

**ANALISIS UJI LABORATORIUM PEMANFAATAN KARBON AKTIF
LIMBAH PELEPAH KELAPA SAWIT SEBAGAI ADSORBEN
TERHADAP PENGOLAHAN AIR TERPRODUKSI**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

ANNISA SHINDY OKTAVIA ALYERIS

153210553



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

FAKULTAS TEKNIK

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 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 peroleh.

Pekanbaru, Juli 2021



Annisa Shindy Oktavia Alyeris

NPM 153210553

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanna wa ta'ala karena atas Rahmat dan limpahan ilmunya 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. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orangtua dan keluarga tercinta atas kasih sayang dan segala dukungan berupa moril maupun materil dan do'a -do'a yang tidak ada batasnya.
2. Bapak Idham Khalid, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang sangat membantu dalam penyusunan tugas akhir ini
3. Bapak Ir. H. Ali Musnal, M.T selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat dan semangat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan
4. Ketua dan sekretaris prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
5. Sahabat terbaik saya yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

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

Wassalamualiakum Warrahmatullahi Wabarakatuh

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR SINGKATAN	ix
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.3 MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.4 BATASAN MASALAH.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>STATE OF THE ART</i>	4
2.2 PELEPAH SAWIT	5
2.3 ADSORPSI.....	6
2.4 AIR TERPRODUKSI.....	7
2.5 <i>WATER TREATMENT PLAN</i>	7
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1 METODOLOGI PENELITIAN.....	9
3.2 ALAT DAN BAHAN	9
3.2.1 Alat.....	9
3.2.2 Bahan	11
3.3 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	12
3.4 PROSEDUR PENELITIAN	13

a) Pembuatan Karbon Aktif Pelepah Kelapa Sawit	13
b) Proses adsorpsi menggunakan adsorben karbon aktif pelepah kelapa sawit.....	13
3.5 JADWAL PENELITIAN.....	15
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 HASIL PENGUJIAN DESAIN ALAT <i>WATER TREATMENT PLAN</i>	16
4.2 HASIL DAN ANALISA PENGAMATAN DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA FILTER KARBON AKTIF LIMBAH PELEPAH KELAPA SAWIT	17
4.3 HASIL DAN ANALISA PENGAMATAN DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA FILTER KARBON AKTIF KOMERSIL	19
4.4 PERBANDINGAN EFISIENSI ANTARA KARBON AKTIF LIMBAH PELEPAH KELAPA SAWIT DENGAN KARBON AKTIF KOMERSIL.....	21
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 KESIMPULAN.....	28
5.2 SARAN	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Wadah tahan panas.....	9
Gambar 3.2 <i>Oven</i>	9
Gambar 3.3 <i>Muffle Furnace</i>	10
Gambar 3.4 <i>Sieve Analysis</i>	10
Gambar 3.5 Timbangan <i>Digital</i>	10
Gambar 3.6 <i>Housing Filter</i>	10
Gambar 3.7 <i>Cartridge Filters</i>	10
Gambar 3.8 <i>Stopwatch</i>	10
Gambar 3.9 Gelas Ukur	11
Gambar 3.10 pH meter.....	11
Gambar 3.11 <i>Filter Paper</i>	11
Gambar 3.12 Aquarium	11
Gambar 3.13 Pompa.....	11
Gambar 3.14 Pipa PVC Bening	11
Gambar 4.1 Instalasi Alat WTP.....	16
Gambar 4.2 Hasil Filtrasi KAK	22
Gambar 4.3 Hasil Tiga Kali Filtrasi KAPKS.....	23

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan senyawa kimia pada pelepah kelapa sawit (Ismi et al., 2018; Putri et al., 2013)	6
Tabel 2.2 Perbedaan Adsorpsi fisika dan kimia.....	6
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	15
Tabel 4.1 Hasil Penelitian Air Terproduksi Setelah difiltrasi oleh Karbon Aktif Pelepah Kelapa Sawit	17
Tabel 4.2 Hasil Penelitian Air Terproduksi Setelah difiltrasi oleh Karbon Aktif Komersil	20
Tabel 4.3 Hasil Perbandingan KAPKS dan KAK.....	24



DAFTAR SINGKATAN

ALB = Asam Lemak Bebas

KAK = Karbon Aktif Komersil

KAPKS = Karbon Aktif Pelepah Kelapa Sawit



ANNISA SHINDY OKTAVIA ALYERIS

153210553

ABSTRAK

Dalam proses produksi hidrokarbon terdapat air bawah permukaan yang ikut terproduksi, air ini disebut air terproduksi (*water cut*), air yang ikut terproduksi ini banyak mengandung senyawa *organic* dan *nonorganic* yang dapat merusak dan mencemari lingkungan sehingga tidak dapat dibuang langsung ke alam bebas, oleh sebab itu perlu proses pemurnian air terproduksi agar dapat digunakan kembali dan dialirkan ke alam bebas. Pada proses pemurniannya ini penulis menggunakan karbon aktif pelepah kelapa sawit. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil parameter dengan nilai *turbidity* 1,06 NTU, *Oil and Grease* 3 mg/L, pH 6,34, Amonia 49,91 mg/L, Fenol 0,031 mg/L. Air terproduksi yang sudah di *treatment* menggunakan media karbon aktif pelepah kelapa sawit juga terlihat lebih jernih dibandingkan sebelumnya. Adapun nilai efisiensi untuk parameter *turbidity* adalah 97%, *Oil and Grease* 96%, Amonia 60,64%, Fenol 98,15% dan pH 28%. Perbandingan hasil efektifitas adsorpsi KAK dan KAPKS didapatkan setelah dilakukan pengujian terhadap kedua sampel karbon aktif. Efisiensi adsorpsi media KAK bernilai 70% dan media KAPKS adalah 76%. Hal tersebut menunjukkan bahwa karbon aktif tersebut memiliki kualitas arang aktif yang diharapkan, sehingga dapat digunakan jadi media filtrasi. Dari karakteristik media KAK dan KAPKS memiliki kemampuan daya serap yang sama baik walaupun untuk nilai hasil KAPKS lebih baik dibandingkan nilai KAK.

Kata kunci : air terproduksi, pemurnian, pelepah kelapa sawit, karbon aktif, adsorben.

ANNISA SHINDY OKTAVIA ALYERIS

153210553

ABSTRACT

In the production process there is a lot of subsurface water that is also produced, this water is called produced water (water cut). the process of purifying the produced air so that it can be reused and into the wild. In the purification process, the author uses activated carbon from palm fronds. Based on the research that has been done, the results obtained are turbidity values of 1.06 NTU, Oil and Grease 3 mg/L, pH 6.34, Ammonia 49.91 mg/L, Phenol 0.031 mg/L. Produced water that has been treated using oil palm midrib activated carbon media also looks clearer than before. The efficiency values for the turbidity parameters are 97%, Oil and Grease 96%, Ammonia 60.64%, Phenol 98.15% and pH 28%. Comparison of the results of the adsorption effectiveness of KAK and KAPKS was obtained after testing the two activated carbon samples. The efficiency of adsorption media for CAC is 70% feasible and KAPKS media is 76%. This shows that the activated carbon has the expected quality of activated charcoal, so it can be used as a filtration medium. From the characteristics of the KAK and KAPKS media, they have the same absorption capacity even though the KAPKS result value is better than the KAK value.

Key Word : Produced water, purification, oil palm fronds, activated carbon, adsorbent.

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Minyak bumi terkandung pada pori-pori batuan terutama pada batuan limestone dan sandstone. Ukuran pori-pori juga beraneka ragam, tidak hanya mengandung minyak pori ini juga mengandung air dan gas yang dapat dijumpai pada suatu reservoir (Robinson, 2010). Pada proses produksi hidrokarbon terdapat air yang ikut terproduksi bersama hidrokarbon keatas permukaan, air yang terproduksi ini memiliki banyak kandungan *organic* dan *nonorganic* sehingga tidak dapat langsung dibuang kealam bebas karena kandungannya dapat mencemari lingkungan. Kualitas air yang terkontaminasi minyak pada proses industri dan dapat dibuang ke lingkungan adalah maksimal 25 ppm berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 42 (1996). Limbah air terproduksi harus melewati proses pemurnian agar dapat digunakan kembali untuk proses produksi hidrokarbon lagi atau dibuang ke alam bebas.

