

**STUDI LABORATORIUM MENGGUNAKAN METODE  
FISIKA-KIMIA  $H_3PO_4$  SEBAGAI AKTIVATOR PADA  
CANGKANG KELAPA SAWIT PADA PROSES PEMURNIAN  
AIR FORMASI**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan guna penyusunan tugas akhir Program Studi Teknik Perminyakan*

Oleh

**DEVINA ADRIANI**

**143210355**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU**

**2021**

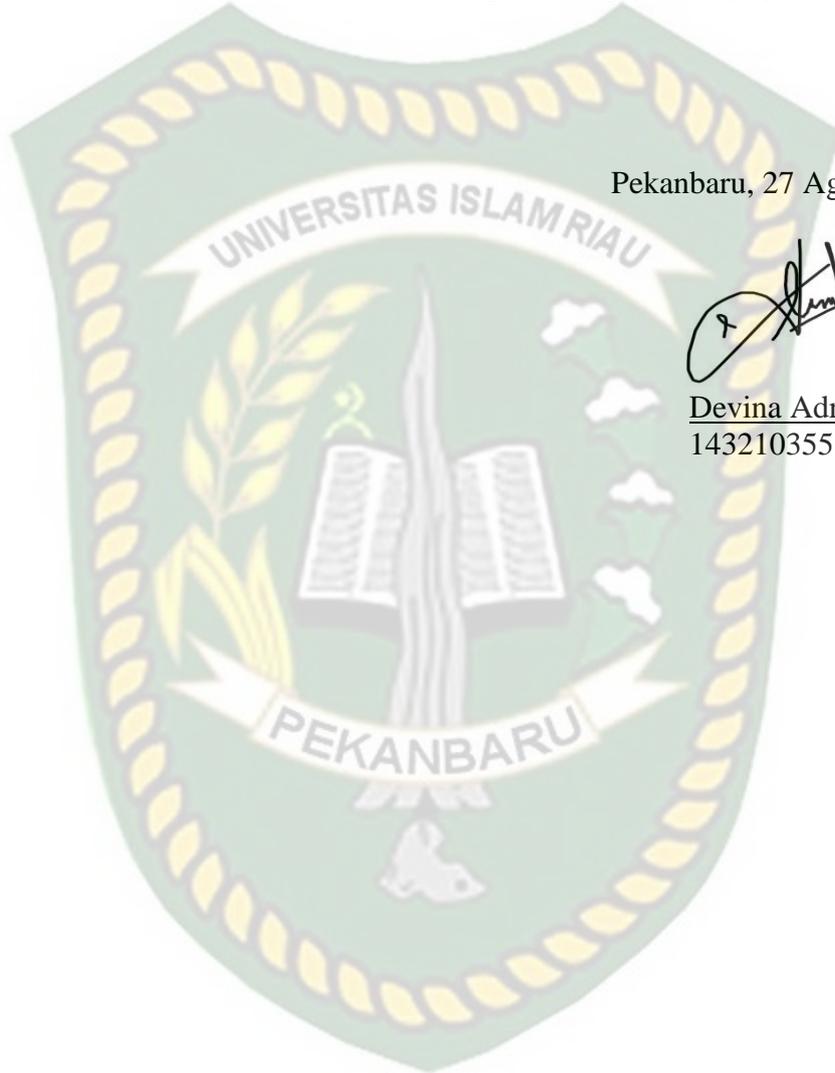
## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang diketik maupun dirujuk telah saya nyatakan sesuai dengan ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru, 27 Agustus 2021



Devina Adriani  
143210355



## KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan. Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Tanpa bantuan dari mereka tentu terasa sulit rasanya untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Novrianti, ST.,MT selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ketua dan sekretaris prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
3. Orang tua saya Minarni S.pd yang tidak mungkin mampu saya membalas jasa mereka walaupun bumi serta isinya saya hadiahkan sebagai gantinya. Serta saudaraku Muhammad Farras Hafis, Fadiyah Asma Diyanah dan Muhammad Ahnaf Rafi yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.
4. Semua teman dan sahabat, senior dan junior perkuliahan yang tak mampu saya sebutkan satu persatu.

Teriring do'a saya, semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 27 Agustus 2021



Devina Adriani  
143210355

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
DAFTAR SINGKATAN.....	ix
DAFTAR SIMBOL .....	x
ABSTRAK .....	xii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN .....	2
1.3 MANFAAT PENELITIAN .....	3
1.4 BATASAN MASALAH.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 AIR TERPRODUKSI ( <i>PRODUCED WATER</i> ) .....	4
2.2 <i>OIL REMOVAL FILTER (ORF)</i> .....	5
2.3 PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP.....	5
2.4 KARBON AKTIF CANGKANG KELAPA SAWIT.....	6
2.4.1 Adsorpsi .....	8
2.4.2 Proses Aktivasi.....	9
2.4.3 Aktivator .....	9
2.5 <i>WALNUT SHELL</i> .....	10
2.6 <i>STATE OF THE ART</i> .....	10
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....	14
3.2 BAHAN DAN ALAT .....	14
3.3.1 Bahan.....	14
3.3.2 Alat Dan Fungsinya .....	16

<b>3.3</b>	<b>PROSEDUR PERCOBAAN .....</b>	<b>19</b>
3.4.1	Pembuatan Karbon Dari Cangkang Sawit Secara Fisika .....	19
3.4.2	Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Sawit Secara Kimia .....	19
3.4.3	Proses Pengujian Daya Serap Karbon Aktif Dengan Uji Iodin .....	20
3.4.4	Proses Penyaringan .....	20
3.4.5	Pengujian Dengan Metode Gravimetri.....	20
3.4.6	Pengujian Kandungan TDS Dengan TDS Meter .....	23
3.4.7	Pengujian Kandungan <i>Turbidity</i> (Kekeruhan) dengan <i>Turbidity</i> meter.....	23
3.4.8	Pengujian Kandungan pH Air Dengan pH Meter .....	24
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1</b>	<b>KARBON AKTIF CANGKANG KELAPA SAWIT.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2</b>	<b>ANALISIS PENGUJIAN <i>WATER TREATMENT</i>.....</b>	<b>29</b>
4.2.1	Analisis Pengujian dengan Menggunakan Media <i>Filter</i> P1.....	29
4.2.2	Analisis Pengujian dengan Menggunakan Media <i>Filter</i> Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit P2 .....	30
4.2.3	Analisis Pengujian dengan Menggunakan Media <i>Filter</i> Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit P3 .....	31
<b>4.3</b>	<b>PERBANDINGAN EFISIENSI ANTARA <i>FILTER WALNUT SHELL</i> DENGAN KARBON AKTIF CANGKANG KELAPA SAWIT .....</b>	<b>33</b>
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>35</b>
<b>5.1</b>	<b>KESIMPULAN .....</b>	<b>35</b>
<b>5.2</b>	<b>SARAN.....</b>	<b>35</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>36</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Buah cangkang sawit .....	6
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> .....	14
Gambar 3. 2 Cangkang kelapa sawit .....	14
Gambar 3. 3 Air formasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 4 <i>Walnut shell</i> .....	15
Gambar 3. 5 <i>Aquadest</i> .....	15
Gambar 3. 6 Pasir silika.....	15
Gambar 3. 7 Kerikil .....	16
Gambar 3. 8 <i>Oven</i> .....	16
Gambar 3. 9 <i>Shieve</i> .....	16
Gambar 3. 10 TDS meter.....	17
Gambar 3. 11 pH meter .....	17
Gambar 3. 12 Gravimetri.....	17
Gambar 3. 13 <i>Blender</i> .....	18
Gambar 3. 14 Pompa .....	18
Gambar 3. 15 <i>Catridge</i> .....	18
Gambar 4. 1 Proses dehidrasi cangkang kelapa sawit.....	27
Gambar 4. 2 Cangkang Kelapa Sawit setelah karbonisasi .....	28
Gambar 4. 3 (Kiri) Hasil <i>filter</i> karbon aktif P3, (Tengah) Hasil <i>filter</i> karbon aktif P1, dan (Kanan) Hasil <i>filter</i> <i>walnut</i> P2 .....	33

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 19 tahun 2010.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
<b>Tabel 2. 2</b> Kegunaan karbon aktif dan ukuran yang digunakan .....	7
<b>Tabel 3. 1</b> Jadwal Penelitian Tugas Akhir .....	25
<b>Tabel 4. 1</b> Perlakuan pada sampel penelitian .....	26
<b>Tabel 4. 2</b> Efek Pemanasan Terhadap Berat Cangkang Kelapa Sawit .....	28
<b>Tabel 4. 3</b> Hasil Pengujian Sampel P1 .....	29
<b>Tabel 4. 4</b> Hasil Pengujian Sampel P2 .....	30
<b>Tabel 4. 5</b> Hasil Pengujian Sampel P3 .....	32
<b>Tabel 4. 6</b> Perbandingan Hasil Uji <i>Filter</i> Sampel P1, Sampel P2, dan Sampel P3.....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Perhitungan Efisiensi .....	39
<b>Lampiran 2.</b> Proses Filtrasi Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit .....	42
<b>Lampiran 3.</b> Hasil Uji Air Formasi dan Iodin .....	43



Dokumen ini adalah Arsip Miik :  
Perpustakaan Universitas Islam Riau

## DAFTAR SINGKATAN

O/W	<i>Oil In Water</i>
PPM	<i>Parts Per Milion</i>
TDS	<i>Total Dissolved Solid</i>
pH	<i>Power Of Hydrogen</i>
O & G	<i>Oil And Grease</i>
WTP	<i>Water Treating Plant</i>
ORF	<i>Oil Removal Filter</i>



