

**PENGARUH KONSENTRASI DAN SUHU AKTIVATOR KOH PADA
PROSES PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI CANGKANG SAWIT
UNTUK MENGOLAH POME**



**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Pendidikan Sarjana
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh :

**Desy Eka Saputri
12.2013.056.P**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2016**

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH KONSENTRASI DAN SUHU AKTIVATOR KOH
TERHADAP PROSES PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI
CANGKANG SAWIT UNTUK MENGOLAH POME

OLEH :

DESY EKA SAPUTRI (122013056 P)

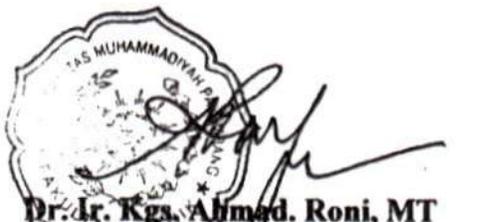
Telah diuji dihadapan Tim Penguji pada tanggal 14 April 2016
di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Tim Penguji :

1. **Dr. Eko Ariyanto, M. Chem.Eng**
2. **Ir. Rifdah, M.T**
3. **Netty Herawati, S.T, M.T**
4. **Ir. Ummi Kalsum, M.T**

()
()
()
()

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik UMP


Dr. Ir. Kgs. Ahmad. Roni, MT
NBM/NIDN : 763049/0227077004

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Kimia UMP


Ir. Legiso, M.Si
NBM/NIDN : 763047/0217086803

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH KONSENTRASI DAN SUHU AKTIVATOR KOH PADA
PROSES PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI CANGKANG SAWIT
UNTUK MENGOLAH POME

Nama : Desy Eka Saputri
Nama Pembimbing : 1. Dr. Eko Ariyanto, M.Chem.Eng
2. Ir. Ummi Kalsum, M.T

Palembang, Maret 2016

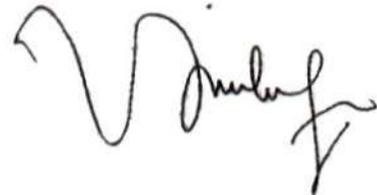
Disetujui Oleh :

Pembimbing 1



(Dr. Eko Ariyanto, M.Chem.Eng)

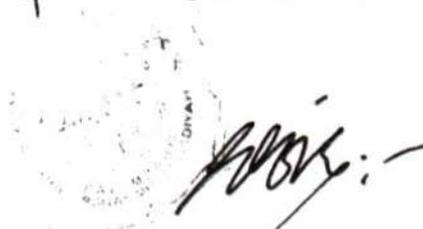
Pembimbing 2



(Ir. Ummi Kalsum, M.T)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia



(Ir. Legiso, M.Si)

MOTTO

"Jangan menunggu datangnya kesuksesan, melainkan berupayalah meraihnya
walau sesulit mungkin"

(Penulis)

"Berusahalah untuk tidak menjadi manusia yang berhasil tapi berusahalah
menjadi manusia yang berguna"

(Einstein)

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya"

(Albaqarah [2]:286)

"Harga kebaikan manusia adalah diukur menurut apa yang telah dilaksanakan /
diperbuatnya".

(Ali Bin Abi Thalib)

"Pengetahuan tidaklah cukup; kita harus mengamalkannya. Niat tidaklah cukup;
kita harus melakukannya"

(Johann Wolfgang von Goethe)

Kupersembahkan Untuk :

- Allah SWT
- Kedua orang tuaku tercinta
- Saudara-saudara ku tersayang
- Romy Wanda Taruna
- Teman seangkatanku 2013
- Teman-teman seperjuangan
- Dosen-dosenku di jurusan
Tekim UMP yang kusayangi
- Almamater yang kubanggakan

ABSTRAK

Pengaruh Konsentrasi dan Suhu Aktivator KOH pada Proses Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Sawit untuk Mengolah POME

(Desy Eka Saputri. 2016. 60 Halaman. 23 Tabel. 31 Gambar. 4 Lampiran)

Cangkang kelapa sawit merupakan limbah yang dihasilkan dari pengolahan industri minyak kelapa sawit, yang pemanfaatannya belum maksimal. Pengolahan cangkang kelapa sawit sebagai arang aktif adalah salah satu cara mudah untuk menambah nilai ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi aktivator KOH dan temperatur pengarangan terhadap mutu karbon aktif dari cangkang kelapa sawit. Proses pengarangan dilakukan pada temperatur 450°C dan 500°C dengan konsentrasi KOH 5,10,15,20, dan 25%. Karakteristik karbon yang baik yang memenuhi standar mutu SNI 06-3730-1995 dihasilkan pada temperatur 500°C dengan konsentrasi aktivator KOH 25%, menghasilkan karbon aktif dengan kondisi kadar air 7,34%, kadar abu 3,506%, kadar zat terbang 10,163%, kadar karbon 78,991%, dan bilangan iod 457,828 mg/g. Karbon aktif ini kemudian diaplikasikan pada pengolahan limbah cair industri kelapa sawit dengan hasil penurunan kadar COD dari 2612,4 mgO₂/l menjadi 760,9 mgO₂/l, kadar BOD dari 1725 mg/l menjadi 495,10 mg/l, kadar TSS dari 1200 mg/l menjadi 322 mg/l, dan pH dari 5,88 menjadi 7,62.

Kata Kunci : Cangkang sawit, Karbon aktif, , KOH, POME

ABSTRACT

The Effect of Concentration and Temperature of KOH Activator to Process Activated Carbon From Palm Shells for Treating POME

(Desy Eka Saputri. 2016. 60 Pages. 23 Tables. 31 Pictures. 4 Attachment)

Palm Shells are the waste generated from the processing of palm oil industry, the utilization is not maximized. Processing of oil palm shells as activated charcoal is one of the easy ways to add economic value. This research aims to determine the effect of KOH concentration and temperature activator composing on the quality of activated carbon from palm shells. The process of drying is done at a temperature of 450°C and 500°C with KOH concentration 5,10,15,20, and 25%. Characteristics of activated carbon that meet quality standards SNI 06-3730-1995 produced at a temperature of 500°C with 25% KOH concentration activator, produces activated carbon to the condition of the inherent moisture of 7.34%, ash content of 3.506%, volatile matter content of 10.163%, fixed carbon of 78.991%, and the iodine number of 457.828 mg/g. Then this activated carbon is applied to treating of liquid waste from palm oil industry with result declining levels of COD from 2612,4 mgO₂/l to 760,9 mgO₂/l, BOD from 1725 mg/l to 495,10 mg/l, TSS from 1200 mg/l to 322 mg/l, and pH from 5,88 to 7,62.

Keywords : Palm Shells, Activated Carbon, KOH, POME

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kepada Allah SWT karena atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan Laporan Penelitian dengan judul ***“Pengaruh Konsentrasi dan Suhu Aktivator KOH Pada Proses Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Sawit Untuk Mengolah POME”***

Penulisan Laporan Penelitian ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan selama pengerjaan Laporan penelitian ini, terutama kepada :

- 1) Ir. Legiso, M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
- 2) Bapak Dr. Eko Ariyanto. M.Chem.Eng dan Ibu Ir. Ummi Kalsum, M.T, selaku dosen Pembimbing Laporan Penelitian.
- 3) Ibu Netty Herawati, S.T, M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
- 4) Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat serta membimbing dari awal sampai akhir kuliah.
- 5) Orang tua dan saudara kami, atas segala doa dan dukungannya.
- 6) Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Laporan Akhir ini.

Semoga penulisan Laporan Penelitian ini dapat bermanfaat untuk penulis dan untuk semua pihak. Amin

Palembang, April 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Rumusan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Cangkang Kelapa Sawit.....	4
2.1.1 Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit.....	5
2.2 Karbon Aktif.....	6
2.2.1 Penggunaan Karbon Aktif	8
2.2.2 Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Sawit...	9
2.2.3 Karakterisasi Karbon Aktif.....	13
2.3 Adsorpsi	14
2.3.1 Jenis Adsorpsi.....	15
2.3.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi	15
2.4 Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit	17
2.4.1 Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit	18
2.4.2 Analisa Limbah Cair Kelapa Sawit	19
2.4.2.1 Kadar pH.....	19
2.4.2.2 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	19
2.4.2.2 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	20
2.4.2.3 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.2.1 Alat	22
3.2.2 Bahan	22
3.3 Rancangan Penelitian.....	23
3.4 Cara Kerja.....	23
3.4.1 Preparasi Bahan Baku.....	23
3.4.2 Pembuatan Karbon aktif	23
3.4.2.1 Proses Karbonisasi	23
3.4.2.2 Proses aktivasi	23
3.4.3 Analisis Karakteristik Karbon Aktif.....	25
3.4.3.1 Penentuan Kadar Air	25
3.4.3.2 Penentuan Kadar Abu.....	25
3.4.3.3 Penentuan Kadar Karbon	26
3.4.3.4 Penentuan Kadar Zat Terbang.....	26
3.4.3.5 Penentuan Bilangan Iodin	27
3.4.4 Pengolahan POME menggunakan Karbon Aktif	28
3.4.5 Analisis Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit.....	28
3.4.5.1 Analisis <i>Chemical Oxygen Demand</i>	28
3.4.5.2 Analisis <i>Biological Oxygen Demand</i>	29
3.4.5.3 Analisis <i>Total Suspended Solid</i>	30
3.4.5.4 Analisis pH	31
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 32
4.1 Kadar Air	32
4.2 Kadar Abu.....	33
4.3 Kadar Zat Terbang	35
4.4 Kadar Karbon.....	36
4.5 Bilangan Iod.....	38
4.6 Analisa Pengolahan Limbah Kelapa Sawit	39
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
 DAFTAR PUSTAKA	 42
LAMPIRAN	43

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Jenis, potensi dan pemanfaatan Limbah Pabrik Kelapa Sawit	5
2.2 Analisis Mutu Karbon Aktif.....	7
2.3 Syarat Mutu Karbon Aktif.....	7
2.4 Penggunaan Karbon Aktif di Industri.....	9
2.5 Baku Mutu Limbah Cair Untuk Industri Minyak Sawit.....	17
4.1 Data Hasil Penelitian Kadar Air Terikat pada Karbon Aktif.....	32
4.2 Data Hasil Penelitian Kadar Abu pada Karbon Aktif.....	33
4.3 Data Hasil Penelitian Kadar Zat Terbang pada Karbon Aktif....	35
4.4 Data Hasil Penelitian Kadar Karbon pada Karbon Aktif	36
4.5 Data Hasil Penelitian Bilangan Iodin pada Karbon Aktif	38
4.6 Data Hasil Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit (POME).....	39
L.1 Data kualitas karbon aktif suhu karbonisasi 450 ⁰ C.....	42
L.2 Data kualitas karbon aktif suhu karbonisasi 500 ⁰ C.....	42
L.3 Data Hasil Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit	42
L.4 Penentuan Kadar Air	43
L.5 Kadar Air pada Tiap Sampel Karbon Aktif	44
L.6 Penentuan Kadar Abu	44
L.7 Kadar Abu pada Tiap Sampel Karbon Aktif.....	45
L.8 Penentuan Kadar Zat Terbang.....	46
L.9 Kadar Zat Terbang pada Tiap Sampel Karbon Aktif.....	46
L.10 Kadar Karbon pada Tiap Sampel Karbon Aktif.....	47
L.11 Penentuan Bilangan Iod	48
L.12 Bilangan iod pada Tiap Sampel Karbon Aktif.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Cangkang kelapa Sawit.....	4
3.1. Prosedur Penelitian	24
4.1. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Aktivator KOH Terhadap Kadar Air	32
4.2. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Aktivator KOH Terhadap Kadar Abu.....	34
4.3. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Aktivator KOH Terhadap Kadar Zat Terbang.....	35
4.4. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Aktivator KOH Terhadap Kadar Karbon	37
4.5. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Aktivator KOH Terhadap Bilangan Iodin	38
L.1 Tumpukan Cangkang Sawit	53
L.2. Memasukkan Cangkang sawit ke dalam furnace	53
L.3 Proses karbonisasi	53
L.4 Cangkang yang telah dikarbonisasi	53
L.5 Proses Grinding	54
L.6. Pengayakan.....	54
L.7 Cangkang hasil pengayakan	54
L.8. Larutan KOH.....	54
L.9 Proses aktivasi	55
L.10 Proses penetralan pH	55
L.11 Proses Pengeringan dalam oven	55
L.12 Hasil proses pengeringan.....	55
L.13 Penentuan kadar air	56
L.14 Analisa Kadar zat terbang.....	56
L.15 Analisa kadar abu	56
L.16 Analisa bilangan iodin.....	56
L.17 Pengambilan sampel Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit.....	57
L.18 Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit.....	57
L.19 Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit	57
L.20. Analisa COD	57
L.21 Analisa TSS.....	58
L.22 Analisa BOD	58
L.23 Pengecekan pH	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
I Data Penelitian	43
II Perhitungan.....	44
III Gambar-gambar	53
IV Surat-surat.....	59



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan tanaman dengan nilai ekonomis yang cukup tinggi karena merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati. Perkembangan produksi minyak sawit (CPO) meningkat sejalan dengan luas areal yakni sekitar 5,17 sampai 10,25 persen dari tahun 2009 sampai 2015. Pada tahun 2009 produksi minyak sawit (CPO) sebesar 21,39 juta ton, meningkat menjadi 27,78 juta ton pada tahun 2013. Tahun 2014 diperkirakan produksi minyak sawit (CPO) akan meningkat 5,62 persen menjadi sebesar 29,34 juta ton dan di tahun 2015 meningkat 5,47 persen menjadi 30,95 juta ton (BPS, 2014).

Menurut Joko Supriyono (2013) selaku Sekretaris Jendral Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI) produksi kelapa sawit pada tahun 2013 sekitar 26 juta ton, sementara produksi kelapa sawit tahun 2014 diproyeksikan menjadi 28 juta ton, yang berarti naik 2 juta ton dari tahun 2013. Setiap produksi kelapa sawit menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) 23%, cangkang 8%, serat 12% dan limbah cair 66% (Tarkono dan Hadi, 2015).