Dalam proses pemurnian air terproduksi biasanya digunakan metode filtrasi dengan menggunakan adsorben. Karbon aktif merupakan salah satu adsorben yang paling sering digunakan pada proses adsorpsi. Karbon aktif ialah arang dengan pengembangan struktur pori melalui proses aktivasi (Lempang, 2014). Daya serap karbon aktif ini dikarenakan pori-pori berukuran mikro dengan jumlah yang sangat banyak (Yustinah & Hartini, 2011). Beberapa bahan baku untuk pembuatan karbon aktif antara lain ialah limbah serbuk gergaji, limbah potongan – potongan kayu, tempurung kelapa, tanaman kayu hutan, dan limbah industri perkebunan kelapa sawit.

Pertumbuhan perkebunan kelapa sawit di Indonesia saat ini menunjukkan angka yang terus meningkat setiap tahunnya terutama di Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan. Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia meningkat 3,06 persen dari tahun 2017 menjadi seluas 12,76 hektar pada tahun 2018. Areal perkebunan kelapa sawit tersebar di 25 provinsi di Indonesia dengan areal terluas terdapat pada Provinsi Riau dengan luas 2,32 juta hektar menurut data statistik 2018 (Statistik, 2018).

Dalam produksi industri kelapa sawit selain menghasilkan *crude palm oil* dan *palm kernel oil*, dihasilkan juga limbah padat berupa tandan kosong, cangkang, batang, serat, dan pelepah kelapa sawit.

Menurut Ginting (2013) pelepah kelapa sawit memiliki senyawa kimia seperti selulosa 31,7%, hemiselulosa sebesar 33,9%, dan lignin sebesar 17,4%. Kandungan ini berpotensi dapat diolah lebih lanjut untuk menjadi produk yang bermanfaat dengan aplikasi dan bernilai ekonomis yang lebih tinggi. Untuk meningkatkan manfaat dari pelepah kelapa sawit salah satu usaha yang dapat dilakukan ialah mengolah bahan tersebut menjadi karbon aktif. Karbon aktif ini nantinya yang dapat digunakan sebagai adsorben dalam melakukan filtrasi terhadap air terproduksi. Untuk mendapatkan karbon aktif dari pelepah kelapa sawit perlu dilakukan beberapa proses dan prosedur agar pelepah kelapa sawit dapat menjadi bahan karbon aktif.

Penggunaan karbon aktif bahan dasar limbah pelepah kelapa sawit untuk adsorben sangat menguntungkan dikarenakan selain mudah ditemukan di Provinsi Riau hal ini juga dapat mengurangi limbah pelepah kelapa sawit yang ada pada lingkungan. Berdasarkan uraian terhadap kandungan dan potensi yang dimiliki oleh pelepah kelapa sawit, peneliti tertarik untuk melakukan uji laboratorium untuk menganalisis kemampuan dan keefektifan karbonaktif dari pelepah kelapa sawit sebagai adsorben terhadap proses pengolahan air terproduksi di dunia industri migas.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan latar belakang, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Memperoleh data indikator kualitas air terproduksi secara fisika dan kimiawi setelah proses adsorpsi oleh karbon aktif pelepah sawit.
2. Memperoleh data analisis dan efektifitas adsorpsi karbon aktif pelepah sawit terhadap limbah air terproduksi pada *gathering station* serta memperoleh hasil perbandingan efisiensi antara filter karbon aktif pelepah kelapa sawit dan karbon aktif komersil terhadap air terproduksi.

1.3 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dari penelitian ini agar memberikan hasil dari inovasi teknologi sederhana penggunaan karbon aktif pelepah kelapa sawit sebagai adsorben terhadap air terproduksi yang terdapat pada stasiun pengumpul sehingga dapat mengurangi tingkat pencemaran oleh limbah cair industri minyak dan gas.

1.4 BATASAN MASALAH

Agar penelitian ini tidak keluar dari tujuan yang diharapkan dan guna mendapatkan hasil yang lebih terarah dan tidak menyimpang, maka penulis membatasi penelitian ini dalam beberapa hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menguji tingkat keberhasilan penggunaan karbon aktif pelepah sawit dalam pengolahan air terproduksi dengan skala laboratorium.
2. Proses karbonasi hanya dengan metode pembakaran dan aktivasi karbon dengan aktivator secara kimia.

BAB 2 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”.

2.1 STATE OF THE ART

Peneliti Viena et al., (2019) melakukan penelitian tentang pembuatan arang aktif dari cangkang kelapa sawit yang kemudian di uji terhadap dua sumur yang memiliki penampakan fisik berbau besi serta berwarna keruh dan kehitaman. Penelitian ini mendapatkan hasil uji pengaruh dari waktu kontak terhadap sumur 1 yang menunjukkan efisiensi penyerapan kandungan besi (Fe) sebesar 58,34%, kadar mangan 48,9% dan pH meningkat menjadi 7.6. Pada sumur 2 penyerapan kadar besi sebesar 56,87%, kadar mangan 52,12% dan nilai pH meningkat menjadi 7.3. Hasil pengujian ini didapatkan dengan uji waktu kontak maksimum 120 menit.

Penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni et al., (2017) mengenai adsorpsi optimum oleh arang aktif dari biji kapuk terhadap logam timbal menghasilkan data adsorpsi optimum logam Pb oleh 1,2 karbon aktif terjadi saat konsentrasi larutan Pb 64,4 mg/L dengan persentase serapan yang terjadi ialah 96,43%. Kapasitas serapan maksimum arang aktif ini mampu menyerap logam hingga 0,05 mg Pb/mg arang aktif.

Penelitian lainnya mengenai pengujian penilaian sampel arang aktif batok kelapa terhadap laju alir, kapasitas penyerapan jumlah sedimen, dan jumlah *oil content* air formasi yang diteliti oleh Euis Kurniawati (2019). Dari penelitian tersebut didapatkan hasil batok kelapa sebagai media alternatif pengganti *cartridge filtration* memiliki daya ikat (adsorpsi) sehingga dapat digunakan sebagai media filtrasi dalam pemisahan *oil content*.

Peneliti Muhdarina et al., (2020) meneliti pelepah kelapa sawit yang dimanfaatkan sebagai adsorben asam lemak bebas dari minyak kelapa sawit. Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa limbah pelepah sawit dapat diubah menjadi arang aktif dan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Arang pelepah sawit ini mampu mengurangi asam lemak bebas dari *crude palm oil*.

Arang aktif ini mampu mengurangi 77,89% ALB pada waktu kontak 60 menit dengan dosis 1 gram.

Limbah batang bambu juga merupakan produk yang diteliti oleh peneliti Putu et al., (2019) sebagai bahan alam yang dapat menjadi adsorben ion krom dan timbal. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan hasil pengujian didapat bahwa waktu optimum adsorpsi arang limbah batang bambu terhadap ion Cr(III) dan Pb(II) adalah 4 jam, nilai pH optimum masing-masing adalah 6. Kapasitas adsorpsi untuk ion Cr(III) adalah 0,6305 mg/g dan Pb(II) adalah 0,6500 mg/g.

2.2 PELEPAH SAWIT

Kelapa sawit yang bernama latin *Elaeis guineensis* merupakan tumbuhan yang banyak ditemukan di daerah Kalimantan, Sumatera, Papua, Aceh dan Jawa. Tanaman ini merupakan tanaman primadona karena menjadi penghasil *crude palm oil* yang berkontribusi sebagai penyumbang devisa negara. Pelepah kelapa sawit merupakan bagian dari daun tanaman sawit yang berwarna hijau. Limbah pelepah kelapa sawit merupakan hasil sampingan dari perkebunan kelapa sawit yang biasanya menjadi sampah ketika pemanenan. Menurut (Ismi et al., 2018), pelepah kelapa sawit biasanya hanya dijadikan pupuk tanaman atau pakan ternak bahkan sebagian besar hanya dibiarkan menumpuk di perkebunan. Penumpukan ini akan membusuk dan menghasilkan gas kimia berbahaya bagi lingkungan.