## DAFTAR SIMBOL

%	<i>Percent</i>
gr	Gram
ml	Milimeter
cm	Centimeter



**STUDI LABORATORIUM MENGGUNAKAN METODE  
FISIKA - KIMIA  $H_3PO_4$  SEBAGAI AKTIVATOR PADA  
CANGKANG KELAPA SAWIT PADA PROSES PEMURNIAN  
AIR FORMASI**

**DEVINA ADRIANI**

**143210355**

**ABSTRAK**

Produksi minyak yang semakin lama semakin meningkat menyebabkan terjadinya peningkatan limbah air terproduksi (*Produced water*). Limbah air terproduksi ini harus diproses sesuai dengan peraturan pemerintah dan tidak boleh langsung di buang ke lingkungan ataupun diinjeksikan kembali ke dalam *reservoir* jika masih mengandung *Oil Content*, *Total Dissolved Oil*, *pH* serta *Turbidity* yang tidak sesuai dengan PERMEN LH No 19 Tahun 2010. Saat ini, salah satu cara memisahkan air produksi dari *oil content*, zat kimia dan zat pengotor lainnya adalah dengan filtrasi atau penyaringan. Pada umumnya di industri perminyakan, filtrasi dilakukan menggunakan media *walnut shell*. Pada penelitian ini akan menggunakan karbon aktif dari cangkang kelapa sawit dengan metode fisika-kimia dengan *activator  $H_3PO_4$*  sebagai proses pemurnian air formasi. Karbon aktif dari cangkang kelapa sawit digunakan karena merupakan salah satu limbah yang cukup besar di Indonesia, selain itu karbon aktif cangkang kelapa sawit memiliki daya serap yang tinggi sehingga bermanfaat dalam proses pemurnian air produksi. Penelitian menggunakan karbon aktif dari cangkang kelapa sawit bertujuan untuk mengetahui efisiensi *filter* karbon aktif cangkang sawit terhadap *oil content*, *turbidity*, *pH*, dan TDS yang terkandung pada air terproduksi. Proses filtrasi dilakukan dengan menggunakan tiga sampel yaitu Sampel P1 (Kerikil - *walnut shell* - pasir silika - *catridge filter*), Sampel P2 (Kerikil - *walnut shell* - karbon aktif cangkang kelapa sawit 3cm - kerikil - pasir silika – kerikil - *catridge filter*), dan Sampel P3 (Kerikil - *walnut shell* - karbon aktif cangkang kelapa sawit 5cm - kerikil - pasir silika – kerikil - *catridge filter*). Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, didapat hasil proses filtrasi yang baik dan sesuai dengan peraturan pemerintah yaitu Sampel P3 dengan hasil penelitian menunjukkan kandungan *oil content* yaitu 1.3 ppm dengan efisiensi 78.33%, dan *pH* yaitu 6.13

**KATA KUNCI:** *produced water*, karbon aktif, cangkang sawit, filtrasi, *walnut shell*

**LABORATORY STUDY WITH USING PHYSICAL-CHEMICAL  
METHOD  $H_3PO_4$  AS AN ACTIVATOR PALM SHELL ON A  
PROSES OF PRODUCED WATER PURIFICATION**

**DEVINA ADRIANI**  
**143210355**

**ABSTRACT**

*Increment of oil production causes an increase in Produced water waste. The water produced must comply with government regulations and should not be directly in the environment or re-injected into the reservoir if it contains Oil Content, Total Dissolved Oil, pH and Turbidity which are not in accordance with PERMEN LH No. 19 of 2010. Now, one of the how to separate water production from oil content, chemicals and other impurities is by filtration or scenery. In general, in the petroleum industry, filtration is carried out using walnut shell media. In this study, activated carbon from oil palm shells using the physico-chemical method with activator  $H_3PO_4$  as the process of purification of formation water will be used. Activated carbon from oil palm shells is used because it is one of the large wastes in Indonesia, besides coconut shell activated carbon. Palm oil has a high absorption capacity so it is useful in the process of purification of production water. Research on the use of activated carbon from oil palm shells aims to determine the efficiency of palm shell activated carbon filters on oil content, turbidity, pH, and TDS contained in produced water. The filtration process was carried out using three samples, that are Sample P1 (Gravel - walnut shell - silica sand - filter cartridge), Sample P2 (Gravel - walnut shell - 3cm oil palm shell activated carbon - gravel - silica sand - gravel - filter cartridge), and Sample P3 (Gravel - walnut shell - 5cm oil palm shell activated carbon - gravel - silica sand - gravel - cartridge filter). Based on the results of the tests that have been carried out, the results of the filtration process are attractive and in accordance with government regulations, that is Sample P3 with the results showing the content of oil is 1.3 ppm with an efficiency of 78.33%, and pH is 6.13.*

**KEY WORD:** *Produced Water, Activated Carbon, Palm Shells, Filtration, Walnut Shell*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Industri minyak merupakan salah satu industri di Indonesia yang mengalami peningkatan dari tahun ketahun. Selain itu minyak juga merupakan sumber energi utama dan termasuk pendapatan terbesar di beberapa negara di dunia. Peningkatan produksi minyak yang semakin lama semakin meningkat menyebabkan limbah yang dihasilkan dari eksplorasi minyak tersebut juga ikut meningkat, salah satunya yaitu limbah eksplorasi minyak bumi yang juga disebut *Produced Water* (Air Terproduksi). Air terproduksi tersebut memiliki kandungan bahan organik dan anorganik yang berpotensi sebagai limbah B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya) yang berpengaruh terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Safitri, A. dan Aryanti, 2013).

Air yang terkontaminasi minyak tidak dapat langsung digunakan atau langsung dibuang ke badan air. Oleh sebab itu, emulsi minyak dalam air ini harus diolah sebelum akhirnya dibuang atau digunakan lagi melalui proses daur ulang (Situmorang, 2016). Air yang ikut terproduksi tersebut apabila langsung dibuang atau dialirkan ke lingkungan harus memenuhi baku mutu dan syarat dinyatakan air terproduksi tersebut aman terhadap lingkungan dan ekosistem (Hasianny, Noor dan Yani, 2015). Adapun syarat baku mutu dinyatakan air terproduksi aman harus sesuai dengan Permen Lh No 19 Tahun 2010.

Salah satu metode efektif yang digunakan untuk pengolahan air yang terkontaminasi minyak serta dapat menurunkan unsur pencemaran ialah metode filtrasi yang masuk kedalam jenis *Water Treating Plant* (WTP). Filtrasi yaitu proses pengolahan air secara fisika, kimia dan biologi yang dapat mengurangi partikel padat didalam air dengan cara melewatkan air melalui media berpori dengan ukuran butir dan ketebalan tertentu sesuai dengan jumlah air yang akan di proses (Rahmawati, 2009). Pada industri perminyakan penyaringan akhir untuk mengolah limbah air terproduksi adalah *Oil Removal Filter* (ORF) dengan media yang digunakan ialah *Walnut* (Andarani dan Rezagama, 2015). Selain media *walnut*, media filtrasi yang dapat juga digunakan adalah karbon aktif.

Berdasarkan keterangan di atas, penelitian ini akan membahas mengenai kelayakan kandungan *Oil content* dan pH yang terdapat pada air terproduksi sumur X untuk dibuang ke lingkungan. Adapun *filter* yang digunakan untuk menurunkan nilai kandungan pH dan *Oil content* air formasi tersebut yakni menggunakan karbon aktif cangkang kelapa sawit. Karbon aktif dipilih karena limbah kelapa sawit banyak terdapat di Indonesia dan limbah ini pengolahan ataupun penggunaannya masih belum maksimal, yang selama ini cangkang kelapa sawit hanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar *boiler* (Teddy Hartuno, Udiantoro, 2014). Selain itu cangkang kelapa sawit mempunyai karakter kimia dan fisika yang mampu mengadsorpsi zat organik ataupun anorganik (Mifbakhuddin, 2010).

Penelitian ini juga bertujuan untuk membandingkan hasil antara *walnut* dan kombinasi antara karbon aktif cangkang kelapa sawit dengan *walnut* sebagai media filtrasi dan menghitung nilai pH dan *Oil Content*. Peneliti berharap karbon aktif yang digunakan berhasil dipergunakan sebagai media *filter* dan dapat memberikan manfaat bagi penanganan limbah pada air formasi yang ada pada *gathering station* terutama yang mengandung minyak, dengan demikian pencemaran lingkungan juga dapat ditanggulangi dengan sebaik mungkin sesuai dengan standar baku mutu yang telah diatur oleh pemerintah maupun peraturan dari perusahaan.

## 1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan uji daya serap iodin karbon aktif pada cangkang kelapa sawit.
2. Menentukan perbandingan efisiensi *oil content* antara *filter walnut*, karbon aktif cangkang kelapa sawit dengan ketebalan 3 cm dan cangkang kelapa sawit dengan ketebalan 5 cm terhadap air produksi..
3. Menganalisis *oil content*, dan pH pada proses filtrasi menggunakan *walnut shell* dan karbon aktif cangkang kelapa sawit terhadap *Water Treatment* limbah produksi migas.

### 1.3 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Merancang teknologi sederhana yang berfungsi untuk *water treatment* pada media cangkang kelapa sawit untuk mengatasi limbah air terproduksi dan untuk dijadikan rujukan untuk melakukan penelitian selanjutnya.
2. Untuk pengkayaan materi mata kuliah problematika produksi dan dapat dijadikan karya ilmiah yang dapat dipublikasikan secara nasional maupun internasional.