Limbah cair hasil samping aktivitas industri menimbulkan permasalahan bagi lingkungan. Limbah cair industri kelapa sawit dapat menimbulkan pencemaran karena mengandung polutan organik yang cukup tinggi, sehingga harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan hidup disekitarnya. Berdasarkan uji pendahuluan sampel limbah cair industri kelapa sawit memiliki kadar COD sebesar 402,43 mg/L. Nilai COD ini melewati ambang batas yang ditetapkan Kepmen LH No.KEP-51/MENLH/10/1995 mengenai batasan air limbah untuk industri yaitu 350 mg/L. Oleh karena itu, diperlukan suatu tindakan pengendalian untuk mencegah terjadinya

pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah cair dari industri kelapa sawit (Rita, Titin, dan Nelly, 2015).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan misalnya Hanum, Farida (2009), melakukan pengolahan pada penentuan kadar COD dan TSS dari limbah cair kelapa sawit. Hasil penelitian menunjukkan membran mikrofiltrasi dapat merejeksi COD dari limbah *deoling ponds* sebesar 67,94 %, rejeksi total padatan (TS) sebesar 46,26 %, rejeksi total padatan melayang (TSS) sebesar 96 % dan kenaikan pH dari 4,6 – 5,9. Nasution, Dedy A. dkk (2011), melakukan pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit dengan menggunakan teknologi membran filtrasi. Proses pemisahan padatan dan cairan POME dilakukan dengan menggunakan 2 buah membran berbahan kramik. Uji kinerja dilakukan dengan menggunakan tiga jenis tekanan aliran konsentrat yang melewati membran, yaitu tekanan 1 bar, 1,5 bar dan 2 bar berturut-turut menghasilkan fluks sebesar 151,05; 122,92; dan 115,92 l.m².jam⁻¹. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa semakin tinggi tekanan, semakin rendah fluks yang dihasilkan. Adrianto. A, dkk (2011), melakukan penyisihan *chemical oxygen demand* (COD) dan produksi biogas limbah cair pabrik kelapa sawit dengan menggunakan *bioreactor hybrid anaerob*. Hasil efisiensi COD optimum yang terbaik didapatkan pada laju pembebanan organik 20 kgCOD/m³hari yaitu sebesar 88,6% dengan produksi biogas tertinggi sebesar 490 mL pada laju pembebanan organik 15 kgCOD/m³hari.

Umumnya penelitian yang telah dilakukan diatas kelemahannya yakni memerlukan biaya operasional dan lahan yang cukup besar selain itu juga menghasilkan emisi gas rumah kaca (Irvan, 2012). Oleh karena itu, Penelitian pengolahan limbah cair kelapa sawit yang dilakukan ini menggunakan metoda adsorpsi menggunakan karbon aktif dari cangkang kelapa sawit yang tersedia dalam jumlah banyak dan biayanya murah. Diharapkan penelitian ini merupakan solusi yang lebih baik dari penelitian sebelumnya.

Cangkang sawit mengandung selulosa sebesar 45% dan hemiselulosa sebesar 26% yang baik untuk dimanfaatkan sebagai karbon aktif (Rasmawan dalam Elly, 2008). Karbon aktif yang dibuat ini dengan menentukan

konsentrasi dan suhu aktivator yang optimal yaitu suhu karbonisasi 450 dan 500⁰C selama 2 jam dan aktivator KOH 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dengan waktu perendaman selama 4 jam.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana mendapatkan karakteristik karbon aktif dari cangkang sawit dengan variasi suhu karbonisasi dan konsentrasi aktivator KOH?
2. Bagaimana mendapatkan hasil uji limbah cair kelapa sawit dengan melakukan pengujian terhadap kadar pH, COD, BOD, dan TSS sebelum dan sesudah diolah dengan karbon aktif ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pelaksanaan kegiatan penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan karakteristik karbon aktif dari cangkang sawit dengan variasi suhu karbonisasi dan konsentrasi aktivator KOH.
2. Mendapatkan hasil uji limbah cair kelapa sawit dengan melakukan pengujian terhadap kadar pH, COD, BOD, dan TSS sebelum dan sesudah diolah dengan karbon aktif.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini antara lain :

1. Pada penelitian ini variabel yang diteliti yaitu suhu dan konsentrasi dari aktivator yang digunakan untuk membuat Karbon aktif dari cangkang sawit untuk mengolah POME.
2. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Universitas Muhammadiyah dan Laboratorium dan Peralatan Eksplorasi Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Sumsel.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cangkang Kelapa Sawit

Kelapa Sawit merupakan salah satu komoditas andalan Indonesia yang perkembangannya sangat pesat. Dalam industri pengolahan minyak sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO) akan diperoleh limbah industri. Limbah ini digolongkan menjadi limbah padat, cair, dan gas. Salah satu jenis limbah padatnya yaitu cangkang kelapa sawit. Cangkang kelapa sawit merupakan salah satu limbah yang jumlahnya mencapai 60% dari produksi minyak inti. Limbah cangkang kelapa sawit berwarna hitam keabuan, bentuk tidak beraturan, dan memiliki kekerasan cukup tinggi (Purwanto. D, 2011).



Gambar 2.1 Cangkang kelapa sawit

Cangkang sawit merupakan salah satu limbah pengolahan minyak sawit yang cukup besar. Cangkang sawit dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif yang dapat dijadikan sumber energi alternatif pengganti Bahan Bakar Minyak. Selama ini cangkang sawit hanya digunakan sebagai bahan bakar pembangkit tenaga uap dan bahan pengeras jalan (Fauzi, dkk dalam Purwanto. D, 2011).

Cangkang sawit mengandung selulosa sebesar 45% dan hemiselulosa sebesar 26% yang baik untuk dimanfaatkan sebagai arang aktif (Ambarlina. I, 2012).

Bahan organik yang mengandung lignin, hemiselulosa, dan selulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan arang aktif karena sangat efektif mengadsorpsi limbah cair. Selain itu lignin dan selulosa sebagian besar tersusun dari unsur karbon yang pada umumnya dapat dijadikan arang. Cangkang sawit termasuk bahan berlignin-selulosa berkadar karbon tinggi dan memiliki massa jenis lebih daripada kayu sebesar 1,4 g/ml. Dimana semakin besar massa jenis bahan baku, daya serap arang aktif yang dihasilkan akan semakin besar sehingga baik untuk dijadikan arang aktif (Pope dalam Ambarlina. I, 2012).

2.1.1 Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit

Pengolahan minyak kelapa sawit menghasilkan hasil sampingan berupa janjangan kosong, *solid* basah, cangkang, serabut, dan *effluent*/limbah cair yang dikenal dengan istilah POME (*Palm Oil Mill Effluent*) (Irvan. H, 2009).

Produk samping dari kegiatan pengolahan PKS masing - masing memiliki potensi untuk dimanfaatkan sehingga mempunyai nilai ekonomi yang tidak sedikit. Potensi dan pemanfaatan limbah pengolahan PKS disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis, potensi, dan pemanfaatan limbah pabrik kelapa sawit

Jenis	Potensi per ton TBS (%)	Manfaat
Tandan Kosong	23,0	Pupuk kompos, pulp kertas, papan partikel, energi
<i>Wet Decanter Solid</i>	4,0	Pupuk, kompos, makanan, ternak
Cangkang	6,5	Arang, karbon aktif, papan partikel
Serabut (<i>fiber</i>)	13,0	Energi, pulp kertas, papan ,partikel
Limbah cair	50,0	Pupuk, air irigasi
Air kondensat		Air umpan boiler

Sumber : Tim PT.SP (2000)

Cangkang kelapa sawit merupakan salah satu limbah pengolahan minyak kelapa sawit yang cukup besar, yaitu mencapai 60% dari produksi minyak. Cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif. Arang aktif dapat dibuat dengan melalui proses karbonisasi pada suhu 550⁰C selama kurang lebih tiga jam. Karakteristik arang aktif yang dihasilkan melalui proses

tersebut memenuhi SII, kecuali kadar abu. Tingkat keaktifan arang cukup tinggi. Hal ini terlihat dari daya serap iodnya sebesar 28,9% (Andriati. A, dalam Elly, 2008).

2.2 Karbon aktif

Karbon aktif atau sering disebut juga arang aktif, adalah suatu jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang sangat besar. Hal ini bisa dicapai dengan mengaktifkan karbon atau arang tersebut. Hanya dengan satu gram karbon aktif, akan didapatkan suatu material yang memiliki luas permukaan kira-kira sebesar 500 m² (didapat dari pengukuran adsorpsi gas nitrogen). Biasanya pengaktifan hanya bertujuan untuk memperbesar luas permukaan saja, namun beberapa usaha juga berkaitan dengan meningkatkan kemampuan adsorpsi karbon aktif itu sendiri (Ambarlina. I, 2012).

Karbon aktif digunakan sebagai molekul penyaring, pemurnian cairan, dan gas, pemurnian dan penjernihan air, proses pembuatan makanan, katalis, penghilangan sulfur dan nitrogen pada industri, pemurnian emas. Karbon aktif digunakan pada pabrik sukrosa, glukosa, maltose, laktosa, minuman ringan, minyak, paraffin, phosphor, plastik, gliserol, gelatin, pectin, kafein, kuinin, vitamin C, jus buah, bir, dan perusahaan alkohol (Sen dalam Ambarlina. I, 2012).

Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan dehidrasi, karbonisasi, dan dilanjutkan dengan proses aktivasi material karbon yang biasanya berasal dari tumbuh - tumbuhan. Proses karbonisasi dilakukan dengan pembakaran dari material yang mengandung karbon dan dilakukan tanpa adanya kontak langsung dengan udara. Proses karbonisasi dilanjutkan dengan proses aktivasi dimana proses ini akan mengubah produk atau material karbon menjadi adsorben. Adsorben mempunyai porositas yang tinggi dengan luas permukaan yang besar yaitu 500 - 1500 m²/gr (Parker dalam Ambarlina. I, 2012).

Produk karbon aktif yang telah dihasilkan melalui tahap karbonisasi dan aktivasi, baik aktivasi kimia maupun aktivasi fisika harus memenuhi Standar

Nasional Indonesia (SNI) yang telah ditentukan. Syarat analisis karbon aktif yang telah diproduksi sesuai pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Analisis Mutu Karbon Aktif

Parameter Mutu	Syarat Mutu Karbon Aktif
Kadar Air	15%
Kadar Abu	10%
Kadar Zat Mudah Menguap	15%
Kadar Karbon Terikat	65%
Penyerapan Iodium	200 mg/g

Berdasarkan SNI 06-3730-1995

Dalam pembuatan karbon aktif, terdapat syarat mutu atau kriteria mutu yang harus dimiliki oleh karbon aktif yang dibuat. Syarat mutu dalam pembuatan karbon aktif ini telah ditetapkan oleh Standar Industri Indonesia atau yang disebut dengan SII. Berikut merupakan syarat mutu karbon aktif menurut Standar Industri Indonesia SII No.0258-79 :

Tabel 2.3 Syarat Mutu Karbon Aktif Menurut Standar SII

Uraian Satuan	Persyaratan	
	Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C (%)	Maks 15	Maks 25
Air (%)	Maks 4,4	Maks 15
Abu (%)	Maks 2,5	Maks 10
Bagian yang tidak berarang	Tidak nyata	Tidak nyata
Daya Serap terhadap Iod (mg/g)	Min 750	Min 750
Karbon aktif murni (%)	Min 80	Min 65
Daya serap terhadap benzene (%)	Min 25	-
Daya serap terhadap metilen blue (%)	Min 60	Min 120
Kerapatan jenis curah	0,45-0,55	0,30-0,35
Lolos Ayakan mesh 325 (%)	-	-
Jarak mesh (%)	90	-
Kekerasan (%)	80	-

Sumber : Standar Industri Indonesia (SII No.0258-79)

2.2.1 Penggunaan Karbon Aktif

Ada dua macam jenis arang aktif yang dibedakan menurut fungsinya (Setyaningsih, 1995) :

1. Arang penyerap gas (*gas adsorbent carbon*)

Jenis arang ini digunakan untuk menyerap kotoran berupa gas. Pori-pori yang terdapat pada arang jenis ini adalah mikropori yang menyebabkan molekul gas akan mampu melewatinya, tapi molekul dari cairan tidak bisa melewatinya. Karbon jenis ini dapat ditemui pada karbon tempurung kelapa.

2. Arang fasa cair (*liquid-phase carbon*)

Arang jenis ini digunakan untuk menjerap kotoran/zat yang tidak diinginkan dari cairan atau larutan. Jenis pori-pori dari karbon ini adalah makropori yang memungkinkan molekul besar untuk masuk. Arang jenis ini biasanya berasal dari batubara dan selulosa.

Saat ini arang aktif telah digunakan secara luas dalam industri kimia, pangan dan farmasi. Umumnya arang aktif digunakan sebagai bahan penyerap dan pemurni, dalam jumlah kecil juga digunakan sebagai katalis.

Arang aktif dapat memurnikan produk yang dihasilkan industri dan juga berguna untuk mendapatkan kembali zat - zat berharga dari campurannya serta sebagai obat (Sudajat dan Salim dalam Elly, 2008).

Tabel 2.4 Penggunaan Karbon Aktif dalam Industri

No	Tujuan	Pemakaian
Untuk Gas		
1.	Pemurnian Gas	Desulfurisasi, menghilangkan gas beracun, bau busuk dan asap
2.	Pengolahan LNG	Desulfurisasi dan penyaringan berbagai bahan mentah serta reaksi
3.	Katalisator	Katalisator reaksi pengangkut vinil klorida dan vinil asetat
4.	Lain-lain	Menghilangkan bau pada kamar pendingin
Untuk Cairan		
1.	Industri obat dan makanan	Menyaring dan menghilangkan warna
2.	Minuman ringan dan keras	Menghilangkan warna dan bau
3.	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah, zat perantara
4.	Pembersih air	Menyaring/menghilangkan warna, bau, sebagai alat pelindung dan penukar resin dalam alat penyulingan air
5.	Pembersih air buangan	Membersihkan air buangan dari pencemar, bau, warna, dan logam berat
6.	Penambakan udang, benur	Pemurnian, penghilangan bau dan warna
7.	Pelarut yang digunakan lagi	Penarikan kembali berbagai pelarut
Lain-lain		
1.	Pengolahan pulp	Pemurnian dan penghilangan bau
2.	Pengolahan pupuk	Pemurnian
3.	Pengolahan emas	Pemurnian
4.	Penyaringan minyak makan dan glukosa	Menghilangkan warna dan bau serta rasa yang tidak enak

Sumber : PDII LIPI 2004

2.2.2 Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Sawit

Pembuatan arang aktif dari cangkang sawit terdiri dari proses karbonisasi dan aktivasi (Kurniati. E, 2008):

- Proses Karbonasi

Tujuan: untuk menghilangkan senyawa-senyawa yang mudah menguap dalam bentuk unsur-unsur non karbon, hidrogen dan oksigen.

