENR on ENR/Si Master-batch', <i>Journal of Advanced Materials Research</i> Vol. 832, Pages: 832-837.
14.	Rohani, A.B., Manroshan, S., Devaraj, V. , (2013) 'Evaluation of Epoxidized Natural Rubber Latex-based Pressure Sensitive Adhesives Containing Hydrocarbon and Rosin Ester Tackifier Dispersions on Adhesives Properties' <i>Advanced Materials Research — Materials, Industrial & Manufacturing Engineering Research Advances</i> , 1.1, 845, 2013, 189–193.
15.	Nik Intan Nik Isamil and Devaraj, V. (2011) 'Value-added Natural Rubber Skim Latex Concentrate/Montmorillonite as Environmentally friendly Nano Composite Materials, <i>J. Rubb. Res.</i> , 14(4), 2011, Pages: 216–229.
16.	Pretibaa, S., Devaraj, V. , Zairossani, M. N. (2008), 'In-situ Ultrasonic Enhancement of Flux during Natural Rubber Skim latex recovery by ultrafiltration', <i>J. Rubb. Res.</i> , 11(3).
17.	Y. Harunsyah, Sulaiman, N.M., Devaraj, V. , Aroua, M.K. (2004) 'Ultrafiltration for Treatment of Natural Rubber Effluent Using Gas Sparging Technique' <i>J. Rubb. Res.</i> , 7(4), 2004, Pages: 238–247.
18.	Nazri, N.A.M., Lau, W. J., Ismail, A. F., D Veerasamy. , (2014), 'Improved Permeation Properties of Polyacrylonitrile-based Ultrafiltration Membranes with Poly (vinyl alcohol)' <i>Journal of Desalination and Water Treatment</i> , 2014, Pages: 1–15
19.	Devaraj, V. , Nur Fadhilah, I., Dayang Habibah, A. I. and Nor Hidayaty, K. (2014) 'Utilisation of Latex Coagulum from NR Glove Manufacturing Line', <i>Malaysian Rubber Board Technology Digest</i> , 14(1), 2014.
20.	Devaraj, V. , Zairossani, M. N. and Nik Intan Nik Isamil (2013), 'New Materials from Concentrated Skim Latex' <i>Malaysian Rubber Board Technology Digest</i> , 13(2), 2013.
21.	Devaraj, V. , Nur Fadhilah, I., Nor Hidayaty, K. and Zairossani, M. N (2013) 'Standard Malaysian Rubber Malodour and Environmental Issues', <i>Malaysian Rubber Board Technology Digest</i> , 13(1), 2013.
22.	Devaraj V. , and Zairossani Mohd Nor (2011), 'Treated Wastewater Recycling Option in Rubber Industry' <i>Malaysian Rubber Board Technology Digest</i> , 11 (2), 2011.
23	Devaraj V. , and Zairossani Mohd Nor (2006), 'Zero Discharge and Value-added Products from NR Skim Latex Processing', <i>Malaysian Rubber Board Technology Digest</i> , , 6(1). 2006.

