

SKRIPSI

**Analisis Efektivitas Adsorpsi Fenol Dan Minyak Pada Kombinasi
Walnut Shell Dan Karbon Aktif Ampas Tebu Teraktivasi H₃PO₄
Pada Pengolahan Air Terproduksi Sederhana**



Oleh
URFI RAMADHANI
NPM. 183210989

PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU

2021

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun oleh :

Nama : **URFI RAMADHANI**
NPM : 183210989
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Proposal : Analisis Efektivitas Adsorpsi Fenol Dan Minyak Pada Kombinasi Walnut Shell Dan Karbon Aktif Ampas Tebu Teraktivasi H₃PO₄ Pada Pengolahan Air Terproduksi Sederhana
Kelompok Keahlian : Pemboran, Produksi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji & diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Idham Khalid, ST., MT. (.....)
Penguji I : Novrianti, ST., MT. (.....)
Penguji II : Novia Rita, ST., MT. (.....)
Ditetapkan di : Pekanbaru
Tanggal : 17 Januari 2022

Disahkan oleh :

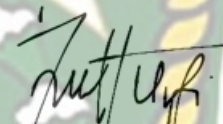
**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**


(Novia Rita, ST., MT.)

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

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

Pekanbaru, 28 Februari 2022


URFI RAMADHANI
NPM 183210989



**ANALISIS EFEKTIVITAS ADSORPSI FENOL DAN MINYAK
PADA KOMBINASI WALNUT SHELL DAN KARBON AKTIF
AMPAS TEBU TERAKTIVASI H₃PO₄ PADA PENGOLAHAN AIR
TERPRODUKSI SEDERHANA**

Urfi Ramadhani
183210989

ABSTRAK

Air yang terproduksi dari sumur minyak mengandung partikel organik maupun anorganik. Air hasil sampingan ini dilakukan treatment awal kemudian langsung diinjeksikan ke sumur. Proses pengolahan air terproduksi menggunakan alat bernama *water treatment* yang terdiri dari pasir, *walnut shell*, dan karbon aktif. Selama ini industri minyak dan gas bumi jarang memanfaatkan potensi dari limbah organik seperti karbon aktif ampas tebu. Kandungan unsur ampas tebu terdiri dari selulosa 37,65% dan lignin 22,09% yang dapat digunakan sebagai bahan baku karbon aktif. Tujuan dari penelitian ini memperoleh data fenol, minyak & lemak, dan pH pada air hasil treatment dan menganalisis nilai adsorpsi pada kombinasi zeolit dengan variasi ketebalan walnut dan karbon aktif ampas tebu. Rasio ketebalan zeolit, walnut dan KAAT yaitu C1 (15cm:5cm:15cm), C2 (15:15:5), dan C3 (15:15:15). Karbon aktif ampas tebu dihasilkan menggunakan metode aktivasi kimia H₃PO₄ dan fisika. Hasil pengujian iodine diperoleh 1.104,6 mg/g, lebih tinggi dari standar SNI 06-3730-1995 yaitu 750 mg/g. Hasil uji sampel air terproduksi dari lapangan Musi Banyuasin, Sumatera Selatan memiliki nilai fenol dan minyak & lemak yang tinggi yaitu 16,020 mg/L dan 45,8 mg/L. Hasil uji masing-masing parameter diketahui bahwa ketiga media mempengaruhi nilai fenol. Daya adsorpsi fenol untuk 5cm; 15cm pada walnut adalah 29%;47%; KAAT adalah 47%;67%, untuk minyak & lemak pada walnut 20%;44%; KAAT adalah 31%;55%. Daya adsorpsi fenol kombinasi sampel C1; C2; C3 yaitu 96%;97%;98%, minyak & lemak 87%; 83%; 90%. Kandungan pH air sampel awal 6,9 setelah treatment diperoleh C1;C2;C3 adalah 6,1;7,1;6,5 masih tergolong netral.

Kata kunci: *water treatment*, karbon aktif ampas tebu, *walnut shell*, zeolit

**EFFECTIVENESS ANALYSIS OF PHENOL AND OIL
ADSORPTION ON THE COMBINATION OF WALNUT SHELL
AND SUGARCANE BAGASSE H₃PO₄ ACTIVATED CARBON IN
SIMPLE PRODUCED WATER TREATMENT**

Urfi Ramadhani
183210989

ABSTRACT

Produced wastewater from oil wells contains both organic and inorganic particles. This water goes through initial treatment and then directly injected into well. The water treatment process is produced using a tool called water treatment which can consists of sand, walnut shell, and activated carbon. Until now, the oil and gas industry has rarely exploited the potential of organic wastes such as bagasse activated carbon. Elemental content of bagasse consists of 37.65% cellulose and 22.09% lignin which can be used as raw materials for activated carbon. The purpose of this study was to obtain data on phenols, oils & fats, and pH in treated water and analyze the adsorption value of the combination of zeolite with variations thickness in walnut and bagasse activated carbon. The thickness ratio of zeolite, walnut and KAAT is C1 (15cm:5cm:15cm), C2 (15:15:5), and C3 (15:15:15). Bagasse activated carbon is produced using the H₃PO₄ chemical activation method and physics. Iodine test results obtained 1,104.6mg/g, was higher than the SNI standard is 750 mg/g. The test results of the produced water samples from the Musi Banyuasin field, South Sumatra have high phenol and oil & fat values is 16.020mg/L and 45.8mg/L. The test results of each parameter are known that the three media affect the value of phenol. The adsorption of phenol for 5cm; 15cm on walnut is 29%;47%; KAAT was 47%;67%, for oils & fats in walnut 20%;44%; KAAT is 31%;55%. The adsorption of the phenol of the sample combination C1; C2; C3 is 96%;97%;98%, oils and fats 87%;83%;90%. The pH content of the initial sample water was 6.9 after treatment obtained C1;C2;C3 was 6.1;7.1;6.5.

Keyword: *water treatment, sugarcane bagasse, walnut shell, zeolite*

KATA PENGANTAR



Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhana 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 akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik ini. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu, Ayah, dan saudara-saudari tersayang yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan.
2. Bapak Idham Khalid ST., MT, selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dan arahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Ibu Novia Rita, ST., MT dan Bapak Tomi Erfando, ST., MT selaku ketua dan sekretaris Prodi Teknik Perminyakan serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan, hingga hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
4. Ibu Novrianti ST., MT, selaku pembimbing akademik saya yang sangat banyak membantu terkait masalah perkuliahan, ilmu pengetahuan, dan arahnya selama ini serta hal lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
5. Seluruh teman-teman Teknik Perminyakan UIR dan para-alumni Politeknik Akamigas yang melanjutkan gelar S1 di UIR semua angkatan yang telah memberikan semangat kepada saya dan masukan dan saran.

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

Pekanbaru, 28 Februari 2022

URFI RAMADHANI

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>State Of The Art</i>	4
2.2 Tebu (<i>Saccharum Officinarum L.</i>).....	5
2.3 Pasir Zeolit.....	6
2.4 <i>Nutshell (Walnut Shell)</i>	7
2.5 Air Terproduksi.....	8
2.6 Pengolahan Limbah Air Terproduksi / <i>Water Treatment Plan (WTP)</i>	9
2.7 Karbon Aktif	10
2.8 Adsorben	11
2.9 Adsorpsi	12
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Waktu Dan Tempat	14
3.2 Diagram Alir Penelitian	15
3.3 Bahan Dan Alat.....	16

3.4	Prosedur Penelitian	19
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	Analisis Karbon Aktif Ampas Tebu Setelah Diaktivasi H ₃ PO ₄	22
4.2	Kualitas Limbah Air Terproduksi Awal	23
4.3	Hasil Pengujian Sampel Air Terproduksi	24
4.4	Analisis Perbandingan Hasil Penyaringan Media Filter Tunggal.....	26
4.5	Analisis Kombinasi Zeolit dan Variasi Ketebalan Walnut dan Zeolit....	31
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		34
5.1	Kesimpulan	34
5.2	Saran	34
DAFTAR PUSTAKA		35
LAMPIRAN.....		39



DAFTAR GAMBAR

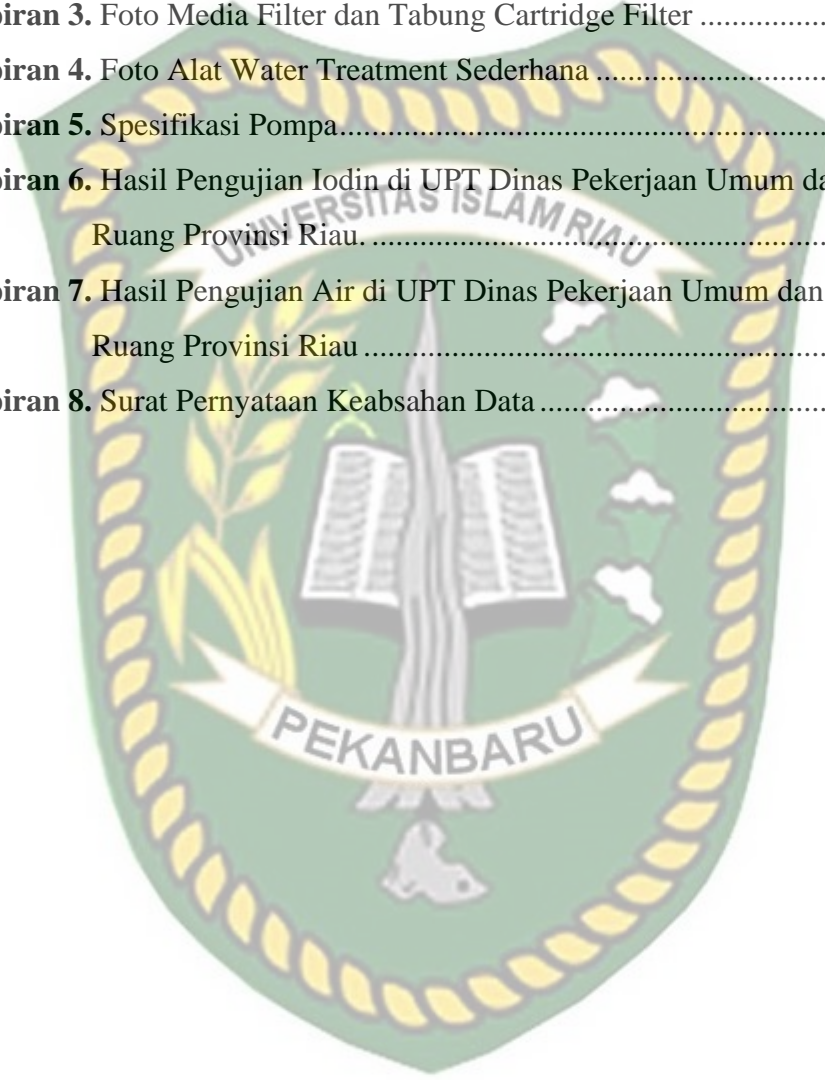
Gambar 2.1. Produksi Tebu Indonesia tahun 2016 – 2020	5
Gambar 2.2. Foto (a) Tanaman Tebu, (b) Batang Tebu, (c) Ampas Tebu	6
Gambar 2.3. Foto Pasir Zeolit	7
Gambar 2.4. Foto (a) <i>Walnut</i> , (b) <i>Walnut Shell</i> , (c) <i>Walnut Shell Powder</i>	8
Gambar 2.5. Urutan Pengolahan Air Terproduksi Pada Lapangan Onshore.....	9
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 3.2. Skema Rancang Alat Pengolahan Air Terproduksi Sederhana	18
Gambar 4.2. Limbah Ampas Tebu Yang Sedang Dijemur.....	22
Gambar 4.1. Ampas Tebu (a) Awal, (b) Sebelum Aktivasi, (c) Setelah Aktivasi	23
Gambar 4.3. Sampel Air formasi Sebelum di Filtrasi	23
Gambar 4.4. Sampel Air formasi Setelah di Filtrasi.....	25
Gambar 4.5. Perbandingan nilai fenol hasil penyaringan walnut dan KAAT	27
Gambar 4.6. Perbandingan nilai minyak & lemak hasil penyaringan walnut dan KAAT	29
Gambar 4.7. Perbandingan nilai pH hasil penyaringan walnut, KAAT, dan Zeolit.....	31
Gambar 4.8. Perbandingan Nilai Adsorpsi Fenol, Minyak & lemak, dan pH untuk masing-masing kombinasi ketebalan.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Aplikasi Karbon Aktif.....	10
Tabel 3.1. Waktu Penelitian	14
Tabel 3.2. Daftar Alat Penelitian.....	16
Tabel 3.3. Skenario Perlakuan Masing-Masing Filter.....	20
Tabel 3.4. Standar Pengujian Kadar Baku Mutu Pembuangan Air Limbah Berdasarkan PERMEN LH No.19 tahun 2010.....	21
Tabel 4.1. Kualitas Air Terproduksi Lapangan Musi Banyuasin.....	24
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Sampel Air Terproduksi Setelah Melalui Filtrasi	25
Tabel 4.3. Hasil nilai % adsorpsi fenol walnut dan KAAT.....	28
Tabel 4.4. Hasil nilai % adsorpsi minyak & lemak untuk walnut dan KAAT	30
Tabel 4.5. Hasil nilai % adsorpsi fenol walnut dan KAAT.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan pembuatan larutan H_3PO_4 30%	39
Lampiran 2. Visualisasi Proses Pembuatan KAAT	40
Lampiran 3. Foto Media Filter dan Tabung Cartridge Filter	41
Lampiran 4. Foto Alat Water Treatment Sederhana	42
Lampiran 5. Spesifikasi Pompa.....	42
Lampiran 6. Hasil Pengujian Iodin di UPT Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Provinsi Riau.	43
Lampiran 7. Hasil Pengujian Air di UPT Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Provinsi Riau	44
Lampiran 8. Surat Pernyataan Keabsahan Data	45