Dari perkebunan sawit, dalam satu tahun akan dihasilkan 40-50 pelepah sawit/pohon/tahun (Hassan, O. A., & Ishida, 1992). Dapat dihitung potensi pelepah sawit yang akan dihasilkan Provinsi Riau mencapai 17,168 juta ton per tahun. Kandungan senyawa kimia yang terdapat pada pelepah kelapa sawit yang dapat dilihat pada tabel 1. Dimana kandungan pada pelepah kelapa sawit ini membuat kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar dalam membuat senyawa karbon aktif (Allwar et al., 2017; Mentari et al., 2018).

Tabel 2.1 Kandungan senyawa kimia pada pelepah kelapa sawit (Ismi et al., 2018; Putri et al., 2013)

Senyawa Kimia	Kandungan (%)
Lignin	18,9%
Selulosa	35,88%
Hemiselulosa	26,47%
Ekstraktif	9,05%
Air	9,7%

2.3 ADSORPSI

Adsorpsi merupakan fenomena terikatnya suatu partikel atau substansi pada permukaan suatu materi (zat padat), hal ini disebabkan karena adanya gaya kohesi lebih besar dari pada adhesi pada suatu materi. Peristiwa adsorpsi ini merupakan penyerapan atau pengayaan (enrichment) bahan dari suatu komponen campuran gas/cair didaerah antar fasa dimana komponen tersebut dipisahkan dengan ditarik oleh permukaan zat padat. Bahan penyerap ialah zat padat dimana penyerap hanya dipermukaan zat penyerap. Pada peristiwa adsorpsi, komponen yang terserap akan berada pada daerah antarmuka dan tidak masuk kedalam fasa. Komponen yang terserap tersebut adalah adsorbat (adsorbate), dan penampung tempat terjadinya penyerapan disebut adsorben (substrate). Ada dua jenis penyerapan berdasarkan berdasarannya yaitu penyerapan fisika dan penyerapan kimia (kipling, 1965). Berikut tabel perbedaan adsorpsi fisika dan kimia :

Tabel 2.2 Perbedaan Adsorpsi fisika dan kimia

Adsorpsi Fisika	Adsorpsi Kimia
Molekul yang terikat pada adsorben akibat gaya van der Waals	Molekul yang terikat pada adsorben akibat ikatan kimia
Memiliki entalpi dengan reaksi-4 sampai-40 kJ/mol	Memiliki entalpi dengan reaksi-40 sampai-800 kJ/mol
Membentuk lapisan multilayer	Membentuk lapisan monolayer
Adsorpsi hanya terjadi pada suhu dibawah titik didih adsorbat	Adsorpsi dapat terjadi pada suhu yang tinggi

Adsorpsi Fisika	Adsorpsi Kimia
Jumlah adsorpsi pada permukaan adalah fungsi adsorbat	Jumlah adsorpsi pada permukaan adalah karakteristik adsorben dan adsorbat
Tidak melibatkan energi aktivasi tertentu	Melibatkan energi aktivasi tertentu
Tidak bersifat spesifik	Bersifat sangat spesifik

2.4 AIR TERPRODUKSI

Air terproduksi adalah produk samping dari pengolahan minyak/gas bumi. Air yang terproduksi berbeda dengan air pada umumnya, hal ini karena air terproduksi memiliki bahan-bahan kimia yang berbahaya dan unsur lain yang terkandung didalam minyak dan gas bumi tersebut (Yang, 2020). Air terproduksi akan semakin banyak seiring dengan tuanya umur dari lahan minyak/gas, hal ini dikarenakan air terproduksi merupakan air yang terakumulasi dengan minyak saat proses produksi minyak keatas permukaan. Menurut (Mei et al., 2013) air terproduksi yang banyak membuat air terproduksi ini dimanfaatkan untuk berbagai hal. Selain itu, air terproduksi juga dibuang ke laut dan diinjeksikan ke dalam tanah (disposal).

Air terproduksi memiliki karakteristik yang bervariasi dan juga sangat kompleks karena mengandung senyawa *organic* dan *nonorganic*. Pada umumnya air terproduksi memiliki komposisi yang tersusun dari komponen *dissolved* dan *dispersed* minyak, mineral, senyawa kimia adiktif yang ada di dalam proses produksi gas serta senyawa yang bersifat padat, cair, mikroorganisme dan oksigen (Hasiyani et al., 2015; Igunnu & Chen, 2014)

2.5 WATER TREATMENT PLAN

Water treatment plant merupakan serangkaian alat yang digunakan dalam proses pengolahan terhadap air terproduksi baik secara fisika maupun secara kimia. Pada umumnya pengolahan air yang dilakukan sebagai usaha teknis untuk mengubah sifat-sifat dan kandungan yang terdapat dalam air. Diperlukannya metode-metode yang sesuai menurut sifat fenomena yang diamati dari perubahan. Pengolahan metode fisika meliputi pencampuran, pengendapan, flokulasi, dan

filtrasi. Sedangkan metode kimia meliputi pengendapan, disinfeksi, dan koagulasi serta pelembutan air dengan oksidasi dan adsorpsi.

Kemajuan teknologi yang diuntungkan membantu mengatasi penanganan pengolahan air limbah produksi sesuai dengan klasifikasinya. Tantangan umum dengan mengolah air yang diproduksi, seperti biaya, mobilitas, fleksibilitas (untuk jumlah yang bervariasi dan kontaminan), dan daya tahan. Beberapa kemajuan yang dihasilkan dari penelitian sebelumnya (Sinha, Wen, Pires, Lima, & Marfurt, 2018) meliputi

- a) Membran *antifouling* yang menghilangkan bahan organik dan bakteri dengan sensitivitas kurang terhadap variabilitas air.
- b) Perbandingan dua teknologi untuk mengolah air dengan konsentrasi barium dan radium yang tinggi.
- c) Prototipe sistem desalinasi osmosis maju dengan penolakan garam 90%.

Secara kolektif teknologi sederhana berdampak jelas memajukan pengetahuan untuk membantu mengurangi biaya, meningkatkan efisiensi, dan meningkatkan bidang kesiapan proses perawatan yang menjanjikan. Terdapat beberapa metode yang dapat diaplikasikan diantaranya dengan metode fisika, kimia, dan biologi. Pada metode fisika dilakukan adsorpsi organik terlarut pada karbon aktif, organoklay, kopolimer, zeolite, resin. Lain lagi dengan metode kimia yang memiliki koagulasi yang baik dengan skala sifat penghambatan khususnya dalam air yang terproduksi. Di sisi lain, perawatan biologis adalah metode yang hemat biaya untuk menghilangkan senyawa terlarut dan tersuspensi dari air limbah ladang minyak dalam ekstraksi fasilitas darat (Fakhru'l-Razi et al., 2009)

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menyampaikan metode penelitian yang dilakukan oleh peneliti dalam melakukan eksperimen. Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium FMIPA Universitas Riau dan Laboratorium Bahan Kontruksi Dinas PUPR Provinsi Riau. Persiapan dan pengujian pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut,

3.1 METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian dalam penulisan tugas akhir ini adalah *Experiment Research*. Penelitian ini akan dilakukan dengan alat desain instalasi *Water Treatment Plant*. Data-data yang dibutuhkan didapatkan berdasarkan pengumpulan data primer seperti yang didapat dari hasil penelitian, jurnal, makalah, buku referensi dan prosiding yang sesuai dengan topik penelitian ini. Kemudian setelah hasil didapat akan dilakukan analisis data yang membawa kepada kesimpulan yang merupakan tujuan penelitian. Metode penelitian ini meliputi waktu penelitian, alat dan bahan serta prosedur penelitian

3.2 ALAT DAN BAHAN

Adapun alat-alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Alat



Gambar 3.1 Wadah tahan panas



Gambar 3.2 Oven

Gambar 3.3 *Muffle Furnace*Gambar 3.4 *Sieve Analysis*Gambar 3.5 *Timbangan Digital*Gambar 3.6 *Housing Filter*Gambar 3.7 *Cartridge Filters*Gambar 3.8 *Stopwatch*