1. Cangkang kelapa sawit yang sudah kering dimasukkan kedalam drum atau kaleng yang telah dibuang tutup bagian atasnya dan diberi lubang sebanyak 4 buah dengan jarak yang sama pada tutup bagian bawahnya.
2. Ukuran lubang harus cukup besar agar memungkinkan udara masuk.
3. Drum ditempatkan pada 2 pipa di atas tanah dan dibakar.
4. Selama api menyala ditambahkan cangkang sawit sedikit demi sedikit sampai setinggi permukaan drum atau kaleng.
5. Penambahan dilakukan dengan api yang menyala kecil.
6. Setelah itu drum/kaleng ditutup dengan pelepah pisang atau karung basah dan dilapisi dengan penutup dari logam yang ditutupkan rapat.
7. Biarkan sampai menjadi dingin selama semalam.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses karbonasi :

1. Waktu karbonisasi

Bila waktu karbonisasi diperpanjang maka reaksi pirolisis semakin sempurna sehingga hasil arang semakin turun tetapi cairan dan gas makin meningkat. Waktu karbonisasi berbeda beda tergantung pada jenis-jenis dan jumlah bahan yang diolah. Misalnya : tempurung kelapa 3 jam (BPPI Bogor 1980 dalam Elly, 2008), sekam padi 2 jam (Joni TL dkk dalam Elly, 2008) dan tempurung kemiri 1 jam (Bardi. M dan A Mun'im dalam Elly, 2008), dan cangkang sawit memerlukan waktu 0,5 jam (Kurniati. E, 2008).

2. Suhu karbonisasi

Suhu karbonisasi yang berpengaruh terhadap hasil arang karena semakin tinggi suhu, arang yang diperoleh makin berkurang tapi hasil cairan dan gas semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh makin banyaknya zat - zat terurai dan yang teruapkan. Untuk tempurung kemiri suhu karbonisasi 400°C (Bardi. M, dan A Mun'im dalam Elly, 2008), dan tempurung kelapa suhu karbonisasi 600°C (BPPI Bogor

1980 dalam Elly, 2008), dan cangkang sawit suhu karbonisasi 400°C (Kurniati. E, 2008).

- Proses Aktivasi (Kurniati, E. 2008)

Tujuan: Untuk meningkatkan keaktifan dengan adsorpsi karbon dengan cara menghilangkan senyawa karbon pada permukaan karbon yang tidak dapat dihilangkan pada proses karbonasi.

1. Arang hasil pembakaran dihaluskan dan diayak dengan ukuran 150 μ m.
2. Untuk aktifasi atau menghilangkan ion logam yang terdapat pada arang cangkang sawit, material direndam dengan aktivator selama 3 jam.
3. Kemudian dicuci dengan aquades hingga pH netral.
4. Dikeringkan pada temperatur kamar 1 minggu sebelum digunakan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses aktivasi :

1. Waktu perendaman

Perendaman dengan bahan aktivasi ini dimaksudkan untuk menghilangkan atau membatasi pembentukan lignin, karena adanya lignin dapat membentuk senyawa tar. Waktu perendaman untuk bermacam-macam zat tidak sama. Misalnya sekam padi dengan aktivator NaCl direndam selama 24 jam (Majalah kulit, karet dan plastik, 2003)

Menurut Sani (2011) melakukan penelitian pembuatan karbon aktif dari tanah gambut dengan activator H₂SO₄ didapat waktu aktivasi yang optimum adalah 2,5 jam. Sedangkan hasil analisa karbon aktif dari tanah gambut, daya serap terhadap Iodine (I₂) yang didapat ialah 21,88%.

Menurut Salamah. S (2008) yang melakukan penelitian yaitu pembuatan karbon aktif dari kulit buah mahoni dengan activator KOH dimana proses perendaman larutan KOH dengan konsentrasi 1, 2, 3 N

dan perendaman selama 1, 2, 3, 4, dan 5 jam, kondisi optimum didapat pada konsentrasi larutan KOH 3 N dan lama perendaman 4 jam, semakin lama perendaman daya serapnya semakin besar hingga pada waktu 4 jam, daya serap terhadap larutan iodium yaitu 20,253%.

Dimana syarat mutu karbon aktif untuk daya serap terhadap Iodine (I_2) adalah minimal 20% (SII 0258-88). Jadi dari beberapa penelitian tersebut didapatkan bahwa waktu perendaman yang optimal untuk karbon aktif selama proses aktivasi sekitar 2 - 4 jam.

2. Konsentrasi aktivator

Semakin tinggi konsentrasi larutan kimia aktivasi maka semakin kuat pengaruh larutan tersebut mengikat senyawa - senyawa tar sisa karbonisasi untuk keluar melewati mikro pori - pori dari karbon sehingga permukaan karbon semakin porous yang mengakibatkan semakin besar daya adsorpsi karbon aktif tersebut. Mengikat senyawa-senyawa tar sisa karbonisasi keluar dari mikropori arang, sehingga permukaannya semakin porous (Kurniati. E, 2008).

Menurut Sani (2011), konsentrasi aktivator memberikan pengaruh pada proses aktivasi, yaitu semakin tinggi konsentrasi aktivator maka semakin besar pula pengaruhnya untuk mengikat senyawa - senyawa tar (tar adalah substansi hidrokarbon yang bersifat lengket dan menempel pada karbon) keluar melewati rongga atau pori-pori dari karbon aktif, sehingga volume pori semakin luas. Bertambahnya luas permukaan ini mengakibatkan semakin meningkatnya kemampuan adsorpsi dari arang aktif, maka semakin baik pula kualitas arang aktif tersebut.

3. Ukuran bahan

Makin kecil ukuran bahan makin cepat perataan keseluruhan umpan sehingga pirolisis berjalan sempurna. Pada pirolisis tempurung kelapa 2 - 3 mm (Tutik. M dan Faizah. H dalam Elly, 2008).

2.2.3 Karakterisasi Karbon Aktif

Penentuan sifat-sifat karbon aktif yang diperoleh melalui karbonisasi dan aktivasi, maka perlu dilakukan karakterisasi. Karakterisasi dalam penelitian ini meliputi penentuan kadar air, kadar abu, kadar zat terbang dan daya serap iodin.

a. Penentuan Kadar Air

Penentuan kadar air dapat dilakukan dengan asumsi bahwa dalam karbon aktif tersebut hanya air yang merupakan senyawa mudah menguap. Pada dasarnya penentuan kadar air adalah dengan menguapkan air dari karbon aktif dengan pemanasan 150°C sampai didapatkan berat konstan (Jankowska, dkk dalam Elly, 2008).

Penetapan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis arang aktif, dimana karbon aktif mempunyai sifat afinitas yang besar terhadap air. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia karbon aktif yang baik mempunyai kadar air maksimal 15% (SII No. 0258-79).

b. Penentuan Kadar Zat Terbang

Prinsip dalam penentuan kadar zat terbang adalah sampel dari air menguap pada suhu di atas 100°C sehingga tercapai berat konstan selama ± 4 jam (kadar air) diambil sebanyak 1 gram lalu dipanaskan dalam furnace pada suhu 900°C selama 7 menit. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia karbon aktif yang baik mampu kadar zat terbang maksimal 25% (SNI 06-3730-1995).

c. Penentuan Kadar Abu

Karbon aktif yang dibuat dari bahan alam tidak hanya mengandung senyawa karbon saja, tetapi juga mengandung beberapa mineral. Sebagian mineral ini hilang selama proses karbonisasi dan aktivasi, sebagian lagi tertinggal dalam karbon aktif (Jankowska, dkk dalam Elly, 2008). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia karbon aktif yang baik mempunyai kadar abu maksimal 10% (SII No. 0258-79).

Kadar abu juga merupakan faktor yang menunjukkan kemurnian arang aktif. Menurut Sudarmadji *et.al* (1989), abu adalah zat anorganik

sisanya hasil pembakaran suatu bahan organik atau zat yang tidak ikut terbang. Abu terdiri dari senyawa dengan unsure Si, Al, Ca, dan Mg. Kandungan abu sangat berpengaruh pada kualitas karbon aktif sebagai adsorben.

d. Penentuan Kadar Karbon terikat

Karbon dalam arang adalah zat yang terdapat pada fraksi padat hasil pirolisis selain abu (zat anorganik) dan zat-zat yang masih terdapat pada pori-pori arang. Prosedur pengujian dan perhitungan kadar karbon mengacu pada SNI 06-3730-1995.

e. Penentuan Daya Serap Iod

Adsorpsi iodin telah banyak dilakukan untuk menentukan kapasitas adsorpsi karbon aktif. Penetapan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna. Angka iodin didefinisikan sebagai jumlah milligram iodin yang diadsorpsi oleh satu gram karbon aktif. Dimana konsentrasi filtrat adalah 0,02 N, pada metode ini diasumsikan bahwa iodin berada dalam kesetimbangan pada konsentrasi 0,02 N yaitu dengan terbentuknya lapisan tunggal (monolayer) pada permukaan karbon aktif dan inilah yang menjadi alasan mengapa terdapat hubungan antara bilangan iodium dengan luas permukaan spesifik karbon aktif (Jankowska, dkk. dalam Elly, 2008).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia karbon aktif yang baik mampu menyerap iodin minimal 750 mg/g (SII No. 0258-79).

2.3 Adsorpsi

Adsorpsi menggunakan istilah adsorban dan adsorben, dimana adsorben merupakan suatu penyerap yang dalam hal ini berupa senyawa karbon, sedangkan adsorban adalah merupakan suatu media yang diserap.

Pada air buangan proses adsorpsi adalah merupakan gabungan antara adsorpsi secara fisika dan kimia yang sulit dibedakan, namun tidak akan mempengaruhi analisa pada proses adsorpsi. Adsorpsi adalah proses adhesi yang terjadi pada permukaan suatu zat padat atau cair yang berkontak dengan

media lainnya, sehingga menghasilkan akumulasi atau bertambahnya konsentrasi molekul – molekul (Soedarsono dan Benny, 2005).

2.3.1 Jenis Adsorpsi

Adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu ;

- Adsorpsi fisik, yaitu berhubungan dengan gaya Van der Waals dan merupakan suatu proses bolak – balik apabila daya tarik menarik antara zat terlarut dan adsorben lebih besar daya tarik menarik antara zat terlarut dengan pelarutnya maka zat yang terlarut akan diadsorpsi pada permukaan adsorben. Adsorpsi ini mirip dengan proses kondensasi dan biasanya terjadi pada temperatur rendah. Pada proses ini gaya yang menahan molekul fluida pada permukaan solid relatif lemah. Dan besarnya gaya kohesi molekul pada fase cair (gaya van der waals). Mempunyai derajat yang sama dengan panas dari gaya kondensasi dari gas menjadi cair yaitu sekitar 2.19 sampai 21,9 kg/kmol. Keseimbangan antara permukaan solid dengan molekul fluida biasanya cepat tercapai dan bersifat *reversible*.
- Adsorpsi kimia, yaitu reaksi yang terjadi antara zat padat dan zat terlarut yang teradsorpsi. Adsorpsi ini bersifat spesifik dan melibatkan gaya yang jauh lebih besar dari pada adsorpsi fisika. Menurut Langmuir, molekul teradsorpsi ditahan pada permukaan oleh gaya valensi yang tipenya sama dengan yang terjadi antara atom atom molekul. Karena adanya ikatan kimia maka pada permukaan adsorben akan terbentuk lapisan atau layer, dimana terbentuknya lapisan tersebut akan menghambat proses penyerapan selanjutnya oleh bantuan adsorben sehingga efektifitasnya berkurang.

2.3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Menurut M.T. Sembiring dkk, (2003) bahwa karbon aktif yang baik mempunyai persyaratan seperti yang tercantum pada SII No.0258 - 79. Sifat

karbon aktif yang paling penting adalah daya serap. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, yaitu :

1. Sifat Serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh karbon aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing - masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama, seperti dalam deret homolog.

2. Temperatur / suhu.

Dalam pemakaian karbon aktif dianjurkan untuk menyelidiki suhu pada saat berlangsungnya proses. Karena tidak ada peraturan umum yang bisa diberikan mengenai suhu yang digunakan dalam adsorpsi. Faktor yang mempengaruhi suhu proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas thermal senyawa serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna maupun dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya.

3. pH (Derajat Keasaman).

Untuk asam-asam organik, adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

4. Waktu Singgung

Bila karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah arang yang digunakan. Selisih ditentukan oleh dosis karbon aktif, pengadukan juga mempengaruhi waktu singgung. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan. Untuk larutan

yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu singgung yang lebih lama.

2.4 Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (PKS)

Limbah cair industri kelapa sawit berasal dari unit proses pengukusan (sterilisasi), proses klarifikasi dan buangan dari hidrosiklon. Limbah cair industri minyak kelapa sawit mengandung bahan organik yang sangat tinggi, sehingga kadar bahan pencemaran akan semakin tinggi (Kardila. V, 2011).

Limbah cair industri minyak kelapa sawit mengandung bahan organik yang sangat tinggi yaitu BOD 25.500 mg/l, dan COD 48.000 mg/l sehingga kadar bahan pencemaran akan semakin tinggi. Oleh sebab itu untuk menurunkan kandungan kadar bahan pencemaran diperlukan degradasi bahan organik. Secara umum dampak yang ditimbulkan oleh limbah cair industri kelapa sawit adalah tercemarnya badan air penerima yang umumnya sungai karena hampir setiap industri minyak kelapa sawit berlokasi didekat sungai. Limbah cair industri kelapa sawit bila dibiarkan tanpa diolah lebih lanjut akan terbentuk ammonia, hal ini disebabkan bahan organik yang terkandung dalam limbah cair tersebut terurai dan membentuk ammonia. Terbentuk ammonia ini akan mempengaruhi kehidupan biota air dan dapat menimbulkan bau busuk (Azwir, 2006).