### 1.4 BATASAN MASALAH

Agar penelitian lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan, maka penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

1. Proses pembuatan karbon aktif cangkang kelapa sawit secara metode fisika-kimia menggunakan  $H_3PO_4$  sebagai *activator* dan secara fisika dengan aktivasi pada suhu  $600^\circ C$  selama 1 jam.
2. Menganalisis kandungan *oil content* dan pH dalam air yang telah dilakukan proses filtrasi menggunakan *walnut shell* dan karbon aktif cangkang kelapa sawit.
3. Penelitian dilakukan hanya di laboratorium dan belum diterapkan di lapangan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Al Qur'an Surat Al-Jatsiyah Ayat 29

*“(Allah berfirman): inilah kitab (catatan) kami yang menunturkan kepadamu dengan benar. Sesungguhnya kami telah menyuruh mencatat apa yang telah kamu kerjakan”.*

Berdasarkan Al Qura'an Surah Al-jatsiyah Ayat 29, dapat dijelaskan bahwa awal proses mulai dari pencarian judul Tugas Akhir, pengajuan hingga bimbingan sampai penyelesaian Tugas Akhir ini, maka itulah amal perbuatan atau amal ibadah yang didapatkan (dicatat).

#### **2.1 AIR TERPRODUKSI (*PRODUCED WATER*)**

Air terproduksi adalah air yang ditemukan bersama sumur-sumur minyak atau gas. Air terproduksi terdiri dari air yang terbentuk secara alami dan air yang diinjeksikan sebagai bagian dari proses stimulasi atau operasi *recovery*. Air terproduksi dapat berasal dari air garam dan air formasi. Air garam berasal dari aliran di atas atau di bawah zona hidrokarbon, aliran di dalam zona hidrokarbon, serta aliran dari fluida dan bahan tambahan yang diinjeksikan yang merupakan hasil dari kegiatan produksi (Tiana, 2015).

Produksi air yang terproduksi setiap harinya sangat banyak. Air terproduksi akan semakin banyak seiring dengan tuanya umur dari sumur minyak ataupun gas. Jumlah air terproduksi yang banyak membuat air terproduksi ini dimanfaatkan untuk berbagai hal, seperti diinjeksikan untuk meningkatkan produksi minyak, untuk irigasi, serta peternakan. Selain itu, air terproduksi juga dibuang ke laut dan diinjeksikan ke dalam tanah (Tiana, 2015).

Air terproduksi telah mengalami kontak dengan hidrokarbon selama bertahun-tahun, sehingga air ini mengandung sifat-sifat kimia dari hidrokarbon itu sendiri. Kandungan zat-zat dalam air terproduksi ini menyebabkan air terproduksi terlebih dahulu harus diolah sebelum dibuang ke lingkungan, karena jika tidak akan merusak dan membahayakan lingkungan. Pemanfaatan air terproduksi dan pembuangan air terproduksi yang belum diolah dan mengandung banyak bahan berbahaya juga dapat mengganggu keseimbangan lingkungan.

## 2.2 OIL REMOVAL FILTER (ORF)

*Oil removal filter* (ORF) berfungsi sebagai media penyaringan terakhir dari air yang masih mengandung minyak dan kotoran dari *mechanical floatation unit* sebelum air dialirkan menuju proses softening di *water softener* yang disebabkan resin yang terdapat dalam *water softener* memiliki daya tarik yang tinggi dengan minyak sehingga kandungan minyak yang terdapat dalam air dapat menurunkan efisiensi dari *softener* tersebut. Selain itu faktor lain yang dapat menurunkan efisiensi dari *softener* adalah peningkatan penggunaan banyaknya garam.

Pengurangan kapasitas *softener*, dan memperpendek waktu pelayanan (*service time*) dari *softener*. *Filter* yang digunakan terdiri dari 2 yaitu *Horizontal* dan *Vertikal Multimedia*. Media pada ORF *Horizontal* adalah pasir, yaitu garnet dan antrasit, sedangkan media pada ORF *Vertikal* adalah kacang-kacangan, yaitu *walnut shell*.

Menurut parameter operasional ORF dalam prosedur operasi standar dilapangan, kandungan minyak sebelum masuk ke *filter* maksimal 5 ppm, bertujuan agar proses pemisahan lebih baik, sedangkan di *outlet filter* harus kurang dari 5 ppm dengan hasil terbaik dibawah 1 ppm, dengan tingkat efisiensi pemisahan kandungan minyak berkisar antara 90-95% (Andarani dan Rezagama, 2015).

Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung Efisiensi :

$$\eta = \frac{C_{inlet} - C_{outlet}}{C_{inlet}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

$\eta$  = Efisiensi

$C_{inlet}$  = Konsentrasi di *Inlet*

$C_{outlet}$  = Konsentrasi di *Outlet*

## 2.3 PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 19 tahun 2010 yang mengatur tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air limbah telah menetapkan standar baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan eksplorasi dan produksi migas pada tabel dibawah ini:

**Tabel 2. 1** Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 19 Tahun 2010

No.	Jenis Limbah	Parameter	Kadar Maksimum
1	Air Terproduksi	Minyak dan Lemak	25 mg/L
		Kekeruhan	25 NTU
		pH	6-8
		TDS	1000 mg/L

#### 2.4 KARBON AKTIF CANGKANG KELAPA SAWIT

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas andalan Indonesia yang perkembangannya sangat pesat. Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) termasuk dalam kelas *Angiospermae*, sub kelas *Monocotyledonae*, divisi *Tracheophyta*, ordo *Palmae*, famili *Arecaceae*, genus *elaeis* dan species *guineensis* (Rachim, Mirta dan Thoha, 2012). Selain produksi minyak sawit yang tinggi, produk samping atau limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak sawit juga tinggi, baik limbah cair maupun limbah padat. Limbah padatnya berupa tandan buah kosong dan cangkang sawit. Cangkang saat ini telah dimanfaatkan untuk pembuatan briket, arang aktif, dan bahan campuran pembuatan keramik.



**Gambar 2. 1** Buah cangkang sawit

**Sumber :**(Setiawan *et al.*, 2015)

Bagian perikap atau daging buah sawit mengandung 20 hingga 25% minyak sawit per tandan kelapa sawit, sedangkan bagian inti atau biji hanya

mengandung 3 hingga 5% (Setiawan *et al.*, 2015). Bagian *endocarp* merupakan cangkang yang sering dimanfaatkan sebagai arang aktif.

Cangkang kelapa sawit merupakan salah satu limbah pengolahan minyak kelapa sawit yang cukup besar, yaitu mencapai 60% dari produksi minyak. Tempurung kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif.

Arang aktif dapat dibuat dengan melalui proses karbonisasi pada suhu 550°C 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 gaya serap iodinnya sebesar 28.9% (Kurniati, 2008).

Karbon aktif adalah senyawa berbasah dasar karbon yang telah diolah sehingga memiliki porositas tinggi dan luas permukaan besar. Dua sifat ini menyebabkan arang aktif dapat digunakan sebagai adsorben yang efektif untuk berbagai senyawa organik pada pengolahan air limbah. Berbagai macam sifat permukaan arang aktif juga dapat diproduksi dalam rangka memenuhi persyaratan untuk penggunaan tertentu. Pasar terbesar produk arang aktif adalah untuk pengolahan air dan air limbah (Kirk, 2004).

Karbon aktif memiliki banyak fungsi, salah satunya dalam proses pengolahan air yaitu, pada proses ini karbon aktif berfungsi sebagai penghilang zat berbahaya yang terkandung pada air seperti seng, timbal, uap amonia dan zat berbahaya lainnya. Dalam pemurnian lainnya gas karbon aktif ini dapat berfungsi sebagai penyerap bau busuk, gas beracun dan lainnya. (Sri Murti, 2008).

**Tabel 2. 2** Kegunaan karbon aktif dan ukuran yang digunakan

No	Industri	Kegunaan	Ukuran(Mesh)
1	Industri oban & makanan	Menyaring, menghilangkan rasa dan bau	240
2	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah	240
3	Pembersih air	Penghilang warna dan bau	48

4	Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut	32, 48,240
5	Pemurnian gas	Menghilangkan sulfur, gas beracun dan bau	32, 48

*Sumber* : (Ii dan Pustaka, 2008)

#### 2.4.1 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan suatu substansi pada permukaan zat padat. Pada fenomena ini terjadi gaya tarik menarik antara substansi terserap dan penyerapnya. Dalam sistem adsorpsi fasa teradsorpsi dalam solid disebut adsorbat (zat yang diserap) sedangkan solid tersebut adalah adsorben (zat penyerap). Pada proses adsorpsi ini molekul adsorbat bergerak melalui butiran fasa gas menuju permukaan padatan dan berdisfungsi pada permukaan pori padatan adsorben.

Proses adsorpsi hanya terjadi pada permukaan, tidak masuk dalam fasa *bulk*. Proses ini yang utama terjadi pada mikro pori (pori-pori kecil), sedangkan tempat *transfer* adsorbat dari permukaan luar ke permukaan mikropori adalah makropori (Shofa, 2012). Berdasarkan interaksi molekul antara permukaan adsorben dan adsorbat, adsorpsi dibedakan menjadi 2 jenis yaitu fisika dan kimia (Sri Murti, 2008).

1. Adsorpsi fisika merupakan adsorpsi yang terjadi dikarenakan adanya gaya *Van der waals*. Pada adsorpsi fisika ini terjadi gaya tarik menarik antara molekul fluida dan molekul permukaan padatan lebih kecil daripada gaya tarik menarik antar molekul fluida tersebut sehingga gaya tarik menarik antara adsorbat dengan permukaan relatif lemah. Keseimbangan antara permukaan padatan dengan molekul fluida biasanya tercapai dan bersifat *reversible*.
2. Adsorpsi kimia terjadi dikarenakan adanya ikatan kimia yang terbentuk antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben. Ikatan kimia dapat berupa ikatan kovalen atau ion. Ikatan yang terbentuk sangat kuat maka adsorbat tidak mudah terdesorpsi.

### 2.4.2 Proses Aktivasi

Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap karbon yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Arsad, 2010).