24	Devaraj V. , (2000) ‘Rubber Processing Turns Green with the Dawn of the Century’ <i>Technology Digest</i> , 1, 2000.
Book Chapter	
1.	D. Veerasamy and Z. M. Nor, (2012) ‘Ultrafiltration Membrane in a Latex Concentration Process’ (Chapter 10: pp. 107-122) Sustainable Membrane Technology for Energy, Water, and Environment, <i>in Ultrafiltration Membrane in a Latex Concentration Process</i> , 1st. edn., eds. Ahmad Fauzi Ismail and Takeshi Matsuura© 2012 John Wiley & Sons, Inc. Published 2012 by John Wiley & Sons, Inc. ISBN-13: 978-1-118-02459-1
2.	D. Veerasamy (2009) ‘Zero waste Scenario’; ‘Environmental Management’ and ‘NR latex concentration by ultrafiltration yielding latex-free serum for value-added products recovery’ Process. R&D Achievement of Malaysian Rubber Board 1985 -2005, Malaysian Rubber Board Publication.
Reports & Technical Brochures	
1.	Devaraj, V. and Zairossani M. N., (2013) ‘Report on the Status of Rubber Dealers’ Premises and Recommendations to Mitigate the Stored Raw Rubber Discharge.
2.	Devaraj, V. (2013) Why Chemical Oxygen Demand (COD) is greater than Biological Oxygen Demand (BOD), for raw rubber processing effluent. A report submitted to Seng Heng Rubber Sdn. Bhd., in support of the factory for a court case penalizing the factory, brought by Department of Environment Malaysia.
3.	Devaraj, V. (2013) ‘Report on Characterization of Dipping Tank Coagulum Waste’ for the Joint Technical Committee of MARGMA, MREPC and MRB and presented on 30 th JTC Meeting at RRIM Technology Centre. 21 Dec 2011
4.	Devaraj, V. (2011) Third Party Audit Report on RISDA’s Crepe Rubber Processing Effluent Treatment System, Air Belaga, Macang, Kelantan.
5.	Devaraj, V. and Pretibaa, S (2007) ‘High Performance of Membrane Bioreactor to Enhance Wastewater Treatment and Recycling in Rubber Products Manufacturing Industry, Technical Brochures: Malaysian Innovation and Design Society (MINDS) ITEX-2007, KL, Exhibition.
6.	Devaraj, V. (2007) ‘Environmentally Friendly Skim Latex Recovery by Membrane Separation Leading to Zero Discharge’ Paper Submitted to the Ministry of Plantation Industry and Commodity, for the Ministry’s Best Innovation Award, 2007.
7.	Devaraj, V. (2006) ‘Natural Rubber Field Latex and Skim Latex Concentration by Ultrafiltration’ Technology disclosure document for patent filing.

PART 3: Requested funding:**3.1 Mobility: (Indian side: From India to ASEAN MS-1: Malaysia)**

Year	No. and duration of each visit to ASEAN MS-1	International air-fare, visa, fee, overseas insurance (only in INR for Visits from India to ASEAN MS 1)	Accommodation, per-diem etc. in INR. (For visits from India to ASEAN MS-1) as per the prescribed rates	Total (INR)
1 st	(i). visit by Indian partner (PI) for 21 days	35,000	1,26,000	1,61,000
2 nd	(i). visit by Indian project partner (PhD Student) for 30 days	35,500	1,50,000	1,85,500
3 rd	(i). visit by Indian partner (PI) for 21 days	35,000	1,26,000	1,61,000

[Living expenses: Rs. 6,000/- per day for senior researcher and Rs. 5,000/- per day for for junior researcher (ph.d students and post docs)]

3.2 Mobility: (Indian side: From India to ASEAN MS-2: Thailand)

Year	No. and duration of each visit to ASEAN MS -2	International air-fare, visa fee, overseas insurance (only in INR for Visits from India to ASEAN MS 2)	Accommodation, per-diem etc. in INR. (For visits from India to ASEAN MS 2) as per the prescribed rates	Total (INR)
1 st	(i). visit by Indian partner (PI) for 21 days	55,000	1,26,000	1,81,000
2 nd	(i). visit by Indian project partner (PhD Student) for 30 days	55,500	1,50,000	2,05,500
3 rd	(i). visit by Indian partner (PI) for 21 days	55,000	1,26,000	1,81,000

3.3 Mobility: (Indian side: From India to ASEAN MS-3: Indonesia)

Year	No. and duration of each visit to ASEAN MS -3	International air-fare, visa fee, overseas insurance (only in INR for Visits from India to ASEAN MS 3)	Accommodation, per-diem etc. in INR. (For visits from India to ASEAN MS 3) as per the prescribed rates	Total (INR)
1 st	(i). visit by Indian partner (PI) for 21 days	45,000	1,26,000	1,71,000

2 nd	(i). visit by Indian project partner (PhD Student) for 30 days	45,500	1,50,000	1,95,500
3 rd	(i). visit by Indian partner (PI) for 21 days	45,000	1,26,000	1,71,000