Tabel 2.5 Baku Mutu Limbah Cair Untuk Industri Minyak Sawit

Parameter	Kadar Maksimum	Satuan
BOD	100	mg/l
COD	350	mg/l
TSS	250	mg/l
Minyak dan Lemak	25	mg/l
Nitrogen Total (sebagai N)	50	mg/l
pH	6,0 – 9,0	
Debit air limbah maksimum sebesar 2,5 m ² perton produk minyak sawit (CPO)		

Sumber: Per Men LH No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri (BAPEDAL)

2.4.1 Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (PKS)

Teknik pengolahan limbah cair yang biasanya diterapkan di PKS adalah (Kardila. V, 2011) :

1. Kolam pengumpulan (*fat fit*)

Kolam ini berguna untuk menampung cairan - cairan yang masih mengandung minyak yang berasal dari air kondensat dan stasiun klarifikasi.

2. Kemudian dimasukkan ke unit *deoling ponds* untuk dikutip minyaknya dan diturunkan suhunya dari 70 – 80°C menjadi 40 – 45°C melalui menara atau bak pendingin.

3. Kolam pengasaman

Pada proses ini digunakan mikroba untuk menetralsir keasaman cairan limbah. Pengasaman bertujuan agar limbah cair yang mengandung bahan organik lebih mudah mengalami biodegradasi dalam suasana anaerobik. Limbah cair dalam kolam mini mengalami asidifikasi yaitu terjadinya kenaikan konsentrasi asam - asam yang mudah menguap. Waktu penahanan hidrolisis (WHP) limbah cair dalam kolam pengasaman ini lebih dari 5 hari. Kemudian sebelum diolah d unit pengolahan limbah kolam anaerobik, limbah dinetralkan terlebih dahulu dengan menambahkan kapur tohor hingga mencapai pH antara 7,0 – 7,5.

4. Kolam anaerobik primer

Pada proses ini memanfaatkan mikroba dalam suasana anaerobik atau aerobik untuk merombak BOD dan biodegradasi bahan organik menjadi senyawa asam dan gas. WHP dalam kolam ini mencapai 40 hari.

5. Kolam anaerobik sekunder

Adapun WHP limbah dalam kolam ini mencapai 20 hari. Kebutuhan lahan untuk kolam anaerobik primer dan sekunder mencapai 7 hektar untuk PKS dengan kapasitas 30 ton TBS/jam.

6. Kolam pengendapan

Kolam pengendapan ini bertujuan untuk mengendapkan lumpur - lumpur yang terdapat dalam limbah cair. WHP limbah dalam kolam mini berkisar

2 hari. Biasanya ini merupakan pengolahan terakhir sebelum limbah dialirkan ke badan air dan diharapkan pada kolam mini limbah sudah memenuhi standar baku mutu air sungai. (Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit).

2.4.2 Analisa Limbah Cair Kelapa Sawit (POME)

2.4.2.1 Kadar pH dalam Limbah Cair Kelapa Sawit

Menurut Ambarlina, Ika (2012), pada pH limbah cair kelapa sawit pHnya bersifat asam berkisar 4,5 dan apabila tidak diolah lebih lanjut akan mengakibatkan pencemaran lingkungan.

Menurut Ahmad (2004), limbah cair pabrik kelapa sawit bersifat asam dengan pH 3,5 - 5.

Menurut Adrianto, Ahmad dkk (2011), pH limbah cair minyak sawit pada PTPN V Sei. Pagar sebesar 5,6.

Kadar pH limbah cair kelapa sawit dapat dilihat bahwa bersifat asam berkisar 3,5 – 5,6 sedangkan berdasarkan baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit yang bersumber dari keputusan menteri Negara lingkungan hidup nomor 51 tahun 1995, pH maksimum limbah cair kelapa sawit berkisar 6,0 – 9,0. Sehingga limbah cair kelapa sawit harus dilakukan pengolahan agar tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan.

2.4.2.2 Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimia dalam jumlah oksigen yang dibutuhkan agar bahan buangan yang ada dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. (Wisnu dalam Ambarlina. Ika, 2012)

Menurut Ambarlina, Ika (2012), jumlah COD limbah cair kelapa sawit yang belum diolah sebesar 1910,4 mg/l.

Menurut Adrianto, Ahmad dkk (2011), COD limbah cair minyak sawit pada PTPN V Sei. Pagar sebesar 60000 mg/l.

Menurut Kasnawati (2011), dari hasil penelitian awal pada limbah cair pabrik kelapa sawit diperoleh nilai COD 13344 mg/l.

Menurut Azwir (2006), limbah cair industri minyak kelapa sawit mengandung COD 48.000 mg/l.

Kadar COD limbah cair kelapa sawit dapat dilihat mempunyai nilai yang berbeda-beda tergantung dari sumber minyak sawit dan bahan yang digunakan dalam pembuatannya. Namun, berdasarkan baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit yang bersumber dari keputusan menteri Negara lingkungan hidup nomor 51 tahun 1995, kadar maksimum COD limbah cair kelapa sawit berkisar 350 mg/l. Sehingga limbah cair harus dilakukan pengolahan agar tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan.

2.4.2.3 Biological Oxygen Demand (BOD)

Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasikan) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat - zat organik yang tersuspensi dalam air (Rumidatul. A, 2006).

Menurut Kasnawati (2011), dari hasil penelitian awal pada limbah cair pabrik kelapa sawit diperoleh nilai BOD 5540 mg/l.

Menurut Azwir (2006), limbah cair industri minyak kelapa sawit mengandung BOD 25.500 mg/l.

Kadar BOD limbah cair kelapa sawit dapat dilihat mempunyai nilai yang berbeda - beda tergantung dari sumber minyak sawit dan bahan yang digunakan dalam pembuatannya. Namun, berdasarkan baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit yang bersumber dari Keputusan Menteri Negara lingkungan hidup nomor 51 tahun 1995, kadar maksimum BOD limbah cair kelapa sawit berkisar 250 mg/l. Sehingga limbah cair harus dilakukan pengolahan agar tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan.

2.4.2.4 Total Suspended Solid (TSS)

TSS adalah jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada dalam limbah setelah mengalami pengeringan. Penentuan zat padat tersuspensi (TSS) berguna untuk mengetahui kekuatan pencemaran air limbah domestik, dan juga berguna untuk penentuan efisiensi unit pengolahan air (BAPPEDA dalam Ika, 2012).

Menurut Ambarlina Ika (2012), jumlah TSS limbah cair kelapa sawit yang belum diolah sebesar 259 mg/l.

Menurut Kasnawati (2011), dari hasil penelitian awal pada limbah cair pabrik kelapa sawit diperoleh nilai TSS 10418 mg/l.

Kadar TSS limbah cair kelapa sawit dapat dilihat mempunyai nilai yang berbeda-beda tergantung dari sumber minyak sawit dan bahan yang digunakan dalam pembuatannya. Namun, berdasarkan baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit yang bersumber dari keputusan menteri Negara lingkungan hidup nomor 51 tahun 1995, kadar maksimum TSS limbah cair kelapa sawit berkisar 250 mg/l. Sehingga limbah cair harus dilakukan pengolahan agar tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada 14 Maret 2016 sampai 31 Maret 2016 di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Palembang dan Laboratorium dan Peralatan Eksplorasi Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Sumsel.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat Utama :

Peralatan utama yang digunakan yaitu Furnace, Oven, Neraca Analitik, Grinder, dan Ayakan 0,177 mm.

Alat Pendukung :

Peralatan pendukung yang digunakan diantaranya cawan silika, cawan porselin, Kertas Whatman, penjepit cawan, kaca arloji, spatula, pengaduk, peralatan titrasi, desikator, gelas kimia, erlenmeyer, hotplate, wadah plastik, pH Meter, alat uji TSS, dan stopwatch.

3.2.2 Bahan

Bahan Utama :

Bahan Utama yang digunakan yaitu Cangkang Sawit sebanyak 1 kg dan POME sebanyak 1 Liter yang diambil dari salah satu perusahaan kelapa sawit di Sumatera Selatan dan KOH dari Laboratorium Universitas Muhammadiyah.

Bahan Pendukung :

Bahan Pendukung yang digunakan diantaranya Indikator kanji, larutan thiosulfat, larutan iodine, H₂SO₄, dan aquadest.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan untuk mempelajari pengaruh konsentrasi KOH dengan variasi suhu karbonisasi 450°C dan 500°C terhadap karakter karbon aktif. Konsentrasi KOH yang digunakan untuk merendam karbon aktif selama 4 jam adalah 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dalam 500 ml. Parameter yang diamati adalah kadar air, kadar abu, dan bilangan iodium dari karbon aktif yang kemudian diaplikasikan pada pengolahan limbah cair di industri kelapa sawit dengan menentukan parameter pH, COD, BOD, dan TSS.

3.4 Cara Kerja

3.4.1 Preparasi Sampel

Cangkang sawit yang diambil dari salah satu perusahaan kelapa sawit di Sumatera Selatan dijemur dibawah sinar matahari sampai kering dan dibersihkan dari kotoran yang ada pada cangkang sawit.

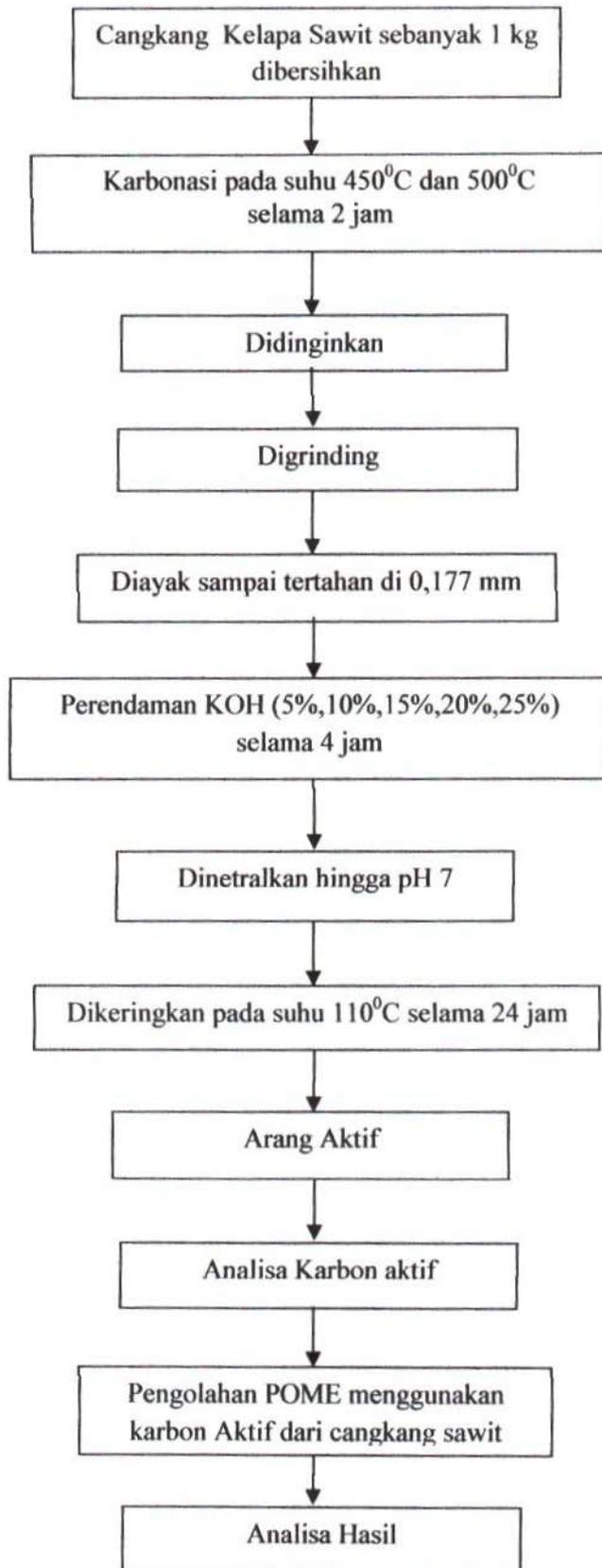
3.4.2 Pembuatan Karbon Aktif

3.4.2.1 Proses Karbonisasi

- a. Cangkang ditimbang sebanyak 1 kg, lalu dikarbonisasi pada suhu 450 dan 500 °C selama 2 jam di dalam furnace.
- b. Setelah itu arang yang terbentuk digiling dan diayak dengan ukuran 0.177 mm

3.4.2.2 Proses Aktivasi

- a. Arang yang terbentuk direndam dalam larutan KOH (5%,10%,15%,20%,25%) selama 4 jam kemudian disaring.
- b. Setelah itu, dinetralkan dengan aquadest hingga pH 7
- c. Lalu dikeringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam
- d. Arang Aktif yang terbentuk kemudian dianalisa



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

3.4.3 Analisa Karbon Aktif

3.4.3.1 Penentuan Kadar Air (ASTM Standar D 3173 – 2003)

1. Memanaskan botol timbang kosong di oven, tutup kemudian dinginkan di dalam desikator selama 15 - 30 menit, timbang berat kosongnya.
2. Menimbang $1 \pm 0,01$ gr contoh ke dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya.
3. Memasukan botol timbangan berisi contoh (dibuka tutupnya) ke dalam oven yang sudah dipanaskan pada suhu $104^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$, tutup oven.
4. Memanaskan botol timbangan berisi contoh ± 1 jam
5. Membuka oven, secara cepat tutup botol timbang berisi contoh yang sudah kering kemudian angkat dan diinginkan di dalam desikator.
6. Menimbang secepatnya bila suhunya sudah mencapai suhu kamar.
7. Menghitung kadar air.

$$\% \text{ kadar air} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

m_1 = berat botol timbang dan tutup

m_2 = (berat botol timbang dan tutup) ditambah sampel sebelum pemanasan

m_3 = (berat botol timbang dan tutup) ditambah sampel setelah pemanasan

3.4.3.2 Penentuan Kadar Abu (ASTM Standar D 3174-04)

1. Menimbang $1 \pm 0,01$ gr sampel ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya dan tutup dengan cepat.
2. Menempatkan cawan yang berisi sampel tersebut (buka tutupnya) dalam muffle furnace dingin kemudian panaskan suhu furnace sampai mencapai $450^{\circ}\text{C} - 500^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam.
3. Memanaskan contoh sampai suhu akhir furnace mencapai $700^{\circ}\text{C} - 750^{\circ}\text{C} \pm 1$ jam.