#### 1. Aktivasi Kimia

Aktivasi kimia dilakukan dengan cara merendam karbon didalam senyawa kimia. Karbon direndam dalam larutan pengaktivasi selama 24 jam, lalu ditiriskan dan dipanaskan pada suhu  $600 - 900^{\circ}\text{C}$  selama 1 – 2 jam. Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai bahan pengaktif adalah  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$  dan  $\text{MgCl}_2$ . Aktivasi kimia menggunakan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  lebih banyak dilakukan karena arang aktif yang dihasilkan biasanya memiliki pori yang lebih baik dengan rendemennya tinggi (Dadang, 2006).

#### 2. Aktivasi Fisika

Aktivasi fisika dilakukan dengan memberikan uap air atau gas  $\text{CO}_2$  ke arang yang telah dipanaskan. Arang dimasukkan ke dalam tungku aktivasi, lalu dipanaskan pada suhu  $600-900^{\circ}\text{C}$  selama 1-2 jam (Dadang, 2006).

### 2.4.3 Aktivator

Aktivator adalah zat atau senyawa kimia yang berfungsi sebagai *reagent* pengaktif dan zat ini akan menghasilkan atom-atom karbon sehingga daya serapnya mejadi lebih baik. Zat aktivator bersifat mengikat air yang menyebabkan air yang terikat kuat pada pori-pori karbon yang tidak hilang pada saat karbonisasi dan menjadi lepas pada permukaan karbon. Zat aktivator tersebut akan memasuki pori dan membuka permukaan karbon yang tertutup, dengan demikian pada saat dilakukan pemanasan senyawa pengotor yang berada dalam pori menjadi lebih mudah terserap sehingga luas permukaan karbon aktif semakin besar dan meningkatkan daya serapnya (Oktari, 2014).

## 2.5 WALNUT SHELL

*Walnut shell* merupakan kulit cangkang kenari yang berpotensi sebagai media filtrasi. *Walnut shell* memiliki daya adsorpsi terhadap partikel-partikel yang tersuspensi pada limbah cair. Potensi yang dimiliki cangkang kenari termasuk kedalam kandidat dikonversi ke *Activated Carbon* karena kandungan karbon yang *relative* tinggi. Kulit kenari bahan baku dengan komposisi selulosa 38.7%, lignin 24.7%, hemiselulosa 18.4%, bahan yang dapat diekstraksi 7.5%, abu 2.6% dan kelembaban 8.1% (Nazari, Abolghasemi dan Esmaili, 2016).

## 2.6 STATE OF THE ART

Penelitian tentang penggunaan karbon aktif sebagai *absorben* telah banyak dilakukan. Produksi variasi materi penyerap (*adsorben*) yang ekonomis sesungguhnya sangat dibutuhkan. Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan karbon aktif ialah yang memiliki kandungan karbon yang tinggi, seperti, kayu, batu bara, serbuk gergaji, tempurung kelapa dan bambu (Kurniati, 2008).

Berdasarkan penelitian terdahulu pembuatan karbon dari cangkang kelapa sawit dilakukan dengan cara cangkang kelapa sawit yang sudah kering dibersihkan lalu dikarboniasi dengan menggunakan pada suhu  $\pm 300\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam, setelah menjadi karbon, dihancurkan dengan menggunakan *blender* dan diayak, lalu diaktivasi secara kimia dengan direndam dalam  $\text{H}_3\text{PO}_4$  10% selama 24 jam. Kemudian ditiriskan dan dikeringkan dalam *oven* pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam (Hartuno, Udiantoro dan Agustina, 2014).

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Harahap, Malik dan Dewi, 2014). Untuk mendapatkan karbon aktif yang baik dipengaruhi salah satunya oleh daya serap iodin. Rata-rata daya serap bilangan iodin yang dikarbonisasi pada suhu  $600^{\circ}\text{C}$  lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu karbonisasi dan waktu aktivasi yang digunakan maka semakin besar nilai iodin yang diperoleh karena semakin banyak permukaan karbon yang teraktivasi dan bereaksi dengan uap air sehingga pengotor-pengotor yang terdapat pada pori-pori ikut teruapkan sehingga permukaan karbon aktif semakin luas. Penelitian ini menghasilkan pengolahan air menggunakan karbon aktif dari cangkang kelapa sawit yang memenuhi standar baku mutu air bersih PERMENKES No. 416 Tahun 1990 dan standar kualitas air PP No. 82

Tahun 2001 dengan kualitas air secara fisika 0.0020 dan secara kimia 0.0249 mg/l.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Meisrilestari, Khomaini dan Wijayanti, 2013) mengatakan fungsi aktivasi pada cangkang kelapa sawit yaitu memecahkan ikatan hidrokarbon sehingga pori arang bertambah luas. Terjadinya perubahan masa disebabkan karena adanya proses aktivasi sehingga terjadi pembentukan dan penyusunan arang, sehingga pori-pori akan semakin besar dan pori-pori yang semakin banyak akan memudahkan terjadinya proses penyerapan sejumlah besar zat pengotor yang ingin di hilangkan.



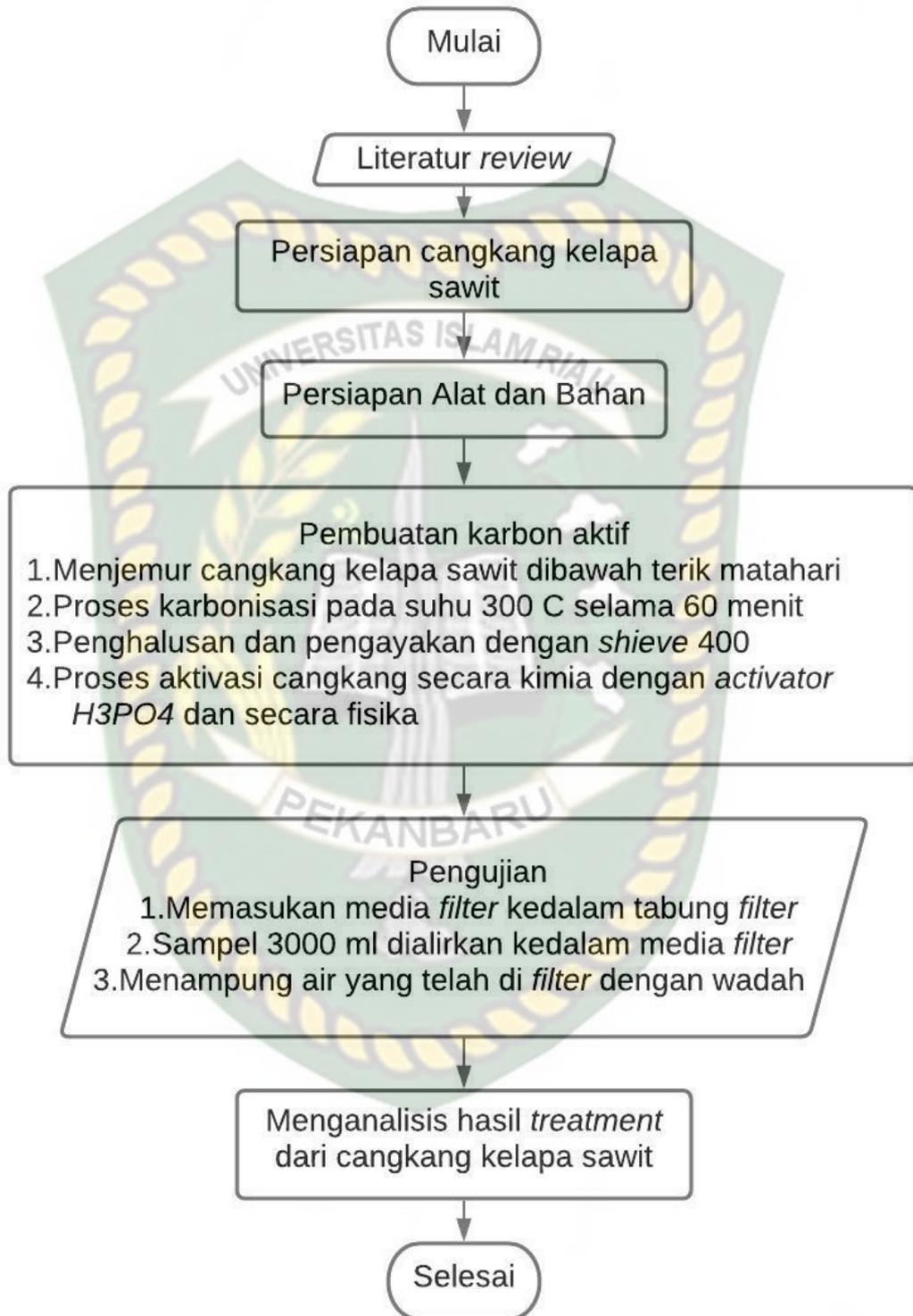
## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Metode dari penelitian ini di lakukan di Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau, dengan metode *Experiment research* dan data yang digunakan data primer berdasarkan uji laboratorium yang telah dilaksanakan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan karbon aktif cangkang sawit sebagai *Oil Removal Filter*. Metode penelitian meliputi alat dan bahan, serta prosedur penelitian.



### 3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3. 1 flowchart

## 3.2 BAHAN DAN ALAT

### 3.2.1 Bahan

- a. Cangkang Kelapa Sawit



**Gambar 3. 2** Cangkang kelapa sawit

- b.  $H_3PO_4$



**Gambar 3. 3**  $H_3PO_4$

- c. Air Formasi



**Gambar 3. 4** Air formasi

d. Walnut shell



**Gambar 3. 5** walnut shell

e. Aquadest



**Gambar 3. 6** Aquadest

f. Pasir Silika



**Gambar 3. 7** Pasir silika

g. Kerikil



**Gambar 3. 8** Kerikil

### 3.2.2 Alat Dan Fungsinya

- a. *Oven* berfungsi sebagai pembakar yang akan membuat cangkang kelapa sawit menjadi arang (karbon).