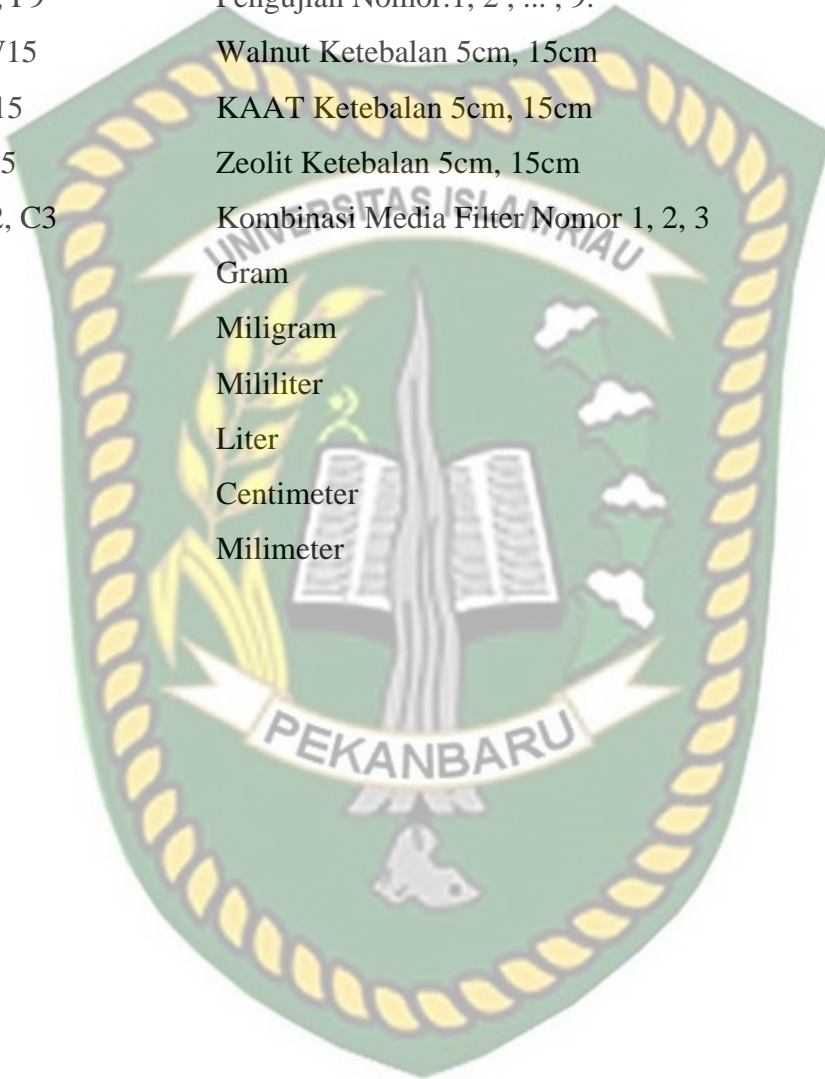
DAFTAR SINGKATAN

pH	<i>Power of Hydrogen</i>
WTP	<i>Water Treatment Plan</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia
PERMEN LH	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup
KAAT	Karbon Aktif Ampas Tebu



DAFTAR SIMBOL

H_3PO_4	Asam Fosfat
H_2O	Air Murni / Aquades
P1, ... , P9	Pengujian Nomor.1, 2 , ... , 9.
W5, W15	Walnut Ketebalan 5cm, 15cm
K5, K15	KAAT Ketebalan 5cm, 15cm
Z5, Z15	Zeolit Ketebalan 5cm, 15cm
C1, C2, C3	Kombinasi Media Filter Nomor 1, 2, 3
g	Gram
mg	Miligram
ml	Mililiter
L, l	Liter
cm	Centimeter
mm	Milimeter



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan dalam industri hulu minyak bumi akan selalu berhubungan dengan limbah air terproduksi. Kegiatan ini akan memungkinkan menghasilkan komposisi limbah berbentuk cairan mendominasi dengan persentase kurang lebih 80%. Cairan yang dimaksud ini adalah berbentuk limbah yang biasa dinamakan Sebagai air terproduksi / limbah air terproduksi / air formasi. Air yang terproduksi ini sekiranya mengandung material organik dan anorganik dari *reservoir* sumur itu sendiri beberapa diantaranya adalah minyak & lemak (*oil & grease*) dan fenol yang merupakan senyawa beracun. Sifatnya yang beracun akan berpotensi untuk mencemari lingkungan jika tidak dilakukan pengolahan air terproduksi dan perlu dilakukan pengolahan dan pemurnian air terproduksi (Igunnu dan Chen, 2014).

Metode yang efektif untuk proses pengolahan limbah dari air terproduksi adalah metode filtrasi. Menurut (Teddy Hartuno, 1981) filtrasi adalah proses pengolahan air secara fisik untuk menghilangkan partikel terdispersi dalam air dengan melewatkan air tersebut melalui media berpori dengan ketebalan dan diameter tertentu. Dalam praktiknya, beberapa media yang dapat digunakan dalam kegiatan filtrasi antara lain pasir dan pasir kerikil, kulit kacang (*nutshell*), dan karbon aktif. (Mifbakhuddin, 2010).

Karbon aktif yang digunakan adalah karbon yang telah melalui proses aktivasi sehingga memiliki pori yang lebih luas, sehingga mampu meningkatkan daya absorpsinya. Pemilihan karbon aktif sebagai media utama dalam proses filtrasi karena memiliki sifat kimia dan fisika yang mampu menyerap zat organik maupun anorganik. Diameter pori karbon aktif sendiri sangat kecil dan tidak dapat dilihat oleh kasat mata, yaitu dalam skala molekul (nanometer) dimana mampu menciptakan gaya *Van Der Waals* yang kuat yang berperan dalam proses adsorpsi ini (Hayati *et al.*, 2016). Pada penelitian ini, karbon aktif yang diperoleh berasal dari limbah ampas tebu.

Ampas tebu (*sugarcane bagasse*) mengandung selulosa yang terdiri dari gugus aktif karboksil dan lignin yang mana gugus ini tersusun dari gugus *fenolat*. Komposisi kimia ampas tebu terdiri dari adanya selulosa 37,65%, *lignin* 22,09%,

pentosan 27,97%, Silika (SiO_2) 3,01%, abu 3,82%, sari 1,81%, serta kelembaban / material lainnya 3,65%. Adanya kandungan selulosa dan lignin ini dijadikan sebagai bahan baku sumber karbon untuk dijadikan karbon aktif. (Yoseva, Patricia Lucky, Akmal Muchtar, 2005). Ampas tebu adalah bahan yang sangat berpotensi untuk dijadikan karbon aktif. Selain kandungannya, bahan yang satu ini ketersediaannya yang sangat melimpah. Menurut data Direktorat Jendral Perkebunan RI, estimasi produksi tebu pada tahun 2020 mencapai 2.416.846 ton. Produksi ini terus meningkat dari tahun-ke-tahun sehingga ketersediaan ampas tebu akan semakin meningkat. Selain ketersediaannya, penggunaan limbah ampas tebu yang biasa dijadikan sebagai bahan pakan ternak belum memiliki nilai ekonomis yang tinggi.

Selain itu, industri perminyakan dalam melakukan pemurnian air terproduksi juga memilih filter nutshell karena kinerja filtrasi oli dan padatnya yang sangat baik pada laju aliran perlakuan tinggi, dikombinasikan dengan kemampuan walnut untuk dapat dicuci sehingga dapat digunakan kembali. Filter walnut shell saat ini belum tentu terbukti menjadi solusi terbaik dalam pemurnian air produksi; namun, penggunaan bahan ini telah menjadi metode standar di beberapa produsen minyak, terutama untuk penggunaan di darat. Karena berat dan sensitif terhadap guncangan saat menyaring membuat walnut shell sangat jarang digunakan dalam lapangan *offshore* (Rawlins, 2018).

Penambahan pasir zeolit yang merupakan mineral yang memiliki kemampuan sebagai media adsorpsi. Zeolit memiliki permukaan yang luas dan berpori mampu mengadsorpsi kadar racun yang ada dalam tanah. (Siska dan Salam, 2012). Zeolit dengan ukuran lebih kecil akan memerangkap partikel hidrokarbon lebih baik dikarenakan ukuran rongga akan lebih kecil. (M.C. Alcafi, M. Yusuf, 2019). Kombinasi dari ketiga media yang mampu melakukan penyerapan minyak yang terlarut di dalam air terproduksi akan memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan penggunaan filter tunggal untuk pengolahan air terproduksi.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui apakah kadar fenol dan minyak & lemak pada lapangan Musi Banyuasin perlu dilakukan treatment air terproduksi.

2. Mengetahui pengaruh media filter zeolit, walnut shell, dan karbon aktif ampas tebu dalam melakukan adsorpsi minyak & lemak dan fenol.
3. Mengetahui pengaruh media filter zeolit, walnut shell, dan karbon aktif ampas tebu dalam mempengaruhi nilai pH air terproduksi.
4. Mengetahui daya adsorpsi fenol dan minyak & lemak terbaik untuk kombinasi ketiga media filter berdasarkan ketebalannya.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

5. Mengetahui manfaat lain dari limbah ampas tebu.
6. Mengetahui prinsip kerja filter air formasi serta standar baku mutu limbah yang sesuai dengan peraturan pemerintah.
7. Dapat dijadikan referensi bagi peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian selanjutnya, serta rujukan bagi pengembangan ilmu dalam perminyakan dan ilmu yang berhubungan dengan judul penelitian.

1.4 Batasan Masalah

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

1. Jenis ampas tebu yang digunakan adalah ampas tebu proses pembuatan minuman air tebu yang berlokasi di kota Bukittinggi, Sumatera Barat.
2. Pasir yang digunakan adalah pasir silika, pasir zeolit, dan pasir aktif yang banyak dijual di pasaran.
3. Proses pembuatan karbon aktif ampas tebu menggunakan metode aktivasi kimia-fisika, dimana aktivasi kimia menggunakan Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan konsentrasi 30% selama 24 jam dan aktivasi fisika pada suhu $700^{\circ}C$ selama 1 jam.
4. Menganalisis kandungan Minyak & lemak, Fenol, Temperatur, pH dalam air yang telah dilakukan proses filtrasi.
5. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dan tidak membahas mengenai keekonomisan dari pengaplikasian karbon aktif ampas tebu, walnut dan pasir di lapangan migas.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Allah *Subhanahu wa Ta'ala* dengan rahmat-Nya menciptakan segala sesuatu apa yang ada di bumi dan di langit tanpa sia-sia, walaupun limbah dan sampah yang dianggap tidak bermanfaat sekalipun. Sesuai dengan firman Allah SWT dalam QS. Shaad, surah ke-38 ayat 27 [QS. 38:27]. Artinya : “*Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada di antara keduanya dengan sia-sia. Itu anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang yang kafir itu karena mereka akan masuk neraka*”.

2.1 *State Of The Art*

State of The Art menurut Kemristek Dikti digunakan dalam memberikan penjelasan bagaimana kedudukan penelitian ini dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya untuk memastikan tidak terjadinya duplikasi atau plagiarisme ide penelitian.

Berdasarkan penelitian terdahulu, Ampas Tebu merupakan limbah organik yang memiliki potensi untuk dijadikan karbon aktif. Perlakuan khusus yang sesuai dengan karakteristik bahan ampas tebu perlu diterapkan agar memperoleh hasil yang terbaik nantinya. Dalam penelitiannya (**Girgis, Khalil dan Tawfik, 1994**) menyebutkan bahwa proses aktivasi fisika-kimia sangat mempengaruhi kualitas karbon aktif ampas tebu yang dihasilkan. Perendaman sampel dalam larutan H_3PO_4 ternyata lebih baik daripada aktivator lainnya yang diujikan, dimana $H_3PO_4 > H_2SO_4 > HCl > HNO_3$.

Dua dekade setelahnya, (**Adib et al., 2016**) dengan penelitiannya melakukan pengembangan dengan melakukan karbonasi karbon pada suhu $400^\circ C$ selama 2 jam dengan aktivasi kimia H_3PO_4 variasi (10%, 20%, dan 30%) selama 24 jam. Penggunaan H_3PO_4 30% memiliki nilai penyerapan iodin terbaik sebesar 974,96 mg/g. Dengan tingginya bilangan iodin ini, maka (**Kurniasari, Riyanto dan Martono, 2020**) mencoba melakukan uji adsorpsi ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} menggunakan karbon aktif ampas tebu H_3PO_4 30% dan terbukti berhasil mengurangi kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} sebesar 14,44% dan 8,94%.

Berdasarkan penelitian terdahulu mengenai walnut shell, (Ismail, 2005) melakukan uji serap pada media 100 ml air terproduksi dicampur dengan 10mg/L minyak bunga matahari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa walnut shell mampu menurunkan kadar minyak & lemak sebesar 96% serta penurunan fenol sebesar 90% dan baik digunakan dalam media saring air terproduksi.