4. Meneruskan pemanasan pada suhu akhir selama 2 jam atau sampai semua contoh sempurna menjadi abu.
5. Mengangkat cawan dari dalam furnace, tutup cawan dan letakan di atas lempengan logam.
6. Mendinginkan ± 10 menit kemudian masukan ke dalam desikator.
7. Setelah dingin menimbang cawan yang berisi abu.
8. Menghitung kadar abu.

$$\% \text{ kadar abu} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100\% \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

m_1 = berat cawan kosong

m_2 = berat cawan dan sampel

m_3 = berat cawan dan abu

3.4.3.3 Penentuan Kadar Karbon (SNI 06-3730-1995)

$$\text{Kadar Karbon} = 100\% - (\text{VM} + \text{IM} + \text{AC})$$

Dimana:

VM = Kadar Zat terbang (%)

IM = Kadar Air (%)

AC = Kadar Abu (%)

3.4.3.4 Penentuan Kadar Zat Terbang (ISO 562 – 1998)

1. Meletakkan cawan silica dan tutupnya dalam dudukan kawat nikel chrom, lalu panaskan pada suhu 900 ± 10^0 C selama 7 menit.
2. Mengangkat dudukan dan cawan dari dalam furnace lalu dinginkan diatas lempengan logam selama 5 menit, kemudian masukan ke dalam desikator.
3. Setelah dingin menimbang cawan dan tutupnya.
4. Menimbang $1 \pm 0,01$ g sampel dalam cawan tersebut.

5. Meratakan permukaan sampel dengan cara mengetuk-ngetuk cawan secara perlahan-lahan.
6. Meletakkan cawan dalam keadaan tertutup diatas dudukan.
7. Memasukan dudukan tadi ke dalam furnace, panaskan tepat selama 7 menit pada suhu $900 \pm 10^{\circ}\text{C}$.
8. Mengangkat dudukan furnace, dinginkan diatas lempengan logam selama 5 menit dan lanjutkan di dalam desikator.
9. Menimbang cawan bila sudah dingin.
10. Menghitung kadar zat terbang.

$$\% \text{ kadar zat terbang} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% - Mad \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

- m_1 = berat cawan dan tutup
- m_2 = (berat cawan dan tutup) ditambah contoh sebelum pemanasan
- m_3 = (berat cawan dan tutup) ditambah contoh setelah pemanasan
- Mad = kadar air (%)

3.4.3.5 Penentuan Bilangan Iod (SII-0258-79)

- a. Memipet 25 ml larutan I_2 dalam KI
- b. Menambahkan 0,125 gr sampel yang sebelumnya telah dipanaskan pada suhu 110°C selama 2 jam ke dalam Erlenmeyer 250 ml
- c. Larutan dikocok selama 30 menit dengan kecepatan 150 rpm kemudian disaring
- d. Memipet 10 ml filtrat
- e. Menambahkan H_2SO_4 sebanyak 5 ml
- f. Mentitrasi dengan larutan Natrium Thiosulfat sampai berubah warna menjadi kuning
- g. Menambahkan 5 ml indikator kanji
- h. Mentitrasi kembali hingga warna biru menghilang

Perhitungan :

$$\text{Bilangan Iod (mg/g)} = \frac{25 (B-A) \times BE I_2 \times N}{10 w} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana :

B : Volume blanko

S : Volume sampel

W : Berat Karbon Aktif

N : Normalitas thiosulfat

Be I₂ : 126,91

3.4.4 Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit (POME) Menggunakan Karbon Aktif dari Cangkang Sawit

Karbon aktif sebanyak 10 gram di tempatkan di dalam wadah berbentuk tabung panjang yang dilapisi corong plastik, lalu limbah cair kelapa sawit sebanyak 250 ml dilewatkan kedalamnya secara perlahan sambil ditampung hasil penyaringannya dalam gelas kimia. Hasil penyaringan kemudian dianalisa pH, COD, BOD, dan TSS.

3.4.5 Analisa Limbah Cair Kelapa Sawit

3.4.5.1 Penentuan *Chemical Oxygen Demand* (COD) (SNI 6989.2:2009)

- a) Memipet 10 mL contoh uji, masukan ke dalam Erlenmeyer 250 mL.
- b) Menambahkan 0,2 gr serbuk HgSO₄ dan beberapa batu didih.
- c) Menambahkan 5 mL larutan kalium dikromat, K₂Cr₂O₇ 0,25 N.
- d) Menambahkan 15 mL pereaksi asam sulfat – perak sulfat perlahan-lahan sambil didinginkan dalam air pendingin.
- e) Menghubungkan dengan pendingin Leibig dan didihkan diatas hot plate selama 2 jam
- f) Mendinginkan dan mencuci bagian dalam dari pendingin dengan air suling hingga volume uji menjadi lebih kurang 70 mL.
- g) Mendinginkan sampai temperatur kamar, tambahkan indikator ferroin 2 sampai dengan 3 tetes, titrasi dengan larutan FAS 0,1 N sampai warna merah kecoklatan, catat kebutuhan larutan FAS.

- h) Melakukan langkah a) sampai dengan g) terhadap air suling sebagai blanko. Catat kebutuhan larutan FAS. Analisa blanko ini sekaligus melakukan pembakuan larutan FAS dan dilakukan setian penentuan COD

$$COD(mg/LO_2) = \frac{(A-B)(N)(8000)}{mL.contoh-uji} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dengan pengertian:

A adalah volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko, mL;

B adalah volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk contoh, mL;

N adalah normalitas larutan FAS.

3.4.5.2 Penentuan *Biological Oxygen Demand (BOD)* (SNI 6989.72:2009)

1. Memasukkan sampel ke dalam botol BOD secara hati-hati, jangan sampai timbul gelembung udara
2. Menutup botol lalu buang air yang tersisa diatas atau di samping tutup botol
3. Tetes demi tetes $KMNO_4$ ditambahkan sampai terjadi warna merah muda, selanjutnya teteskan Asam oksalat hingga warna merah mudanya hilang
4. Memasukkan 2 ml $MnSO_4$ 40% melalui leher botol
5. Menambahkan 2 ml pereaksi oksigen, aduk hingga homogen dengan membolak-balikkan botol.
6. Mendinginkan selama 15 menit, bila terjadi endapan coklat berarti terdapat DO, namun bila endapan berwarna putih berarti DO sama dengan nol, tidak perlu dilakukan pemeriksaan selanjutnya
7. Endapan dilarutkan dengan H_2SO_4 pekat sebanyak 2 ml, selanjutnya pindahkan 200 ml ke dalam Erlenmeyer 500 ml
8. Mentitrasi dengan Natrium thiosulfat $Na_2S_2O_3$ sampai terjadi warna kuning muda. Menambahkan 2-3 tetes indikator amilum sampai berubah warna menjadi biru.
9. Mentitrasi lagi dengan $Na_2S_2O_4$ sampai warna birunya hilang

Perhitungan :

$$DO \text{ (ml/l)} = \frac{1000}{(\text{vol sampel}-4)} \times \text{ml Na Thiosulfat} \times 0,2 \times 0,950 \dots\dots (3.6)$$

Keterangan : 4 = jumlah penambahan MnSO₄ dan pereaksi O₂
 0,2 = 1ml larutan Na Thio Sulfat 0,025 = 0,2 mg O₂
 0,950 = Faktor koreksi Na Thiosulfat

10. Setelah dibuat pengenceran sesuai dengan DO awalnya, sampel dibagi 2 masing-masing dimasukkan ke dalam botol BOD sampai penuh. Kemudian botol pertama diperiksa DO segera campuran (DO₀) yaitu limbah+pengencer, sedangkan botol kedua dieramkan selama 5 hari dalam incubator dengan suhu 20°C. Setelah dieramkan selama 5 hari, lakukan pemeriksaan DO pada sampel campuran tersebut.

Perhitungan :

$$BOD_{5,20} \text{ (mg/l)} = (DO_{\text{air camp.segera}} - DO_{\text{air camp.5hari}}) \times \text{pengenceran} \dots\dots (3.7)$$

3.4.5.3 Penentuan Total Suspended Solid (TSS) (SNI 06-6989.3-2004)

- a) Melakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling.
- b) Mengaduk contoh uji dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen.
- c) Memipet contoh uji dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik.
- d) Mencuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- e) Memindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbangan aluminium sebagai penyangga. Jika digunakan cawan Gooch, pindahkan cawan dari rangkaian alatnya.

- f) Mengeringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103⁰C sampai dengan 150⁰C, dinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
- g) Mengulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan lakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5mg.

CATATAN 1 :

Jika filtrasi sempurna membutuhkan waktu lebih dari 10 menit, perbesar diameter kertas saring atau kurangi volume contoh uji.

CATATAN 2 :

Mengukur volume contoh uji yang menghasilkan berat kering residu 2,5 mg sampai dengan 200 mg. Jika volume yang disaring tidak memenuhi hasil minimum, perbesar volume contoh uji sampai 1000 mL.

$$mgTSSperliter = \frac{(A - B) \times 1000}{volume\ contoh\ uji,\ mL}$$

Keterangan :

- A adalah berat kertas saring ditambah residu kering, mg.
- B adalah berat kertas saring, mg.

3.4.5.4 Penentuan pH (SNI 06-6989.11-2004)

Analisa pH dengan menggunakan alat pH-meter , dengan prosedur :

- Menyiapkan sampel air limbah ke dalam gelas kimia
- Memasang elektroda yang ada pada alat
- Menekan tombol *power*
- Membilas elektroda dengan aquades dan mengeringkan dengan kertas tissue
- Menekan tombol M
- Mencelupkan elektroda ke dalam air limbah, baca angka pada *display* dan catat nilai pH dan suhu yang tercantum
- Membilas kembali elektroda dengan aquades lalu mematikan alat.

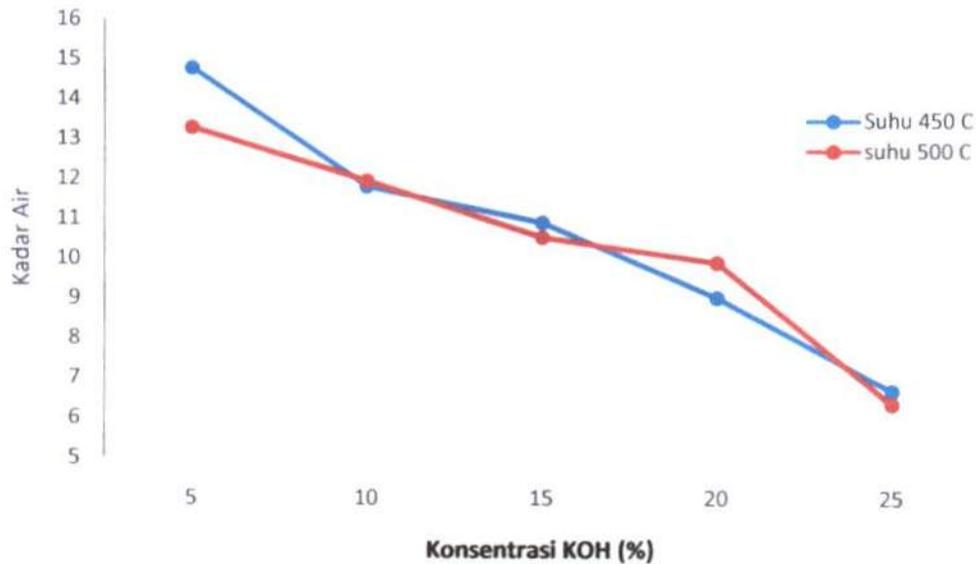


BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Air Terikat (*Inherent Moisture*)

Tabel 4.1 Data Hasil Penelitian Kadar Air Terikat pada Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit dengan Variasi Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi Aktivator

Suhu °C	Konsentrasi Aktivator KOH (%)	Kadar Air (%)
450	5	14,780
	10	11,800
	15	10,900
	20	9,010
	25	6,670
500	5	13,280
	10	11,940
	15	10,530
	20	9,880
	25	6,340



Gambar 4.1 Hubungan antara konsentrasi aktivator KOH dengan kadar air terikat

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi aktivator, maka kadar air cenderung semakin kecil. Pada suhu karbonisasi 450°C, kadar air mencapai 14,78% dengan konsentrasi aktivator 5%. Nilai tersebut semakin turun dan penurunan paling tampak terjadi pada suhu 500°C yakni sebesar 6,34% pada konsentrasi aktivator 25%. Pada dasarnya, perendaman dengan bahan pengaktif dilakukan untuk mengurangi kadar tar pada karbon, akibatnya semakin tinggi konsentrasi aktivator maka kadar tar akan berkurang namun permukaan karbon aktif juga akan semakin luas, dan menyebabkan kandungan air yang ada dalam pori-pori karbon akan lepas. Bertambahnya luas permukaan pori-pori ini mengakibatkan semakin meningkatnya kemampuan adsorpsi dari arang aktif, maka semakin baik pula kualitas arang aktif tersebut.

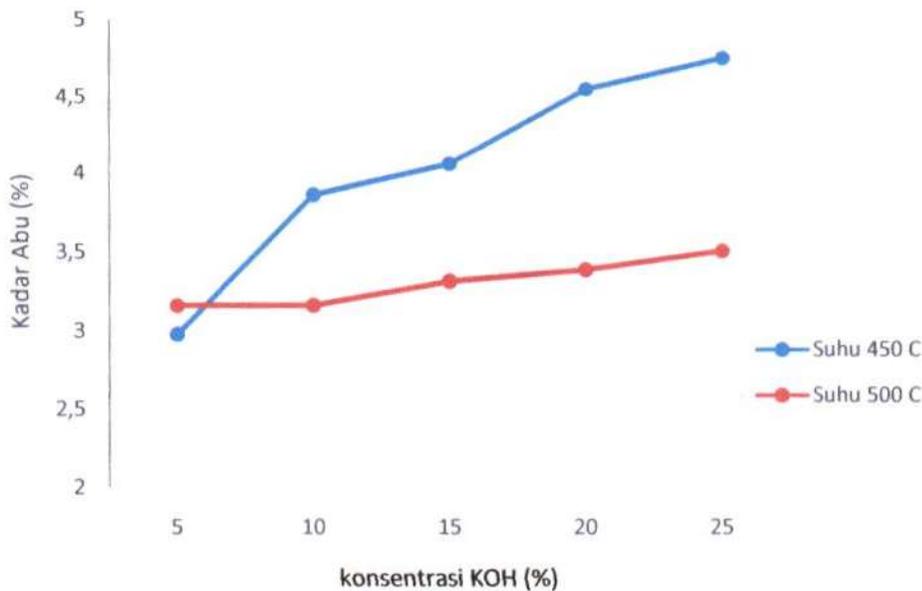
Selain itu, nilai kadar air karbon aktif pada suhu karbonisasi 500°C lebih kecil yaitu berkisar 6,34 - 13,28 % dibandingkan dengan kadar air suhu karbonisasi 450°C yaitu 6,67 - 14,78 %, oleh karena itu semakin tinggi suhu karbonisasi maka kadar air yang menguap dari cangkang sawit akan semakin banyak.