**Gambar 3. 9** oven

- b. *Shieve* berfungsi sebagai penyaring karbon sesuai ukuran yang diinginkan.



**Gambar 3. 10** shieve

- c. TDS singkatan dari *Total Dissolved Solid* fungsinya untuk mengukur partikel padatan terlarut di air minum yang tidak tampak oleh mata.



**Gambar 3. 11** TDS meter

- d. pH Meter digunakan sebagai pengukur kualitas air asam atau basa suatu fluida.



**Gambar 3. 12** pH meter

- e. Gravimetri adalah alat penguji sebagai pemisah minyak.



**Gambar 3. 13** gravimetri

- f. *Blender* untuk menghaluskan karbon cangkang kelapa sawit.



**Gambar 3. 14** *Blender*

- g. Pompa untuk memompakan air formasi ketabung *catridge*



**Gambar 3. 15** Pompa

- h. *Catridge* untuk meletakkan media *filter*



**Gambar 3. 16** *Catridge*

### 3.3 PROSEDUR PERCOBAAN

#### 3.3.1 Pembuatan Karbon Dari Cangkang Sawit Secara Fisika

Prosedur pembuatan karbon aktif pada penelitian ini berdasarkan dari penelitian terdahulu (Meisrilestari, Khomaini dan Wijayanti, 2013).

- a. Membersihkan cangkang sawit dari kotoran yang tidak diinginkan.
- b. Dehidrasi : Mengurangi kandungan airnya dengan menggunakan *oven* pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam/ dijemur dibawah sinar matahari
- c. Karbonisasi: Kemudian lakukan proses pengarangan pada suhu  $300^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam (Yuliusman *et al.*, 2017) sampai terbentuk arang. Pada proses ini akan mengubah kandungan lignin dan selulosa menjadi karbon.
- d. *Blender* untuk melakukan menghaluskan/ untuk memperkecil ukuran arang dan ayak menggunakan *sieve 400 mesh*.
- e. Aktivasi : Kemudian aktivasi secara fisika dalam *Furnance* pada suhu  $600^{\circ}\text{C}$  selama 60 menit (Fadhillah dan Wahyuni, 2017)

#### 3.3.2 Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Sawit Secara Kimia

Prosedur pembuatan karbon aktif pada penelitian ini berdasarkan dari penelitian terdahulu (Meisrilestari, Khomaini dan Wijayanti, 2013).

- a. Cangkang kelapa sawit yang telah dihaluskan dan diaktivasi fisika, direndam kedalam larutan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  sebanyak 10%.
- b. Aduk dan diamkan selama 24 jam pada suhu kamar.
- c. Saring cangkang yang telah direndam dan cuci dengan *aquadest* agar arang yang dihasilkan netral dari sifat  $\text{H}_3\text{PO}_4$
- d. Keringkan arang pada suhu  $100\text{ C}$  selama satu jam.

### 3.3.3 Proses Pengujian Daya Serap Karbon Aktif Dengan Uji Iodin

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Erawati, 2018) pengujian daya serap karbon aktif dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Timbang karbon aktif 0.15 gram dan campurkan dengan 50 ml larutan Iodium 0.1 N. Kocok selama 15 menit.
2. Pindahkan kedalam tabung sentrifugal sampai karbon aktif turun.
3. Selanjutnya ambil 10ml cairan itu dan titrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0.1 N.
4. Jika warna kuning pada larutan mulai samar, tambahkan larutan amilum 1 % sebagai *indicator*.
5. Titrasi kembali warna biru tua sampai menjadi warna bening.

### 3.3.4 Proses Penyaringan

Proses ini dilakukan untuk pengujian daya serap karbon aktif dengan menyaring air yang terkontaminasi minyak (Rawlins, 2018).

- a. Masukkan *filter paper* kedalam *catridge* untuk mencegah karbon agar tidak ikut larut, setelah itu masukkan media *filter* kedalam tabung kemudian tutup.
- b. Dengan bantuan pompa alirkan air formasi dari wadah bak yang telah di isi air ke dalam tabung *catridge* yang telah diisi media *filter* dan tampung air menggunakan wadah.
- c. Kemudian hasil penyaringan dapat di lanjutkan ke tahap pengujian.

### 3.3.5 Pengujian Dengan Metode Gravimetri.

Metode gravimetri dilakukan untuk menentukan kandungan minyak dan lemak pada air produksi. Prinsip kerjanya adalah minyak dan lemak diekstraksi menggunakan pelarut organik dalam corong terpisah dan untuk menghilangkan air yang tersisa digunakan  $Na_2SO_4$  anhidrat. Ekstrak minyak dan lemak dipisah dari pelarut organik secara destilasi. Residu pada labu destilasi yang tertinggal ditimbang dan beri nama lemak dan minyak. Minyak lemak yang dimaksud adalah *crude oil* dan

fraksi-fraksi lainnya yang berasal dari tambang minyak. Minyak tersebut dilakukan ekstraksi, yaitu memisahkan fraksi dari fraksi lain yang berada dalam suatu campuran berdasarkan perbedaan kelarutan (Setyani hardiana, 2014). Pengujian ini dilakukan di UPT Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang.

- a. Pindahkan sampel ke corong pisah. Bilas botol sampel dengan 30 ml pelarut organik dan tambahkan pelarut pencuci ke dalam corong pisah.
- b. Kocok kuat corong pisah selama 2 menit. Biarkan lapisan minyak dan air memisah.
- c. Keluarkan lapisan pelarut melalui corong yang telah dipasang kertas saring dan 10 g  $Na_2SO_4$  anhidrat yang telah dicuci dengan pelarut ke dalam labu bersih yang telah ditimbang.
- d. Jika hasil yang didapat bukan pelarut yang jernih (tembus pandang), dan terdapat emulsi lebih dari 5 ml, lakukan sentrifugasi selama 5 menit pada putaran 2400 rpm. Pindahkan bahan yang disentrifugasi ke corong pisah kemudian keringkan lapisan pelarut melalui corong dengan kertas saring dan 10 g  $Na_2SO_4$ , yang keduanya telah dicuci sebelumnya ke dalam labu bersih yang telah ditimbang.
- e. Gabungkan lapisan air dan emulsi sisa atau padatan dalam corong pisah. Ekstraksi 2 kali lagi dengan pelarut 30 ml, pastikan cuci terlebih dahulu wadah contoh uji dengan tiap bagian pelarut.
- f. Jika masih terdapat emulsi dalam tahap ekstraksi selanjutnya ulangi langkah “e”.
- g. Gabungkan ekstrak dalam labu destilasi yang telah ditimbang, termasuk cucian terakhir dari saringan dan  $Na_2SO_4$  anhidrat dengan tambahan 10 ml hingga 20 ml pelarut.

- h. Untuk memaksimalkan perolehan kembali pelarut harus dilakukan proses destilasi pada suhu 85°C.
- i. Saat terlihat kondensasi pelarut berhenti, pindahkan labu sampel. Dinginkan dalam desikator selama 30 menit, pastikan labu kering dan timbang sampai diperoleh berat tetap.

Perhitungan:

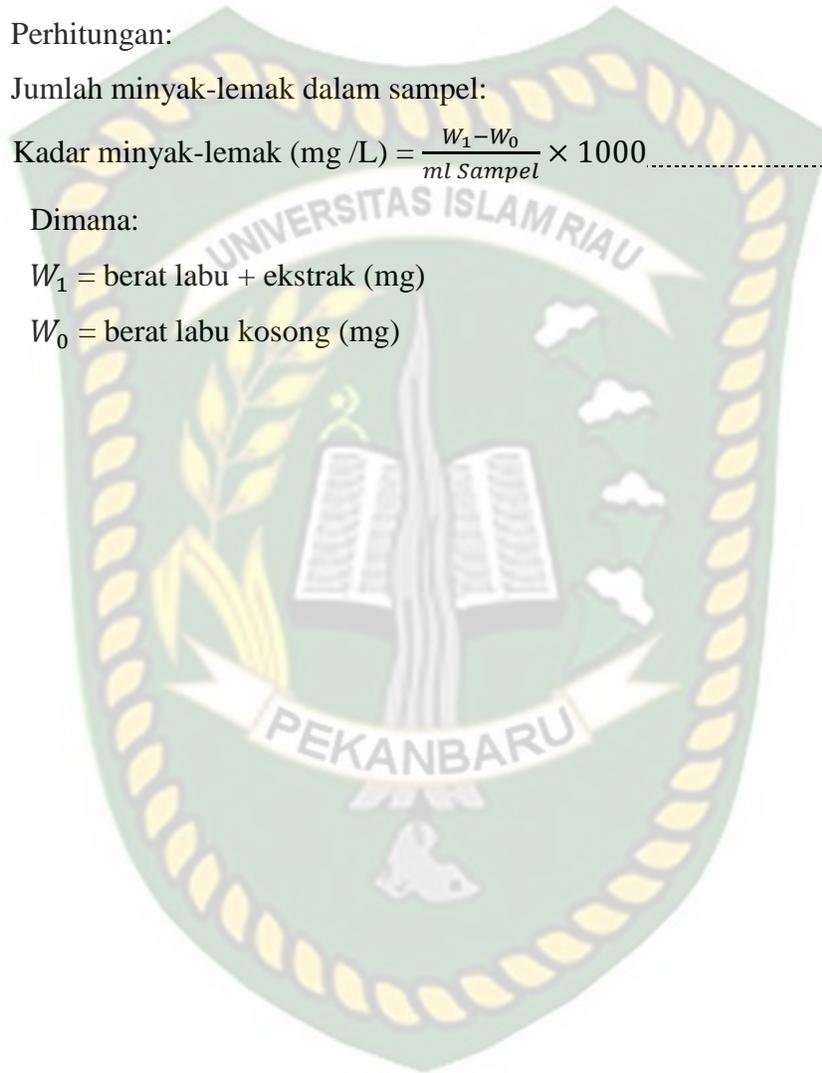
Jumlah minyak-lemak dalam sampel:

$$\text{Kadar minyak-lemak (mg /L)} = \frac{W_1 - W_0}{ml \text{ Sampel}} \times 1000 \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

$W_1$  = berat labu + ekstrak (mg)

$W_0$  = berat labu kosong (mg)



### 3.3.6 Pengujian Kandungan TDS Dengan TDS Meter

*Total Dissolved Solid* (TDS) adalah alat untuk mengukur partikel yang ada pada suatu larutan, satunya yaitu ppm. Nilai TDS yang bagus tidak lebih dari 4000 ppm. Pengujian dilakukan di UPT Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang.