Gambar 3.9 Gelas Ukur



Gambar 3.10 pH meter

Gambar 3.11 *Filter Paper*

Gambar 3.12 Aquarium



Gambar 3.13 Pompa



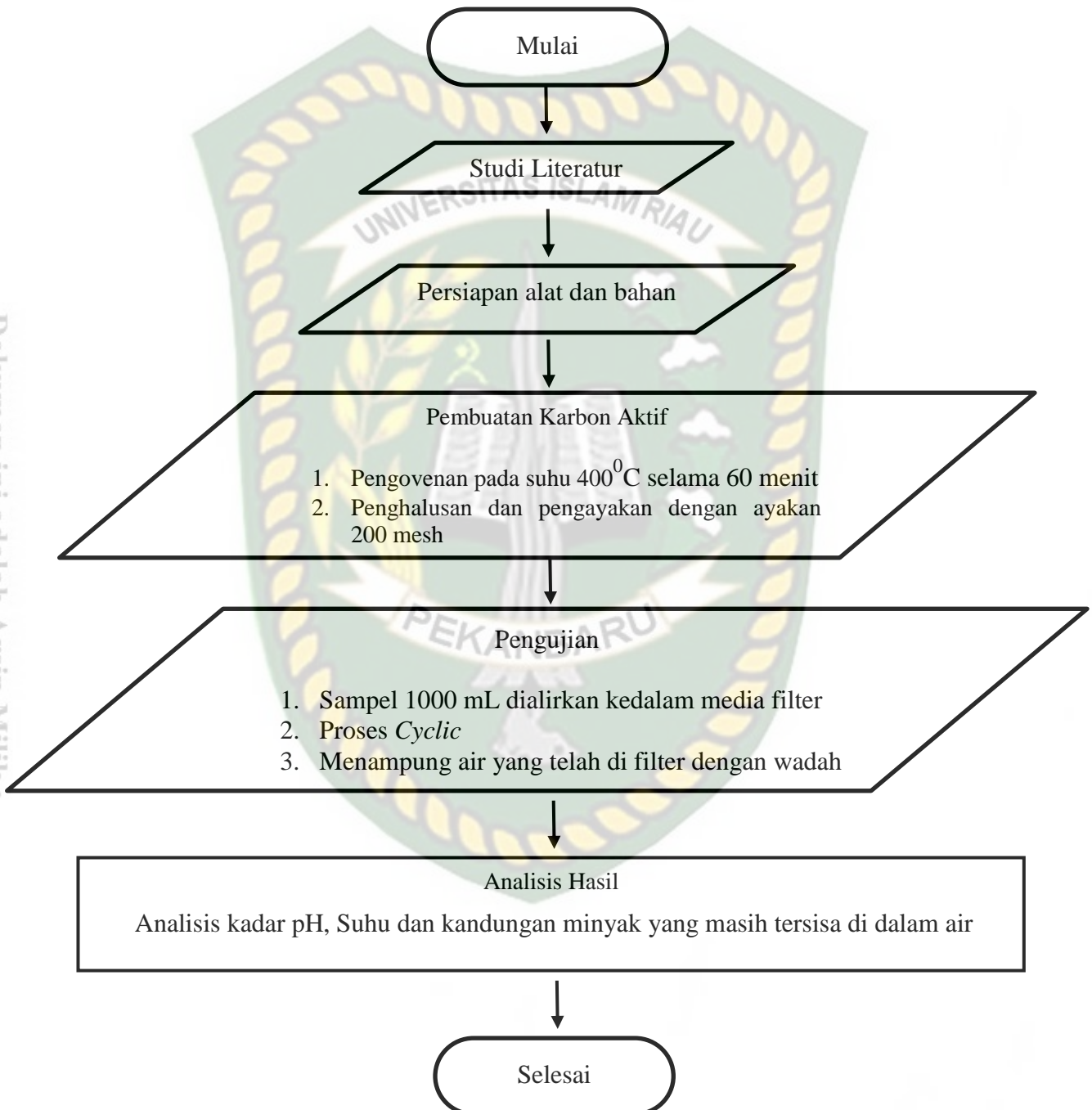
Gambar 3.14 Pipa PVC Bening

3.2.2 Bahan

1. Pelepah kelapa sawit
2. Kulit kacang kenari
3. Pasir silika
4. Sampel Air Tereproduksi

5. Zat aktivator H_2SO_4 dan $NaOH$
6. AquaDm

3.3 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



3.4 PROSEDUR PENELITIAN

a) Pembuatan Karbon Aktif Pelepah Kelapa Sawit

Prosedur penelitian pembuatan karbon aktif ini berdasarkan penelitian terdahulu oleh peneliti Noer et al., (2014) dan Peneliti Resya et al., (2017) yang melakukan pembuatan karbon aktif dari ampas pelepah kelapa sawit yang menggunakan metode aktivasi yaitu secara fisika dan kimia. Pada penelitian ini menggunakan metode aktivasi secara fisika, berikut metode yang digunakan.

1. Siapkan pelepah sawit yang sudah dibersihkan.
2. Jemur pelepah kelapa sawit selama 3 hari untuk menghilangkan kadar air yang terkandung pada pelepah sawit.
3. Sortir pelepah kelapa sawit dengan ukuran 12 mesh
4. Hitung massa pelepah kelapa sawit.
5. Melakukan karbonisasi dengan meletakkan pelepah sawit pada cawan tahan panas dan masukkan ke dalam *muffle furnace* dengan suhu 500° C selama 60 menit.
6. Kemudian arang yang diperoleh didinginkan dalam *Desikator*.
7. Hitung massa pelepah kelapa sawit setelah proses karbonisasi.
8. Haluskan pelepah kelapa sawit menggunakan ayakan 200 mesh.
9. Hitung massa arang setelah dihaluskan dan masukkan kedalam gelas kimia.
10. Kemudian tambahkan zat activator H₂SO₄ lalu rendam arang selama 90 menit.
11. Karbon disaring menggunakan kertas saring dan dicuci dengan AquaDM hingga pH filtrat 7 lalu keringkan didalam oven pada suhu 200°C.

b) Proses adsorpsi menggunakan adsorben karbon aktif pelepah kelapa sawit

1. Menyusun unit pengolahan air. Kemudian masukkan pasir silika, karbon aktif dan kulit kacang kenari kedalam *housing filter*.
2. Basahi media adsorpsi menggunakan air guna membasahinya terlebih dahulu.
3. Mengukur parameter air sampel berupa kekeruhan, aroma, pH, kadar amonia (NH₃), kadar fenol (C₆H₆O) sebelum proses adsorpsi.

4. Sampel air dimasukkan didalam bak lalu dipompakan kedalam *housing filter*.
5. Air yang sudah keluar dari *output* kemudian diukur konsentrasi dan kesadahnya.
6. Lakukan proses ini sebanyak tiga kali.
7. Lakukan kembali pengukuran parameter air terhadap air yang telah di adsorpsi.

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 arang aktif agar dapat dihitung persentasi penurunan kadar *Turbidity, Oil and Grease, Amonia* dan Fenol .

Persamaan yang dpat digunakan untuk menghitung Efisiensi :

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

Dimana :

- η = Efisiensi
 C_{inlet} = Konsentrasi di Inlet
 C_{outlet} = Konsentrasi di Outlet

3.5 JADWAL PENELITIAN

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

Deskripsi Kegiatan	Waktu Pelaksanaan																									
	Februari			Maret			April			Mei			Juni			Juli			Agustus							
Studi Literatur	■	■	■																							
Pembuatan Karbon Aktif							■	■																		
Pengujian Karbon Aktif terhadap Air Terproduksi																										
Analisis Hasil Uji																										
Penyusunan Tugas Akhir																										
Sidang Tugas Akhir																										■

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses pengujian yang dilakukan di laboratorium terhadap air terproduksi dari *wash tank gathering station* Y, peneliti melakukan pengujian untuk mengetahui pengaruh karbon aktif limbah pelepah kelapa sawit sebagai media *filter* dalam proses pengolahan air terproduksi. Proses pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu mempersiapkan peralatan instalasi *water treatment* metode filtrasi menggunakan tiga buah tabung *catridge* dengan media pasir silika, *walnut shell*, dan karbon aktif.

