

**KAJIAN PENURUNAN KANDUNGAN MINYAK  
PADA LIMBAH CAIR *PALM OIL MILL EFFLUENT*  
MENGUNAKAN CANGKANG KELAPA SAWIT  
PADA BERBAGAI KONDISI OPERASI**

**ICE-410 Laporan Penelitian**

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar sarjana  
di bidang ilmu Teknik Kimia

Oleh:

**Olivia Veronica Wibowo (6214023)**

**Evania Yovita (6214039)**

Pembimbing:

**Jenny Novianti M. Soetedjo, S.T., M.Sc.**

**Angela Martina, S.T., M.T.**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**2018**



## LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL: KAJIAN PENURUNAN KANDUNGAN MINYAK PADA LIMBAH CAIR  
PALM OIL MILL EFFLUENT (POME) DENGAN MENGGUNAKAN  
CANGKANG KELAPA SAWIT PADA BERBAGAI KONDISI OPERASI**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 2 Januari 2018

**Pembimbing Pertama**

Jenny Novianti M. S., S.T., M.Sc.

**Pembimbing Kedua**

Angela Martina, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Katolik Parahyangan  
Bandung



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Olivia Veronica Wibowo

NRP : 6214023

Nama : Evania Yovita

NRP : 6214039

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

**KAJIAN PENURUNAN KANDUNGAN MINYAK PADA LIMBAH CAIR  
PALM OIL MILL EFFLUENT MENGGUNAKAN CANGKANG KELAPA SAWIT  
PADA BERBAGAI KONDISI OPERASI**

adalah hasil pekerjaan saya, dan seluruh ide, pendapat, materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 2 Januari 2018

Olivia Veronica Wibowo  
(6214023)

Evania Yovita  
(6214039)



## LEMBAR REVISI

**JUDUL: KAJIAN PENURUNAN KANDUNGAN MINYAK PADA LIMBAH CAIR  
PALM OIL MILL EFFLUENT (POME) MENGGUNAKAN CANGKANG  
KELAPA SAWIT PADA BERBAGAI KONDISI OPERASI**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 2 Januari 2018

Penguji Pertama

Susiana Prasetyo S., S.T., M.T.

Penguji Kedua

Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan anugerah-Nya, laporan penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi tugas akhir pendidikan sarjana Strata-1 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis banyak mendapat bimbingan, pengarahan, dukungan, dan bantuan informasi dari berbagai pihak mengenai topik yang penulis ambil. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu dan mendukung dalam menyusun laporan penelitian, terutama kepada:

1. Jenny Novianti M. Soetedjo, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta saran selama penyusunan laporan penelitian ini.
2. Angela Martina, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta saran selama penyusunan laporan penelitian ini.
3. Orang tua dan segenap keluarga yang senantiasa selalu memberikan dorongan serta motivasi baik secara moril maupun materiil.
4. Sahabat- sahabat yang telah memberi dukungan dan semangat.
5. Semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dalam penyusunan laporan penelitian ini sehingga selesai tepat waktu.

Akhir kata, dengan kerendahan hati, penulis menyadari dengan masih banyaknya kekurangan dalam penyusunan laporan penelitian ini karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Dengan demikian, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari pembaca sehingga ke depannya dapat menjadi bekal untuk pembuatan laporan selanjutnya. Semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi Semua pihak yang membutuhkan.

Bandung, 2 Januari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
INTISARI.....	x
ABSTRACT.....	xi
BAB I    PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah.....	2
1.3 Identifikasi Masalah.....	3
1.4 Premis.....	3
1.5 Hipotesis.....	3
1.6 Tujuan Penelitian .....	3
1.7 Manfaat Penelitian .....	7
BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1 Kelapa Sawit.....	8
2.2 Industri Kelapa Sawit.....	10
2.3 Limbah Industri Kelapa Sawit.....	10
2.4 <i>Palm Oil Mill Effluent (POME)</i> .....	11
2.5 Cangkang Kelapa Sawit .....	15
2.6 Selulosa .....	17
2.7 Hemiselulosa .....	18
2.8 Lignin .....	19
2.9 Peningkatan Porositas Adsorben .....	20
2.9.1 Peningkatan Porositas Adsorben Secara Fisika .....	20
2.9.2 Peningkatan Porositas Adsorben Secara Kimia .....	21
2.10 Delignifikasi .....	21
2.10.1 Natrium Hidroksida (NaOH) .....	22
2.10.2 Ammonium Hidroksida (NH <sub>4</sub> OH) .....	23
2.11 Adsorpsi .....	23