- a. Mempersiapkan sampel yang akan di uji
- b. Siapkan TDS meter, dengan membersihkan ujung sensor dengan tisu hingga kering.
- c. Kemudian masukkan alat TDS meter ke dalam sampel hingga sensor masuk seluruhnya ke dalam cairan sampel.
- d. Menghidupkan alat TDS meter yang telah berada didalam sampel dan menunggu pembacaan pada layar hingga stabil.
- e. Tekan tombol *Hold* untuk mengunci angka pada layar agar tidak berubah jika angka pada layar sudah stabil.
- f. Catat hasil pembacaan pada layar, dengan nilai TDS dengan satuan ppm.

### 3.3.7 Pengujian Kandungan *Turbidity* (Kekeruhan) dengan *Turbidity* meter

*Turbidity* adalah tingkat kekeruhan dari suatu larutan atau cairan, dimana pengukuran menggunakan optik yang mengakibatkan dispersi sinar yang dapat dinyatakan dengan perbandingan cahaya yang dipantulkan terhadap cahaya yang datang. Satuan dari *Turbidity* yaitu NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*), nilai *turbidity* yang bagus yaitu tidak melebihi 7 NTU. Pengujian ini dilakukan di UPT Dinas pekerjaan umum dan tata ruang.

- a. Mempersiapkan sampel yang akan di uji pada tabung uji.
- b. Persiapan alat *Turbidity* meter, dengan cara menekan tombol *cal* kemudian masukkan sampel kalibrasi dan menekan tombol *enter* dan tunggu hingga nilai pada layar berubah.

- c. Setelah selesai di kalibrasi kemudian memasukkan sampel yang akan di uji pada alat *turbidity* lalu tekan tombol *measuring* dan tunggu hingga angka pada layar stabil dan *indicator* berhenti berkedip.
- d. Lalu mencatat hasil pembacaan pada layar, dan mencatatnya dengan nilai *turbidity* dengan satuan NTU

### 3.3.8 Pengujian Kandungan pH Air Dengan pH Meter

pH adalah derajat keasaman untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Larutan dengan pH <7 bersifat asam, dan larutan dengan pH >7 bersifat basa.

- a. Lakukan kalibrasi alat pH meter.
- b. Memastikan temperatur dari limbah tersebut sama dengan suhu kamar.
- c. Keringkan pH meter dengan kertas tisu selanjutnya bilas dengan *aquadest*
- d. Bilas elektroda dengan air limbah yang akan diuji
- e. Lalu celupkan kedalam air limbah yang diuji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- f. Catat hasil pembacaan pada pH meter.

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian Tugas Akhir

NO	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan (Bulan)												
		Mei			Juni			Juli			Agustus			
1	Studi Literatur	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	Persiapan Bahan	■	■											
3	Penelitian di Laboratorium			■	■	■	■							
4	Analisis Hasil						■	■	■					
5	Pembuatan Laporan Tugas Akhir									■	■	■	■	■
6	Sidang Tugas Akhir													■

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian yang dilakukan di laboratorium, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui media yang lebih efisien digunakan dalam proses pemisahan minyak yang terkandung di dalam air produksi antara media *filter* menggunakan *Walnuts Shell* dengan media *filter* karbon aktif dari cangkang kelapa sawit. Proses pengujian ini dilakukan menggunakan peralatan instalasi *Water treatment*, metode filtrasi menggunakan 1 buah tabung *catridge* dengan media *Walnut shells* dan juga karbon aktif cangkang sawit yaitu dengan ketebalan masing- masing 3cm dan 5cm dan ukuran 400 mesh.

Adapun jenis perlakuan yang digunakan pada sampel penelitian dilihat pada tabel 4.1 dan untuk perhitungan dapat dilihat pada lampiran I. Pengujian kandungan minyak dan lemak dalam air, TDS, pH dan *turbidity* dilakukan di UPT Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Provinsi Riau.

**Tabel 4. 1** Perlakuan pada sampel penelitian

No	Sampel	Komposisi
1	P1	Kerikil - <i>walnut shell</i> - pasir silika - <i>catridge filter</i>
2	P2	Kerikil - <i>walnut shell</i> - karbon aktif cangkang kelapa sawit 3cm - kerikil - pasir silika – kerikil - <i>catridge filter</i>
3	P3	Kerikil - <i>walnut shell</i> - karbon aktif cangkang kelapa sawit 5cm - kerikil - pasir silika – kerikil - <i>catridge filter</i>

### 4.1 KARBON AKTIF CANGKANG KELAPA SAWIT

Pengujian *filter* menggunakan media karbon aktif berbahan baku dari cangkang kelapa sawit sebanyak 2.700 gr yang telah dilakukan proses aktivasi fisika dengan menggunakan suhu sebesar 600°C selama 1 Jam dan kemudian dilanjutkan dengan proses aktivasi kimia dengan merendam cangkang kelapa sawit dengan  $H_3PO_4$  10% lalu didiamkan selama 24 jam dan dikeringkan menggunakan *oven* pada

suhu 100°C selama 1 jam (Meisrilestari, Khomaini dan Wijayanti, 2013). Sebelum dilakukan pengujian maka dilakukan proses dehidrasi untuk mengurangi kandungan air pada cangkang kelapa sawit dengan melakukan penjemuran pada terik matahari selama 2 hari untuk mendapatkan kandungan air yang lebih rendah (Sihombing, M. Manurung, 2012). Kemudian dilanjutkan dengan proses karbonasi dengan suhu 300°C selama 1 jam, selanjutnya mendinginkan arang selama satu hari. Selama proses karbonasi berlangsung bahan baku cangkang kelapa sawit mengalami reaksi pirolisis, yakni dekomposisi termokimia bahan organik yang terjadi melalui proses pembakaran dengan sedikit oksigen ( pemecahan struktur kimia menjadi fasa gas terhadap bahan baku ) yang menyisakan karbon sebagai residunya (Ghosh *et al.*, 2013).



**Gambar 4. 1** Proses dehidrasi cangkang kelapa sawit

Menurut (Mifbakhuddin, 2010) arang yang didapat dari proses karbonisasi masih memiliki daya adsorpsi yang rendah karena sebagian besar pori-pori tertutupi tar dan abu pembakaran, oleh karena itu perlu dilakukan aktivasi untuk mendapatkan karbon yang memiliki daya adsorpsi tinggi dengan menaikkan luas permukaan dan pori-pori arang, selain itu aktivasi juga berfungsi sebagai pengusir tar yang melekat pada permukaan dan pori-pori karbon. Kemudian dilakukan penghalusan dengan menggunakan *blender* dan disaring menggunakan *Shieve* berukuran 400 mesh. Untuk

memastikan karbon aktif cangkang kelapa sawit ini telah menjadi karbon maka dilakukan juga pengujian daya serap karbon (iodin). Tujuan dalam pengujian ini untuk dapat mengetahui kemampuan karbon dalam penyerapan iodin dan larutan berwarna.



**Gambar 4. 2** Cangkang Kelapa Sawit setelah karbonisasi

**Tabel 4. 2** Efek Pemanasan Terhadap Berat Cangkang Kelapa Sawit

Proses	Suhu (°C)	T (Menit)	W1 (gr)	W2 (gr)	W1-W2 (gr)
Dehidrasi	31	2880	2700	2600	100
Karbonisasi	300	60	2600	1700	900
Aktivasi Fisika	600	60	1700	900	800
Aktivasi Kimia	100	60	900	300	600

## 4.2 ANALISIS PENGUJIAN WATER TREATMENT

### 4.2.1 Analisis Pengujian dengan Menggunakan Media *Filter P1*

*Walnut shell filter* adalah media yang di gunakan untuk memfilter sisa kandungan minyak pada air formasi berbahan dasar kacang *Wallnut* atau di Indonesia sering di kenal dengan kacang kenari yang sebelumnya telah dilakukan proses pengecilan ukuran butiran. Tahap filtrasi media kacang *Walnut* ini menggunakan ketebalan 3 cm. *Walnut* yang dipergunakan dalam penelitian ini merupakan produk yang dapat dibeli. Air formasi di injeksikan ke media *filter* melalui *water inlet* kemudian air hasil penyaringan mengalir melalui *water outlet* di tampung pada wadah yang telah di sediakan.