Syarat mutu karbon aktif untuk kadar air yakni maksimum 15% (SII No.0258-79 dan SNI 06-3730-1995), jadi hasil kadar air yang diperoleh pada penelitian ini sudah memenuhi syarat.

4.2 Kadar Abu (*Ash Content*)

Tabel 4.2 Data Hasil Penelitian Kadar Abu pada Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit dengan Variasi Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi Aktivator

Suhu °C	Konsentrasi Aktivator KOH (%)	Kadar Abu (%)
450	5	2,979
	10	3,860
	15	4,059
	20	4,548
	25	4,750
500	5	3,161
	10	3,160
	15	3,313
	20	3,385
	25	3,506



Gambar 4.2 Hubungan antara Konsentrasi KOH Terhadap Kadar Abu

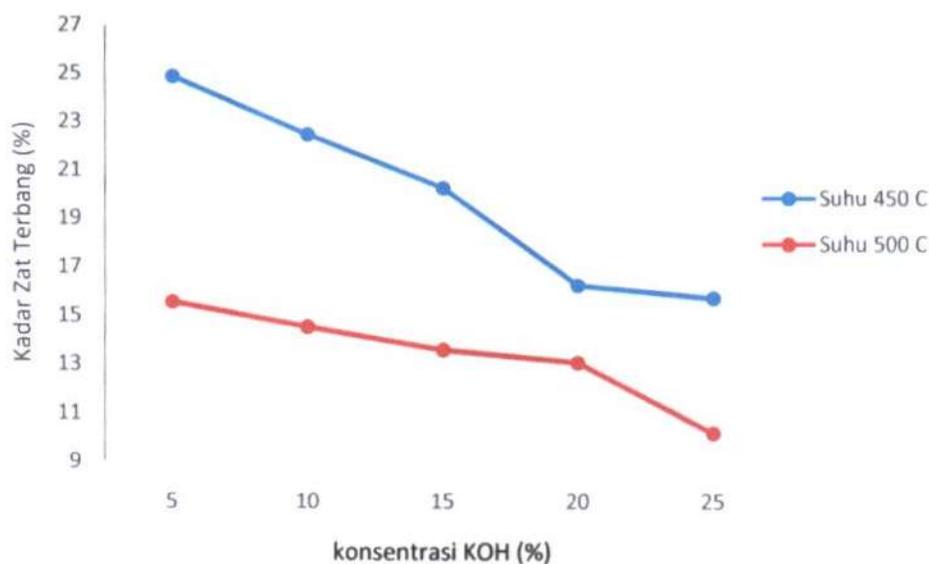
Dari Gambar 4.2 ditunjukkan bahwa kadar abu dari semua karbon aktif yang dihasilkan pada penelitian ini memenuhi SII No. 0258-79 yaitu maksimal 10%, dimana pada suhu karbonisasi 500°C yaitu 3,161 - 3,506 % dan pada suhu karbonisasi 450°C yaitu 2,97 - 4,75 %. Namun pada kadar abu pada suhu 500°C dengan konsentrasi KOH 5% lebih tinggi dari pada suhu 450°C , hal ini kemungkinan terjadi karena pada tahap penetralan pH setelah tahap aktivasi dengan cara pencucian dengan aquadest tidak semaksimal pencucian karbon aktif dengan konsentrasi lainnya, sehingga masih mengandung tar dan mineral organik yang tinggi sehingga menutupi pori dari karbon aktif tersebut.

Selain itu, dari gambar juga dapat dilihat bahwa semakin besar persentase konsentrasi aktivator maka semakin besar pula kadar abu yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivator dapat memperluas permukaan karbon aktif cangkang sawit akibat dari besar dan banyaknya pori-pori yang dihasilkan. Selama pembentukan pori, pada proses aktivasi terjadi pembakaran kristal yang akan menjadi abu, sehingga semakin banyak pori-pori yang terbentuk maka abu yang dihasilkan juga semakin banyak.

4.3 Kadar Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Tabel 4.3 Data Hasil Penelitian Kadar Zat Terbang pada Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit dengan Variasi Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi Aktivator

Suhu °C	Konsentrasi Aktivator KOH (%)	Kadar Zat Terbang (%)
450	5	24,852
	10	22,430
	15	20,221
	20	16,220
	25	15,685
500	5	15,557
	10	14,502
	15	13,552
	20	13,043
	25	10,163



Gambar 4.3 Hubungan antara Konsentrasi KOH dengan kadar zat terbang

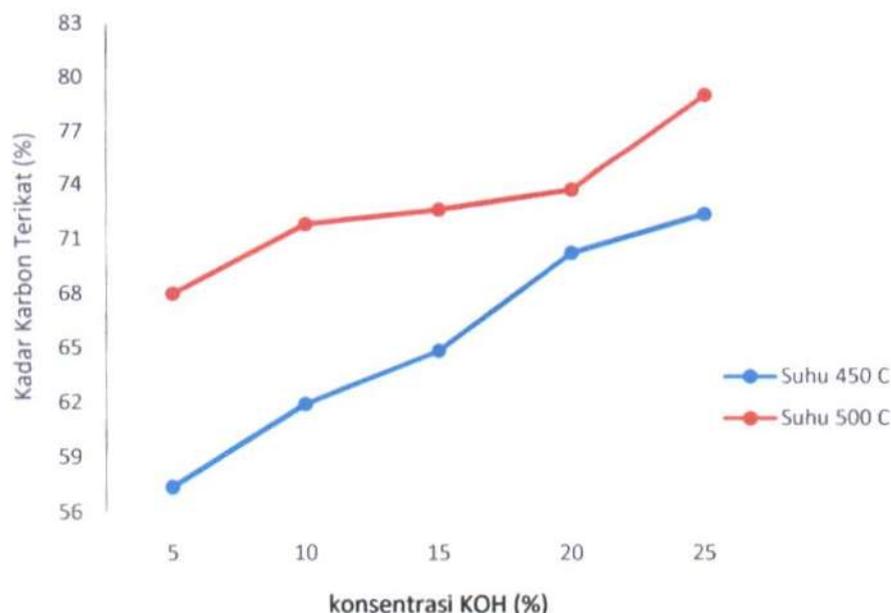
Dari Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu pengarangan maka kecenderungan kadar zat terbang semakin menurun, hal ini terjadi karena pada saat cangkang sawit dikarbonisasi, zat terbang yang terdapat pada cangkang

sawit akan keluar. Kadar zat terbang yang dihasilkan oleh karbon aktif suhu karbonisasi 500°C lebih rendah dari kadar zat terbang yang dihasilkan pada suhu karbonisasi 450°C. Kadar zat terbang tertinggi (24,852%) diperoleh dari karbon aktif dengan suhu karbonisasi 450°C dengan konsentrasi KOH 5%, dan kadar zat terbang terendah (10,163%) diperoleh pada suhu karbonisasi 500°C dengan konsentrasi KOH 25%. Syarat mutu karbon aktif untuk kadar zat terbang menurut SNI 06-3730-1995 maksimum sebesar 15%, jadi kadar zat terbang yang memenuhi syarat terdapat pada karbon aktif pada suhu karbonisasi 500°C.

4.4 Kadar Karbon (*Fixed Carbon*)

Tabel 4.4 Data Hasil Penelitian Kadar Karbon Terikat pada Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit dengan Variasi Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi Aktivator

Suhu °C	Konsentrasi Aktivator KOH (%)	Kadar Karbon Terikat (%)
450	5	57,389
	10	61,910
	15	64,820
	20	70,220
	25	72,895
500	5	68,002
	10	71,808
	15	72,605
	20	73,692
	25	78,991



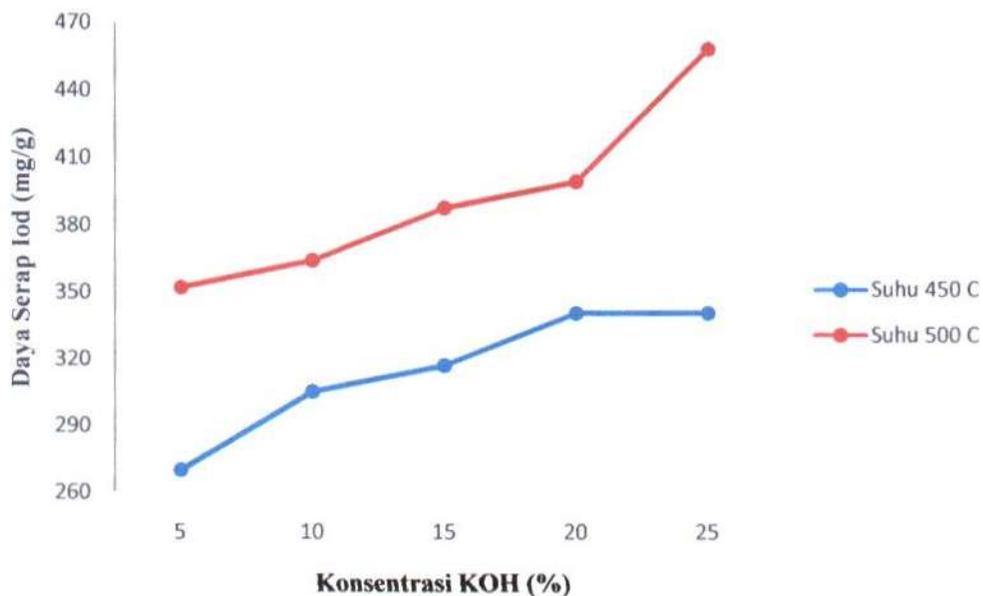
Gambar 4.4 Hubungan Antara Konsentrasi KOH Terhadap Kadar Karbon Terikat

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa kadar karbon terikat yang dihasilkan oleh karbon aktif suhu karbonisasi 500°C berkisar 70,365 – 80,609% dan kadar karbon yang dihasilkan pada suhu karbonisasi 450°C berkisar 59,700 - 68,359%. Besarnya kadar karbon sangat bergantung dari besarnya kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang. Dimana, apabila karbon aktif tersebut memiliki kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang tinggi maka kadar karbon akan semakin kecil, begitupula sebaliknya. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa kadar karbon tertinggi diperoleh dari karbon aktif dengan suhu karbonisasi 500°C dengan konsentrasi KOH 25% sebesar 78,991%, dan kadar karbon terendah diperoleh pada suhu karbonisasi 450°C dengan konsentrasi KOH 5% sebesar 57,389%. Syarat mutu karbon aktif untuk kadar karbon menurut SNI 06-3730-1995 minimum sebesar 65%, jadi kadar karbon maksimum yang memenuhi syarat terdapat pada karbon aktif pada suhu karbonisasi 500°C dengan konsentrasi KOH 25%.

4.5 Bilangan Iod

Tabel 4.5 Data Hasil Penelitian Bilangan Iodin pada Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit dengan Variasi Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi Aktivator

Suhu °C	Konsentrasi Aktivator KOH (%)	Bilangan Iod (mg/g)
450	5	270,001
	10	305,219
	15	316,958
	20	340,436
	25	340,436
500	5	352,175
	10	363,914
	15	387,393
	20	399,132
	25	457,828



Gambar 4.5 Hubungan Antara Konsentrasi KOH Terhadap Bilangan Iod

Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi aktivator, maka semakin besar pula bilangan iodium, sehingga semakin baik kualitas karbon aktif yang dihasilkan. Adanya proses aktivasi menyebabkan bilangan iodine semakin meningkat, hal ini disebabkan karena proses aktivasi secara nyata mampu mengembangkan struktur pori melalui pembentukan pori baru maupun

melalui terbukanya materi penyumbat pori-pori oleh adanya pemanasan. Semakin tinggi konsentrasi aktivator, semakin besar pula pengaruhnya untuk mengikat senyawa-senyawa tar keluar melewati atau pori-pori karbon aktif. Sehingga volume pori semakin luas, dengan demikian daya serapnya semakin besar pula. Daya serap iodine paling tinggi yaitu sebesar 457,528 mg/g yang dihasilkan dari karbon aktif pada suhu karbonisasi 500⁰C. Namun daya serap iodine ini belum mencapai SII yakni sebesar 750 mg/g tapi sudah memenuhi standar SNI No.0258-79 minimal 200 mg/g.

4.6 Analisa Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit

Dari hasil data yang didapatkan, maka diperoleh karbon aktif yang memiliki karakteristik yang telah memenuhi syarat untuk diaplikasikan dalam pengolahan limbah cair kelapa sawit (POME). Karbon aktif tersebut yaitu yang dikarbonisasi pada suhu 500⁰C dengan konsentrasi aktivator KOH 25%. Karbon aktif ini memiliki karakteristik yang telah memenuhi standar SNI dan memiliki bilangan iod paling tinggi dibandingkan karbon aktif lainnya yakni sebesar 457,828 mg/g. Kadar air yang dimiliki karbon aktif tersebut rendah sebesar 7,34%, dengan kadar abu sebesar 3,506%, kadar zat terbang sebesar 10,163%, dan kadar karbon paling tinggi yakni 78,991%. Data hasil Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data Hasil Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit (POME) sebelum dan Sesudah di Aplikasikan pada 10 gram Karbon Aktif Cangkang Sawit dalam 250 ml selama 6 jam

Parameter	POME Sebelum	POME Sesudah	Satuan
pH	5,88	7,62	-
COD	2612,4	760,9	mgO ₂ /l
BOD	1724	494,4	mg/l
TSS	1200	322	mg/l

Dari Tabel 4.6 dapat terlihat bahwa Limbah Cair Kelapa Sawit yang bersifat asam organik tersebut memiliki pH awal 5,88, setelah diaplikasikan dengan karbon aktif maka didapatkan pH yaitu 7,62. Dengan demikian, kadar pH dari limbah cair tersebut sudah memenuhi standar baku mutu limbah cair industri kelapa sawit yakni sebesar 6,0 - 9,0.