Pengujian dan penelitian mengenai efektivitas pasir zeolit telah dilakukan oleh (Dahona Lenthe Lavinia, 2016). Pasir zeolit salah satu pasir terbaik dan cukup banyak digunakan dalam proses pre-treatment air. Penelitian ini membandingkan antara dua jenis pasir terbaik yaitu pasir zeolit dan pasir *manganese greensand*. Hasil pengujian menunjukkan pasir Zeolit berdiameter 0,25 mm memiliki daya serap terbaik dengan rata – rata penurunan kadar fosfat sebesar 10,15 mg/l (73,30%) dan rata-rata penurunan kadar COD sebesar 4971 mg/l (71,68%).

2.2 Tebu (*Saccharum Officinarum L.*)

Tebu merupakan rerumputan penghasil gula utama yang tumbuh di daratan tropis. Badan Pusat Statistik (2020) menyatakan bahwa jumlah produksi tebu nasional mengalami peningkatan. Pada tahun 2020 terjadi peningkatan produksi sebesar 2,32% yang semula 2,2 juta ton menjadi 2,4 juta ton. Hal ini juga dipengaruhi oleh Jawa Timur yang merupakan daerah produsen tebu menguasai hampir 50% total produksi tebu nasional. Peningkatan produksi tebu di Indonesia memiliki alasan bahwa bahan baku produksi gula hanya dapat ditanam di daerah beriklim tropis, dan Indonesia merupakan salah satunya.



Gambar 2.1. Produksi Tebu Indonesia tahun 2016 – 2020

Di samping itu keekonomian pasar gula di Indonesia cukup menjanjikan dengan konsumsi tahunan sebesar 4,2-4,7 juta ton. Gula merupakan salah satu kebutuhan sosial dan industri utama, dan sementara permintaan masyarakat Indonesia akan gula terus meningkat, produksi dalam negeri tetap langka dan dalam hal ini tetap menjadi dilema. (Yunitasari *et al.*, 2017)



Gambar 2.2. Foto (a) Tanaman Tebu, (b) Batang Tebu, (c) Ampas Tebu

Ampas tebu (*sugarcane bagasse*) merupakan hasil samping dari produksi gula. Keekonomian bahan ini cukup dipertanyakan karena ampas tebu di sebagian besar operasi industri digunakan sebagai bahan bakar boiler untuk menghasilkan energi tambahan yang dibutuhkan untuk produksi gula. (Yoseva, Patricia Lucky, Akmal Muchtar, 2005). Menurut Husin (2007), komposisi kimia limbah ampas tebu terdiri dari adanya selulosa (37,65%), lignin (22,09%), pentosan (27,97%), SiO₂ (3,01%), abu (3,82%), dan sari (1,81%). Adanya kandungan selulosa dan lignin pada bahan ini cocok untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif.

2.3 Pasir Zeolit

Zeolit adalah mineral yang terdiri dari beberapa jenis elemen, seperti kristal *aluminosilikat* terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam struktur tiga dimensinya. Ion logam ini dapat berikatan secara reversibel dengan ion dan menyerap air tanpa merusak struktur zeolit itu sendiri. (Dahona Lenthe Lavinia, 2016). Dengan demikian, pasir zeolit memiliki kemampuan sebagai media adsorpsi. Zeolit memiliki permukaan yang luas dan berpori mampu mengadsorpsi kadar fosfat dalam air limbah. (Siska dan Salam, 2012).



Gambar 2.3. Foto Pasir Zeolit

Zeolit memiliki rongga-rongga yang saling terhubung dan membentuk saluran di dalam zeolite itu sendiri. Rongga ini dapat memerangkap senyawa kimia yang meracuni air. Media zeolit dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas air terutama kualitas air terproduksi migas dikarenakan kemampuan zeolite untuk mengadsorpsi rangkaian hidrokarbon. Hal ini menyebabkan partikel-partikel hidrokarbon akan dengan mudah terperangkap di dalam rongga-rongga tersebut. Zeolite dengan ukuran lebih kecil akan memerangkap partikel hidrokarbon lebih baik dikarenakan ukuran rongga akan lebih kecil. Media filter dengan menggunakan bahan ini dapat mengurangi konsentrasi minyak & lemak dalam air terproduksi yang diakibatkan oleh sifat fisika dari mineral zeolit sendiri. (M.C. Alcafi, M. Yusuf, 2019)

2.4 *Nutshell (Walnut Shell)*

Walnut shell (Indonesia: kulit biji kenari) merupakan kulit cangkang kenari yang diketahui memiliki potensi besar sebagai media adsorpsi minyak. (Mulya, 2020). Walnut bernama latin *Canarium ovatum* ini memiliki bentuk oval berwarna coklat dengan cangkang yang keras. Bagian yang paling sering dimanfaatkan adalah isinya yang memiliki pola seperti “otak” yang dapat dikonsumsi dan sering digunakan sebagai bahan tambahan makanan dan kue. Kulitnya yang keras sering digunakan sebagai bahan baku ampelas (*sand blasting*) ataupun dijadikan sebagai media filter air karena kemampuannya dalam mengadsorpsi partikel.



Gambar 2.4. Foto (a) *Walnut*, (b) *Walnut Shell*, (c) *Walnut Shell Powder*

Walnut shell memiliki daya adsorpsi terhadap partikel-partikel yang tersuspensi pada limbah cair. Potensi yang dimilikinya termasuk ke dalam kandidat dikonversi ke *Activated Carbon* karena kandungan karbon yang relatif tinggi. Akan tetapi dalam praktiknya kulit kenari dalam ukuran fragmen-fragmen langsung digunakan sebagai salah satu media filtrasi air terproduksi. Cangkang ini memiliki 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).

Media anorganik, seperti pasir, antrasit, atau garnet, digunakan dalam filter dasar di industri pengolahan air kota untuk menyaring air limbah. Namun, industri perminyakan lebih memilih filter nutshell karena kinerja filtrasi oli dan padatnya yang sangat baik pada laju aliran perlakuan tinggi, dikombinasikan dengan kemampuan walnut untuk dapat dicuci sehingga dapat digunakan kembali. Filter walnut shell saat ini belum tentu terbukti menjadi solusi terbaik dalam filtrasi air produksi; namun, penggunaan bahan ini telah menjadi metode standar di beberapa produsen minyak, terutama untuk penggunaan di darat. Karena berat dan sensitif terhadap guncangan saat menyaring membuat walnut shell sangat jarang digunakan dalam lapangan *offshore* (Rawlins, 2018).

2.5 Air Terproduksi

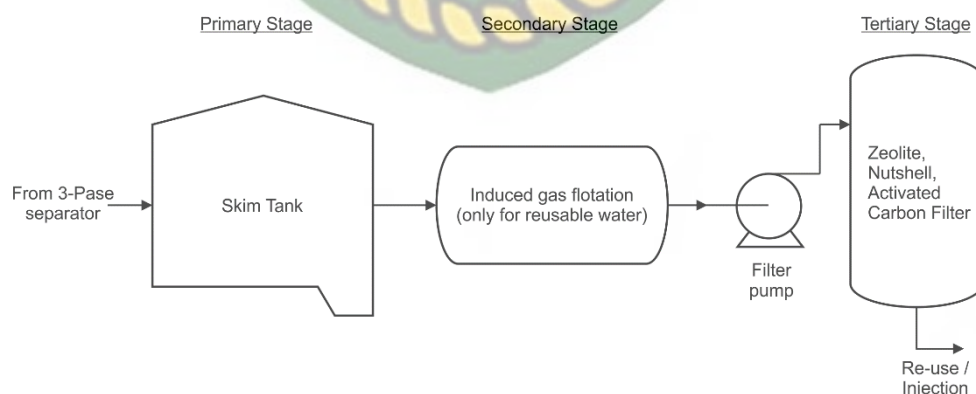
Air terproduksi merupakan air formasi reservoir yang ikut terproduksi ke permukaan bersama dengan minyak. Air terproduksi merupakan limbah terbesar dalam kegiatan hulu migas dengan persentase mencapai 80% dan untuk sumur yang telah lama berproduksi mampu mencapai 90%. Beberapa kondisi minyak akan terikat bersama dengan air yang disebut sebagai emulsi yang dapat meningkatkan

tingkat kekotoran pada air yang terproduksi sendiri. Emulsi merupakan hal yang tidak diinginkan dan menjadi tantangan tersendiri dalam proses produksi minyak bumi. (Erfando, Khalid dan Safitri, 2019).

Komposisi dari air terproduksi memiliki kandungan yang kompleks, akan tetapi terbagi atas dua kategori utama senyawa yaitu *organik* dan *anorganik*. Selain itu juga umumnya air terproduksi memiliki komposisi kimia yang terdiri dari komponen *dissolven* dan *dispersed* minyak, mineral, senyawa kimia adiktif dalam proses produksi yang bersifat racun bagi lingkungan. (Igunnu dan Chen, 2014).

2.6 Pengolahan Limbah Air Terproduksi / *Water Treatment Plan* (WTP)

Pemurnian limbah air terproduksi pada lapangan onshore akan terdiri dari tiga tahapan. Tahapan pertama yaitu *primary stage*, adalah tahapan dimana air dan minyak dipisahkan langsung dengan memanfaatkan gaya gravitasi. *Oil catcher* atau juga *floating skimmer* pada tanki satu ini bertindak dalam pemisahan minyak yang terakumulasi di atas akibat densitas minyak-air dan gaya gravitasi. *Secondari Stage* merupakan tahapan khusus yang akan digunakan apabila air terproduksi akan dimanfaatkan sebagai air kegunaan sehari-hari, untuk tujuan injeksi langsung tahapan ini akan dihilangkan untuk memaksimalkan efisiensi pengeluaran. *Tertiary stage* adalah tahapan selanjutnya dimana air yang telah dibersihkan dari tahapan sebelumnya akan dimurnikan lebih baik lagi menggunakan media filter seperti zeolit, walnut shell, dan media karbon aktif. Tahapan ini dapat dilihat pada gambar berikut (Rawlins, 2018) :



Gambar 2.5. Urutan Pengolahan Air Terproduksi Pada Lapangan Onshore

Pada umumnya kegiatan pada *tertiary stage* ini dilakukan sebagai usaha teknis untuk mengubah sifat-sifat dan kandungan yang terdapat dalam air untuk diharapkan memperoleh air yang lebih murni. Diperlukan metode yang sesuai terhadap air yang akan dilakukan pemurnian. Pengolahan metode fisika meliputi pencampuran, pengendapan, flokulasi, dan filtrasi. Sedangkan metode kimia meliputi pengendapan, disinfeksi, dan koagulasi serta pelembutan air dengan oksidasi dan adsorpsi bahan-bahan kimia pengotor. Terdapat beberapa metode yang dapat diaplikasikan diantaranya dengan metode fisika, kimia, dan biologi. Pada metode fisika dilakukan adsorpsi organik terlarut pada karbon aktif, pasir zeolit, serta *nutshell*. Berbeda dengan metode kimia dimana memiliki koagulasi yang baik dengan skala sifat penghambatan khususnya dalam air yang terproduksi.

Di sisi lain, metode biologis tergolong hemat biaya untuk menghilangkan senyawa terlarut dan tersuspensi dari air limbah terproduksi lapangan *onshore*, namun membutuhkan waktu yang lebih lama dan dapat dikatakan tidak praktis. (Fakhrul-Razi *et al.*, 2009).

2.7 Karbon Aktif

Karbon secara umum disebut sebagai arang dalam berbagai macam wujud memegang peranan penting pada kehidupan manusia. Di bawah ini merupakan aplikasi dari karbon aktif (Mulya, 2020) :

Tabel 2.1. Aplikasi Karbon Aktif

Tujuan	Pemakaian
Pemurnian gas	Desulfurisasi, menyerap gas beracun dan bau busuk
Pengolahan LNG	Desulfurasi, penyaringan bahan mentah
Katalisator	Katalisator, pengangkut vinil klorida dan vinil asetat
Industri obat dan minuman	Menyaring dan menghilangkan warna, menyerap bau dan rasa tidak sedap
Air	Menyaring kotoran, filter untuk logam pencemar
Pelarut	Recovery pelarut
Pengolahan pulp	Pemurnian, penghilang bau

Pengolahan pupuk	Pemurnian, penghilang bau
Pengolahan makanan	Penyerap bau dan warna

Karbon terkandung pada tanaman, kayu kering, batu bara, dan lain-lain. Karbon diperoleh dari pembakaran substansi organik maupun non-organik dalam suhu yang tinggi serta material harus memiliki unsur karbon. Karbon aktif merupakan karbon berpori yang diciptakan dari proses aktivasi karbon itu sendiri. Proses aktivasi mencakup proses aktivasi fisika dan kimia. Hampir kebanyakan karbon aktif padatan berpori mengandung 85%-95% karbon (Idrus, Lapanporo dan Putra, 2013)

Pada umumnya karbon aktif dibuat dengan proses aktivasi, yaitu secara fisika dan kimia. Aktivasi fisika dilakukan dengan cara pemanasan, sedangkan kimia terlebih dahulu diimpregnasi dengan bahan pengaktif lalu dikarbonisasi. Aktivasi fisika dan kimia sama-sama memiliki tujuan untuk memperluas pori-pori arang aktif. Semakin baik proses aktivasi, semakin baik kualitas arang (Pambayun *et al.*, 2013). Karbon aktif kimia mempunyai daya adsorpsi lebih baik pada karbon aktif fisika. Dimana diketahui daya serap karbon aktif pada pH 5, waktu kontak 1,2 sampai 2 jam dengan dosis 20 gr/l mampu menurunkan kadar warna 94,6% dan organik bilangan $KMnO_4$ sebesar 91,5% dari 152,5 mg/l menjadi 9,5 mg/l. Dengan demikian air memenuhi baku mutu air bersih (Aryanti, 2010).

