

**MODIFIKASI MEMBRAN ULTRAFILTRASI
DENGAN TITANIUM DIOKSIDA UNTUK
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT**

**AGUSTINA
NIM. 94217009**



TESIS

**Untuk memperoleh gelar Magister dalam bidang Ilmu Teknik Kimia pada Universitas
Muhammadiyah Palembang
Dengan wibawa Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
Dipertahankan pada tanggal 29 Juli 2019 Di Universitas Muhammadiyah Palembang**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2019**

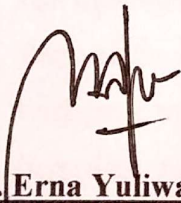
**MODIFIKASI MEMBRAN ULTRAFILTRASI
DENGAN TITANIUM DIOKSIDA UNTUK
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT**

TESIS

**Nama : Agustina
NIM : 94217009**

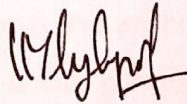
**Disetujui untuk disampaikan kepada Panitia Penguji
Pada Tanggal : 29 Juli 2019**

Pembimbing 1,



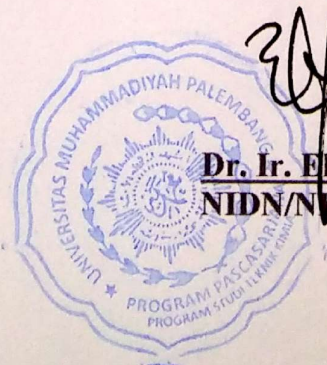
**Ir. Erna Yuliwati., MT., Ph.D
NIDN : 0228076701**

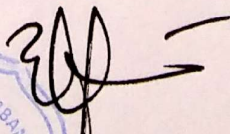
Pembimbing 2,



**Dr. Madwita., M.T
NIDN : 0023038208**

**Mengetahui
Ketua Program Studi**




**Dr. Ir. Elfidiah, M.T.
NIDN/NBM:0202066401/953342**

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Agustina
NIM : 94217009
Program Studi : Teknik Kimia

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Magister Pendidikan baik di Universitas Muhammadiyah Palembang maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau di publikasikan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Palembang, Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



(Agustina)

ABSTRACT

Palm oil is a potential source of biomass originating from West Africa and expanding into Southeast Asia. Palm oil is considered the earliest commercial commodity. The first cultivation area was established in Malaysia in 1917 at Tannamaran Estate, Selangor. Crude palm oil or called Crude Palm Oil (CPO) is produced from palm oil, becoming an important commodity in the world.

Industrial waste mostly produces liquid or solid waste that is still rich in organic matter which is easy to decompose. Industries that dispose of their waste mostly in open water, so that in a relatively short time will cause a foul odor as a result of waste fermentation.

The problem encountered in the field is the presence of groundwater acidity due to liquid waste impacting the environment around the disposal of such waste. Therefore, to overcome the existing problems, waste treatment is carried out with membrane technology. The membrane technology used aims to reduce the content of COD, BOD, TSS with an efficient system that is small footprint and without using chemicals.

ABSTRAK

Kelapa sawit merupakan salah satu sumber potensial biomassa yang berasal dari Afrika Barat dan diperluas ke Asia Tenggara. Kelapa sawit dianggap komoditas komersial paling awal. Area budidaya pertama didirikan di Malaysia pada tahun 1917 di Tannamaram Estate, Selangor. Minyak mentah kelapa sawit atau disebut *Crude Palm Oil* (CPO) diproduksi dari kelapa sawit, menjadi komoditas penting di dunia.

Limbah industri kebanyakan menghasilkan limbah yang bersifat cair atau padat yang masih kaya dengan zat organik yang mudah mengalami peruraian. Industri yang membuang limbahnya kebanyakan di perairan terbuka, sehingga dalam waktu yang relatif singkat akan menyebabkan bau busuk sebagai akibat terjadinya fermentasi limbah.