Untuk media utama yang lebih di fokuskan pada penelitian ini adalah karbon aktif limbah pelepah kelapa sawit. Menurut (Setyobudiarso & Yuwono, 2014) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa gabungan filtrasi pasir aktif dan adsorpsi karbon aktif mampu menurunkan kekeruhan hingga batas maksimum air bersih. Beberapa pengujian dilakukan terhadap air terproduksi ini, meliputi pengujian kandungan minyak dan lemak dalam air, TDS, dan pengujian *turbidity* menggunakan metode gravimetri. Pengujian dilakukan di laboratorium UPT Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Provinsi Riau.

4.1 HASIL PENGUJIAN DESAIN ALAT *WATER TREATMENT PLAN*

Pengujian sampel dengan alat desain WTP dilakukan untuk proses adsorpsi karbon aktif limbah pelepah kelapa sawit dengan kombinasi media tiap tabung terhadap sampel air terproduksi. Dibawah ini merupakan rangkaian alat instalasi WTP yang sudah dirancang untuk melakukan proses pengujian sampel.



Gambar 4.1 Instalasi Alat WTP

Sebelum pengujian dilakukan, sampel air terproduksi diletakkan didalam wadah 1 dan untuk hasil setelah di filtrasi ditampung pada wadah 2. Sampel awal dituangkan di aquarium kemudian air dipompakan melewati *housing filter* dengan perlakuan pada sampel yang digunakan adalah H1: filter pasir silica (pasir silika + *catridge filter*), H2: filter *walnut shell* (*walnut shell* + *catridge filter*), H3: filter karbon aktif (karbon aktif limbah pelepah kelapa sawit (KAPKS) atau karbon aktif komersil (KAK) + *catridge filter*). Filter pasir silika berfungsi untuk mengurangi warna kekeruhan dan menahan partikel padatan yang tersuspensi pada sampel awal (Azkiyah & Sutrisno, 2014). Filter *walnut shell* berfungsi untuk mengurangi bau pada sampel dan membantu menyerap partikel tersuspensi pada air sampel (Hang et al., 2018). Untuk filter pada *housing filter* yang terakhir berisi karbon aktif yang berfungsi untuk mengadsorpsi kandungan parameter berbahaya pada air sampel (Atabaki, 2014).

4.2 HASIL DAN ANALISA PENGAMATAN DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA FILTER KARBON AKTIF LIMBAH PELEPAH KELAPA SAWIT

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil parameter yang ingin diketahui. Pengujian dilakukan terhadap air formasi yang di injeksikan ke media *filter* melalui *water inlet* kemudian air hasil penyaringan mengalir melalui *water outlet* yang kemudian ditampung pada wadah yang telah di sediakan.

Tabel 4.1 Hasil Penelitian Air Terproduksi Setelah difiltrasi oleh Karbon Aktif Pelepah Kelapa Sawit

No	Kode Sampel	Hasil Uji				
		Turbidity	pH	Oil and Grease	Amonia	Fenol
		(NTU)		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
1	Sampel Awal	35,5	8,76	69	126,8	1,68
2	Sampel Pelepah Kelapa Sawit	1,06	6,34	3	49,91	0,031

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa penggunaan karbon aktif sebagai media *filter* berpengaruh terhadap *turbidity*, pH, *Oil and Grease*, kadar Amonia dan Fenol pada air terproduksi. Ada disparitas besar pada nilai *turbidity* yang sebelumnya 35.5 ppm menjadi hanya 1.06 ppm. *Turbidity* merupakan gambaran

fisik guna mengetahui adanya perbedaan penurunan kekeruhan sampel air awal dan setelah di *treatment* yang diketahui hasilnya dengan satuan NTU (Hamuna et al., 2018). Sampel awal air memiliki nilai yang tidak terlalu tinggi dimana dapat dilihat dengan kasat mata pun air sebelum di lakukan filtrasi tidak memiliki kekeruhan yang pekat. Setelah dilakukan pengujian menggunakan karbon aktif pelepah kelapa sawit tetap terjadi penurunan yang sangat signifikan, hal ini tentunya dikarenakan oleh adanya adsorpsi oleh karbon aktif yang bekerja sangat efektif menyerap adsorbat pada sampel air awal.

Tidak hanya tingkat kekeruhan yang menurun, proses filtrasi ini juga berpengaruh terhadap penurunan kadar pH (*Power of Hydrogen*) pada sampel air terproduksi. Parameter ini berguna untuk mengetahui nilai prinsip asam dan basa pada suatu larutan. Berdasarkan penelitian didapatkan hasil sampel awal memiliki pH sebesar 8,76 yang mana dapat diketahui bahwa sampel awal ini memiliki sifat basa ringan. Terjadi sedikit penurunan pH *level* menjadi 6,13. Hal ini dapat terjadi dikarenakan aktivasi karbon aktif pelepah kelapa sawit menggunakan H_2SO_4 yang bersifat asam. Sehingga pada saat proses adsorpsi terhadap sampel air awal yang bersifat basa ringan berkontak dengan media yang bersifat asam maka hasil air setelah di filtrasi dapat berubah menjadi asam ringan.

Minyak dan lemak juga merupakan salah satu parameter yang diuji pada penelitian ini. Kandungan minyak dan lemak dalam air termasuk kedalam polutan yang berasal dari limbah cair yang penyebarannya sangat luas. Setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil kandungan minyak dan lemak pada sampel awal adalah sebesar 69 mg/L. Setelah dilakukan filtrasi terhadap air tersebut maka terjadi pengurangan yang cukup *significant* menjadi hanya dibawah 5 mg/L. Dapat dikatakan bahwa pengujian ini berhasil karena dapat menyerap polutan tersebut hingga angka yang sangat kecil.

Setelah melakukan penelitian sesuai standar SNI 06-6989.30-2005, didapatkan hasil kandungan amonia pada air terproduksi sebesar 126,8 mg/L. Amonia dalam limbah eksplosarasi migas berasal dari hasil degradasi aerobik dan anaerobik bahan yang mengandung unsur nitrogen seperti protein. Amonia sendiri memiliki pengaruh menimbulkan bau pencemaran yang akan dibuang ke lingkungan. Pengaruh kandungan daya amonia yang melebihi daya dukungan

lingkungan penerima berdampak negatif bagi tumbuhan maupun biota perairan yang ada di sekitarnya. Teknik penurunan kandungan amonia dalam limbah dapat dilakukan dengan cara optimilasi, efesiensi dan peningkatan kualitas lingkungan dengan menurunkan bahan konsentrasi bahan pencemar (Suratno, 2000). Setelah dilakukan filtrasi, kemudian air hasil diuji kembali dan mendapatkan hasil kandungan amonia pada air tersebut sebesar 49,91 mg/L. Terjadi penurunan angka kandungan amonia dalam air terproduksi setelah di *treatment*. Secara fisik pun bau amonia pada air pun berkurang.

Parameter terakhir yang di teliti adalah kandungan fenol dalam air terproduksi. Dalam limbah minyak bumi fenol merupakan turunan hidrokarbon aromatic yang mengandung gugus hidroksida. Sifat ini sangat toksik yang dapat mempengaruhi kehidupan biota tanaman dibawah permukaan. Fenol merupakan senyawa organic yang sering ditemukan di dalam limbah cair sehingga perlu dilakukan pemantauan (Fatma et al., 2005) Berdasarkan penelitian didapatkan nilai kandungan fenol pada air terproduksi adalah sebesar 1,68 mg/L. Setelah dilakukan filtrasi maka kandungan fenol menurun jadi 0,031 mg/L. Pada hal ini karbon aktif limbah pelepah kelapa sawit mampu menyerap kandungan fenol pada air terproduksi ini.

4.3 HASIL DAN ANALISA PENGAMATAN DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA FILTER KARBON AKTIF KOMERSIL

Sama hal nya dengan pengujian yang telah dilakukan terhadap karbon aktif limbah pelepah kelapa sawit, hanya saja pada penelitian ini bahan karbon aktif diganti dengan karbon aktif komersil. Pengujian pun dilakukan dengan proses yang sama, memfiltrasi air terproduksi kemudian menguji hasil dari sampel air awal dan sampel air yang telah di filtrasi menggunakan karbon aktif komersil.