2.8 Adsorben

Adsorben adalah bahan yang memiliki pori sebagai media untuk melakukan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding pori atau bagian tertentu di dalam partikel-partikelnya (Widayatno *et al.*, 2017). Adsorben yang sering digunakan dalam industri diklasifikasikan menjadi tiga kategori berdasarkan komponen dasarnya:

1. *Oxygen-Containing Compounds*

Pada komponen ini biasanya bersifat hidofil yang bersifat polar. Contohnya adalah silika gel dan zeolit.

2. *Polymer - Based Compound*

Komponen ini terdiri dari matriks polimer berpori yang mengandung gugus fungsi.

3. *Carbon-Based Compounds*

Komponen ini bersifat hidrofob yang bersifat non polar. Contohnya adalah karbon aktif dan granit.

Karbon aktif merupakan adsorben yang populer karena memiliki luas permukaan yang besar, yang berarti memiliki kemampuan adsorpsi dan mengikat yang tinggi jika dibandingkan dengan bentuk adsorben lainnya (Shofa, 2012). Karbon aktif memiliki kemampuan untuk menyerap anion organik dari berbagai gugus fungsi, contohnya yang mengandung oksigen adalah lakton, hidroksil, dan asam karboksilat (Haura, Razi dan Meilina, 2017).

2.9 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses yang terjadi ketika suatu fluida, cairan maupun gas, terikat kepada suatu padatan atau cairan (zat penyerap, adsorben) yang kemudian membentuk suatu lapisan tipis atau film (zat terserap, adsorbat) pada permukaannya. Hal ini disebabkan karena penyerapan molekul pada permukaan zat padat cenderung tertarik ke arah dalam dengan gaya tidak dalam keadaan seimbang (dimana nilai kohesi lebih besar dari adhesi). (Hidayah *et al.*, 2018).

Adsorpsi secara umum dibagi menjadi fisika (fisisorpi), dan kimia (kemosorpi). Proses fisisorpi dilakukan dengan gaya yang mengikat adsorbat oleh adsorben. Sedangkan adsorpsi kimia prosesnya interaksi adsorbat dengan adsorben melalui pembentukan ikatan kimia. Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

2.9.1 Macam-Macam Adsorben

Adsorpsi ditentukan oleh adsorben mana yang akan digunakan dan apa yang akan diserapnya. Ada tiga macam adsorben berdasarkan kapasitas adsorpsi tertingginya, yaitu :

1. Adsorben polar memiliki kapasitas adsorpsi tinggi terhadap asam karboksilat, alkohol, keton, aluminium, dan alhedid.
2. Adsorben non-polar disebut sebagai adsorben hidrofobik memiliki daya adsorpsi besar terhadap amina dan senyawa bersifat basa seperti silika.
3. Adsorben basa yang daya adsorpsinya bereaksi pada senyawa asam seperti magnesia.

Karbon aktif adalah jenis adsorben non-polar (Andriani, 2008). Oleh karena itu karbon aktif mampu mengikat jenis fenol dan minyak & lemak dalam penyaringan air terproduksi (Mulya, 2020).

2.9.2 Konsentrasi Dari Beberapa Zat

Berdasarkan teori Frenlich, ketika tingkat konsentrasi karbon dalam suatu media diberikan meningkat maka meningkat pula nilai lapisan yang teradsorpsi oleh bahan ini.

2.9.3 Luas Permukaan

Bahan kimia terikat pada permukaan karbon aktif. Semakin luas permukaan karbon aktif maka semakin baik karbon aktif dalam mengikat bahan kimia. Peningkatan luas permukaan ini akan bertambah apabila ukuran partikel karbon aktif semakin kecil, maka adsorpsi yang diperoleh akan semakin besar. Hal ini dapat membuat bagian dalam yang awalnya tidak berfungsi setelah dilakukan penggerusan akan berfungsi sebagai permukaan yang baru.

2.9.4 Daya Larut Terhadap Adsorpsi

Ketika daya terlarut yang terlalu tinggi maka akan menghambat proses adsorpsi oleh karena itu gaya tarik antara adsorben dan adsorbat berlawanan dengan gaya yang melarutkan adsorbat.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam dengan metode *experiment research* dengan mematuhi protokol kesehatan COVID-19 yang telah ditetapkan oleh pemerintah pada waktu dilakukannya penelitian. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan karbon aktif ampas tebu sebagai *Oil Removal Filter*. Metode penelitian meliputi alat dan bahan, serta prosedur penelitian.

3.1 Waktu Dan Tempat

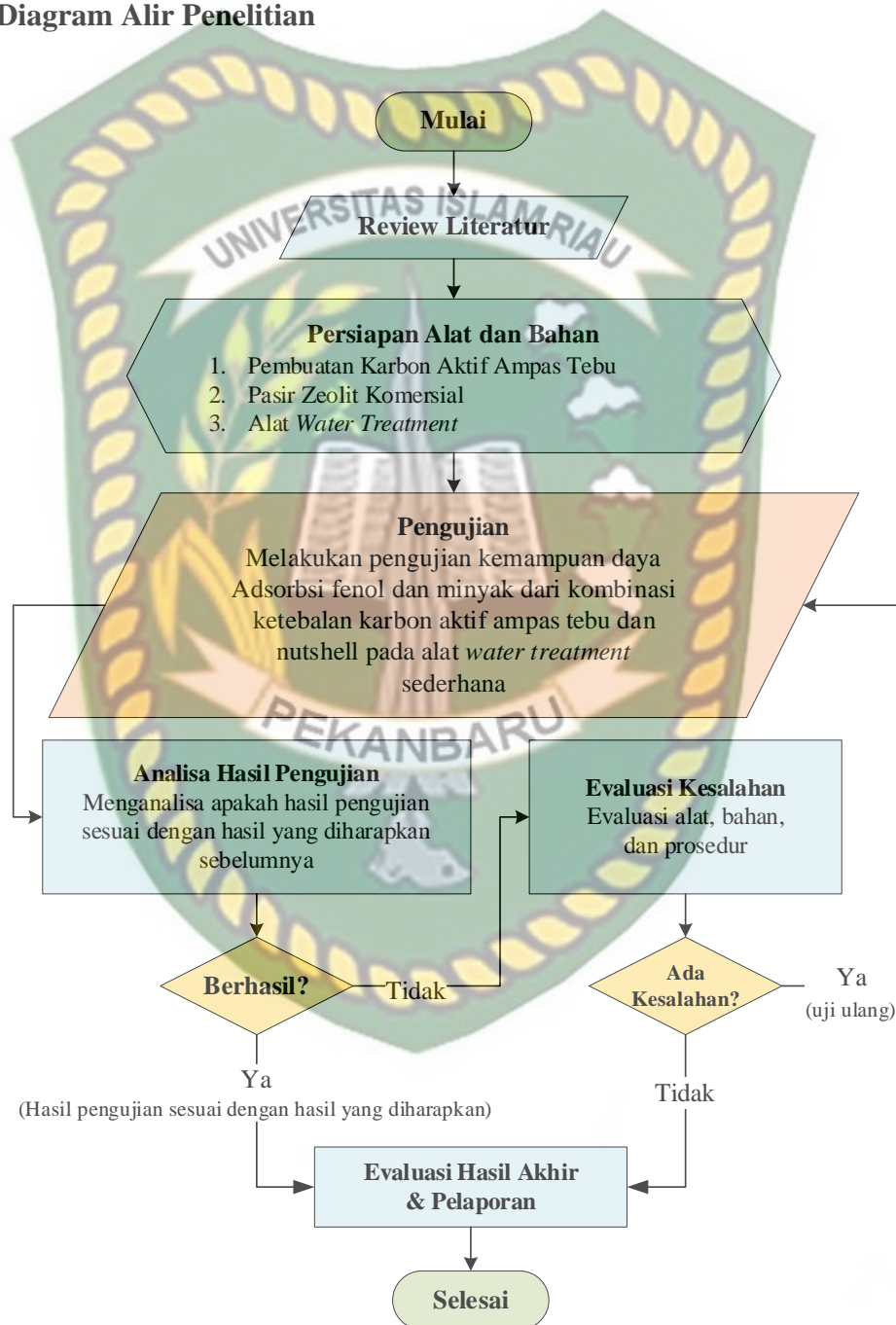
Untuk persiapan bahan karbon aktif ampas tebu dan proses penyaringan dilakukan di Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau dan Laboratorium Tanah Universitas Riau. Pengujian air formasi dilaksanakan di UPT Laboratorium Bahan Konstruksi Pekanbaru. Penelitian dilaksanakan selama dua bulan mulai dari September – Oktober 2021. Rincian pelaksanaan yaitu dua minggu persiapan bahan, dua minggu pembuatan karbon dan uji sampel.

Tabel 3.1. Waktu Penelitian

No	Deskripsi Kegiatan	Tahun 2021							
		September				Oktober			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Literatur Review								
2	Persiapan Alat <i>Water Treatment</i>								
3	Persiapan Bahan Baku								
4	Pembuatan karbon aktif (<i>karbonasi, aktivasi fisika dan kimia</i>)								
5	Uji Sampel Karbon Aktif (<i>pengujian kadar iodine I₂</i>)								
5	Penyaringan (<i>penggunaan alat water treatment</i>)								
6	Uji Sampel Air Terproduksi (<i>pengujian air terproduksi</i>)								
7	Analisis Hasil								
8	Pembahasan dan Kesimpulan								

Persiapan pengumpulan data yang di dapat dari hasil penelitian sebelumnya berupa jurnal, buku ataupun makalah yang sesuai dengan topik yang akan di bahas pada penelitian ini. Proses akhirnya yaitu membuat laporan dari analisis keseluruhan pengujian.

3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.3 Bahan Dan Alat

3.3.1 Bahan



Dalam melaksanakan penelitian ini diperlukan beberapa bahan dengan kualitas terbaik demi menghasilkan data yang akurat. Berikut daftar bahan yang digunakan dalam penelitian :



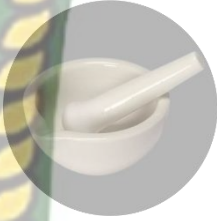
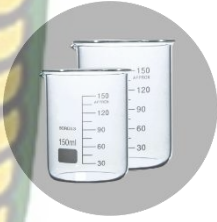



1. Ampas Tebu
Ampas tebu berasal dari limbah hasil pembuatan minuman air tebu yang biasa dijual oleh pedagang gerobak. Pengambilan sampel ampas tebu berlokasi di wilayah Sumatera Barat.
2. Asam Fosfat (H_3PO_4) 30% bertindak sebagai aktivator kimia
3. Limbah air terproduksi (Air Formasi)
4. Aquades (H_2O)
5. Pasir Zeolit
6. Kulit kenari (*Walnut Shell*)

3.3.2 Alat dan Fungsinya

Pembuatan dan pengujian bahan dilakukan menggunakan beberapa peralatan khusus. Agar hasil terhindar dari kesalahan, penggunaan alat yang baik dan benar sesuai dengan standar yang ditetapkan perlu dipersiapkan. Berikut beberapa alat yang diperlukan dijelaskan pada tabel di bawah ini :

Tabel 3.2. Daftar Alat Penelitian

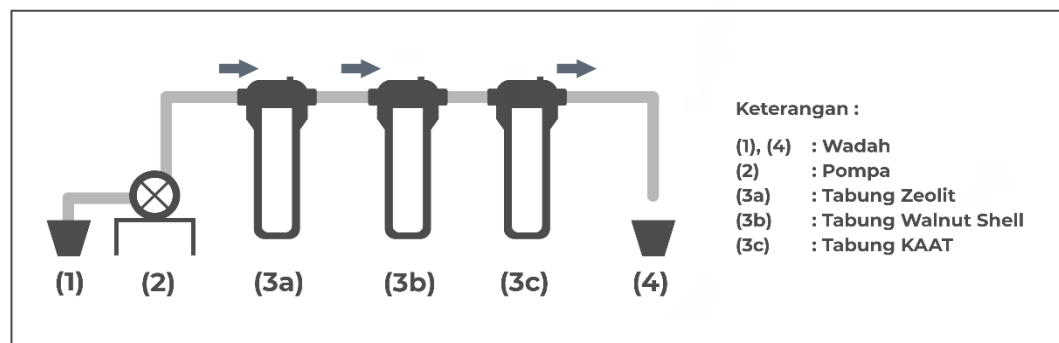
No.	Nama dan Fungsi	Gambar
Pembuatan Karbon Aktif		
1.	<i>Furnace</i> <i>Furnace</i> berfungsi untuk pembakar/ mengeringkan cangkang ampas tebu menjadi arang (karbon)	
2.	<i>Oven</i> Oven dengan kemampuan memanaskan hingga 110°C digunakan untuk mengeringkan karbon ampas tebu setelah proses aktivasi dan penetralan.	