	2.11.1 Mekanisme Adsorpsi.....	24
	2.11.2 Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia.....	25
	2.11.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi.....	26
	2.11.4 Teknik Adsorpsi.....	27
	2.11.5 Penggunaan Adsorpsi.....	28
	2.12 Adsorben.....	29
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	30
	3.1 Metodologi Penelitian.....	30
	3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	30
	3.3 Prosedur Penelitian.....	31
	3.3.1 Pembuatan Larutan Minyak.....	33
	3.3.2 Penelitian Utama.....	33
	3.4 Variasi Percobaan.....	35
	3.5 Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian.....	35
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
	4.1 Pengaruh Konsentrasi Larutan <i>Pretreatment</i> .....	36
	4.2 Pengaruh Konsentrasi Minyak.....	37
	4.3 Pengaruh Dosis Adsorben.....	39
	4.4 Analisis <i>SEM</i> .....	40
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
	5.1 Kesimpulan.....	43
	5.2 Saran.....	43
	DAFTAR PUSTAKA.....	44
	LAMPIRAN A PROSEDUR ANALISIS.....	50
	LAMPIRAN B <i>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</i> .....	54
	LAMPIRAN C DATA PENELITIAN DAN HASIL ANTARA.....	59
	LAMPIRAN D GRAFIK.....	63
	LAMPIRAN E CONTOH PERHITUNGAN.....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penampang kelapa sawit.....	8
Gambar 2.2	Kelapa sawit jenis dura.....	9
Gambar 2.3	Kelapa sawit jenis pisifera.....	9
Gambar 2.4	Kelapa sawit jenis tenera.....	9
Gambar 2.5	Cangkang kelapa sawit.....	15
Gambar 2.6	Porositas cangkang kelapa sawit (a) 20 $\mu\text{m}$ dan (b) 50 $\mu\text{m}$ .....	16
Gambar 2.7	Struktur selulosa.....	17
Gambar 2.8	Struktur unit-unit penyusun hemiselulosa.....	19
Gambar 2.9	Unit-unit penyusun lignin.....	20
Gambar 2.10	Mekanisme delignifikasi menggunakan NaOH.....	22
Gambar 2.11	Mekanisme adsorpsi.....	25
Gambar 3.1	Diagram alir singkat penelitian.....	30
Gambar 3.2	Gambar rangkaian alat.....	31
Gambar 3.3	Diagram alir pretreatment.....	32
Gambar 3.4	Diagram alir pembuatan larutan minyak.....	33
Gambar 3.5	Diagram alir proses adsorpsi.....	34
Gambar 4.1	Grafik persentase <i>yield</i> terhadap konsentrasi <i>pretreatment</i> .....	36
Gambar 4.2	Grafik persentase <i>yield</i> terhadap konsentrasi minyak.....	38
Gambar 4.3	Grafik persentase <i>yield</i> terhadap dosis adsorben.....	39
Gambar 4.4	Hasil SEM cangkang kelapa sawit tanpa <i>pretreatment</i> pada perbesaran (a) 1500 kali (b) 5000 kali.....	40
Gambar 4.5	Hasil SEM cangkang kelapa sawit dengan larutan <i>pretreatment</i> NaOH pada perbesaran (a) 1500 kali (b) 5000 kali.....	41
Gambar 4.6	Hasil SEM cangkang kelapa sawit dengan larutan pretreatment $\text{NH}_4\text{OH}$ pada perbesaran (a) 1500 kali (b) 5000 kali.....	42
Gambar A.1	Diagram alir penentuan kadar air dalam cangkang kelapa sawit.....	51
Gambar A.2	Ilustrasi sinyal yang dihasilkan oleh tembakan elektron.....	52
Gambar A.3	Diagram alir analisis kadar minyak.....	53