Kadar COD awal yang dimiliki oleh limbah cair tersebut sebesar 2612,4 mg/l turun menjadi 760,9 mg/l setelah melewati pengolahan dengan karbon aktif. Kadar COD tersebut belum memenuhi standar baku mutu limbah cair industri kelapa sawit yaitu sebesar 350 mg/l, sehingga sebaiknya diperlukan pengolahan lebih lanjut.

Kadar BOD awal limbah sebelum diolah sebesar 1725 mg/l, setelah dilakukan pengolahan kadar BOD-nya menjadi 495,10 mg/l. Kadar BOD tersebut belum memenuhi standar baku mutu limbah cair industri kelapa sawit yaitu sebesar 100 mg/l, sehingga sebaiknya diperlukan pengolahan lebih lanjut.

Dari data tersebut, kadar TSS awal limbah sebelum diolah yaitu sebesar 1200 mg/l, setelah diolah dengan karbon aktif kadar TSS-nya menurun sebesar 322 mg/l. Dengan demikian, kadar TSS tersebut juga belum memenuhi standar baku mutu limbah cair industri kelapa sawit yaitu sebesar 250 mg/l.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapat dari penelitian ini, diambil beberapa kesimpulan berikut :

1. Pada pembuatan karbon aktif menggunakan cangkang sawit dengan variasi suhu karbonisasi yaitu 450°C dan 500°C dengan konsentrasi KOH 5,10,15,20, dan 25% maka didapatkan karbon aktif dengan karakteristik yang telah memenuhi standar yaitu karbon aktif yang dikarbonisasi pada suhu 500°C dengan konsentrasi aktivator KOH 25%. Karbon aktif ini memiliki karakteristik yang telah memenuhi standar SNI 06-3730-1995 dan memiliki bilangan iod paling tinggi dibandingkan karbon aktif lainnya yakni sebesar 457,828 mg/g. Dimana semakin besar bilangan iod yang dimiliki karbon aktif tersebut, maka daya serapnya juga akan semakin tinggi. Kadar air yang dimiliki karbon aktif tersebut paling rendah sebesar 6,34%, dengan kadar abu sebesar 3,506%, kadar zat terbang sebesar 10,163% dan kadar karbon paling tinggi yakni 78,991%.
2. Hasil yang didapatkan dari pengolahan POME dengan karbon aktif yang telah memenuhi standar yaitu karbon aktif mampu menurunkan kadar COD dari 2612,4 mg/l hingga 760,9 mg/l, BOD dari 1725 mg/l hingga mencapai 495,10 mg/l, TSS dari 1200 mg/l hingga 322 mg/l, dan pH dari 5,88 hingga 7,62. Namun hasil tersebut belum memenuhi baku mutu limbah cair industri.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang penggunaan bahan pengaktif KOH serta variasi konsentrasi KOH yang lain agar dihasilkan karbon aktif yang memenuhi standar SII dan SNI sehingga dapat mengolah limbah cair kelapa sawit sampai mendapatkan hasil yang sesuai baku mutu limbah cair industri dan tidak menyebabkan kerusakan pada ekosistem yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, Ahmad. 2011. *Penyisihan Chemical Oxygen Demand (COD) dan Produksi Biogas Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Cangkang Sawit*. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Ambarlina, Ika. 2012. *Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit dengan Menggunakan Karbon Aktif dari Sekam Padi*. Laporan Akhir Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Tidak Diterbitkan.
- Azwir. 2006. *Analisa Pencemaran Air Sungai Tepung Kiri oleh Limbah Industri Kelapa Sawit PT. Paputra Masterindo di Kabupaten Kampar*. Semarang : Jurusan Maginer Lingkungan Program Pasca Sarjana UNDIP.
- Badan Pusat Statistik, 2014. *Statistika Kelapa Sawit Indonesia 2014*. ISSN 1978-9947. Jakarta.
- Darmawan, Petrus. 2009. *Pembuatan dan Karakteristik Karbon Aktif dari Kulit Ubi Kayu*. Solo : Teknik Kimia Universitas Setia Budi.
- Hanum, Farida. 2009. *Efektivitas Arang Aktif Sebagai Adsorben Pada Pengolahan Air Limbah*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Irvan, Hulman. 2009. *Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.) Di Sungai Pinang Estate, Pt Bina Sains Cemerlang, Minamas Plantation, Sime Darby Group Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatera Selatan*. Bogor : Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Kasnawati. 2011. *Penggunaan Limbah Sabut Kelapa Sawit Sebagai Bahan Untuk Mengolah Limbah Cair*. Sekolah Tinggi Teknik Darma Yadi (STITEK) : Ilmu Teknologi (ILTEK).
- Kardila. 2011. *Karakteristik Ari Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kurniati, Elly. 2008. *Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif*. Jawa Timur : Teknik Kimia FTI UPN.

- Nasution, Dedy. A, 2011. *Teknologi Membran Filtrasi Untuk Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit*. Serpong : Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian.
- Purwanto, Djoko. 2011. *Arang dari Limbah Tempurung Kelapa Sawit*. Banjarbaru : Balai Riset dan Standarisasi Industri.
- Rita, Titin, dan Nelly. 2015. *Penurunan Kadar Cod (Chemical Oxygen Demand) Limbah Cair Industri Kelapa Sawit Menggunakan Arang Aktif Biji Kapuk (Ceiba Petandra)*. Program Studi Kimia, Fakultas MIPA: Universitas Tanjungpura.
- Rumidatul, Alfi. 2006. *Efektivitas Arang Aktif Sebagai Adsorben Pada Pengolahan Air Limbah*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Sani. 2011. *Pembuatan Karbon Aktif dari Tanah Gambut*. Jatim : Fakultas Teknologi Industri UPN
- Salamah, Siti. 2008. *Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Buah Mahoni dengan Perlakuan Perendaman dengan Larutah KOH* .Yogyakarta : Teknik Kimia Universitas Ahmad Dahlan
- Saputro ,Mugiyono. 2010. *Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Kacang Tanah (Arachis hypogea) dengan Aktivator Asam Sulfat* . Semarang : Teknik Kimia. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Sembiring, Melita Tryana dan Tuti Sarma Sinaga. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Sumatera Utara : Teknik Industri USU.
- Setyaningsih, H. 1995. *Pengolahan Limbah Batik dalam Proses Kimia dan Adsorpsi Karbon Aktif*. Tesis. Program Pascasarjana. Jakarta : Universitas Indonesia
- Soedarsono dan Benny. S, 2005. *Pengolahan Air Limbah Batik dengan Proses Kombinasi Elektrokimia, Filtrasi, dan Adsorpsi*. Semarang : Prosiding Seminar Nasional Pengolahan Limbah, Akademi Kimia Industri (AKIN).
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995. *Arang Aktif Teknis*. Jakarta.
- Tarkono dan Ali. H, 2015. *Pemanfaatan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dalam Produksi Eternit yang Ramah Lingkungan*. Mataram : Universitas Mataram.

LAMPIRAN I

LAMPIRAN I
DATA PENELITIAN

a. Data hasil analisis kualitas karbon aktif cangkang sawit

Tabel L.1 Data kualitas karbon aktif suhu karbonisasi 450°C

No.	Konsentrasi Aktivator KOH (%)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Zat Terbang (%)	Kadar Karbon Terikat (%)	Bilangan Iod (mg/g)
1	5	14,780	2,979	24,852	57,389	270,001
2	10	11,800	3,860	22,430	61,910	305,219
3	15	10,900	4,059	20,221	64,820	316,958
4	20	9,010	4,548	16,220	70,220	340,436
5	25	6,670	4,750	15,685	72,895	340,436

Tabel L.2 Data kualitas karbon aktif suhu karbonisasi 500°C

No	Konsentrasi Aktivator KOH (%)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Zat Terbang (%)	Kadar Karbon Terikat (%)	Bilangan Iod (mg/g)
1	5	13,280	3,161	15,557	68,002	352,175
2	10	11,940	3,160	14,502	71,808	363,914
3	15	10,530	3,313	13,552	72,605	387,393
4	20	9,880	3,385	13,043	73,692	399,132
5	25	7,340	3,506	10,163	78,991	457,828

b. Data hasil pengolahan limbah cair industri kelapa sawit dengan menggunakan karbon aktif optimal pada suhu 500°C dan konsentrasi aktivator KOH 25%

Tabel L.3 Data Hasil Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit (POME)

Parameter	POME Sebelum	POME Sesudah	Satuan
pH	5,88	7,62	-
COD	2612,4	760,9	mgO ₂ /l
BOD	1725	495,10	mg/l
TSS	1200	322	mg/l

LAMPIRAN II

LAMPIRAN II PERHITUNGAN

a. Perhitungan Penentuan Kadar air

$$IM = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\%$$

Dimana :

IM= Kadar air (%)

m_1 = berat botol timbang dan tutup (gr)

m_2 = (berat botol timbang dan tutup) ditambah sampel sebelum pemanasan (gr)

m_3 = (berat botol timbang dan tutup) ditambah sampel setelah pemanasan (gr)

Tabel L.4. Penentuan Kadar Air

Suhu Karbonisasi (°C)	Konsentrasi Aktivator KOH (%)	Berat Cawan (gr)		
		Sebelum Pemanasan (m_1)	Sebelum Pemanasan + Sampel (m_2)	Setelah Pemanasan + Sampel (m_3)
450	5	24,1976	25,1976	25,0498
	10	29,9122	30,9122	30,7942
	15	23,2389	24,2389	24,1299
	20	23,6393	24,6393	24,5492
	25	21,6180	22,6180	22,5513
500	5	21,1297	22,1297	21,9969
	10	29,1339	30,1339	30,0145
	15	30,5227	31,5227	31,4174
	20	23,2540	24,2540	24,1552
	25	30,9765	31,9765	31,9031

1. Sampel dengan suhu karbonisasi 450°C dan konsentrasi aktivator 5%

$$\% \text{ kadar air} = \frac{25,1976 - 25,0498}{25,1976 - 24,1976} \times 100\% = 14,780 \%$$

Dengan cara yang sama maka diperoleh hasil perhitungan kadar air pada setiap sampel karbon aktif yang dapat dilihat pada tabel .

Tabel L.5. Kadar Air pada Tiap Sampel Karbon Aktif

Suhu Karbonisasi (°C)	Konsentrasi KOH (%)	Kadar Air (%)
450	5	14,780
	10	11,800
	15	10,900
	20	9,010
	25	6,670
500	5	13,280
	10	11,940
	15	10,530
	20	9,880
	25	7,340

b. Perhitungan Kadar abu

$$AC = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100\%$$

Keterangan:

AC= Kadar abu (%)

m_1 = berat cawan kosong (gr)

m_2 = berat cawan dan sampel (gr)

m_3 = berat cawan dan abu (gr)

Tabel L.6. Penentuan Kadar Abu

Suhu Karbonisasi (°C)	Konsentrasi Aktivator KOH (%)	Berat Crussibel (gr)			
		Sebelum Pemanasan (m_1)	Sebelum Pemanasan + Sampel (m_2)	Berat sampel $m_2 - m_1$	Setelah Pemanasan + Sampel (m_3)
450	5	19,4767	20,4768	1,0001	25,0498
	10	20,2804	21,2804	1,0000	30,7942
	15	23,2453	24,2456	1,0003	24,5492
	20	23,0221	23,0025	1,0004	24,1299
	25	23,3265	24,3266	1,0001	22,5513
500	5	20,9102	21,9448	1,0346	20,9429
	10	19,2287	20,2730	1,0443	19,2617
	15	22,1769	23,2483	1,0714	22,2124
	20	15,2712	16,3171	1,0459	15,3066
	25	20,2670	21,3138	1,0468	20,3037

1. Sampel dengan suhu karbonisasi 450°C dan konsentrasi aktivator 5%

$$AC = \frac{25,0498 - 19,4767}{20,4768 - 19,4767} \times 100\% = 2,979\%$$

Dengan cara yang sama maka diperoleh hasil perhitungan kadar abu pada setiap sampel karbon aktif yang dapat dilihat pada tabel .

Tabel L.7. Kadar Abu pada Tiap Sampel Karbon Aktif

Suhu Karbonisasi (°C)	Konsentrasi KOH (%)	Kadar Abu (%)
450	5	2,979
	10	3,860
	15	4,059
	20	4,548
	25	4,750
500	5	3,161
	10	3,160
	15	3,313
	20	3,385
	25	3,506

c. Perhitungan kadar zat terbang

$$VM = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% - IM$$

Keterangan:

VM = Kadar Zat terbang (%)

m₁ = berat cawan dan tutup (gr)

m₂ = (berat cawan dan tutup) ditambah contoh sebelum pemanasan (gr)

m₃ = (berat cawan dan tutup) ditambah contoh setelah pemanasan (gr)

IM = kadar air (%)

Tabel L.8. Penentuan Kadar Zat Terbang

Suhu Karbonisasi (°C)	Konsentrasi Aktivator KOH (%)	Berat Cawan (gr)			
		Sebelum Pemanasan (m ₁)	Sebelum Pemanasan + Sampel (m ₂)	Berat sampel m ₂ -m ₁	Setelah Pemanasan + Sampel (m ₃)
450	5	13,2814	14,2861	1,0047	13,9269
	10	13,3826	14,8879	1,0053	14,5953
	15	14,7117	15,7165	1,0049	15,4461
	20	13,7966	14,2999	1,0035	14,0190
	25	13,5529	14,5587	1,0058	14,2523
500	5	12,6925	13,6996	1,0071	13,4690
	10	13,8271	14,8290	1,0019	14,5820
	15	10,9454	11,9465	1,0011	11,6910
	20	12,1602	13,1643	1,0041	12,9000
	25	12,5125	13,5175	1,0050	13,2819

1. Sampel dengan suhu karbonisasi 450°C dan konsentrasi aktivator 5%

$$VM = \frac{14,5587 - 14,2523}{14,5587 - 13,5529} \times 100\% - IM = 30,463\% - 14,780\% = 15,683\%$$

Dengan cara yang sama maka diperoleh hasil perhitungan kadar zat terbang pada setiap sampel karbon aktif yang dapat dilihat pada tabel .