3.	<p>Crucible Porselen (230ml)</p> <p><i>Crucible</i> (Krusibel) Porselen digunakan Sebagai wadah pengarbonan bahan di dalam <i>furnace</i>. Krusibel yang digunakan mampu menahan suhu hingga 700°C.</p>	
4.	<p>Shieve</p> <p><i>Shieve</i> digunakan untuk menyortir karbon sesuai ukuran yang diperlukan, digunakan ukuran 100 mesh (149 mikron) dan 16 mesh (1190 mikron)</p>	
5.	<p>Mortar</p> <p>Mortar digunakan untuk menghancurkan karbon aktif ampas tebu menjadi partikel yang lebih halus lagi.</p>	
6.	<p>Gelas Kimia</p> <p>Digunakan sebagai tempat aktivasi kimia karbon ampas tebu. Gelas kimia yang digunakan berukuran 150ml, 250ml, dan 1000ml.</p>	
7.	<p>pH Meter</p> <p>pH Meter digunakan sebagai pengukur tingkat keasaman suatu larutan. pH dikalibrasi menggunakan larutan kalibrasi sebelum dilakukan pengujian.</p>	
8.	<p>Thermometer</p> <p>Thermometer digunakan untuk mengukur suhu sistem dan lingkungan pengujian pH.</p>	
9.	<p>Kertas Saring / Filter Paper</p> <p>Kertas saring digunakan untuk menyaring dan memisahkan karbon dari bahan aktivasi yaitu H₃PO₄ 30%.</p>	

Alat Water Treatment		
1.	Tabung Cartridge Digunakan sebagai tempat diletakkannya media filter yang terdiri dari karbon aktif ampas tebu, pasir dan walnut shell.	
2.	Pompa Bertindak sebagai pemompa air formasi menuju tabung cartridge. Spesifikasi pompa yang peneliti gunakan merek Shimizu 128 bit.	
3.	Perpipaan Digunakan untuk menghubungkan beberapa peralatan penyaringan. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa PVC dengan diameter 1/2 - 3/4 inci yang mampu menahan tekanan air yang didorong oleh pompa.	
4.	Wadah Air Digunakan untuk menampung air produksi sebelum dan setelah penyaringan.	

3.3.3 Alat Pengolahan Air Terproduksi (Water Treatment) Sederhana

Hal pertama yang perlu dilakukan untuk menguji media filter yang telah dipersiapkan adalah merancang dan membangun alat pengolahan air terproduksi sederhana. Berikut ini skema rancangan alat pengolahan air terproduksi sederhana menurut (Mulya, 2020):



Gambar 3.2. Skema Rancang Alat Pengolahan Air Terproduksi Sederhana

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan Karbon Aktif dari Ampas Tebu Secara Fisika dan Kimia

Prosedur pembuatan karbon aktif pada penelitian ini berdasarkan dari penelitian terdahulu menurut (Kurniasari, Riyanto dan Martono, 2020) dan sedikit dimodifikasi untuk menyesuaikan dengan keadaan lapangan. Berikut prosedur pembuatan karbon aktif secara kimia dan fisika :

1. Ampas tebu dibersihkan dari debu dan kerikil menggunakan air dan dikeringkan di bawah sinar matahari hingga mengering.
2. Ampas tebu yang telah kering dipotong kecil-kecil berukuran kubus.
3. Ampas tebu kemudian dikarbonasikan pada suhu 400°C selama 1 jam.
4. Selanjutnya karbon ampas tebu diaktivasi kimia dengan cara diimpregnasi (direndam) menggunakan larutan H₃PO₄ 30% dengan rasio 1:5 (b/b, karbon: H₃PO₄) selama 24 jam.
5. Kemudian sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C.
6. Sampel kemudian dilakukan aktivasi fisika pada suhu 700°C selama 1 jam.

3.4.2 Pengujian Daya Serap Iodium (I₂) Pada Karbon Aktif Ampas Tebu

Kemampuan karbon aktif dalam menyerap material mikro dapat diketahui dengan melakukan pengujian daya serap iodium (I₂). Menurut SNI 06-3730-1995, nilai batas minimum daya serap suatu karbon aktif terhadap I₂ adalah >750 mg/g. Semakin tinggi suatu karbon dalam menyerap iodium, maka semakin bagus kualitas karbon aktif tersebut. Pengujian daya serap iodium nantinya dilakukan sesuai standar SNI pada lab uji bahan yang ada di wilayah Pekanbaru.

3.4.3 Skenario Penyaringan

Proses penyaringan dilaksanakan di laboratorium dengan merancang alat Pengolahan air terproduksi sederhana menggunakan 3 taraf filter tabung *Cartridge* (Teddy Hartuno, 2014). Skenario perlakuan masing-masing filter dapat dilihat pada Tabel 3.3 di bawah. Sebanyak 5000 ml limbah cair produksi migas dikontakkan dengan arang aktif dengan lama waktu kontak satu kali filtrasi. Setelah diperoleh air terproduksi yang telah disaring, kemudian diambil sampel acak sebanyak 500 ml untuk kemudian dilakukan pengujian kadar mutu air. Limbah cair produksi migas sebelum dan sesudah dikontakkan dengan arang aktif diukur kadar

pH, Temperatur, Minyak & Lemak, dan Fenol secara laboratorium. Begitu juga terhadap penentuan pH diujikan dengan hasil pH 1-14.

Tabel 3.3. Skenario Perlakuan Masing-Masing Filter

Pengujian	Tabung
P1	T1 (Walnut 5cm), T2 dan T3 dibiarkan kosong
P2	T1 (Walnut 15cm), T2 dan T3 dibiarkan kosong
P3	T1 (KAAT 5cm), T2 dan T3 dibiarkan kosong
P4	T1 (KAAT 15cm), T2 dan T3 dibiarkan kosong
P5	T1 (Pasir Zeolit 5cm), T2 dan T3 dibiarkan kosong
P6	T1 (Pasir Zeolit 15cm), T2 dan T3 dibiarkan kosong
P7	T1 (Pasir Zeolit 15cm), T2 (Walnut 5cm) dan T3 (KAAT 15cm)
P8	T1 (Pasir Zeolit 15cm), T2 (Walnut 15cm) dan T3 (KAAT 5cm)
P9	T1 (Pasir Zeolit 15cm), T2 (Walnut 15cm) dan T3 (KAAT 15cm)

Ketebalan Media Filter

Untuk ketebalan media, peneliti mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Jamilatun dan Mufandi, 2020) dimana penggunaan ketebalan 5, 10 dan 15 cm dilakukan untuk mengetahui daya serap masing-masing parameter uji. Pemilihan ketebalan ini dapat dikatakan paling cocok untuk menyesuaikan ketinggian yang dimiliki oleh tabung filter hanya berkisar ± 17 cm saja. Sisa ketebalan yang ada diisi menggunakan busa filter akuarium ikan (lihat Lampiran 3) untuk menjaga media agar tetap diam dan tidak mengalami turbulensi saat dialirkan fluida, selain itu juga dengan memiliki perforasi yang baik busa ini tidak akan menghambat kecepatan aliran fluida secara signifikan.

Ukuran Partikel Media Filter

Ukuran partikel mengacu kepada beberapa penelitian yang dikombinasikan. Penggunaan ukuran yang lebih optimal sebaiknya digunakan untuk mencapai hasil pengukuran yang sebaik mungkin. Pasir zeolit menggunakan ukuran 16 mesh (Kahar, 2007), karbon aktif menggunakan ukuran 100 mesh (Sianipar, Zaharah dan Syahbanu, 2016), dan walnut shell ukuran 20 mesh (Rawlins, 2018).

3.4.4 Pengujian Kadar Baku Mutu Pembuangan Air Limbah Sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI)

Pengambilan sampel air formasi sebelum dan setelah penyaringan untuk kemudian dilakukan uji di laboratorium sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan parameter-parameter yang telah ditentukan. Pemerintah Negara Kesatuan Republik Indonesia dengan ini telah menetapkan beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air limbah terproduksi berdasarkan PERMEN LH Nomor 19 Tahun 2010 mengenai standarisasi baku mutu pembuangan air limbah proses dari kegiatan pengolahan minyak bumi.

Tabel 3.4. Standar Pengujian Kadar Baku Mutu Pembuangan Air Limbah Berdasarkan PERMEN LH No.19 tahun 2010

No.	Parameter	Metode Pengukuran	Kadar Maksimum
1	Minyak & lemak (<i>Oil and Grease</i>)	SNI 06-6989.10-2004	25 mg/L
2	Fenol (<i>Phenol</i>)	SNI 06-6989.30-2005	2 mg/L
3	Suhu (<i>Temperature</i>)	SNI 06-6989.23-2005	40 °C
4	Derajat Keasaman (pH)	SNI 06-6989.11-2004	6- 8 (netral)

3.4.5 Teknik Analisis Data

Pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu secara deskriptif dengan analisis data-data hasil pemeriksaan laboratorium yang diperoleh, pembuatan tabel hasil serta mengetahui pengaruh adsorpsi KAAT agar dapat dihitung persentase penurunan kadar Fenol dan minyak & lemak sebagai berikut (Mulya, 2020):

$$\% \text{Adsorpsi} = \frac{\text{Sampel Awal} - \text{Sampel Uji}}{\text{Sampel Awal}} \times 100\% \dots \dots \dots (3.1)$$

Analisis data berupa uji pengaruh adsorpsi arang aktif digunakan dalam pengolahan data agar dapat mengetahui pengaruh signifikan pada penelitian ini.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian ini, hasil dan pembahasan dilakukan pengujian sampel limbah air terproduksi dari lapangan minyak rakyat di Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Proses pengujian dilakukan terlebih dahulu mempersiapkan alat pengolahan air terproduksi sederhana menggunakan tiga taraf tabung dengan media yang disesuaikan. Untuk media utama yang lebih difokuskan adalah walnut dan karbon aktif ampas tebu yang telah teraktivasi kimia-fisika H₃PO₄. Proses penyaringan ini nantinya mempengaruhi hasil daripada penelitian yang dilakukan. Oleh karena itu perlu dilakukan tahap uji serta analisis kemampuan daripada dua jenis media ini. Menurut (Setyobudiarso Endro, 2014), menyimpulkan bahwa penggunaan karbon aktif mampu menurunkan kadar kekeruhan hingga batas maksimum air bersih.

4.1 Analisis Karbon Aktif Ampas Tebu Setelah Diaktivasi H₃PO₄

Karbon aktif ampas tebu dibuat melalui proses pencacahan, karbonasi, penghalusan dan aktivasi fisika-kimia H₃PO₄ 30% (Gambar 4.2). Pembuatan karbon aktif yang dapat dikatakan berhasil sesuai persyaratan Arang Aktif pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995, dengan bilangan iodin minimal 750 mg/g. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, diketahui bilangan iodin Karbon Aktif Ampas Tebu (KAAT) yang dibuat adalah 1.104,6 mg/g telah memenuhi standar persyaratan karbon aktif. Oleh karena itu, dengan nilai iodin yang memenuhi standar SNI, maka pembuatan karbon aktif ampas tebu dapat dikatakan berhasil dan dapat digunakan sebagai media filter air terproduksi.



Gambar 4.1. Limbah Ampas Tebu Yang Sedang Dijemur

Ampas tebu berwarna kuning – kecokelatan ini diperoleh dari hasil proses *rolling press* batang tebu yang dilakukan oleh penjual minuman air tebu dan ukurannya berkisar antara 10 – 30 cm (**Gambar 4.1**). Ukuran ini terlalu panjang untuk diletakkan ke cawan yang akan digunakan, sehingga perlu dipotong kecil-kecil dalam ukuran 2 – 4 mm. Karakter ampas tebu yang dipotong-potong memiliki tekstur berserat dan memiliki rongga udara yang membuat ampas tebu menyerupai busa.

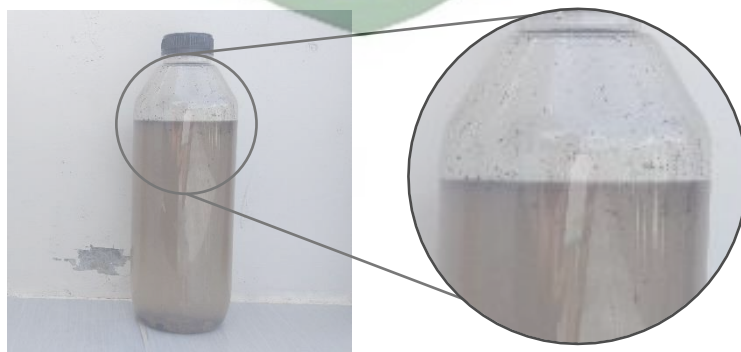


Gambar 4.2. Ampas Tebu (a) Awal, (b) Sebelum Aktivasi, (c) Setelah Aktivasi

Setelah dilakukan karbonisasi, sampel masih tetap mempertahankan bentuk yang dimilikinya Gambar 4.2(b), akan tetapi saat disentuh karbon bersifat rapuh dan mudah hancur. Karakter karbon ampas tebu yang rapuh membuat penghalusan karbon menjadi mudah, dengan bantuan plastik dan sedikit tekanan menggunakan tangan menghasilkan serbuk karbon aktif Gambar 4.2(c).

4.2 Kualitas Limbah Air Terproduksi Awal

Sampel limbah air terproduksi diperoleh dari lapangan minyak rakyat yang berlokasi di Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Air terproduksi ini memiliki karakter yang sedikit bening dan berbau.