3.4 Indian side (project research costs in INR)

Year	Accessories/ Appliances etc. (INR)	Chemicals & Consumables (INR)	Project scientific manpower as per DST norms (INR)		Total (INR)
			Research Associate (RA)	Project Assistant	
1 st	2,00,000	3,00,000	4,32,000	1,68,000	11,00,000
2 nd	2,00,000	3,00,000	4,32,000	1,68,000	11,00,000
3 rd	1,00,000	3,00,000	4,32,000	1,68,000	10,00,000

Name and cost of accessories/appliances

Gas separation unit, gas collectors, gas analyzer and other minor equipments are required for testing the gas permeability and selectivity of the fabricated membranes. The membrane module for the gas separation is must to find the efficiency of the membranes. This would cost nearly 4 to 5 lakhs in INR which includes equipment cost and Goods and Services Tax-GST.

Rate and quantity of chemicals & consumables

The proposed project is attributed for the improving the performance of the fabricated in the field of gas separation. For the fabrication and characterization of membrane, different types of chemicals, reagents, nanofillers, solvent and minor supporting accessories are required. To test the gas permeability of the fabricated membranes in the module and for analyzing the gas penetrants, different types of gas cylinders are required. They are CO₂, N₂ and CH₄ gas cylinders. The overall fund required for the successful implementation of the project vision is nearly 3 lakhs per year in INR (The cost of consumables and contingency item includes the original cost plus Goods and Services Tax-GST).

3.4 Mobility expenses (visits from ASEAN MS-1: Malaysia to India)

Year	No. and duration of each visit to India	International air-fare and overseas insurance (only in INR) for visits from ASEAN MS-1 to India	Accommodation, per-diem etc. for visits from ASEAN MS -1 to India (in INR only)	Total (INR)
1 st	(i). visit by Malaysian partner (PI) for 14 days	34,700	84,000	1,18,700
2 nd	(i). visit by Malaysian partner for 30 days	35,500	1,50,000	1,85,500
3 rd	(i). visit by Malaysian partner (PI) for 14 days	34,700	84,000	1,18,700

3.5 Mobility expenses (visits from ASEAN MS-2: Thailand to India)

Year	No. and duration of each visit to India	International air-fare and overseas insurance (only in INR) for visits from ASEAN MS-2 to India	Accommodation, per-diem etc. for visits from ASEAN MS -2 to India (in INR only)	Total (INR)
1 st	(i). visit by Thailand partner (PI) for 14 days	54,700	84,000	1,38,700
2 nd	(i). visit by Thailand partner (PI) for 14 days	54,700	84,000	1,38,700
3 rd	(i). visit by Thailand partner (PI) for 14 days	54,700	84,000	1,38,700

Mobility expenses (visits from ASEAN MS-3: Indonesia to India)

Year	No. and duration of each visit to India	International air-fare and overseas insurance (only in INR) for visits from ASEAN MS-3 to India	Accommodation, per-diem etc. for visits from ASEAN MS -3 to India (in INR only)	Total (INR)
1 st	(i). visit by Indonesia partner (PI) for 14 days	44,700	84,000	1,28,700
2 nd	(i). visit by Indonesia partner (PI) for 14 days	44,700	84,000	1,28,700
3 rd	(i). visit by Indonesia partner (PI) for 14 days	44,700	84,000	1,28,700

PART 4: Research requiring authorizations or notifications

Indicate whether the proposed research includes:

	YES	NO
Humans, human tissue samples or individual medical data		No
Vertebrates, decapods or cephalopods		No
Pathogens or genetically modified organisms		No
Human embryonic stem cells		No

PART-5 (For Indian partners only)