Permasalahan yang dijumpai di lapangan adalah adanya keasaman air tanah akibat limbah cair berdampak ke lingkungan sekitar pembuangan limbah tersebut. Oleh karena itu untuk mengatasi permasalahan yang ada maka dilakukan pengolahan limbah dengan teknologi membran. Teknologi membrane yang digunakan bertujuan untuk menurunkan kandungan COD, BOD, TSS dengan sistem yang efisien yaitu small footprint dan tanpa menggunakan bahan kimia.

PRAKATA

Puji dan Syukur peneliti panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan tesis yang berjudul **“Modifikasi Membran Ultrafiltrasi Dengan Titanium Dioksida Untuk Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit”**.

Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah penelitian pada Program Studi Teknik Kimia Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Palembang. Tesis ini didasarkan pada penelitian yang dilakukan di bulan Januari 2018.

Peneliti menyadari dalam penulisan ini banyak kesalahan dan kekeliruan. Oleh karena itu, kritik, saran, dan sumbangan pikiran yang sifatnya membangun sangatlah diharapkan untuk menjadi lebih baik lagi.

Selama penyusunan dan penulisan Tesis ini, peneliti mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga peneliti mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Dr. Ir. Elfidiah, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Dian Kharismadewi, S.T., M.T., Ph.D., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ir. Erna Yuliwati., MT., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing 1.
4. Dr. Madwita., M.T., selaku Dosen Pembimbing 2.
5. Seluruh Staff Pengajar dan Administrasi Program Studi Teknik Kimia Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Teman-teman Program Studi Teknik Kimia Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Palembang yang tidak bisa disebutkan namanya satu per satu, terima kasih atas masukan dan bantuannya yang telah diberikan selama ini.

Terima kasih, peneliti ucapkan dan semoga bantuan yang diberikan mendapat pahala yang setimpal dari Allah SWT. Amin. Akhir kata dengan segala kerendahan hati, peneliti mempersembahkan Tesis ini dengan harapan semoga

bermanfaat bagi kita semua dalam menambah wawasan dan pengetahuan, atau sebagai panduan pembaca, khususnya Mahasiswa/i Program Studi Teknik Kimia Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, Juli 2019

Peneliti

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iii
ABSTRACT (Bahasa Inggris)	iv
ABSTRAK(Bahasa Indonesia)	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah.....	8
C. Tujuan Penelitian.....	9
D. Manfaat Penelitian.....	9
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	10
A. Karakteristik Limbah Cair Industri Kelapa Sawit.....	10
B. Pengolahan Limbah Cair Konvensional.....	12
C. Pengolahan Limbah Cair dengan Teknologi Membran.....	15
1. Proses Membran.....	18
2. Model Membran.....	19
3. Jenis Membran.....	20
a. Membran Mikrofiltrasi.....	20
b. Membran Ultrafiltrasi.....	20
c. Membran Nanofiltrasi.....	21
d. Reverse Osmosis.....	22
D. Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Membran.....	23
1. Ukuran Molekul.....	23
2. Bentuk Molekul.....	24