Gambar 4.3. Sampel Air formasi Sebelum di Filtrasi

Pembuangan air seperti ini ke lingkungan berpotensi mencemari lingkungan sekitar sumur produksi, terlebih area ini merupakan wilayah yang banyak ditanami tanaman karet yang merupakan salah satu penghasilan utama masyarakat sekitar yang membutuhkan lahan yang subur (Jenahar dan Hildayanti, 2017). Menurut Permen LH no.19 tahun 2010, menetapkan bahwa limbah air terproduksi harus sesuai dengan parameter tertentu agar dapat dikatakan sebagai limbah yang aman. Parameter-parameter yang ditentukan meliputi Minyak & lemak, Fenol, pH dan Suhu. Hasil analisa limbah air terproduksi sebelum di proses terhadap Parameter Uji Kadar Baku Mutu Pembuangan Air Limbah PERMEN LH No.19 tahun 2010 dijelaskan pada Tabel 4.1 di bawah ini :

Tabel 4.1. Kualitas Air Terproduksi Lapangan Musi Banyuasin

No	Parameter	Hasil Pengujian	Kadar Maksimum (Permen LH No. 19/2010)	Keterangan
1	Minyak & lemak	45,8 mg/L	25 mg/L	tdk. memenuhi
2	Fenol	16,020 mg/L	2 mg/L	tdk. memenuhi
3	Suhu	29 °C	40 °C	memenuhi
4	pH	6,9	6 – 8 (netral)	memenuhi

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa fenol dan minyak & lemak tidak memenuhi standar yang berlaku, terkecuali suhu 29 °C dan pH yaitu 6,9 yang tergolong netral. Dengan tingginya nilai minyak & lemak serta fenol yang dimiliki oleh sampel ini maka sampel cocok digunakan untuk pengujian efektivitas kombinasi walnut dan karbon aktif ampas tebu.

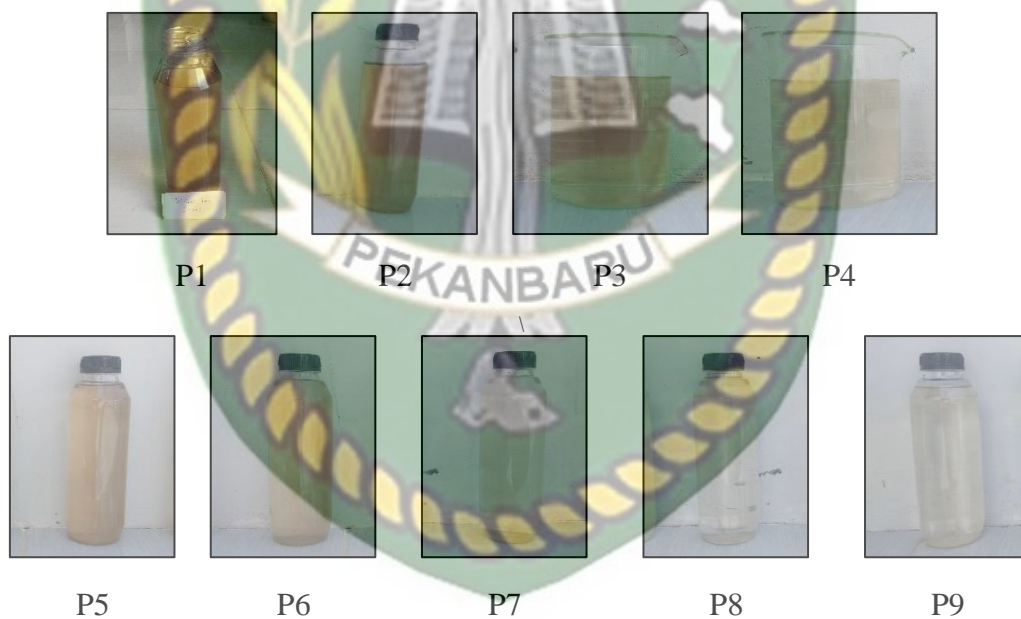
4.3 Hasil Pengujian Sampel Air Terproduksi

Sampel air terproduksi diperoleh dari hasil penyaringan yang telah dilakukan menggunakan alat pengolahan limbah air terproduksi (WTP) sederhana. Sampel tersebut kemudian dilakukan pengujian di UPT Laboratorium Bahan Konstruksi untuk dilakukan pengujian fenol dan minyak & lemak. Pengujian suhu dan pH dilakukan langsung di Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Berikut ini hasil seluruh pengujian sampel air terproduksi yang telah dilakukan penyaringan :

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Sampel Air Terproduksi Setelah Melalui Filtrasi

Peng-ujian	Kode Media	Media Filter	Fenol	M & L*	Suhu	pH
			(mg/L)	(mg/L)	(°C)	
P1	W5	Walnut 5cm	11,350	36,78	29,0	6,9
P2	W15	Walnut 15cm	8,525	25,50	29,0	7,1
P3	K5	KAAT 5cm	8,560	31,67	29,0	6,1
P4	K15	KAAT 15cm	5,340	20,47	29,0	5,7
P5	Z5	Zeolit 5cm	(tidak diuji**)	(tidak diuji**)	29,0	7,3
P6	Z15	Zeolit 15cm	10,880	37,30	29,0	7,5
P7	C1	Z15+W5+K15	0,693	5,73	29,0	6,1
P8	C2	Z15+W15+K5	0,457	7,68	29,0	7,1
P9	C3	Z15+W15+K15	0,318	< 5	29,0	6,5

* M & L = Minyak & Lemak
 ** P5 tidak dilakukan pengujian Fenol dan Minyak & Lemak dan hanya dilakukan pengukuran pH dan Suhu saja



Gambar 4.4. Sampel Air formasi Setelah di Filtrasi

Pengujian didasari dalam ketebalan masing-masing media filter. Untuk pasir zeolit, peneliti hanya melakukan pengujian lengkap pada pasir dengan ketebalan 15cm (kode pengujian P6). Hal ini dilakukan karena peneliti tidak membahas mengenai variasi pengaruh ketebalan dari pasir zeolit, dan hanya mengaplikasikan pasir zeolit dengan ketebalan tetap 15cm pada proses pengujian kombinasi Zeolit, Walnut, dan KAAT (dapat dilihat pada pengujian P7, P8, dan P9). Pengujian pH

untuk P5 (Pasir Zeolit 5cm) perlu dilakukan untuk mengetahui apakah pasir zeolit benar-benar memberikan pengaruh pada pH air formasi.

4.4 Analisis Perbandingan Hasil Penyaringan Media Filter Tunggal

Karbon aktif memiliki peran yang cukup dalam proses penyaringan air terproduksi (Mulya, 2020). Akan tetapi, karena desain alat pengolahan air terproduksi menggunakan media filter lainnya, maka diperlukan analisis adsorpsi masing-masing media filter untuk diketahui pengaruhnya.

4.4.1 Analisis Pasir Zeolit Tunggal

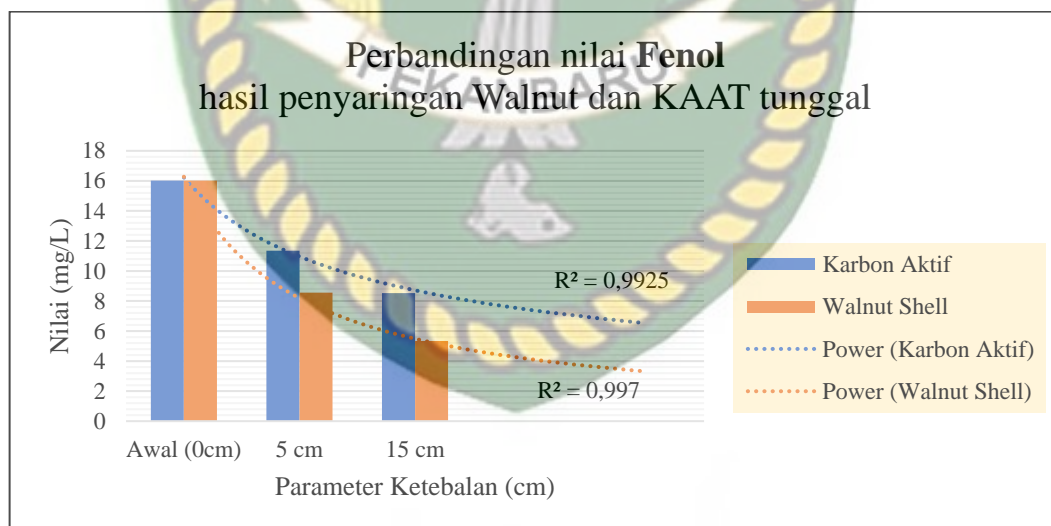
Pasir zeolit alam (alami), sama seperti karbon aktif berpotensi untuk digunakan sebagai adsorben salah satunya adalah adsorben senyawa organik (Faisal M.Rizky Siregar, 2021). Senyawa organik meliputi fenol dan minyak & lemak yang terkandung di dalam air terproduksi. Dalam penelitiannya, Kahar (2007) mendapati bahwa terjadi penurunan kandungan fenol pada perlakuan pasir zeolit ukuran 16 mesh. Oleh karena itu, peneliti menggunakan pasir zeolit berukuran mesh 8 – 16 yang banyak dijual di pasaran dan sering digunakan sebagai media filter air rumah tangga.

Penggunaan pasir zeolit dalam desain alat ini tentunya memberikan dampak yang berpengaruh pada hasil akhir penyaringan nantinya. Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.2, Pasir zeolit dengan ketebalan 15cm mampu mengurangi kadar fenol pada air terproduksi dari 16,020 mg/L menjadi 10,880 mg/L atau berkurang sekitar 32%. Untuk minyak & lemak mengalami penurunan dari 45,8 mg/L menjadi 37,30 mg/L atau penurunan sekitar 19%. Nilai pH atau derajat keasaman pada pasir zeolit cenderung memberikan nilai di atas tujuh, hal ini dikarenakan pasir zeolit merupakan pasir alkali yang mampu mengikat ion H^+ dan meningkatkan nilai pH pada batas netral (Rahayu, Masturi dan Yulianti, 2015). Dengan adanya unsur alkali bermuatan negatif, memungkinkan pertukaran ion dan pelepasan air dari satu sisi ke sisi lain. Zeolit tidak hanya berfungsi sebagai penukar kation, tetapi juga sebagai penyerap kation yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Keberadaan zeolit ini mampu mengurangi pencemaran lingkungan (Osté, Lexmond dan van Riemsdijk, 2002) dan selayaknya cocok digunakan sebagai media pelengkap untuk alat *water treatment* sederhana yang peneliti uji.

4.4.2 Analisis Penyaringan Fenol Untuk Walnut dan KAAT Tunggal

Fenol merupakan limbah berbau khas dan beracun serta korosif terhadap kulit (menimbulkan iritasi). Apabila terminum akan menimbulkan rasa sakit dan merusak pembuluh darah sehingga menyebabkan gangguan pada otak, paru-paru, ginjal dan limpa. Apabila mencemari perairan dapat menimbulkan rasa dan bau tidak sedap dan pada konsentrasi nilai tertentu akan menyebabkan kematian organisme di perairan. Berdasarkan kategori tersebut, fenol digolongkan sebagai Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) (Lailiy Tazkiyatul Afidah, 2019).

Pada Tabel 4.2, masing-masing hasil dituliskan sebagai berikut : untuk Walnut 5cm (W5) 11,350 mg/L dan (W15) sebesar 8,525, sedangkan untuk Karbon Aktif 5cm (K5) 8,560 mg/L dan (K15) sebesar 5,340 mg/L. Jika digambarkan menggunakan grafik pada Gambar 4.5 di bawah ini, hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tebal penggunaan media filter semakin menurunkan kadar fenol yang terkandung di dalam air terproduksi, dalam hal ini juga penggunaan karbon aktif ampas tebu menunjukkan hasil yang lebih baik daripada walnut. Penggunaan garis Power pada grafik memberikan gambaran bagaimana trend penurunan nilai fenol tiap penambahan ketebalan media.