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Produksi minyak kelapa sawit di dunia tahun 2016-2017 .....	1
Tabel 1.2 Premis adsorben dari biomassa pada beberapa kondisi operasi .....	4
Tabel 2.1 Karakteristik limbah cair <i>POME</i> .....	12
Tabel 2.2 Baku mutu air untuk kawasan industri .....	13
Tabel 2.3 Karakteristik cangkang kelapa sawit .....	16
Tabel 2.4 Sifat fisik dan kimia NaOH.....	23
Tabel 2.5 Sifat fisik dan kimia NH <sub>4</sub> OH .....	23
Tabel 2.6 Perbedaan adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia .....	26
Tabel 3.1 Variasi percobaan penelitian.....	35
Tabel 3.2 Jadwal kerja penelitian .....	35
Tabel 4 1 Hasil persentase yield adsorben 2 gram dan konsentrasi 4500 ppm.....	41
Tabel C.1 Kadar air.....	59
Tabel C.2 Persentase <i>yield</i> .....	61

## INTISARI

Limbah cair industri kelapa sawit biasa disebut dengan *palm oil mill effluent (POME)* yang berasal dari proses sterilisasi, klarifikasi, dan buangan hidrosiklon. Dalam 1 ton kelapa sawit menghasilkan *POME* sebesar 350-450 kg (dari proses sterilisasi dan klarifikasi) dan 100-150 kg (dari buangan hidrosiklon). *POME* mengandung 0,6-0,7% minyak yang harus diperlakukan secara efisien karena kandungan minyak dalam *POME* merupakan polutan berbahaya bagi lingkungan perairan karena minyak tersebut bersifat racun bagi mikroorganisme yang hidup di dalam perairan. Oleh sebab itu, kandungan minyak dalam *POME* harus dikurangi atau dihilangkan untuk mencegah timbulnya kendala pada unit pengolahan air, menghindari masalah pada tahap pengolahan limbah secara biologi, dan memenuhi baku mutu air bagi kawasan industri. Penghilangan kandungan minyak pada *POME* dapat dilakukan melalui proses adsorpsi menggunakan cangkang kelapa sawit yang merupakan limbah padat industri kelapa sawit itu sendiri sebagai adsorben dimana pada 1 ton kelapa sawit menghasilkan limbah berupa cangkang kelapa sawit sebanyak 6,5% atau 65kg. Cangkang kelapa sawit mengandung selulosa sebesar 6,92% dan hemiselulosa sebesar 26,16% sehingga cangkang kelapa sawit memiliki kemampuan mengadsorp minyak yang baik.

Pada cangkang kelapa sawit yang dimanfaatkan sebagai adsorben akan dilakukan *pretreatment* dengan tujuan untuk memperbesar pori-pori cangkang tersebut. *Pretreatment* yang dilakukan berupa proses delignifikasi menggunakan larutan *pretreatment* NaOH dan NH<sub>4</sub>OH. Metode penelitian utama yang dilakukan adalah proses adsorpsi. Variasi yang diterapkan untuk konsentrasi *pretreatment* adalah 1, 1,5, dan 2,5 M. Variasi yang diterapkan untuk konsentrasi minyak adalah 3500, 4500, dan 6000 ppm sedangkan variasi yang diterapkan untuk dosis adsorben adalah 2, 3, dan 4 gram. Proses adsorpsi berlangsung pada kolom *batch* pada temperatur kamar dengan volume larutan minyak 100 mL, waktu kontak 40 menit, dan kecepatan pengadukan 200 rpm dengan analisis yang meliputi: analisis perolehan minyak yang terserap pada adsorben (persentase *yield*), kadar air (*moisture analyzer*), dan morfologi cangkang kelapa sawit (*SEM*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa larutan *pretreatment* (NaOH dan NH<sub>4</sub>OH) yang digunakan dapat menurunkan kandungan minyak pada *POME*. Larutan *pretreatment* dapat menurunkan kandungan minyak dalam *POME* dari 6000 ppm hingga 1600 ppm dengan larutan *pretreatment* NaOH dan 2000 ppm dengan larutan *pretreatment* NH<sub>4</sub>OH dimana persentase *yield* paling besar diperoleh pada adsorpsi dengan konsentrasi larutan *pretreatment* NaOH 1,5 M, konsentrasi minyak 6000 ppm, dan dosis adsorben 2 gram sebesar 73,9% serta pada adsorpsi dengan konsentrasi larutan *pretreatment* dengan konsentrasi NH<sub>4</sub>OH 1,5 M, konsentrasi minyak 6000 ppm, dan dosis adsorben 2 gram sebesar 67,4%.