**Tabel 4. 3** Hasil Pengujian Sampel P1

Parameter	Satuan	Nilai Kandungan		Efisiensi
		Data Awal	Hasil Filterasi P1	
<i>Oil content</i>	Ppm	6	4.76	20.66 %
TDS	Ppm	173	133.8	22.65%
<i>Turbidity</i>	NTU	16.5	13.06	-
pH	-	8.48	7.24	

Pada table di atas dapat dilihat penggunaan *walnut* sebagai media *filter* pada proses *oil removal* berpengaruh terhadap pengurangan *oil content* dan TDS. Hal itu dapat dilihat dari kandungan *oil content* dan *total dissolved solid* (TDS) sebelum dilakukan penyaringan adalah 6 ppm dan TDS 173 ppm, kemudian setelah dilakukan proses pengujian dengan media *filter walnut* memberikan hasil *filter* kandungan *oil content* 4.76 ppm, TDS 133.8 ppm, *Turbidity* 13.06 NTU, serta nilai pH yang dari 8.48 berubah menjadi 7.24. Dengan demikian efisiensi penggunaan *walnut* sebagai media *filter* dalam penyaringan limbah air produksi adalah sebesar 20.66%, TDS 22.65%.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Veli *et al.*, 2018) yang menggunakan *Walnut* sebagai absorben untuk mengolah air limbah menunjukkan kualitas adsorpsi pada *Walnut* terhadap pH larutan dan *Total Dissolved Solid* pada

sampel air limbah. Berdasarkan penelitian tersebut dapat dilihat penggunaan *walnut* sebagai media penyaring air limbah menurunkan nilai pH yang basa menuju ke asam pada sampel yang di uji dikarenakan *walnut* memiliki sifat asam meskipun tidak kuat yang dapat digunakan sebagai penetral larutan basa serta dapat menyerap partikel terlarut dalam air limbah dan menurunkan nilai TDS. Perubahan nilai *oil content* setelah filtrasi menggunakan *walnut* dipengaruhi oleh sifat *walnut* yang menyatu dengan minyak dan memiliki daya tarik menarik yang setara dengan minyak dan air (Howdeshell, 2011).

#### 4.2.2 Analisis Pengujian dengan Menggunakan Media *Filter* Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit P2

Pengujian *filter* menggunakan media karbon aktif berbahan baku dari cangkang kelapa sawit yang sebelumnya telah dilakukan proses pengecilan ukuran butiran 400 Mesh. Tahap *filter* media karbon aktif cangkang kelapa sawit ini dilakukan dengan penambahan karbon aktif yaitu ketebalan 3 cm. Karbon aktif cangkang kelapa sawit yang dipergunakan dalam penelitian ini sebelumnya telah dilakukan uji iodine dan memiliki nilai iodine sebesar 420.8mg/g. Air formasi di injeksikan ke media *filter* melalui *water inlet* kemudian menampung air yang keluar dari *water outlet*, penginjeksian dilakukan dua kali kemudian dilanjutkan dengan pengujian kandungan air.

**Tabel 4. 4** Hasil Pengujian Sampel P2

Parameter	Satuan	Nilai Kandungan		Efisiensi
		Data Awal	Hasil Filtrasi P2	
<i>Oil content</i>	Ppm	6	2.65	55.83%
TDS	Ppm	173	90.7	47.57 %
<i>Turbidity</i>	NTU	16.5	1.06	-
pH	-	8.48	6.96	

Pada tabel di atas terlihat penggunaan karbon aktif sebagai media *filter* pada proses *oil removal* berpengaruh terhadap pengurangan kandungan minyak, TDS, pH dan juga *turbidity*. Hal ini dapat dilihat pada pengurangan kandungan *oil content* sebelum dilakukan pengujian adalah 6 ppm, TDS 173 ppm, *turbidity* 16.5 NTU dan pH 8.48, setelah itu dilakukan pengujian dengan ketebalan media *filter* karbon aktif 3 cm dan ukuran 400 mesh, memberikan hasil *filter* terhadap kandungan *oil content* 2.65 ppm, TDS 90.7 ppm, *turbidity* 1.06 NTU dan pH menjadi 6.96, dengan demikian efisiensi penggunaan karbon aktif sebagai media *filter* dalam pengurangan kandungan *oil content* sebesar 55.83%, TDS 47.57%.

Hasil filtrasi dengan menggunakan media karbon aktif cangkang kelapa sawit menunjukkan bahwa penjernihan air terjadi dengan optimal dan *oil content* pada hasil filtrasi juga berkurang karena karbon aktif cangkang kelapa sawit menyerap kandungan minyak dari air produksi sesuai dengan penelitian (Ningrum, 1990). Dan karbon aktif cangkang kelapa sawit ini sendiri memiliki kadar iodin sebesar 420.8 mg/g sehingga berpengaruh terhadap *turbidity* dari filtrasi air hasil produksi lebih maksimal yang sesuai dengan penelitian (Ningrum, 1990) dan menunjukkan bahwa karbon cangkang kelapa sawit telah diaktifasi dengan baik. Perubahan nilai TDS dipengaruhi oleh sifat adsorpsi dari karbon aktif cangkang kelapa sawit, pada penelitian (Pari, 2000) bahwa cangkang kelapa sawit sebagai karbon aktif memiliki daya serap yang bagus jika penggunaan bahan dan aktifasi dilakukan dengan baik.

#### **4.2.3 Analisis Pengujian dengan Menggunakan Media *Filter* Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit P3**

Pada proses pengujian filtrasi karbon aktif cangkang kelapa sawit yang dipergunakan dalam penelitian ini telah dilakukan proses pengecilan ukuran butiran 400 Mesh dan sebelumnya dilakukan uji iodin sebesar 420.8mg/g. Filtrasi dilakukan dengan penambahan karbon aktif ketebalan karbon 5cm. Air formasi di injeksikan ke media *filter* melalui *water inlet* kemudian menampung air yang keluar dari *water outlet*, penginjeksian dilakukan dua kali kemudian dilanjutkan dengan pengujian kandungan air.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Sampel P3

Parameter	Satuan	Nilai Kandungan		Efisiensi
		Data Awal	Hasil Filtrasi P3	
<i>Oil content</i>	Ppm	6	1.3	78.33%
TDS	Ppm	173	108.2	37.45 %
<i>Turbidity</i>	NTU	16.5	4.89	-
pH	-	8.48	6.13	

Pada tabel di atas terlihat penggunaan karbon aktif sebagai media *filter* pada proses *oil removal* berpengaruh terhadap pengurangan kandungan minyak, TDS, pH dan juga *turbidity*. Hal ini dapat dilihat pada pengurangan kandungan *oil content* sebelum dilakukan pengujian adalah 6 ppm, TDS 173 ppm, *turbidity* 16.5 NTU dan pH 8.48, setelah itu dilakukan pengujian dengan ketebalan media *filter* karbon aktif 5cm dengan ukuran karbon 400 mesh, memberikan hasil *filter* P3 terhadap kandungan *oil content* 1.3 ppm, TDS 108.2 ppm, *turbidity* 4.89 NTU dan pH menjadi 6.13 , dengan demikian efisiensi penggunaan karbon aktif sebagai media *filter* dalam pengurangan kandungan *oil content* sebesar 78.33%, TDS 37.45%

Hasil filtrasi dengan menggunakan media karbon aktif cangkang kelapa sawit menunjukkan bahwa penjernihan air terjadi dengan optimal dan *oil content* pada hasil filtrasi juga berkurang karena karbon aktif cangkang kelapa sawit menyerap kandungan minyak dari air produksi (Ningrum, 1990). Namun, nilai TDS dan *Turbidity* dari hasil penelitian ini naik jika dibandingkan dengan hasil filtrasi P2. Hal tersebut terjadi karena kurang bersihnya proses pencucian setelah diaktivasi kimia  $H_3PO_4$  10% hal itu sesuai dengan hasil penelitian (Rosalina *et al.*, 2016) yang juga menunjukkan pemakaian bahan kimia sebagai aktivator sering kali mengakibatkan pengotor pada arang aktif yang dihasilkan meninggalkan sisa-sisa yang tidak diinginkan misalnya yaitu oksidasi yang tidak larut dalam air pada proses pencucian. Sehingga pada penelitian ini semakin tebal karbon yang digunakan maka zat pengotor yang terdapat didalam karbon tersebut juga banyak terikut pada saat

proses filtrasi yang menyebabkan proses filtrasi kurang maksimal sehingga berpengaruh pada TDS dan *Turbidity*. Kadar pH menunjukkan penurunan pH pada sampel, penurunan nilai pH diakibatkan penambahan asam pada cangkang kelapa sawit saat aktivasi (Lo *et al.*, 2012).

#### 4.3 PERBANDINGAN EFISIENSI ANTARA *FILTER WALNUT SHELL* DENGAN KARBON AKTIF CANGKANG KELAPA SAWIT



**Gambar 4. 3** (Kiri) Hasil *filter* karbon aktif P3, (Tengah) Hasil *filter* karbon aktif P1, dan (Kanan) Hasil *filter* walnut P2

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka di dapat perbandingan antara media *filter* P1, *filter* P2, dan *filter* P3. Tujuan dilakukannya perbandingan ialah untuk mengetahui media *filter* mana yang lebih efisien pada proses *oil removal filter* untuk menyaring air formasi sebelum diinjeksikan kembali ke sumur injeksi ataupun dibuang ke lingkungan bebas. Dengan harapan hasil penelitian memenuhi standar yang telah ditetapkan untuk batas maksimal pembuangan limbah cair hasil pertambangan minyak dan gas bumi sesuai Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2007 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Atau Usaha Minyak Dan Gas Bumi.