Gambar 4.5. Perbandingan nilai fenol hasil penyaringan walnut dan KAAT

Untuk mengetahui kemampuan daya serap adsorpsi dari walnut dan KAAT dilakukan pendekatan teknik analisis data pada rumus (3.1):

$$\% \text{Adsorpsi} = \frac{\text{Sampel Awal} - \text{Sampel Uji}}{\text{Sampel Awal}} \times 100\%$$

$$\% \text{Adsorpsi Walnut } 5\text{cm} = \frac{\text{Sampel Awal} - \text{Walnut } 5\text{cm}}{\text{Sampel Awal}} \times 100\%$$

$$\% \text{Adsorpsi Walnut } 5\text{cm} = \frac{16,020 - 11,350}{16,020} \times 100\% = 29\%$$

Berikut tabel hasil perhitungan untuk media dan ketebalan lainnya :

Tabel 4.3. Hasil nilai % adsorpsi fenol walnut dan KAAT

No.	Sampel	Adsorpsi (%)
1	Walnut 5cm	29%
2	Walnut 15cm	47%
3	KAAT 5cm	47%
4	KAAT 15cm	67%

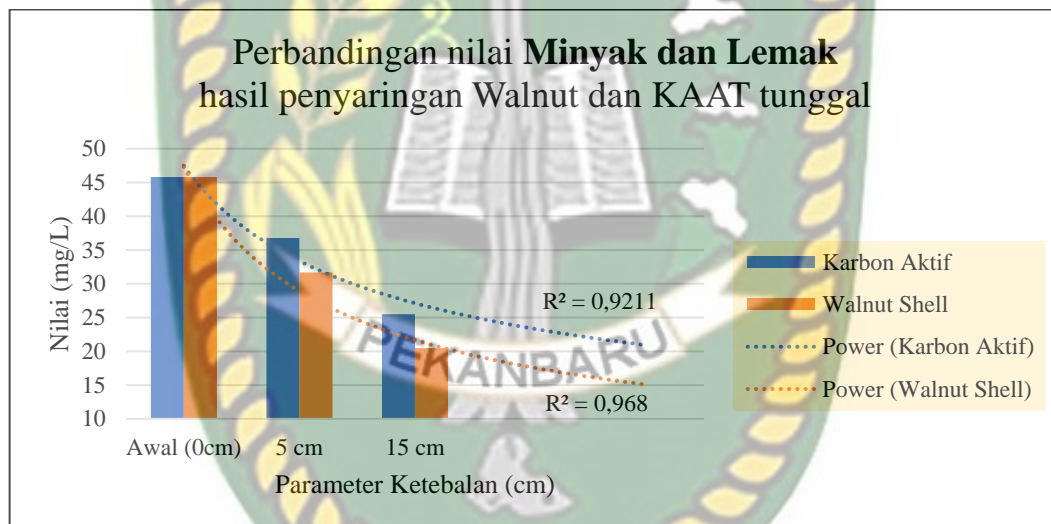
Dapat dilihat dari tabel, KAAT 15 cm memiliki nilai adsorpsi fenol yang lebih tinggi dari media lainnya, yaitu 67%. Menurut Subadra (2005), tingginya nilai penurunan fenol yang teradsorpsi dari karbon aktif dapat juga dilihat dari bilangan iodin yang tinggi. Daya adsorpsi akan semakin tinggi jika bilangan iodin dan luas permukaan karbon aktif besar, serta nilai kadar abu dan kadar air yang kecil. Oleh karena itu, kemungkinan terjadinya penyerapan fenol juga semakin besar dan nilai efisiensi penurunan fenol yang teradsorpsi semakin meningkat. Kemampuan terendah dimiliki walnut shell dengan ketebalan 5 cm. Walaupun demikian, kemampuan walnut shell tunggal dalam menurunkan kadar fenol dapat dikatakan mempengaruhi hasil pemurnian air. Diketahui walnut shell ketebalan tertinggi (15 cm) memberikan hasil yang hampir sama baiknya dengan KAAT 5 cm. Kemampuan walnut shell ini telah diketahui sejak lama dengan menggunakan metode penyaringan konvensional pasir-nutshell dimana kemampuan walnut dalam mengikat fenol menyerupai cara pengikatan fenol oleh karbon aktif biasa (Ismail, 2005).

Akan tetapi, penggunaan masing-masing filter secara tunggal belum memberikan hasil yang memuaskan jika dibandingkan dengan nilai minimum yang ditetapkan pemerintah sebesar 2mg/L, oleh karena itu perlu dilakukan kombinasi ketiga media filter untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

4.4.3 Analisis Penyaringan Minyak & Lemak Untuk Walnut dan KAAT Tunggal

Berdasarkan analisa sampel yang telah dilakukan yang ditunjukkan pada Tabel 4.2, dapat dilihat bahwa konsentrasi minyak & lemak dalam sampel awal air terproduksi yang diambil dari limbah sumur produksi yang ada di lapangan Musi Banyuasin, Sumatra Selatan melampaui ambang batas yang diatur oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010, dimana konsentrasi minyak dalam sampel air bernilai 45.8 mg/L melebihi 20,8 mg/L dari nilai maksimal.

Untuk hasil pengujian sampel pada parameter minyak & lemak yang dirangkum pada Tabel 4.2, masing-masing hasil dituliskan sebagai berikut : untuk Walnut 5cm (W5) 36,79 mg/L dan (W15) sebesar 25,50, sedangkan untuk Karbon Aktif 5cm (K5) 31,67 mg/L dan (K15) sebesar 20,47 mg/L.



Gambar 4.6. Perbandingan nilai minyak & lemak hasil penyaringan walnut dan KAAT

Jika digambarkan menggunakan grafik pada Gambar 4.6. di atas, hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tebal penggunaan media filter semakin menurunkan minyak & lemak yang terkandung di dalam air terproduksi, selain itu juga penggunaan karbon aktif ampas tebu menunjukkan hasil yang lebih baik daripada walnut. Akan tetapi jika dilihat tren penurunannya, penambahan ketebalan untuk 15 cm tidak memberikan penurunan signifikan daripada ketebalan 5 cm. Dan jika ditarik garisnya akan menurunkan keefektifan penyerapan terhadap ketebalannya. KAAT dan walnut memiliki fungsi dan cara kerja yang hampir sama.

Namun, kemampuan lebih baik dari karbon ini dapat mengindikasikan bahwa ukuran pori yang dimiliki karbon aktif lebih baik dan lebih banyak daripada walnut

Tabel 4.4. Hasil nilai % adsorpsi minyak & lemak untuk walnut dan KAAT

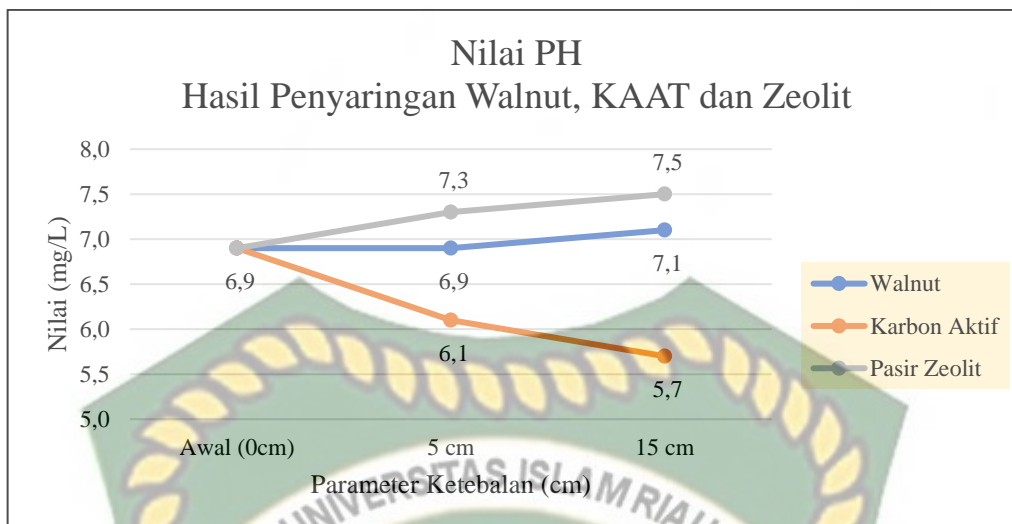
No.	Kode Sampel	Sampel	Adsorpsi (%)
1	W5	Walnut 5cm	20%
2	W15	Walnut 15cm	44%
3	K5	KAAT 5cm	31%
4	K15	KAAT 15cm	55%

Dapat dilihat dengan pengujian alat WTP menggunakan media Walnut dan KAAT mengalami penurunan kadar minyak & lemak, dengan adanya penurunan minyak & lemak ini bisa dikatakan pengujian ini berhasil. Untuk nilai adsorpsi K15 memiliki daya serap yang baik berada di 55% (Mulya, 2020). Kemampuan arang ataupun walnut yang digunakan pada media filtrasi ini dikategorikan sebagai media yang diharapkan.

4.4.4 Analisis Perubahan Nilai pH Untuk Walnut, KAAT, dan Zeolit

pH adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa sesuatu larutan. Dalam penyediaan air, pH merupakan satu faktor yang harus dipertimbangkan mengingat bahwa derajat keasaman dari air akan sangat mempengaruhi aktivitas pengolahan yang akan dilakukan, misalnya dalam melakukan koagulasi kimiawi, desinfeksi, pelunakan air dan dalam pencegahan korosi (Suhartana, 2007).

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.2 masing-masing media filter memberikan nilai pH yang berbeda-beda. Walnut merupakan media filter yang bersifat netral dengan hasil pengujian W5 adalah 6,9 dan W15 adalah 7,1. Untuk karbon aktif ampas tebu : K5 adalah 6,1 dan K15 adalah 5,7. Untuk pasir zeolit : Z5 adalah 7,3 dan Z15 adalah 7,5. Jika nilai pH ini digambarkan menggunakan grafik pada Gambar 4.7 di bawah ini, hasil pengujian menunjukkan bahwa media walnut dan KAAT memberikan pengaruh yang cukup besar dalam perubahan nilai pH air terproduksi setelah penyaringan.



Gambar 4.7. Perbandingan nilai pH hasil penyaringan walnut, KAAT, dan Zeolit

Untuk analisis dari nilai tersebut bahwa untuk sampel awal air terproduksi menunjukkan bahwa sampel awal memiliki kadar netral yaitu 6,9 (netral dalam skala 6 – 8). Akan tetapi, hasil akhir setelah dilakukan pengujian menggunakan media KAAT menunjukkan semakin tebal penggunaan karbon aktif maka pH akan semakin turun, terkhusus pada sampel K15 memberikan pH akhir asam yaitu 5,7. Penurunan pH saat menggunakan KAAT didasari oleh faktor kandungan aktivator H_3PO_4 dari KAAT adalah asam. Oleh karena itu, pada saat sampel awal yang netral terjadinya proses adsorpsi dengan media KAAT yang bersifat asam. Sedangkan untuk pasir zeolit cenderung meningkatkan nilai pH dari sampel air. Hal ini diketahui karena pasir zeolit merupakan senyawa alkali yang cenderung meningkatkan kadar pH air sampel pada batas netral (Rahayu, Masturi dan Yulianti, 2015).

4.5 Analisis Kombinasi Zeolit dan Variasi Ketebalan Walnut dan Zeolit

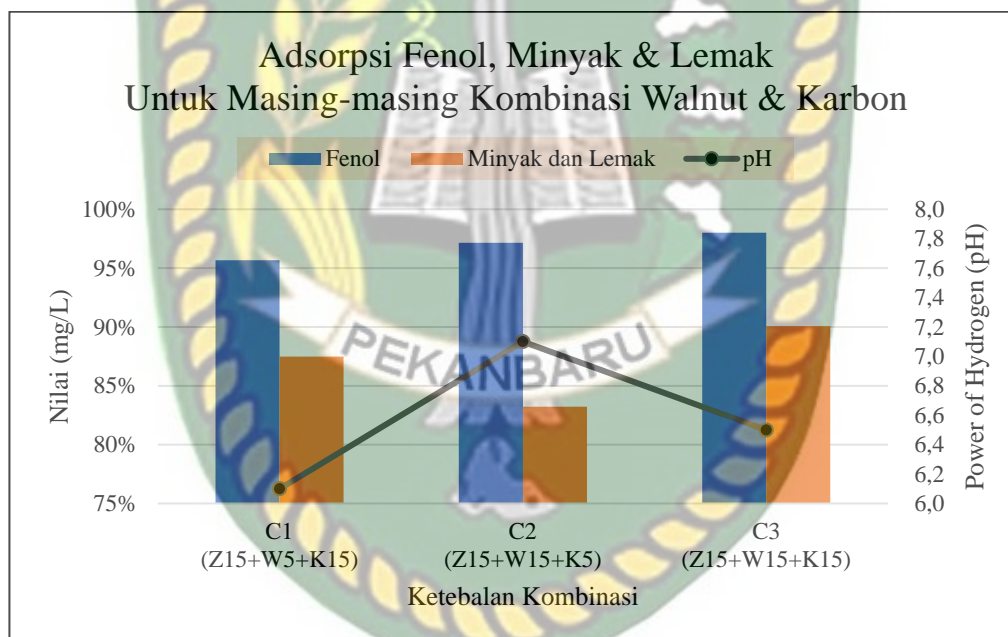
Karbon aktif ampas tebu, pasir zeolit, dan walnut shell dipasang pada alat WTP kemudian dilakukan uji saring. Pengujian menggunakan karbon aktif ampas tebu dan walnut dengan ketebalan 5cm dan 15cm, sedangkan untuk zeolit menggunakan satu ketebalan tetap yaitu 15cm. Pengujian kombinasi ketiga media ini dituliskan dengan kode sampel C1, C2 dan C3 (hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.2). Sampel C1, C2 dan C3 yang diujikan telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh pemerintah sehingga pengujian dapat dikatakan berhasil. Akan

tetapi, perlu dilakukannya pendekatan yang lebih mendalam lagi mengenai daya adsorpsi dari ketiga sampel untuk mengetahui yang lebih baik.

Untuk mengetahui kemampuan persentase adsorpsi dari kombinasi ketiga media filter ini dilakukan pendekatan yang sama yaitu menggunakan **Persamaan 4.1** sehingga diperoleh nilai adsorpsi sebagai berikut :

Tabel 4.5. Hasil nilai % adsorpsi fenol walnut dan KAAT

No.	Kode Sampel	Adsorpsi (%)	
		Fenol	Minyak & lemak
1	C1 (Z15+W5+K15)	96%	87%
2	C2 (Z15+W15+K5)	97%	83%
3	C3 (Z15+W15+K15)	98%	90%



Gambar 4.8. Perbandingan Nilai Adsorpsi Fenol, Minyak & lemak, dan pH untuk masing-masing kombinasi ketebalan

Berdasarkan Gambar 4.8 menunjukkan ketiga media filter memberikan hasil yang sangat baik dalam menyaring fenol maupun minyak & lemak. Hal ini dibuktikan dengan persentase adsorpsi berada di atas 50% (Mulya, 2020), bahkan kadar fenol pada ketiga sampel hampir mendekati bersih sempurna. Daya adsorpsi terbaik berada pada sampel C3 dengan kemampuan daya serap hingga 98%. Baiknya hasil penyerapan fenol untuk ketiga sampel pengujian ini dikarenakan

ketiga media filter yang digunakan (zeolit, walnut, dan karbon aktif) terbukti mampu melakukan adsorpsi fenol sehingga menghasilkan kemampuan penyaringan yang sangat baik.