Berikut hasilnya:

Tabel 4.2 Hasil Penelitian Air Terproduksi Setelah difiltrasi oleh Karbon Aktif Komersil

No	Kode Sampel	Hasil Uji				
		Turbidity (NTU)	pH	Oil and Grease (mg/L)	Amonia (mg/L)	Fenol (mg/L)
1	Sampel Awal	35,5	8,76	69	126,8	1,68
2	Sampel Komersil	4,89	7,86	5	49,4	0,028

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 nilai semua parameter yang diuji. Kandungan *turbidity* sebelum diuji adalah 35,5 NTU, pH bernilai 8.76, *oil and grease* sebelum dilakukan pengujian adalah 69 mg/L, serta kandungan amonia dan fenol masing-masing adalah 126,8 mg/L dan 1,68 mg/L.

Menggunakan sampel air yang sama yang memiliki nilai *turbidity* yang tidak terlalu tinggi, pengujian dilakukan menggunakan karbon aktif komersil. Secara fisik dapat dilihat bahwa air sebelum dilakukan filtrasi tidak memiliki kekeruhan yang pekat. Setelah dilakukan pengujian menggunakan karbon aktif komersil tetap terjadi penurunan walaupun tidak sejauh penurunan oleh karbon aktif pelepah kelapa sawit. Setelah dilakukan pengujian, nilai *turbidity* air turun menjadi 4,89 mg/L. Hal ini tentunya dikarenakan oleh adanya adsorpsi oleh karbon aktif yang bekerja sangat efektif menyerap adsorbat pada sampel air awal.

Proses filtrasi juga berpengaruh terhadap penurunan nilai *power of hidrogen* (pH) pada sampel air. Penurunan nilai pH tidak begitu jauh. Dimana sampel air yang semula nya bersifat basa ringan, tetap bersifat basa ringan setelah di filtrasi. Hal ini dapat dibuktikan dengan nilai pH air yang hanya berubah menjadi 7,86. Faktor yang menyebabkan hal ini terjadi dikarenakan KAK memiliki sifat basa. Apabila sampel air awal yang bersifat basa berkontak dengan media yang bersifat basa, maka kemungkinan besar air hasil akan tetap bersifat basa.

Pengujian kandungan minyak dan lemak juga dilakukan terhadap pengaruh media filtrasi karbon aktif komersil ini. Setelah difiltrasi, *oil and grease* yang

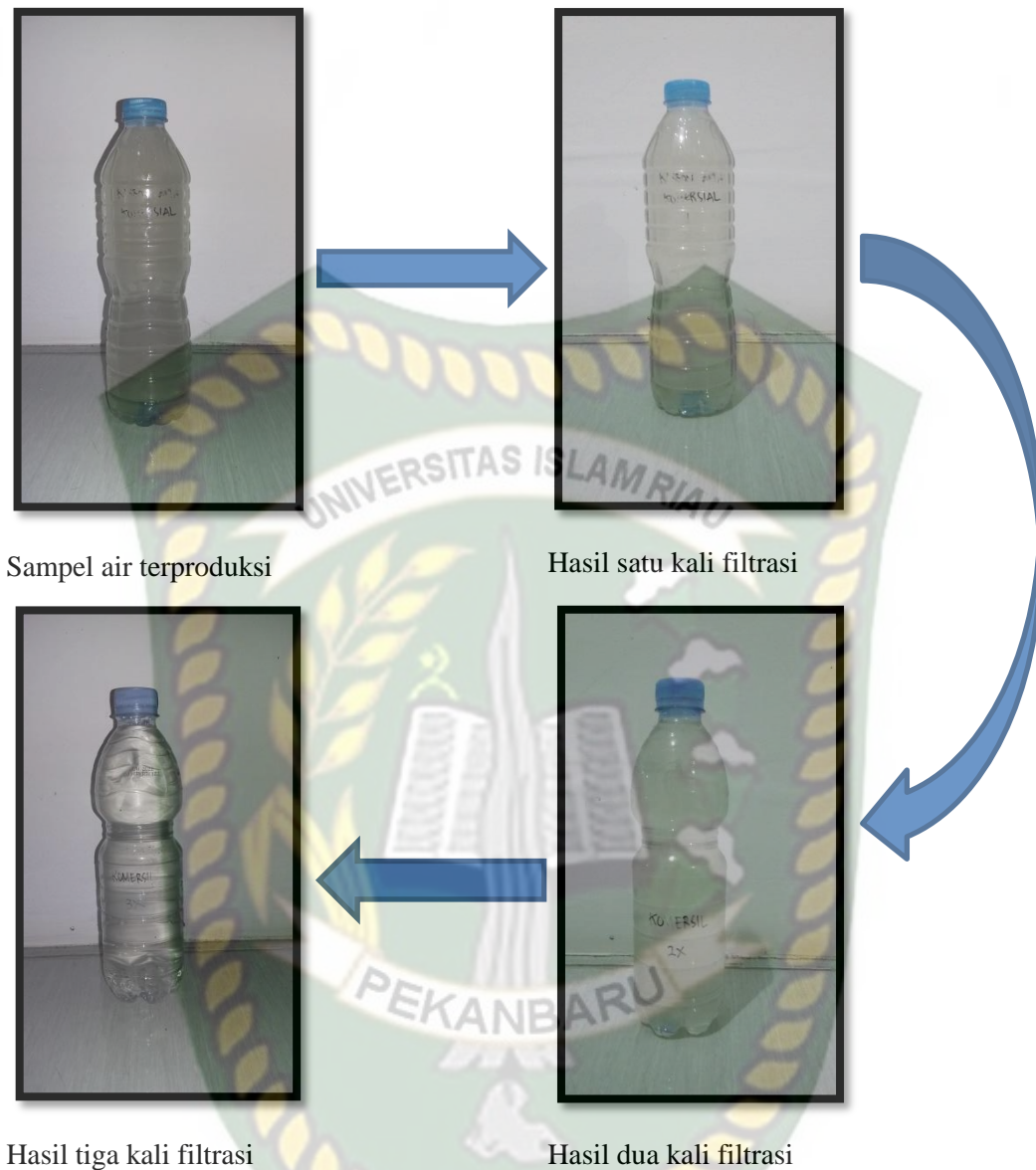
terkandung dalam air berkurang cukup drastis menyentuh angka dibawah 5 mg/L. Dalam pengujian ini dapat dikatakan bahwa polutan dapat terserap secara sempurna oleh KAK.

Pengujian yang sama dengan KAPKS juga dilakukan lagi terhadap karbon aktif komersil. Pengaruh adsorpsinya terhadap kandungan amonia pada air juga diuji. Menggunakan metode yang sama, yaitu SNI 06-6989.30-2005, didapatkan hasil bahwasanya kandungan amonia dalam sampel air terproduksi berkurang menjadi 49,4 mg/L. Pengaruh yang sangat *significant* ini dapat dirasakan juga dengan aroma air yang sudah tidak berbau amonia lagi.

Parameter terakhir yang di teliti adalah kandungan fenol dalam air terproduksi. Dalam limbah minyak bumi fenol dapat mempengaruhi kehidupan biota tanaman dibawah permukaan. Setelah dilakukan filtrasi maka kandungan fenol menurun jadi 0,028 mg/L.

4.4 PERBANDINGAN EFISIENSI ANTARA KARBON AKTIF LIMBAH PELEPAH KELAPA SAWIT DENGAN KARBON AKTIF KOMERSIL

Metode yang digunakan pada metode ini adalah metode filtrasi. Untuk proses metode filtrasi penelitian ini dilakukan sebanyak tiga kali filtrasi. Hal ini dikarenakan dengan satu kali filtrasi saja hasilnya masih belum maksimal. Hal ini juga bertujuan untuk mengurangi minyak dan lemak dan juga kekeruhan pada sampel air secara fisik. Berdasarkan Penelitian Putri Anjani (1970) waktu kontak optimum juga sangat berpengaruh terhadap daya adsorpsi dari karbon aktif. Maka dari itu juga proses filtrasi ini dilakukan secara berulang untuk mendapatkan hasil yang optimum.



Gambar 4.2 Hasil Filtrasi KAK

Parameter pertama yang dapat dilihat secara kasat mata adalah warna dan kekeruhan. Pada air sampel awal yang ditreatment menggunakan media KAK mampu menurunkan warna dan kekehuran secara fisik. Setelah difiltrasi satu kali, hasil filtrasi menunjukkan warna dari air sampel masih menunjukkan kekeruhan. Maka dari itu dilakukan tahap filtrasi dua kali sehingga menurunkan kadar kekeruhan dari sebelumnya. Untuk dua kali filtrasi hasil yang didapatkan masih belum sesuai harapan. Selanjutnya dilakukan tiga kali filtrasi sehingga mendapatkan hasil yang mendekati target.