3. Bahan Membran.....	24
4. Karakteristik Larutan.....	24
5. Parameter Operasional.....	25
E. Keuntungan dan Kelemahan Membran Teknik Pemisahan.....	25
F. Titanium Dioksida pada Pembuatan Membran.....	26
1. Hydrophilicity.....	26
BAB III. METODE PENELITIAN.....	29
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	29
B. Alat dan Bahan.....	29
1. Alat Penelitian.....	29
2. Bahan Penelitian.....	29
C. Metode Penelitian.....	30
D. Karakterisasi Membran.....	33
E. Fluks Permeasi (F) dan Pengukuran Derajat Filtrasi (R).....	34
F. Persentase COD Terfiltrasi.....	35
G. Persentase BOD Terfiltrasi.....	35
H. Persentase TSS Terfiltrasi.....	36
I. Persentase Sulfida Terfiltrasi.....	36
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
A. Studi Morfologi Membran PVDF.....	38
B. Studi Porositas dan Keterbasahan Membran PVDF.....	41
C. Pengaruh Konsentrasi Aditif pada Kinerja Membran PVDF.....	42
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
A. Kesimpulan.....	45
B. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Limbah Cair Kelapa Sawit di PTPN VII Betung.....	4
Gambar 2. Outlet 1 pada PTPN VII Betung.....	38
Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Limbah Kelapa Sawit secara Konvensional	14
Gambar 4. Jenis Membran Untuk Filtrasi Limbah Cair.....	23
Gambar 5. Pengukuran Sudut θ Menggunakan Telescope-Goniometer	27
Gambar 6. Ilustrasi Bentuk Contact Angles Menggunakan Sessile Liquid Drops Pada Permukaan Padat Homogen.....	27
Gambar 7. Tegangan Muka yang Disebabkan Karena Ketidakseimbangan Gaya Molekul Liquid pada Permukaan.....	28
Gambar 8. Diagram Alir Penelitian.....	31
Gambar 9. Gambar SEM dari Membran PVDF Disiapkan dengan TiO_2	41
Gambar 10. Derajat Hydrophylicity Membran PVDF.....	42
Gambar 11. Pengaruh Konsentrasi TiO_2 pada Fluks Permeasi dan Proses Filtrasi	43
Gambar 12. Pencetakan membrane	51
Gambar 13. membrane di rendam dengan air dan glycerol.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi Outlet PTPN VII Betung	6
Tabel 2. Jenis Membran Untuk Pengolahan Limbah Cair.....	8
Tabel 3. Komposisi Membran Ultrafiltrasi.....	33
Konsvensional	34
Gambar 4. Jenis Membran Untuk Filtrasi Limbah Cair.....	23
Gambar 5. Pengukuran Sudut θ Menggunakan Telescope-Goniometer	27
Gambar 6. Ilustrasi Bentuk Contact Angle Menggunakan Sessile Liquid Drop Pada Permukaan Padat Heterogen	27
Gambar 7. Tegangan Muka yang Disebabkan Karena Ketidakseimbangan Gaya Molekul Liquid pada Permukaan	28
Gambar 8. Diagram Air Pergerakan	31
Gambar 9. Gambar SEM dari Membran PVDF Disajikan dengan TiO ₂	41
Gambar 10. Derajat Hydrophilicity Membran PVDF	42
Gambar 11. Pengaruh Konsentrasi TiO ₂ pada Flux Peragaan dan Persen. Filtrasi	43
Gambar 12. Membran membrane	44
Gambar 13. Membran di rendam dengan air dan glikserol	45

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan salah satu sumber potensial biomassa yang berasal dari Afrika Barat dan diperluas ke Asia Tenggara. Kelapa sawit dianggap komoditas komersial paling awal. Area budidaya pertama didirikan di Malaysia pada tahun 1917 di Tannamaran Estate, Selangor. Minyak mentah kelapa sawit atau disebut *Crude Palm Oil* (CPO) diproduksi dari kelapa sawit, menjadi komoditas penting di dunia, terutama didominasi oleh Indonesia dan Malaysia dalam hal produksi dan ekspornya. Malaysia berkontribusi terhadap pertumbuhan produk domestik bruto (PDB) (Kushairi, 2017). Menjalankan bisnis perkebunan kelapa sawit memang sangat menjanjikan bagi kehidupan masyarakat Indonesia, baik untuk saat ini ataupun di masa yang akan datang. Maka tidak mengherankan jika saat ini banyak pabrik kelapa sawit di Sumatera yang didirikan oleh masyarakat setempat, terutama yang memiliki lahan pertanian luas dan modal yang besar.

Indonesia banyak mempunyai potensi yang cukup besar untuk pengembangan industri kelapa sawit. Pada saat ini perkembangan industri kelapa sawit mengalami tumbuh cukup pesat. Mempunyai dampak positif dan dampak negatif bagi masyarakat. Dampak positif yaitu meningkatkan devisa negara dan kesejahteraan masyarakat meningkat, sedangkan dampak negatif yaitu menimbulkan limbah yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dikelola

dengan baik. Definisi limbah adalah kotoran atau buangan yang merupakan komponen penyebab pencemaran terdiri dari zat atau bahan yang tidak mempunyai kegunaan lagi bagi masyarakat. Limbah industri kebanyakan menghasilkan limbah yang bersifat cair atau padat yang masih kaya dengan zat organik yang mudah mengalami peruraian (Kushairi, 2017).