**Kata kunci** : Adsorpsi, cangkang kelapa sawit, *Palm Oil Mill Effluent*, (*POME*), delignifikasi, minyak

## **ABSTRACT**

Generally, the palm oil industry's liquid waste is called palm oil mill effluent (POME) which comes from the sterilization, clarification, and hydrocyclone discharges process. In 1 tonne of palm oil produces 350-450 kg of POME (from sterilization and clarification) and 100-150 kg of POME (from hydrocyclone discharges). POME contains 0.6-0.7% oil and grease which has to be treated efficiently before it can be discharged because oil in POME is a dangerous pollutant for the aquatic environment. It is toxic to microorganisms that live in the water. Therefore, oil in POME must be reduced or eliminated to prevent constraints on water treatment units, avoid problems at the biological waste treatment, and fulfill the water quality standard for industrial estates. Oil in POME can be reduced through adsorption process using palm kernel shell which is the solid waste of palm oil industry itself as an adsorbent where at 1 tonne of palm oil reduces 6,5% or 65 kg palm kernel shells. Palm kernel shells contain 6.92% cellulose and 26.16% hemicellulose so the palm kernel shells have good ability to adsorb oil.

Palm kernel shells which are used as an adsorbent will be pretreatment on palm kernel shells in order to enlarge the pores of the shell. The pretreatment that will be done is delignification process with NaOH and NH<sub>4</sub>OH solution. The main research method is the adsorption process. In the main study studied the effect of concentration of pretreatment solution, oil concentration, and dosage of palm kernel shell adsorbent to oil content in POME. The variations applied for pretreatment concentrations were 1, 1.5, and 2.5 M. The variations applied for oil concentrations were 3500, 4500, and 6000 ppm whereas the variations applied for dose of adsorbent were 2, 3, and 4 gram. The adsorption process takes place in the batch column at room temperatur with 100 mL oil solution, 40 minutes contact time, and 200 rpm speed of stirring which analysis include: analysis of oil yield absorbed on adsorbent (percentage of yield), moisture content (moisture analyzer), and morphology of oil palm shell (SEM).

The results showed that the pretreatment solution (NaOH and NH<sub>4</sub>OH) can decrease oil content in POME.. The pretreatment solution can decrease the oil content in POME from 6000 ppm to 1600 ppm using NaOH and 2000 ppm using NH<sub>4</sub>OH whereby the greatest percentage of yield is obtained at adsorption with a concentration of 1.5 M NaOH, an oil concentration of 6000 ppm, and a 2 gram adsorbent dose, that is 73,9% and at adsorption with concentration of NH<sub>4</sub>OH 1,5 M, oil concentration 6000 ppm, and dose of adsorbent 2 gram, that is 67,4%.

**Keyword:** Adsorption, Palm oil shell, Palm Oil Mill Effluent, (POME), delignification, oil

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang menduduki posisi penting di sektor pertanian, khususnya di sektor perkebunan. Hal ini disebabkan dari sekian banyak tanaman yang menghasilkan minyak atau lemak, kelapa sawit menghasilkan nilai ekonomi terbesar per hektar di dunia. Dalam 10 tahun terakhir ini industri kelapa sawit di Indonesia berkembang dengan sangat pesat. Sebagian besar lahan-lahan perkebunan non kelapa sawit di seluruh Indonesia berangsur-angsur beralih atau diubah menjadi lahan perkebunan kelapa sawit. Dengan meningkatnya pabrik-pabrik pengolahan kelapa sawit, tidak dipungkiri akan menyebabkan peningkatan produksi *Crude Palm Oil (CPO)*. Hal ini berarti Indonesia telah menjadi negara dengan volume ekspor *CPO* yang tinggi. Produksi minyak kelapa sawit di dunia dapat disajikan dalam **Tabel 1.1**:

**Tabel 1.1** Produksi minyak kelapa sawit di dunia tahun 2016-2017 [1]

Negara	Jumlah Produksi (Ton)
Indonesia	34.000.000
Malaysia	19.500.000
Thailand	2.000.000
Kolombia	1.143.000
Nigeria	970.000
Lainnya	5.176.000

Dengan meningkatnya jumlah ekspor *CPO* di Indonesia, maka timbul permasalahan lain mengenai *CPO*, yaitu permasalahan limbah industri kelapa sawit. Limbah adalah kotoran atau buangan yang merupakan komponen penyebab pencemaran terdiri dari zat atau bahan yang tidak mempunyai kegunaan lagi bagi masyarakat. Kebanyakan industri yang ada membuang limbahnya ke perairan terbuka sehingga dalam waktu yang relatif singkat akan terjadi bau busuk sebagai akibat terjadinya fermentasi limbah. Limbah industri kelapa sawit menghasilkan limbah yang bersifat cair atau padat yang masih kaya dengan zat organik yang mudah mengalami peruraian.

Limbah padat industri kelapa sawit berasal dari proses pengolahan berupa tandan kosong kelapa sawit, cangkang, tempurung, serabut atau serat, lumpur dan bungkil. Limbah cair dari industri kelapa sawit berasal dari unit proses pengukusan (sterilisasi), proses klarifikasi dan buangan hidrosiklon. Pada umumnya limbah cair industri kelapa sawit ini berpotensi mencemari air tanah dan badan air. Limbah cair industri kelapa sawit yang dibuang ke perairan terbuka akan mencemari perairan tersebut yang menyebabkan makhluk hidup yang ada di perairan tersebut mati. Sebelum limbah cair dibuang ke perairan terbuka, limbah cair industri kelapa sawit perlu diolah terlebih dahulu sehingga kandungan limbah cair tersebut memenuhi kriteria baku mutu yang berlaku.

Limbah cair industri kelapa sawit atau biasa disebut dengan *Palm Oil Mill Effluent (POME)* diolah secara aerobik dan anaerobik, pengolahan dengan membran, serta pengolahan dengan evaporasi. Metode-metode tersebut tidak khusus ditujukan untuk mengurangi kandungan minyak yang ada dalam *POME*. Kandungan minyak dalam *POME* merupakan polutan berbahaya bagi lingkungan perairan karena minyak tersebut bersifat racun bagi mikroorganisme yang hidup di dalam perairan. Oleh sebab itu, kandungan minyak dalam *POME* harus dikurangi atau dihilangkan untuk mencegah timbulnya kendala pada unit pengolahan air, menghindari masalah pada tahap pengolahan limbah secara biologi, dan memenuhi baku mutu air bagi kawasan industri. Penghilangan kandungan minyak pada *POME* dapat dilakukan melalui proses adsorpsi. Penelitian ini akan menggunakan cangkang kelapa sawit sebagai adsorben. Cangkang kelapa sawit memiliki kemampuan mengadsorpsi yang baik dengan dilakukan *pretreatment* sebelum melalui proses adsorpsi.

## **1.2 Tema Sentral Masalah**

*POME* yang dapat mencemari lingkungan perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan terbuka. Metode yang umum dilakukan adalah pengolahan dengan proses aerobik dan anaerobik, pengolahan dengan membran, serta pengolahan dengan evaporasi. Metode-metode tersebut belum mengurangi kandungan minyak yang ada dalam *POME* secara efisien. Kandungan minyak tersebut merupakan polutan berbahaya bagi lingkungan perairan karena minyak tersebut bersifat racun bagi mikroorganisme yang hidup di dalam perairan. Oleh karena itu, diperlukan metode untuk mengurangi kandungan minyak dalam *POME* melalui proses adsorpsi. Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang kelapa sawit.