Gambar 4.3 Hasil Tiga Kali Filtrasi KAPKS

Air sampel yang ditreatment menggunakan media karbon aktif pelepah kelapa sawit secara hasil kurang lebih sama seperti media karbon aktif komersil. Pada tahap satu kali filtrasi menggunakan media karbon aktif pelepah kelapa sawit, dapat dilihat untuk secara hasil dari air sampel penurunan kekeruhan. Tetapi air sampel KAPKS perlu dilakukan filtrasi dua kali. Filtrasi dua kali menunjukkan hasil yang meyakinkan secara fisik kekeruhan mendekati jernih. Agar hasil nilai perbandingannya sama dengan hasil KAK, maka dilakukan tiga kali filtrasi. Hal ini guna dapat diketahui hasil nilai perbandingan dari media karbon aktif pelepah kelapa sawit dan karbon aktif komersil secara setara.

Secara fisik, kedua sampel air ini telah memenuhi standar untuk dapat dibuang ke lingkungan. Secara fisik yang dilihat dari warna dan kekeruhan, proses adsorpsi oleh media KAK dan KAPKS dapat dikatakan berhasil. Untuk perbandingan dan efisiensi oleh kedua media karbon aktif ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil Perbandingan KAPKS dan KAK

No	Kode Sampel	Hasil Uji									
		Turbidity (NTU)		pH		Oil and Grease (mg/L)		Amonia (mg/L)		Fenol (mg/L)	
		Hasil Uji	Efisiensi	Hasil Uji	Efisiensi	Hasil Uji	Efisiensi	Hasil Uji	Efisiensi	Hasil Uji	Efisiensi
1	PERMENLH NO.19 TH.2010	25		6-8		20		8		0,8	
2	Sampel Awal	35,5		8,76		69		126,8		1,68	
3	Sampel Pelepah Kelapa Sawit	1,06	97%	6,34	28%	3	96%	49,91	60,64%	0,031	98,15%
4	Sampel Komersil	4,89	86%	7,86	10,3%	5	93%	49,4	61,04%	0,028	98,33%

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka di dapat perbandingan antara media karbon aktif pelepah kelapa sawit dan karbon aktif komersil. Tujuan dilakukannya perbandingan ialah guna mengetahui media *filter* mana yang lebih efisien pada proses *adsorpsi* untuk memfilter 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 19 Tahun 2010 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Atau Usaha Minyak Dan Gas Bumi.

Penelitian ini menggunakan air formasi yang sama yakni dengan kandungan *turbidity* 35,5 mg/L, pH 8,76, kandungan *oil and grease* nya 69 mg/L, serta kandungan amonia dan fenol nya masing-masing adalah 126,8 mg/L dan 1,68 mg/L. Kemudian dilakukan pengujian filtrasi dengan 3 *housing filter* yang masing masing nya berisi pasir silika, *walnut* dan yang terakhir karbon aktif. Pengujian

dilakukan sebanyak tiga kali proses filtrasi. Untuk pengujian karbon aktif yang berbeda, tidak hanya karbon aktif yang diganti, tetapi pasir silika dan filter *wallnut* juga ikut diganti. Sebelum limbah dibuang ke lingkungan, limbah harus diolah terlebih dahulu supaya komponen limbah yang dapat mencemari lingkungan dapat dikurangi atau dihilangkan. Sehingga hal tersebut dapat meminimalisir dampak negatif yang akan ditimbulkan nantinya.

Dilihat dari hasil yang didapatkan setelah melalui tiga kali filtrasi, sampel yang di *treatment* menggunakan KAPKS dan KAK *turbidity* nya sama-sama menurun. Nilai parameter *turbidity* pada sampel air terproduksi memenuhi syarat mutu standar PERMENLH No. 19 Tahun 2010 (LH, 2010). Terjadi penurunan kekeruhan pada kedua sampel yang diuji ini. Walaupun kedua sampel ini sama-sama mengalami penurunan, namun setiap sampel memiliki efektifitas yang berbeda. Karbon aktif yang berasal dari limbah pelepah kelapa sawit memiliki efisiensi yang lebih besar dibandingkan karbon aktif komersil. Efisiensi KAPKS adalah sebesar 97% sedangkan untuk KAK hanya sebesar 86%. Sebelum dilakukan pengujian dianalisa bahwa senyawa yang terendapkan dalam air masih banyak terkandung didalamnya. Tetapi setelah proses filtrasi dilaksanakan, maka senyawa tersebut efektif terserap oleh media filtrasi yang digunakan.

Parameter pH (*power of hydrogen*) air nya pun sama-sama menurun. Hanya saja kedua sampel air memiliki prinsip yang berbeda. Air yang telah di *treatment* menggunakan KAPKS memiliki sifat asam ringan. Sedangkan air yang di *treatment* oleh KAK memiliki sifat basa ringan. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat dari media filter nya itu sendiri. Dimana KAPKS bersifat asam karena pada saat proses aktivasi menggunakan H_2SO_4 , sedangkan KAK bersifat basa. Efisiensi media filter karbon aktif ini tidak terlalu jauh penurunannya. Karbon aktif limbah pelepah kelapa sawit hanya mampu menurunkan pH sebesar 28%. Tetapi hal tersebut masih lebih tinggi dibandingkan efisiensi penurunan oleh media KAK yang hanya sebesar 10%.

Polutan industri yang menyebabkan terancamnya kehidupan biota di lingkungan salah satunya adalah *oil and grease* (Udiharto,1992). Polutan ini terbentuk dari minyak *crude oil* dengan struktur alifatik atau aromatik (Gunala, 1996). Menggunakan metode filtrasi ini, media filtrasi KAK dan KAPKS mampu

menurunkan angka kandungan *oil and grease* pada sampel air terproduksi. Nilai pada parameter ini sangat jauh dibawah standar PERMENLH No. 19 Tahun 2010. Dimana menurut standar PERMENLH No. 19 Tahun 2010 limbah air terproduksi yang dapat dibuang ke lingkungan hanya boleh mengandung maksimal 20 mg/L minyak dan lemak. Sedangkan media filter KAPKS dan KAK mampu menyerap hingga nilai kandungan *oil and grease* menyentuh angka dibawah 5 mg/L. Efisiensi penyerapan KAPKS adalah sebesar 96% dan KAK memiliki nilai efisiensi sebesar 93%.

Amonia dalam air limbah eksplorasi minyak dan gas bumi dapat berasal dari hasil degradasi baik secara aerobik maupun anaerobik bahan yang mengandung unsur nitrogen, seperti protein. Adanya kandungan amonia dalam air ini dapat menimbulkan bau. Batas maksimum kandungan amonia dalam air merujuk dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010 adalah 8 mg/L. Sebelum di treatment, nilai kandungan amonia dalam sampel air terproduksi sangat besar dibandingkan standar yang ditetapkan. Analisis untuk hasil nilai media KATJ dan KAK yang tidak sesuai harapan tentunya banyak faktor-faktor yang mempengaruhi. Dari perkiraan pada saat dilakukan pengujian sampel dengan alat WTP, waktu kontak mempengaruhi daya serap optimum terhadap parameter amonia, walaupun untuk secara fisik untuk kandungan bau dari amonia itu sendiri berkurang. Kecepatan pada pompa faktor utama dari waktu kontak optimum terhadap parameter amonia. Menurut teori yang ada bahwa penurunan amonia dapat diturunkan dengan metode *comprehensive solution* (bioremediasi, *biotreatment*, biofiltrasi). Proses degradasi bakteri yang mampu menurunkan kadar amonia pada air terproduksi. Maka dari itu proses pengujian alat WTP kurang sesuai dengan target yang diharapkan. Walaupun demikian, media filter karbon aktif pelepah kelapa sawit dapat menurunkan 60,64% kandungan amonia dan karbon aktif komersil dapat menurunkan sebanyak 61,04%.