Industri yang membuang limbahnya kebanyakan di perairan terbuka, sehingga dalam waktu yang relatif singkat akan menyebabkan bau busuk sebagai akibat terjadinya fermentasi limbah. Cara yang digunakan adalah pengolahan limbah secara fisik, kimia dan biologi atau kombinasi untuk mengatasi pencemaran. 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 (Anom B, 2012)

Proses kimia seringkali kurang efektif dikarenakan biaya untuk pemberian 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, menggunakan energi yang cukup banyak (Anom B, 2012). Pada pengolahan limbah secara biologi, umumnya menggunakan lahan yang cukup luas dan energi yang banyak dan menjadi pertimbangan bagi industri yang terletak di daerah yang mempunyai lahan sempit.

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 organik terdapat dalam jumlah yang banyak. Penguraian senyawa organik akan memerlukan oksigen yang sangat banyak, sehingga dapat menurunkan kadar oksigen terlarut perairan sampai titik yang terendah akibat dekomposisi aerobik akan terjadi, sehingga pemecahan selanjutnya akan dilakukan oleh bakteri anaerobik.

Pada saat ini pengolahan limbah cair industri kelapa sawit umumnya dilakukan 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 namun bagi industri yang mempunyai lahan terbatas, pengolahan tersebut sulit dilakukan. Industri berbasis kelapa sawit merupakan investasi yang menguntungkan namun demikian perlu diperhatikan pencemaran yang ditimbulkan bila tidak dilaksanakan dengan baik. Pada pengolahan limbah cair di PTPN VII Betung, dilakukan pengelolaan limbah secara konvensional dengan menggunakan kombinasi metode fisika dan biologi seperti pada gambar 1. berikut. Pada gambar 1. terlihat di kolam limbah dengan metode anaerobic yang menggunakan bakteri dengan tujuan untuk proses fermentasi, dimana hasilnya dapat menghasilkan endapan dan menurunkan pH limbah.



Gambar 1. Limbah cair kelapa sawit di PTPN VII Betung.

Fungsi dari pengolahan limbah (*effluent treatment*) adalah untuk menetralkan parameter limbah yang masih terkandung dalam cairan limbah sebelum diaplikasi. Limbah cair yang dikelola dengan baik agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dibuat tindakan pengendalian limbah cair melalui kolam aerob menggunakan bakteri yang digunakan secara konvensional. Limbah cair yang dihasilkan PTPN VII, berupa limbah cair sekitar 50% dibandingkan dengan total limbah lainnya seperti yang ditabulasikan pada Tabel 1. Jika limbah cair yang mengandung *Biological Oxygen Demand* (BOD) tinggi dibuang ke sungai maka oksigen yang ada di sungai tersebut akan terhisap material organik sehingga makhluk hidup lainnya akan kekurangan oksigen. Sementara nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang merupakan nilai ukuran secara kimiawi untuk terjadinya reaksi oksidasi. *Total suspended solids* (TSS) juga merupakan nilai yang harus diukur dari limbah cair untuk menentukan jumlah solids (koloidal) yang tersuspensi dalam limbah. Proses

pengolahan limbah pada outlet pertama merupakan limbah cair dengan pH 4 dan temperatur 60 °C sebagaimana yang dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Outlet 1 pada PTPN VII Betung

Limbah tersebut kemudian dialirkan ke kolam limbah untuk kemudian dilakukan proses anaerob menggunakan bakteri. Permasalahan yang dijumpai di lapangan adalah adanya keasaman air tanah akibat limbah cair berdampak ke lingkungan sekitar pembuangan limbah tersebut. Oleh karena itu untuk mengatasi permasalahan yang ada maka dilakukan pengolahan limbah dengan teknologi membran. Teknologi membrane yang digunakan bertujuan untuk menurunkan kandungan COD, BOD, TSS dengan sistem yang efisien yaitu small footprint dan tanpa menggunakan bahan kimia.