### 1.3 Identifikasi Masalah

Berdasarkan tema sentral masalah di atas, beberapa masalah yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi larutan *pretreatment* terhadap perolehan minyak yang terserap pada adsorben (persentase *yield*)?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi minyak terhadap perolehan minyak yang terserap pada adsorben (persentase *yield*)?
3. Bagaimana pengaruh variasi dosis adsorben terhadap perolehan minyak yang terserap pada adsorben (persentase *yield*)?

### 1.4 Premis

Penelitian ini menggunakan beberapa literatur yang berhubungan dengan penelitian seperti yang disajikan pada **Tabel 1.2** untuk menetapkan variasi penelitian, variabel-variabel proses, dan bahan termasuk alat yang sesuai dengan penelitian.

### 1.5 Hipotesis

Hipotesis yang dapat dibuat berdasarkan studi literatur yang sudah dilakukan sebagai berikut:

1. Peningkatan konsentrasi larutan *pretreatment* dapat menurunkan perolehan minyak yang terserap pada adsorben (persentase *yield*).
2. Peningkatan konsentrasi minyak meningkatkan perolehan minyak yang terserap pada adsorben (persentase *yield*). [8]
3. Peningkatan dosis adsorben meningkatkan perolehan minyak yang terserap pada adsorben (persentase *yield*).

### 1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian ini adalah penghilangan minyak dari larutan yang mengandung minyak sehingga larutan dapat dibuang ke perairan terbuka tanpa bahaya. Tujuan khusus dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi larutan *pretreatment* terhadap perolehan minyak yang terserap pada adsorben (persentase *yield*).
2. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi minyak terhadap perolehan minyak yang terserap pada adsorben (persentase *yield*).

**Tabel 1.2** Premis adsorben dari biomassa pada beberapa kondisi operasi

No	Bahan (Adsorben)	Sampel (Adsorbat)	Pretreatment	KONDISI OPERASI			KONDISI OPTIMUM			Hasil	Pustaka
				Konsentrasi Adsorbat	Dosis Adsorben	Ukuran Partikel	Konsentrasi Adsorbat	Dosis Adsorben	Ukuran Partikel		
1	Cangkang kelapa	<i>Aqueous solution of heavy metal</i>	Pirolisis dengan temperatur 200°C	0,5; 1; 2; 3; 4; 5 mg/L	0,5 gram	120 mm	5 mg/L	0,5 gram	120 mm	Konsentrasi sampel yang teradsorpsi 4,72 mg/L pada Pb <sup>2+</sup> <i>solution</i>	[2]
2	<i>Walnut shell</i>	SMO; Canola oil; DoALL Bright-Edge 80	Perendaman dengan air	841,9; 913,2; 821,5 mg/L	3 gram	56,28 mm	821,5 mg/L	3 gram	56,28 mm	Kapasitas adsorpsi 0,74 g/g (g sampel /g adsorben) pada DoALL Bright-Edge 80	[3]
3	<i>Spent tea leaves</i>	<i>Procion red MX 8B</i>	Perendaman dengan NaOH 4%	20 mg/L	0,1 gram	t.d.	20 mg/L	0,1 gram	t.d.	Kapasitas adsorpsi 3,22 g/g (g sampe/g adsorben) pada <i>procion red MX 8B</i>	[4]
4	Ampas tebu	<i>Emulsified oil from the wastewater</i>	Perendaman dengan NaOH 0,05 M	3095 mg/L	t.d.	0,28 mm	3095 mg/L	t.d.	0,28 mm	Kapasitas adsorpsi 80,25 g/g (g sampe/g adsorben) pada <i>Emulsified oil from the wastewater</i>	[5]