Tabel L.9. Kadar Zat Terbang pada Tiap Sampel Karbon Aktif

Suhu Karbonisasi (°C)	Konsentrasi KOH (%)	Kadar Zat Terbang (%)
450	5	24,852
	10	22,430
	15	20,221
	20	16,222
	25	15,685
500	5	15,557
	10	14,502
	15	13,552
	20	13,043
	25	10,163

d. Perhitungan Kadar Karbon Terikat

$$\text{Kadar Karbon} = 100\% - (\text{VM} + \text{IM} + \text{AC})$$

Dimana:

VM = Kadar Zat terbang (%)

IM = Kadar Air (%)

AC = Kadar Abu (%)

1. Sampel dengan suhu karbonisasi 450°C dan konsentrasi aktivator 5%

$$\begin{aligned} \text{Kadar Karbon} &= 100\% - (14,780 + 2,970 + 15,685) \% \\ &= 66,556 \% \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka diperoleh hasil perhitungan kadar karbon terikat pada setiap sampel karbon aktif yang dapat dilihat pada tabel .

Tabel L.10. Kadar Karbon pada Tiap Sampel Karbon Aktif

Suhu Karbonisasi (°C)	Konsentrasi KOH (%)	Kadar Zat Terbang (%)
450	5	57,389
	10	61,910
	15	64,820
	20	70,220
	25	72,895
500	5	68,002
	10	71,808
	15	72,605
	20	73,695
	25	78,991

e. Perhitungan Penentuan Bilangan iod

$$\text{Bilangan Iod (mg/g)} = \frac{25(B-A) \times BE I_2 \times N}{10 \quad w}$$

Dimana :

B : Volume blanko

A : Volume sampel

W : Berat Karbon Aktif

N : Normalitas thiosulfat

Be I₂ : 126,91

Tabel L.11. Penentuan Bilangan Iod

Suhu Karbonisasi (°C)	Konsentrasi Aktivator KOH (%)	Massa Sampel, gr (w)	N Thiosulfat	V Blanko ml (B)	V Titran ml (A)	V KI/12 ml	V Filtrat ml
450	5	0,125	0,0925	10,6	9,45	25	10
	10	0,125	0,0925	10,6	9,30	25	10
	15	0,125	0,0925	10,6	9,25	25	10
	20	0,125	0,0925	10,6	9,15	25	10
	25	0,125	0,0925	10,6	9,15	25	10
500	5	0,125	0,0925	10,6	9,10	25	10
	10	0,125	0,0925	10,6	9,05	25	10
	15	0,125	0,0925	10,6	8,95	25	10
	20	0,125	0,0925	10,6	8,90	25	10
	25	0,125	0,0925	10,6	8,65	25	10

1. Sampel dengan suhu karbonisasi 450°C dan konsentrasi aktivator 5%

$$\begin{aligned} \text{Bilangan Iod (mg/g)} &= \frac{25 (10,6 - 9,45) \times 126,91 \times 0,0925}{10 \times 0,125} \\ &= 270,001 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka diperoleh hasil perhitungan bilangan iod terikat pada setiap sampel karbon aktif yang dapat dilihat pada tabel .

Tabel L.12. Bilangan iod pada Tiap Sampel Karbon Aktif

Suhu Karbonisasi (°C)	Konsentrasi KOH (%)	Bilangan iod (mg/g)
450	5	270,001
	10	305,219
	15	316,958
	20	328,690
	25	340,436
500	5	352,175
	10	363,914
	15	387,393
	20	399,132
	25	457,828

f. Perhitungan Analisis Limbah Cair Kelapa Sawit

1. Perhitungan COD

$$\text{COD (mg/l)} = \frac{(V_{\text{blanko}} - V_{\text{titran}}) - N_{\text{FAS}} \cdot 8000}{V_{\text{sampel}}} \times fp$$

- POME sebelum pengolahan

Diketahui :

V sampel	= 10 ml
V blanko	= 13,4 ml
V titran	= 13,05 ml
Faktor pengenceran	= 100
N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	= 0,25 N
V $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	= 5 ml

$$\text{Maka, } N_{\text{FAS}} = \frac{0,25 \text{ N} \times 5 \text{ ml}}{13,4 \text{ ml}} = 0,0933 \text{ N}$$

$$\text{COD (mg/l)} = \frac{(13,4 \text{ ml} - 13,05 \text{ ml}) - 0,0933 \cdot 8000}{10 \text{ ml}} \times 100 = 2612,4 \text{ mg/l}$$

- POME sesudah pengolahan

Diketahui :

V sampel	= 2 ml
V blanko	= 11,5 ml
V titran	= 9,75 ml
Faktor pengenceran	= 100
N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	= 0,25 N
V $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	= 5 ml

$$\text{Maka, } N_{\text{FAS}} = \frac{0,25 \text{ N} \times 5 \text{ ml}}{11,5 \text{ ml}} = 0,1087 \text{ N}$$

$$\text{COD (mg/l)} = \frac{(11,5 \text{ ml} - 9,75 \text{ ml}) - 0,1087 \cdot 8000}{2 \text{ ml}} \times 100 = 760,9 \text{ mg/l}$$

2. Perhitungan BOD

$$\text{BOD (mg/l)} = \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5)(1 - P)}{P}$$

Dimana :

X_0 = Oksigen Terlarut sampel , t=0

X_5 = Oksigen terlarut hari ke-5, t=5

B_0 = Oksigen terlarut blanko, t=0

B_5 = Oksigen terlarut Blanko hari ke-5 ,t=5

P = Derajat pengenceran

- POME sebelum pengolahan

Diketahui :

$$X_0 = \frac{V_{thio} \times N_{thio} \times 8000}{V_{sampel} - 4}$$

Sehingga,

$$V_{X0} = 16,91 \text{ ml maka } X_0 = 5,5 \text{ mg/l}$$

$$V_{X5} = 5,69 \text{ ml maka } X_5 = 1,85 \text{ mg/l}$$

$$V_{B0} = 17,84 \text{ ml maka } B_0 = 5,8 \text{ mg/l}$$

$$V_{B5} = 17,22 \text{ ml maka } B_5 = 5,6 \text{ mg/l}$$

$$F_p = 0,002$$

$$\text{BOD (mg/l)} = \frac{(5,5 - 1,85) - (5,8 - 5,6)(1 - 0,002)}{0,002} = 1725 \text{ mg/l}$$

- POME sesudah pengolahan

Diketahui :

$$X_0 = \frac{V_{thio} \times N_{thio} \times 8000}{V_{sampel} - 4}$$

Sehingga,

$$V_{X0} = 16,30 \text{ ml maka } X_0 = 5,3 \text{ mg/l}$$

$$V_{X5} = 9,90 \text{ ml maka } X_5 = 3,22 \text{ mg/l}$$

$$V_{B0} = 17,22 \text{ ml maka } B_0 = 5,6 \text{ mg/l}$$

$$V_{B5} = 16,91 \text{ ml maka } B_5 = 5,5 \text{ mg/l}$$

$$F_p = 0,004$$

$$\text{BOD (mg/l)} = \frac{(5,3-3,22) - (5,6-5,5) (1-0,004)}{0,004} = 495,10 \text{ mg/l}$$

3. Perhitungan TSS

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(S-B) \times 1000000}{V_{\text{sampel}}} \times f_p$$

Dimana :

S = massa kertas saring sampel (gr)

B = massa kertas saring blanko (gr)

V = Volume sampel (ml)

F_p = faktor pengenceran

- POME sebelum pengolahan

Diketahui

$$S = 0,0914 \text{ gr}$$

$$B = 0,0920 \text{ gr}$$

$$V = 50 \text{ ml}$$

$$F_p = 100$$

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(0,0914 \text{ gr} - 0,0920 \text{ gr}) \times 1000 \text{ mg/g} \times 1000 \text{ ml/l}}{50 \text{ ml}} \times 100 = 1200 \text{ mg/l}$$

- POME setelah pengolahan

Diketahui

$$S = 0,0899 \text{ gr}$$

$$B = 0,1060 \text{ gr}$$

$$V = 50 \text{ ml}$$

$$F_p = 100$$

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(0,0899 \text{ gr} - 0,1060 \text{ gr}) \times 1000 \text{ mg/g} \times 1000 \text{ ml/l}}{50 \text{ ml}} \times 100 = 322 \text{ mg/l}$$

LAMPIRAN III

**LAMPIRAN III
GAMBAR-GAMBAR**

1. Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Sawit



Gambar L.1 Tumpukan Cangkang Kelapa Sawit pada PT. Sawit Mas



Gambar L.2 Memasukkan cangkang ke dalam furnace



Gambar L.3 Proses Karbonisasi pada Furnace



Gambar L.4 Cangkang yang telah dikarbonisasi



Gambar L.5 Proses Grinding



Gambar L.6 Proses Pengayakan



Gambar L.7 Cangkang sawit hasil pengayakan



Gambar L.8 Larutan KOH



Gambar L.9 Proses Aktivasi



Gambar L.10 Proses Penetralan pH



Gambar L.11 Proses Pengeringan dalam oven



Gambar L.12 Hasil Proses Pengeringan

2. Analisa Karbon Aktif



Gambar L.13 Analisa Kadar Air



Gambar L.14 Analisa VM



Gambar L.15 Analisa Kadar abu



Gambar L.16 Analisa Bilangan iod

3. Pengolahan dan Analisa Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit



Gambar L.17 Pengambilan Sampel Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit



Gambar L.18 Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit



Gambar L.19 Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit



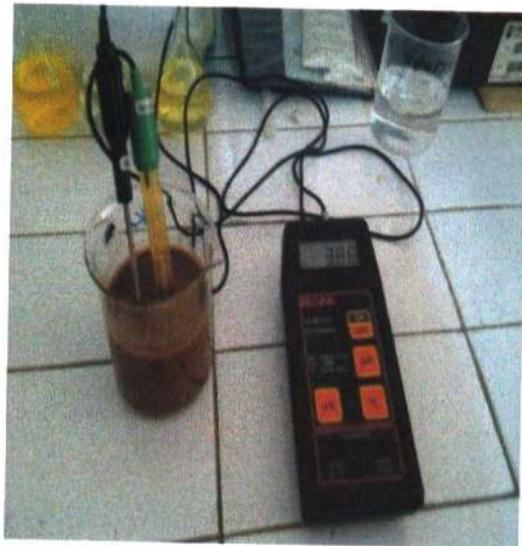
Gambar L.20 Analisa COD



Gambar L.21 Analisa TSS



Gambar L.22 Analisa BOD



Gambar L.23 Pengecekan pH

LAMPIRAN IV



**LABORATORIUM
DINAS PERTAMBANGAN DAN ENERGI
PROVINSI SUMATERA SELATAN**

Jln. Angkatan 45 No. 2440 Palembang – 30137

Telp. 0711-367307

Fax. 0711-360824

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Nomor : 43/LAB/VI/ 2016

Nama : Desy Eka Saputri
NIM : 122013056 P
Jurusan : Teknik Kimia
Universitas : Universitas Muhammadiyah Palembang

Analisa Uji Kualitas Karbon Aktif Suhu Karbonisasi 450°C

No.	Konsentrasi Aktivator KOH(%)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Zat terbang (%)	Kadar Karbon Terikat (%)	Bilangan Iod (mg/g)
1	5	14,780	2,979	24,852	57,389	270,001
2	10	11,800	3,860	22,430	61,910	305,219
3	15	10,900	4,059	20,221	64,820	316,958
4	20	9,010	4,548	16,220	70,220	340,436
5	25	6,670	4,750	15,685	72,895	340,436

Analisa Uji Kualitas Karbon Aktif Suhu Karbonisasi 500°C

No.	Konsentrasi Aktivator KOH(%)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Zat terbang (%)	Kadar Karbon Terikat (%)	Bilangan Iod (mg/g)
1	5	13,280	3,161	15,557	68,002	352,175
2	10	11,940	3,160	14,502	71,808	363,914
3	15	10,530	3,313	13,552	72,605	387,393
4	20	9,880	3,385	13,043	73,692	399,132
5	25	6,340	3,506	10,163	78,991	457,828

Catatan :

- Lembar Hasil Pengujian ini tidak untuk diumumkan dan hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas.
- Lembar Hasil Pengujian tidak boleh digandakan dan disebarluaskan tanpa persetujuan tertulis dari Laboratorium Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Sumatera Selatan.



**LABORATORIUM
DINAS PERTAMBANGAN DAN ENERGI
PROVINSI SUMATERA SELATAN**

Jln. Angkatan 45 No. 2440 Palembang – 30137

Telp. 0711-367307

Fax. 0711-360824

Analisa Sampel Air Limbah Cair Kelapa Sawit (POME)

Parameter	Pome sebelum pengolahan	Pome sesudah pengolahan	Satuan
pH	5,88	7,62	-
COD	2612,4	760,9	mgO ₂ /l
BOD	1725	495,10	mg/l
TSS	1200	322	mg/l

Palembang, Maret 2016

MANAGER TEKNIS,

Ratna Sri Wulan

NIP. 196907111989032004

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA



Nama : Desy Eka Saputri
 NIM : 12.2013.056.P
 Judul : Pengaruh Konsentrasi dan Suhu Aktuator KOH
pada Proses Pembuatan Karbon Aktif dari
Cangkang Sawit untuk Mengolah POME

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Eko Ariyanto, M.Chem.Eng
 2. Ir. Ummi Kalsum, M.T

No	Pokok Bahasan	Catatan/Komentar	Tanggal Bimbingan	Paraf	
				Pembimbing I	Pembimbing II
1	Jurnal Ace		12/12/2015		
2	Perbaiki proposal dan Metodologi		12/12/2015		
3	Perbaiki proposal dan Menuliskan Daftar pustaka		3/1/2016		
4	Perbaiki Daftar pustaka		23/1/2016		
5	Bab I & II	Ace	30/1/2016		
6	Perbaiki Analisis BAB II		30/1/2016		
7	Bab III	Ace	20/1/2016		
9	Bab IV & V	Ace	8/4/2016		
10	Ujian Hasil. sikelulen daftar da Prodi.		8/4/2016		