Tabel 1. Komposisi Outlet PTPN VII Betung

FISIKA					
No	Item pemeriksaan	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Hasil pemeriksaan	Metode
1	Kekeruhan	Skala NTU	40000	398000	SNI 06-6989.25-2005
2	TSS	Mg/L	250	2,300	Gravimetri
KIMIA					
1	PH Air	-	6,0 – 9,0	4,96	SNI 06-6989.25-2005
2	Sulfida	Mg/L	0,032	0,230	Spectrophotometri
3	COD	Mg/L	350	472	Spectrophotometri
4	BOD	Mg/L	100	321	Manometri

Data pada tabel 1. di atas menunjukkan bahwa nilai limbah cair dengan parameter uji Sulfida, COD, BOD, pH, kekeruhan dan TSS tidak memenuhi kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Minyak Sawit. Berdasarkan hasil pengujian awal mutu limbah cair yang dihasilkan sebagaimana tertera pada tabel di atas, maka pada penelitian ini sangatlah diperlukan untuk mengatasi pencemaran air yang dapat disebabkan dari kegiatan operasional pabrik ini.

Sebagaimana yang telah disebutkan sebelumnya bahwa membran ialah sebuah penghalang selektif antara dua fasa untuk dapat terjadinya proses pemisahan. Membran memiliki ketebalan yang berbeda-beda yang bebahan baku

polimer alam ataupun sintetis. Polimer alam merupakan bahan membran yang berasal dari alam misalnya pulp dan kapas, sedangkan bahan sintetis dibuat bahan kimia. 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 konsentrasi 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 (Mulder, 1991).

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. 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. Ada beberapa jenis membran yang telah diproduksi secara laboratorium maupun komersial seperti yang ditunjukkan pada tabel 2. berikut (Mulder, 1991),

Tabel 2. Jenis membran untuk pengolahan limbah cair.

Tipe Filtrasi	Ukuran Partikel	Berat Molekul (Dalton)
MikroFiltasi	$\geq 0,1 \mu\text{m}$	≥ 500.000
UltraFiltrasi	0,01 - 0,1 μm	1000 - 500 000
NanoFiltrasi	0,001 - 0,01	100 – 1000
ReverseOsmosis	$\leq 0,001 \mu\text{ m}$	< 100

Pada penelitian ini digunakan membran ultrafiltrasi dengan bahan polimer utama *Polyvinylidene fluoride (PVDF)* yang dimodifikasi dengan menambahkan zat aditif anorganik (Titanium dioksida) sehingga sesuai dengan komposisi limbah cair yang difiltrasi. PVDF merupakan polimer sintesis yang bersifat *hydrophobic* yang suka akan minyak, sehingga perlu dimodifikasi untuk dapat meningkatkan persentase filtrasinya.

B. Rumusan Masalah

Limbah cair industri di Indonesia baik limbah domestik maupun limbah industri, sampai saat ini masih menjadi masalah yang serius. Limbah cair tersebut sebelum dibuang ke lingkungan atau ke sungai harus bebas dari bahan bahan berbahaya, diantaranya limbah cair yang bersifat asam terhadap makhluk hidup lain seperti tumbuhan, hewan dan manusia. Sehingga perlu dilakukan pengolahan limbah, dalam hal ini menggunakan teknologi membran yang dimodifikasi sehingga sesuai dengan criteria limbah dan dapat menghasilkan buangan air yang sesuai standar baku limbah cair industri Titanium dioksida sebagai zat aditif anorganik menjadi permasalahan utama, dimana fungsi penambahan zat aditif ini adalah untuk merubah *hydrophobic* menjadi *hydrpophili* dan *fouling*.