**Tabel 1.2** Premis adsorben dari biomassa pada beberapa kondisi operasi (*lanjutan*)

No	Bahan (Adsorben)	Sampel (Adsorbat)	Pretreatment	KONDISI OPERASI			KONDISI OPTIMUM			Hasil	Pustaka
				Konsentrasi Adsorbat	Dosis Adsorben	Ukuran Partikel	Konsentrasi Adsorbat	Dosis Adsorben	Ukuran Partikel		
5	<i>Waste pomace of olive oil</i>	<i>Aqueous solution of Chromium (VI)</i>	Pencucian dan pengeringan pada temperatur ruang	50; 75; 100; 200 mg/L	t.d.	1-3 mm	100 mg/L	t.d.	1-3 mm	Kapasitas adsorpsi 3,33 mg/g (mg metal teradsorpsi/g adsorben) (% <i>removal</i> 21,74% w/w)	[6]
6	<i>Modified ball clay chitosan composite (MBC-CH)</i>	Garam yang mengandung <i>methylene blue</i>	Perendaman dengan asam asetat	50 mg/L	t.d.	0,5-2 mm	50 mg/L	t.d.	0,5-2 mm	Persentase <i>methylene blue removal</i> sebesar 90% (massa zat teradsorpsi per 100 ml larutan)	[7]
7	<i>Torrefied biomass</i>	<i>Furfural solution</i>	Pemanasan dan pengeringan dengan temperatur 105°C	6000 mg/L	25; 50; 100; 150 gram (dalam 1 liter)	t.d.	6000 mg/L	150 gram	t.d.	Persentase <i>furfural removal</i> sebesar 77% (massa zat teradsorpsi per 1 L larutan)	[8]



**Tabel 1.2** Premis adsorben dari biomassa pada beberapa kondisi operasi (*lanjutan*)

No	Bahan (Adsorben)	Sampel (Adsorbat)	Pretreatment	KONDISI OPERASI			KONDISI OPTIMUM			Hasil	Pustaka
				Konsentrasi Adsorbat	Dosis Adsorben	Ukuran Partikel	Konsentrasi Adsorbat	Dosis Adsorben	Ukuran Partikel		
8	<i>Synthetic rubber powder</i>	<i>Residue oil from POME</i>	t.d.	t.d.	5; 10; 15; 20; 25; 30 gram	t.d.	t.d.	30 gram	t.d.	Menurunkan konsentrasi dari <i>residual oil</i> dari 850 mg/L menjadi 200 mg/L	[9]
9	<i>Oil palm leaves</i>	<i>Condensate oil from produced water</i>	Dijadikan <i>amorphous carbon thin film</i> (ACTF)	100; 250; 500; 1000; 1500; 2000; 2500 mg/L	5 gram	0,07-0,1 mm	2500 mg/L	5 gram	0,07 – 0,1 mm	Kapasitas adsorpsi 300 mg/g (mg adsorbat teradsorpsi/ g adsorben)	[10]
10	<i>Chitosan powder</i>	<i>Residue oil from POME</i>	Perendaman dengan asam asetat	2 g/L	0,5; 1; 1,5 gram	Kurang dari 2 mm	2 g/L	0,5 gram	Kurang dari 2 mm	Persentase <i>oil removal</i> sebesar 99% (massa zat teradsorpsi per 1 L larutan)	[11]

3. Mengetahui pengaruh variasi dosis adsorben terhadap perolehan minyak yang terserap pada adsorben (persentase *yield*).

### **1.7 Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Bagi mahasiswa, diharapkan:
  - a. Mempelajari dan mengetahui proses adsorpsi dan analisis-*analisis* yang dilakukan dari hasil adsorpsi minyak dalam larutan minyak.
  - b. Mempelajari pengaruh konsentrasi larutan *pretreatment*, konsentrasi minyak, dan dosis adsorben terhadap proses adsorpsi minyak dalam larutan minyak.
2. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan mengenai manfaat dan potensi lain dari cangkang kelapa sawit sehingga dapat membantu mengurangi pencemaran air dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat.
3. Bagi industri, penelitian ini diharapkan dapat membantu dan memberikan informasi mengenai pemanfaatan dari cangkang kelapa sawit sebagai salah satu strategi dalam mengolah limbah cair industri sehingga air limbah yang dihasilkan dapat layak dibuang ke lingkungan.