**Tabel 4. 6** Perbandingan Hasil Uji *Filter* Sampel P1, Sampel P2, dan Sampel P3

Parameter	Inlet	Sampel P1		Sampel P2		Sampel P3		Satuan
		Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	Hasil	Efisiensi	
<i>Oil content</i>	6	4.76	20.66 %	2.65	55.83 %	1.3	78.33 %	Ppm
TDS	173	133.8	22.65 %	90.7	47.57 %	108.2	37.45 %	Ppm
<i>Turbidity</i>	16.5	13.06	-	1.06	-	4.89	-	NTU
pH	8.48	7.24	-	6.96	-	6.13	-	-

Penelitian ini menggunakan air formasi yang sama yakni dengan kandungan minyak 6 ppm, TDS 173, *Turbidity* 16.5 dan pH air produksi adalah 8.48 kemudian dilakukan pengujian dengan 3 perlakuan dengan langkah-langkah dan ukuran 400 mesh pada karbon aktif cangkang kelapa sawit menghasilkan *output* yang memenuhi standar SNI mengacu pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2007 tentang baku mutu air limbah bagi kegiatan atau usaha minyak dan gas bumi.

Dilihat dari hasil yang didapatkan dari ketiga pengujian dapat di analisis karbon aktif cangkang kelapa sawit P3 dengan ketebalan 5cm menghasilkan nilai efisiensi kandungan *oil content* lebih rendah di bandingkan dengan karbon aktif sampel P2 dan sampel P1. Maka media *filter* karbon aktif cangkang kelapa sawit yang digunakan efektif meskipun kemampuan daya serap karbon aktif sampel P3 dengan ketebalan 5cm lebih bagus dari pada dengan P2 ketebalan 3cm dan di bandingkan dengan menggunakan media P1 *walnut* untuk menyaring partikel terlarut pada air formasi. Hal tersebut terjadi karena karbon aktif cangkang kelapa sawit yang digunakan merupakan bahan baku penjernihan industri yang dilakukan proses khusus sehingga membuat daya serapnya menjadi lebih efisien dibandingkan dengan *walnut* yang tidak dilakukan proses khusus sehingga sifat adsorbsinya masih alami (Hutapea,2017).

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

1. Hasil daya serap iodin karbon aktif cangkang kelapa sawit yaitu 420.8 mg/g. Syarat standar iodin menurut (SNI) yaitu 200 mg/g, dimana daya serap iodin dibawah 200 mg/g akan menyebabkan daya serap dari karbon aktif sangat berkurang dan sebaliknya. Dari nilai daya serap iodin yang didapatkan menunjukkan bahwa karbon aktif cangkang kelapa sawit memiliki daya serap yang sangat bagus.
2. Berdasarkan nilai efisiensi dari masing-masing parameter. Nilai efisiensi *oil content* yang didapatkan dari media *filter* pada karbon aktif P3 dengan ketebalan 5 cm sebesar 78.33%, sedangkan untuk nilai efisiensi dengan media *filter* P2 dengan ketebalan 3 cm adalah sebesar 55.83% dan media *filter* P1 sebesar 20.66 %. Dari hasil pemisahan yang didapat menunjukkan bahwa P3 cangkang kelapa sawit dengan karbon aktif dengan ketebalan 5 cm, menghasilkan *oil content* dan pH yang bagus dari pada P1 dan P2.
3. Hasil kandungan *oil content* P1 sebesar 4,76 ppm dan nilai pH yaitu 7.24, pada P2 sebesar 2.65 ppm dan nilai pH yaitu 6.96, dan P3 sebesar 1.3 ppm dan pH yaitu 6.13, dari hasil filtrasi yang telah dilakukan pada P1, P2, dan P3 menunjukkan kandungan *oil content* dan pH setiap filtrasinya berkurang, kandungan *oil content* dan pH yang berkurang disebabkan oleh daya serap iodin yang tinggi, ketebalan karbon dan proses aktivasi pada karbon aktif.

#### 5.2 SARAN

Diharapkan kepada pembaca atau peneliti selanjutnya agar dapat melakukan filtrasi dengan menggunakan variasi ketebalan lainnya ataupun kombinasi karbon dari media lain yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustira, R. dan Lubis, K. S. (2013) Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air dan Debit Sungai pada Kawasan DAS Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka, *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 1, hal. 95191.
- Andarani, P. dan Rezagama, A. (2015) Analisis Pengolahan Air Terproduksi Di Water Treating Plant Perusahaan Eksploitasi Minyak Bumi (Studi Kasus: Pt Xyz), *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 12(2), hal. 78. doi: 10.14710/presipitasi.v12i2.78-85.
- Arsad, E. (2010) Teknologi Pengolahan Dan Pemanfaatan Karbon Aktif Untuk Industri, *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 2(2), hal. 43. doi: 10.24111/jrihh.v2i2.1146.
- Fadhillah, M. dan Wahyuni, D. (2017) Efektivitas Penambahan Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis*) dalam Proses Filtrasi Air Sumur, *Jurnal Kesehatan Komunitas*, 3(2), hal. 93. doi: 10.25311/jkk.vol3.iss2.110.
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. dan Maury, H. (2018) Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter FisikaKimia Di Perairan Distrik Depapre.
- Harahap, H. H., Malik, U. dan Dewi, R. (2014) Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Menggunakan H<sub>2</sub>O Sebagai Aktivator Untuk Menganalisis Proksimat, Bilangan Iodine dan Rendemen, *Jom Fmipa*, 1(2), hal. 48–54.
- Hartuno, T., Udiantoro, U. dan Agustina, L. (2014) Desain Water Treatment Menggunakan Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Pada Proses Pengolahan Air Bersih Di Sungai Martapura, *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 39(3), hal. 136–143. doi: 10.31602/zmip.v39i3.81.
- Hasiany, S., Noor, E. dan Yani, M. (2015) Penerapan Produksi Bersih Untuk Penanganan Air Terproduksi Di Industri Minyak Dan Gas, *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural*

- Resources and Environmental Management*), 5(1), hal. 25–32. doi: 10.19081/jpsl.2015.5.2.25.
- Howdeshell, M. (2011) Walnut Shell Filter Reuse Potential, hal. 1–28.
- Ii, B. A. B. dan Pustaka, T. (2008) Gambar 1. Karbon aktif bentuk serbuk 4, hal. 4–27.
- Kurniati, E. (2008) Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif, *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*, 8(2), hal. 96–103.
- Meisrilestari, Y., Khomaini, R. dan Wijayanti, H. (2013) Pembuatan Arang Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit dengan Aktivasi Secara Fisika, Kimia dan Fisika dan Kimia, *Konversi*, 2(1), hal. 45–50. doi: 10.20527/K.V2I1.136.
- Mifbakhuddin (2010) Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif sebagai Media Filter terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis, *Eksplorasi*, 5(2), hal. 1–11.
- Nazari, G., Abolghasemi, H. dan Esmaili, M. (2016) Batch adsorption of cephalixin antibiotic from aqueous solution by walnut shell-based activated carbon, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. Elsevier Ltd., 58, hal. 357–365. doi: 10.1016/j.jtice.2015.06.006.
- Ningrum, N. (1990) *The production of activated carbon from Indonesian coals for water treatment*.
- Pari, G. (2000) *The Manufacture of Activated Charcoal from Coal*, *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 17(4), hal. 220–230.
- Rachim, P. F., Mirta, E. L. dan Thoha, M. Y. (2012) Kelapa Sawit Dengan Sulfonasi Langsung, *Jurnal Teknik Kimia*, 18(1), hal. 41–46.
- Rachman, A., Edwin, F. dan Sebleku, P. (2017) Karakterisasi Pasir Silika Cibadak Sukabumi Sebagai Bahan Baku Pembuatan Ramming Mix Silica, *Metalurgi*, 27(3), hal. 263–272.
- Rahmawati, A. (2009) Efisiensi Filter Pasir-Zeolit dan Filter Pasir-Arang Tempurung Kelapa Dalam Rangkaian Unit Pengolahan Air Untuk Mengurangi Kandungan Mangan Dari Dalam Sumur, (1983), hal. 1–10.
- Rawlins, C. H. (2018) SPE-190108-MS Experimental Study on Oil and Solids

- Removal in Nutshell Filters for Produced Water Treatment, hal. 1–15.
- Rosalina *et al.* (2016) Pengaruh Aktivasi Fisika Dan Kimia Arang Aktif Buah Bintaro Terhadap Daya Serap Logam Berat Krom, *Biopropal Industri*,
- Safitri, H. I., A., F. R. dan Aryanti, N. (2013) Teknologi Ultrafiltrasi Untuk Pengolahan Air Terproduksi (Produced Water), *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2(4), hal. 205–211.
- Setiawan, A. *et al.* (2015) 1. Pendahuluan •, IX(Tahap II), hal. 1–21.
- Setyani hardiana (2014) Metode Pembelajaran Dan Pengembangan Kemampuan, hal. 1–6.
- Shofa (2012) Universitas Indonesia Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Universitas Indonesia.
- Sihombing, M. Manurung, S. (2012) Pembuatan Dan Karakterisasi Arang Aktif Dari Bambu Apus (*Gigantochloa Apus*) Dengan Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, *Jurnal Teknik Kimia*.
- Situmorang, R. F. (2016) Pemisahan Emulsi Minyak dari Air Menggunakan Teknologi Membran Pemisahan Emulsi Minyak dari Air Menggunakan Teknologi Membran, (June).
- Sri Murti (2008) Pembuatan Karbon Aktif dari Tongkol Jagung untuk Adsorpsi Molekul.
- Teddy Hartuno, Udiantoro, L. A. (2014) Desain Water Treatment Menggunakan Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Pada Proses Pengolahan Air Bersih Di Sungai Martapura, 39, Hal. 14–15.
- Tiana, A. N. (2015) Air Terproduksi : Karakteristik dan Dampaknya Terhadap Lingkungan, *Jurnal Teknik Kimia*, 1(1), hal. 01–11.
- Veli, S. *et al.* (2018) Activated Carbon Production from Walnut Shell by Application of Different Activated Carbon Production From Walnut Shell By Application Of Different Activating Agents, (April).
- Yuliusman *et al.* (2017) Production of activated carbon from coffee grounds using chemical and physical activation method, *Advanced Science Letters*, 23(6), hal. 5751–5755.