C. Tujuan Penelitian

Memodifikasi ultramembran PVDF dengan menggunakan aditif anorganik titanium dioksida untuk meningkatkan kemampuan filtrasi COD, BOD, TSS dan mengurangi fouling dengan memperkecil diameter rata-rata pori dari permukaan membran.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini di dasarkan pada rencana bentuk yang dapat diperoleh dalam jangka panjang antara lain :

- a. Mampu menghasilkan modifikasi membran ultrafiltarsi untuk pengolahan air limbah industri kelapa sawit.
- b. Produk membran yang efisiensi dengan desain modul dan sistem yang dapat dikomersialkan.
- c. Peningkatan mutu air limbah yang sesuai dengan uji baku mutu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] [https : // Tangkai kayu. Com](https://Tangkai.kayu.com)) SARANA INFORMASI PERTANIAN , TANGKAI KAYU, P.T. BERKAT MANUNGGAL ENERGI, 11-18 Agustus 2018.
- [2] Taty Hernaningsih, Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT, Aplikasi Membrane Bioreaktor untuk Proses daur ulang air limbah JAI vol 7 No.2.2014.html. 14 Agustus 2018
- [3] Anomwibisono. Blogspot.com / 2013/05/ pengolahan limbah cair industri kelapa sawit.html.12 Agustus 2018. sawit.html.
- [4] I.G. Wenten, A.N. Hakim, PT.Perkebunan. Aryati. “ Bioreaktor Membran untuk Pengolahan Limbah Industri.” Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung 2014.
- [5] I.G. Wenten.” Industri Membran dan Perkembangannya” Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung, 2015.
- [6] Litbang Pertanian. Go.id, Akses 17.00. wib. 11 Agustus 2018.
- [7] Membran Science and Technology for Wastewater reclamation AF Ismail, E Yuliwati Membran Proccesses 1.2000
- [8] Pengaruh Hidrophilicity Membran Ultrafiltrasi untuk pengolahan limbah industri kelapa sawit. E.Yuliwati Prosiding SNTI, 2014
- [9] Advanced materials in ultrafiltration and nanofitituliun membranes WJ Lau, AF Ismail, T Matsuura, N.Nazri, E. Yuliwati Handbook of Membrane Separation: Chemical, 7-34,2015
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] Water Treatment Performance Application Of Electrospun Nanofibers

- A Matarama, AF Ismail, E Yuliawati, T Matsuura, A Zamherid, S Rizald
 Jurnal Teknologi 77 (1), 2015.
- [13] M. Mulder. Basic Principle of membran Technology, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1996.
- [14] V.S. Kislík, Liquid Membranes. Elsevier, Amsterdam, 2010.
- [15] Demineralisasi dengan Membran RO, Available:
[http://nanosmartfilter.com/demineralisasi-dengan membran - ro](http://nanosmartfilter.com/demineralisasi-dengan-membran-ro), diakses 03-04-2016.
- [16] M. Cheryan, N. Rajagopalan, membran Processing of Oily Streams, Wastewater Treatment and Waste Reduction, Journal of Membran Science 151 (1998) 13-28.
- [17] M. Cheryan, Ultrafiltrasi and Microfiltration Handbook, technomic, Lancaster, PA, 1998.
- [18] Maria W, Cindika K.D., Potensi membran Mikrofiltrasi dan Ultrafiltrasi untuk Pengolahan Limbah Cair Berminyak, Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. Vol.2, No.2 (2013) 295-307.
- [19] M. Padaki, et al, Membran Technology Enhancemen; in oil-Water Separation. A Review, Desalination 357 (2015) 197-207
- [20] Y.He, Z-W. Jiang, Teknologi review: Treating Oilfield Wastewater, Filtr. Sep.45 (2008) 14-16.
- [21] T.Bilstad,E.Espedal, Membran Separation of produced Water, Water Sci. technol. 34 (1996) 239-246.
- [22] E.R. Cornelissen, et al, Membran Fouling and Process performance of Forward Osmosis Membrans on Activated Sludge, J.Membr. Sci.319 (2008) 158-168.
- [23] B. Mi, M. Elimelech, Organic Fouling of Forward Osmosis Membrans: Fouling Reversibility and Cleaning Without Reagents, J. Membran Sci. 348 (2010) 337-345.

- [24] Kim, B.R., Matz, M.J. & lapari,F., Treatment of metal-Cutting Fluid wastewater Using An Anaerobic GAC Fluidized-bed Reactor, Journal water Pollutant (1989).