1. List of on-going research projects with the Indian PI:

Title of the project	Brief description	Duration with dates of commencement and completion of the project	Funding available and source of funds
Development of innovative solutions to serve water technology for clean and sustainable water resources	The project devoted to consideration of issues associated with treatment of water in socio-economic development. The proposed membrane treatment will improve water quality by reducing pollution, separating and minimizing release of hazardous chemicals and materials, halving the proportion of untreated wastewater, and increasing recycling and safe reuse by nationally. Water-use efficiency across all sectors will be substantially increased by commercialization of product.	1 st March 2016-31 st March 2018	50000 British Pounds Newton Bhabha Fund (Royal Academy of Engineering, UK)
Transport Characteristics of Novel Polysulfone Membranes for Nanofiltration	The project directed to an actual fundamental challenge to design novel membrane materials with ultra and nano-sized structural heterogeneity for transport control in polymer systems. Project is based on academic and industrial studies in the area of polymer membrane technology as well as in membrane transport.	2016-2018	5,50,000 INR DST-SERB
Training of Trainers towards capacity building in	Trainers towards capacity building in skills and education.	2017-2010	1,50,00,000.00 INR

skills and education (ToT-CBSE) under MSDE-UKIERI Skills Thematic Institutional Partnership			UKIERI, India
---	--	--	---------------

2. Infrastructure available/required to implement the project:

Facilities	List of items required for the project	If not available presently, how it is proposed to be procured/recruited. Please indicate the source of funding
Equipment	Gas separation unit	For the project, the gas separation unit will be assisted by the ASEAN partners.
Manpower	2	2
Consumables and Contingencies	Chemicals, polymer, solvent, nanofillers, etc.	Some consumables and contingencies are available to a smaller extent. Yet for the successful implementation of the proposed project they are to be procured by purchase process from proposal budget.

3. Certified that the following Indian scientists SRF/JRF, Post-Docs are presently affiliated with the University/ Institute and will be the official project participants for the entire duration of the project:

S.No.	Name of the project participant	Position held	From	To
1.	Elakkiya Swaminathan	JRF affiliated with the National Institute of Technology, Tiruchirappalli, India	2016	2021

4. Please mention Name/Address/Contact details including email address/ area of specialization of 3 possible peer-reviewers of the project proposal.

S.No.	Name and address of the expert	Contact details including email ID	Area of expertise / keywords
1.	Prof. Matsuura Takeshi Industrial Membrane Research Laboratory, Department of Chemical and Biological Engineering, University of Ottawa, Ottawa, Canada	matsuura@uottawa.ca	Dr. Matsuura's research expertise covers all aspects of Membrane Science and Technology. In particular, <ul style="list-style-type: none"> • Polymer surface modification, • Membrane surface modification • Development of composite membranes

			<ul style="list-style-type: none"> • Development of hollow fibers and hollow fiber modules • Development of inorganic membranes • Membrane gas and vapour separation
2	<p>Professor Kazukiyo Nagai</p> <p>Department of Applied Chemistry, Meiji University 1-1-1 Higashi-mita, Tama-ku, Kawasaki Japan</p>	nagai@meiji.ac.jp	<ul style="list-style-type: none"> • Air separation, nitrogen purification, natural gas separation, flue gas purification, dehydration, volatile organic compounds (VOC) recovery etc. • Production of hydrogen as a clean energy source and removal of carbon dioxide (CO₂). High-pressure CO₂ can plasticize glassy polymer membranes.
3	<p>Professor Victor Starov</p> <p>Department of Chemical Engineering Loughborough University Loughborough Leicestershire LE11 3TU UK</p>	v.m.starov@lboro.ac.uk	<ul style="list-style-type: none"> • Membrane separation: gas separation, nano-filtration, ultra- and Microfiltration • Optimization, modelling and simulation of membranes separation <p>Keywords Thin Films and Nanotechnology, Polymers, Membrane Material Characteristics, Nanoparticle Synthesis</p>

5. Bank Account details of Indian lead Institute for transfer of funds:

S.No	Item(s)	
1.	Account Name	The Director, National Institute of Technology, Tiruchirappalli
2.	Account Number	10023883042
3.	Name, Branch and Address of the Bank	State Bank of India, National Institute of Technology, Trichy
4.	IFSC Code of the Bank	SBIN0001617
5.	MICR Code	620002009