Akan tetapi jika kita lihat untuk kadar minyak & lemaknya, nilai ini belum sebaik kemampuannya dalam menyerap fenol walaupun dapat dikategorikan sebagai daya adsorpsi yang tinggi. Daya adsorpsi minyak & lemak terbaik dimiliki oleh sampel C3 dengan ketebalan Zeolit 15cm, Walnut 15cm dan KAAT 15cm yaitu 90%, sedangkan untuk sampel C1 dan C2 memiliki daya adsorpsi yang lebih rendah dengan 87% dan 83%. Naik dan turunnya daya adsorpsi ini jika kita lihat sangat ditentukan oleh variasi peningkatan KAAT yang digunakan. Untuk sampel C1 dengan KAAT 15 cm memiliki daya adsorpsi 87% dimana lebih baik jika dibandingkan dengan sampel C2 dengan KAAT 5 cm yaitu 83%. Hal ini bertolak belakang jika kita lihat pada penurunan daya adsorpsi pada sampel C1 menggunakan ketebalan 5cm dimana lebih rendah daripada sampel C2 menggunakan walnut 15cm. Sedangkan, jika kita bandingkan antara sampel C1 dan C3 dimana ada variasi ketebalan walnut (5cm dan 15cm) dan ketebalan karbon yang tetap (15cm) meningkatkan daya adsorpsi dari 87% menjadi 90%.

Untuk nilai pH, sampel C1, C2 dan C3 berturut-turut adalah 6,1 ; 7,1 ; dan 6,5. Nilai ini dapat dikatakan netral karena masih berada pada rentang pH 6-8 (PERMEN-LH). Kenaikan dan penurunan nilai pH ini sangat dipengaruhi oleh ketebalan daripada KAAT. Untuk sampel C2 memiliki pH paling tinggi karena menggunakan ketebalan karbon aktif yang paling tipis. Menurut data pada Tabel 4.2 dan analisis pada Gambar 4.7 karbon aktif adalah media yang bersifat asam yang mempengaruhi dalam penurunan pH sampel. Untuk sampel C2 dan C3 mengalami penurunan akibat penambahan ketebalan KAAT. Sampel C1 dan C3 mengalami sedikit kenaikan karena adanya penambahan ketebalan walnut dimana walnut bersifat lebih netral yang mampu memberikan peningkatan nilai pH.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian, air terproduksi lapangan Musi Banyuasin memiliki kadar Fenol dan Minyak & Lemak yang tinggi melebihi standar yang ditetapkan oleh PERMEN LH No.19 Tahun 2010 sehingga perlu dilakukan treatment air terproduksi.
2. Berdasarkan pengujian air sampel menunjukkan bahwa semua media filter (zeolit, walnut shell, dan karbon aktif ampas tebu) memiliki pengaruh dalam melakukan adsorpsi minyak & lemak serta fenol. Karbon aktif adalah media terbaik yang mampu memberikan kontribusi adsorpsi yaitu 47% dan 67% untuk Fenol dan 31% dan 55% untuk minyak & lemak.
3. Karbon aktif ampas tebu yang teraktivasi H₃PO₄ merupakan karbon aktif yang bersifat asam yang mampu menurunkan kadar pH air sampel, sedangkan pasir zeolit merupakan pasir yang mengandung alkali yang mampu meningkatkan nilai pH air sampel. Walnut shell merupakan media yang bersifat netral dan cenderung tidak mempengaruhi pH sampel air.
4. Dari kombinasi ketiga media filter yang diaplikasikan dan dengan variasi ketebalan walnut shell dan KAAT diperoleh bahwa daya adsorpsi terbaik dimiliki oleh sampel C3 (Zeolit 15cm + Walnut Shell 15cm dan KAAT 15cm) yaitu 90% untuk penyerapan minyak & lemak serta 98% untuk penyerapan fenol.

5.2 Saran

Adapun saran penulis kepada pembaca atau peneliti selanjutnya dari penelitian ini. Diharapkan peneliti selanjutnya mencoba menggunakan bahan karbon aktif komersial untuk mengetahui apakah kombinasi zeolit, walnut dan karbon aktif komersial lebih baik daripada KAAT ataukah sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adib, M. R. M. *et al.* (2016) 'Effect of Phosphoric Acid Concentration on the Characteristics of Sugarcane Bagasse Activated Carbon', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 136(1). doi: 10.1088/1757-899X/136/1/012061.
- Andriani, S. (2008) 'Pengurangan kadar limbah dengan memakai biosorben karbon aktif menggunakan alat Spektrofotometer', h. 12–29.
- Aryanti, M. (2010) 'Penjernihan Air Sungai Lahan Gambut Menggunakan Karbon Aktif Gambut', *Universitas Indonesia*, (416), h. 76277.
- Dahona Lenthe Lavinia, S. (2016) 'Perbedaan Efektivitas Zeolit dan Manganese Greensand untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan Chemical Oxygen Demand Limbah Cair "Laundry Zone" di Tembalang', *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro*, 4(4), h. 873–881.
- Erfando, T., Khalid, I. dan Safitri, R. (2019) 'Studi Laboratorium Pembuatan Demulsifier dari Minyak Kelapa dan Lemon untuk Minyak Kelapa dan Lemon untuk Minyak Bumi pada Lapangan x di Provinsi Riau', *Teknik*, 40(2), h. 129. doi: 10.14710/teknik.v39i3.23656.
- Faisal M.Rizky Siregar (2021) 'MODIFIKASI ZEOLIT ALAM MENGGUNAKAN SENYAWA CTABr (CethyltrimethylAmmonium-Bromide) SEBAGAI ADSORBEN FENOL MODIFIKASI ZEOLIT ALAM MENGGUNAKAN SENYAWA CTABr (CethyltrimethylAmmonium-Bromide)', *Kimia, Departemen Teknik Teknik, Fakultas Utara, Universitas Sumatera*.
- Fakhru'l-Razi, A. *et al.* (2009) 'Review of technologies for oil and gas produced water treatment', *Journal of Hazardous Materials*, 170(2–3), h. 530–551. doi: 10.1016/j.jhazmat.2009.05.044.
- Girgis, B. S., Khalil, L. B. dan Tawfik, T. A. M. (1994) 'Activated Carbon from Sugar Cane Bagasse by Carbonization in the Presence of Inorganic', 61, h. 1994. doi: <https://doi.org/10.1002/jctb.280610113>.
- Haura, U., Razi, F. dan Meilina, H. (2017) 'Karakterisasi Adsorben dari Kulit Manggis dan Kinerjanya Pada Adsorpsi Logam Pb(II) dan Cr(VI)', *Biopropal*

Industri, 8(1), h. 47–54.

Hayati, I. N. *et al.* (2016) ‘Arang Aktif Ampas Tebu Sebagai Media Adsorpsi Untuk Meningkatkan Kualitas Air Sumur Gali’, *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 13(2 SE-), h. 9–18. doi: 10.36456/waktu.v13i2.61.

Hidayah, N. *et al.* (2018) ‘Pemanfaatan Karbon Tongkol Jagung sebagai Adsorben Penjernihan Limbah Cair Pewarna Tekstil’, h. 59–62.

Idrus, R., Lapanporo, B. P. dan Putra, Y. S. (2013) ‘Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa’, *Prisma Fisika*, I(1), h. 50–55.

Igunnu, E. T. dan Chen, G. Z. (2014) ‘Produced water treatment technologies’, *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 9(3), h. 157–177. doi: 10.1093/ijlct/cts049.

Ismail, Z. Z. (2005) ‘Removal of Oil From Wastewater Using Walnut-Shell’, *Al-Khwarizmi Engineering Journal*, 1(1), h. 117–124.

Jamilatun, S. dan Mufandi, I. (2020) ‘The Effectiveness of Activated Charcoal from Coconut Shell as The Adsorbent of Water Purification in The Laboratory Process of Chemical Engineering Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta’, *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 4(2), h. 113. doi: 10.33795/jtkl.v4i2.151.

Jenahar, T. J. dan Hildayanti, S. K. (2017) ‘Analisis Kemampuan Tabungan Petani Untuk Menanggung Biaya Peremajaan Kebun Karetanya Di Musi Banyuasin Sumatera Selatan’, *Jurnal Ecoment Global*, 2(1), h. 51. doi: 10.35908/jeg.v2i1.214.

Kahar, A. (2007) ‘Pengaruh Laju Alir Dan Diameter Partikel Zeolit Pada Proses Penjerapan Fenol Terlarut Dalam Limbah Cair Industri Kayu Lapis’.

Kurniasari, I. T., Riyanto, C. A. dan Martono, Y. (2020) ‘Activated Carbon from Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Bagasse for Removal Ca²⁺ and Mg²⁺ Ion from Well Water’, *Stannum : Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, 2(2), h. 22–32. doi: 10.33019/jstk.v2i2.1877.

Lailiy Tazkiyatul Afidah, K. (2019) ‘Pengaruh variasi temperatur kalsinasi zeolit alam terhadap kemampuan adsorpsi limbah fenol’, *Indonesian Journal of Materials Chemistry*, 2(2), h. 35–42.

- M.C. Alcafi, M. Yusuf, U. A. P. (2019) 'Penggunaan Zeolit Dalam Menurunkan Konsentrasi Lemak Dan Minyak Pada Air Terproduksi Migas', 3(4), h. 23–27.
- Mifbakhuddin (2010) 'Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif sebagai Media Filter terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis', *Eksplorasi*, 5(2), h. 1–11.
- Mulya, W. F. (2020) 'Pengaruh Pasir Silika Walnut Shell Karbon Desain Water Treatment Limbah Produksi Migas Universitas Islam Riau'.
- Nazari, G., Abolghasemi, H. dan Esmaili, M. (2016) 'Batch adsorption of cephalexin antibiotic from aqueous solution by walnut shell-based activated carbon', *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 58, h. 357–365. doi: 10.1016/j.jtice.2015.06.006.
- Osté, L. A., Lexmond, T. M. dan van Riemsdijk, W. H. (2002) 'Metal immobilization in soils using synthetic zeolites', *Journal of Environmental Quality*, 31, h. 813–821. doi: 10.2134/jeq2002.0813.
- Pambayun, G. S. *et al.* (2013) 'Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Tempurung Kelapa Dengan Aktivator $ZnCl_2$ Dan Na_2CO_3 Sebagai Adsorben Untuk Mengurangi Kadar Fenol Dalam Air Limbah', *Teknik Pomits*, 2(1), h. 116–120. Tersedia di: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23790/4/Chapter I.pdf>.
- Rahayu, A., Masturi, M. dan Yulianti, I. (2015) 'Pengaruh Perubahan Massa Zeolit Terhadap Kadar Ph Limbah Pabrik Gula Melalui Media Filtrasi', *Jurnal Fisika Unnes*, 5(2), h. 79972. doi: 10.15294/jf.v5i2.7411.
- Rawlins, C. H. (2018) 'Experimental study on oil and solids removal in nutshell filters for produced water treatment', *SPE Western Regional Meeting Proceedings*, 2018-April(April). doi: 10.2118/190108-ms.
- Setyobudiarso Endro, H. Y. (2014) 'Rancang Bangun Alat Penjernih Air Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Media Penyaring Kombinasi Pasir & Arang Aktif', *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, (JURNAL NEUTRINO (Vol 6, No 2), h. April 2014). Tersedia di: <http://ejournal.uin-malang.ac.id/index.php/NEUTRINO/article/view/2587/4538>.
- Shofa (2012) 'Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu Dengan Aktivasi Kalium Hidroksida', *Universitas Indonesia*, h. 1–84.

- Sianipar, L. D., Zaharah, T. A. dan Syahbanu, I. (2016) 'Adsorpsi Fe(II) dengan arang kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) teraktivasi asam klorida', *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(2), h. 50–59.
- Siska, M. dan Salam, R. (2012) 'Desain Eksperimen Pengaruh Zeolit Terhadap Penurunan Limbah Kadmium', *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 11(2), h. 173–184.
- Suhartana, S. (2007) 'Pemanfaatan Sekam Padi sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya untuk Penjernihan Air Sumur di Desa Asinan Kecamatan Bawen Kabupaten Semarang', *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 10(3), h. 67–71. doi: 10.14710/jksa.10.3.67-71.
- Teddy Hartuno (1981) 'DESAIN WATER TREATMENT MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI CANGKANG KELAPA SAWIT PADA PROSES PENGOLAHAN AIR BERSIH DI SUNGAI MARTAPURA', *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), h. 1689–1699.
- Teddy Hartuno (2014) 'Desain Water Treatment Menggunakan Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Pada Proses Pengolahan Air Bersih Di Sungai Martapura', 39, h. 14–15.
- Widayatno, T. *et al.* (2017) 'Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif', *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1), h. 17–23.
- Yoseva, Patricia Lucky, Akmal Muchtar, H. S. (2005) 'PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS TEBU SEBAGAI ADSORBEN UNTUK PENINGKATAN KUALITAS AIR GAMBUT', 2(S), h. 60.
- Yunitasari, D. *et al.* (2017) 'Keragaan Data Gula Tebu di Indonesia (Sugar Cane Data in Indonesia)', II(2), h. 14–16.