Parameter terakhir yang diuji adalah kandungan fenol. Merujuk dari Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010, batas maksimum fenol yang terkandung didalam limbah cair terproduksi adalah sebesar 0,8 mg/L. Kabar baiknya, untuk kedua percobaan sampel air terproduksi ini

terjadi penurunan kadar fenol yang terkandung. Instalasi *water treatment plan* dapat membantu mengurangi kadar fenol yang terkandung. Media filtrasi KAPKS dapat menurunkan 98,15% kadar fenol, sedangkan KAK efisien menurunkan 98,33% fenol yang terkandung.

Berdasarkan enam parameter yang diuji, dapat di analisis bahwa karbon aktif yang berasal dari limbah pelepah kelapa sawit menghasilkan nilai efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan karbon aktif komersil yang ada dipasaran.

$$\text{EFISIENSI KAPKS} = \frac{\text{turbidity} + \text{pH} + \text{O\&G} + \text{amonia} + \text{fenol}}{5}$$

$$\text{EFISIENSI KAPKS} = \frac{97\% + 28\% + 96\% + 60,64\% + 98,15\%}{5}$$

$$\text{EFISIENSI KAPKS} = 76\%$$

Kemampuan karbon aktif limbah pelepah kelapa sawit memiliki kemampuan efisiensi penyerapan sebesar 76% total keseluruhan parameter. Sedangkan untuk efisiensi penyerapan karbon aktif komersil dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini.

$$\text{EFISIENSI KAK} = \frac{\text{turbidity} + \text{pH} + \text{O\&G} + \text{amonia} + \text{fenol}}{5}$$

$$\text{EFISIENSI KAK} = \frac{86\% + 10,3\% + 93\% + 61,04\% + 98,3\%}{5}$$

$$\text{EFISIENSI KAK} = 70\%$$

Karbon aktif komersil memiliki efisiensi penyerapan sebesar 70% yang mana nilai ini masih lebih rendah dibandingkan karbon aktif yang berasal dari limbah pelepah kelapa sawit. Maka media *filter* karbon aktif pelepah kelapa sawit memiliki daya serap yang efektif dan dapat dijadikan salah satu alternatif media karbon aktif yang dapat digunakan di industri minyak dan gas bumi.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil parameter dengan nilai *turbidity* 1,06 NTU, *Oil and Grease* 3 mg/L, pH 6,34, Amonia 49,91 mg/L, Fenol 0,031 mg/L. Air terproduksi yang sudah di *treatment* menggunakan media karbon aktif pelepah kelapa sawit juga terlihat lebih jernih dibandingkan sebelumnya.
2. Setelah dilakukan proses adsorpsi oleh media KAPKS menggunakan alat *water treatment plan* diperoleh hasil kemampuan daya adsorpsi oleh KAPKS terhadap air terproduksi. Adapun nilai efisiensi untuk parameter *turbidity* adalah 97%, *Oil and Grease* 96%, Amonia 60,64%, Fenol 98,15% dan pH 28%. Perbandingan hasil efektifitas adsorpsi KAK dan KAPKS didapatkan setelah dilakukan pengujian terhadap kedua sampel karbon aktif. Efisiensi adsorpsi media KAK bernilai 70% dan media KAPKS adalah 76%. Hal tersebut menunjukkan bahwa karbon aktif tersebut memiliki kualitas arang aktif yang diharapkan, sehingga dapat digunakan jadi media filtrasi. Dari karakteristik media KAK dan KAPKS memiliki kemampuan daya serap yang sama baik walaupun untuk nilai hasil KAPKS lebih baik dibandingkan nilai KAK.

5.2 SARAN

Diharapkan kepada pembaca atau peneliti selanjutnya dari penelitian ini disarankan untuk melakukan penelitian selanjutnya menggunakan kombinasi dalam satu *housing filter* dan menggunakan variasi ketebalan karbon aktif dan medialainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Allwar, A., Winarsi, R., Fitriyani, N., & Merdekawati, K. (2017). Characterization and Application of Activated Carbon from Oil Palm Shell Prepared By Physical Activation and Nitric Acid for the Removal of Phenol and 2-Chlorophenol. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 6(2), 1528–1534. <https://doi.org/10.21275/ART20171077>
- Atabaki, M. (2014). *Performance of activated carbon in water filters. January 2013*.
- Azkiyah, I. N. F., & Sutrisno, J. (2014). Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur Gali Dengan Menggunakan Metode Aerasi dan Filtrasi di Sukodono Sidoarjo. *Jurnal Teknik*, 12(2), 28–33.
- Fatma, F., Yuliasari, N., & Theresia Evy Yulianti Nedeak. (2005). Penggunaan Lumut (Octoblepharum Albidum Hedw) Untuk Menyerap Fenol dari Limbah Pengeboran Minyak Bumi. *Jurnal Penelitian Sains*, 17.
- Formasi, D. A. I. R. (2019). Penggunaan batok kelapa sebagai media alternatif dalam penggantian cartridge filtration pada proses pemisahan oil content dari air formasi. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 10(02).
- Ginting, S. P. (2013). Teknologi Pakan Berbahan Dasar Hasil Sampingan Perkebunan Kelapa Sawit. *Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan*.
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, S., Maury, H. K., & Alianto, A. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.35-43>
- Hang, Y., Xiujun, W., Bo, J., Shuya, G., & Xianqing, Y. (2018). Study on the Effect of Modified Walnut Shell Filter on Oil Removal from Oilfield. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*, 08. <https://doi.org/10.4172/2161-0525.1000535>
- Hasianny, S., Noor, E., & 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), 25–32. <https://doi.org/10.19081/jpsl.2015.5.2.25>

- Hassan, O. A., & Ishida, M. (1992). Status of utilization of selected fibrous crop residues and animal performance with emphasis on processing of oil palm frond (OPF) for ruminant feed in Malaysia. In *Tropical Agriculture Research Series (Japan)*.
- Igunnu, E. T., & Chen, G. Z. (2014). Produced water treatment technologies. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 9(3), 157–177. <https://doi.org/10.1093/ijlct/cts049>
- Ismi, N., Sari, I. S., & Riza, M. (2018). Pemanfaatan Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Pembuatan Nitroselulosa Melalui Reaksi Nitrifikasi. *Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan*, 1(1).
- Lempang, M. (2014). Pembuatan dan Kegunaan Karbon Aktif. *Info Teknis EBONI*, 11(2), 65–80. <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/buleboni/article/view/5041/4463arang>
- LH, K. (2010). *PERATURAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP NOMOR 19 TAHUN 2010 TENTANG BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN MINYAK DAN GAS SERTA PANAS BUMI*.
- Mei, K., Qahtani, H. B., Al-Kuait, A. S., & Sukkar, L. A. (2013). Formation damage and treatment of offshore water disposal wells in Saudi Arabia: Case studies. *Society of Petroleum Engineers - International Petroleum Technology Conference 2013, IPTC 2013: Challenging Technology and Economic Limits to Meet the Global Energy Demand*, 2, 1263–1277. <https://doi.org/10.2523/16595-ms>
- Mentari, A. V., Handika, G., & Maulina, S. (2018). The Comparison of Function Group and Surface Morphology of Activated Carbon from Oil Palm Frond Using Phosphoric Acid (H₃PO₄). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 7(1), 16–20.
- Muhdarina, M., Nurhayati, N., Pahlepi, M. R., Pujiana, Z., & Bahri, S. (2020). Penyiapan Arang Aktif Pelepah Kelapa Sawit sebagai Adsorben Asam Lemak Bebas dari CPO (Crude Palm Oil). *Al-Kimiya*, 7(1), 7–13. <https://doi.org/10.15575/ak.v7i1.6497>
- Negara, M., & Hidup, L. (1996). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No . 9 Tahun 1997 Tentang : Perubahan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 42 Tahun 1996 Tentang : Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Minyak Dan Gas Serta Panas Bumi*. 9, 9–11.

- Noer, A. A., Awitdrus, & Malik, U. (2014). Pembuatan Karbon Aktif Dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Aktivator H₂O Sebagai Adsorben. *Jom Fmipa*, 1(2), 42–47.
- Putri Anjani, R. (1970). PENENTUAN MASSA DAN WAKTU KONTAK OPTIMUM ADSORPSI KARBON GRANULAR SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT Pb(II) DENGAN PESAING ION Na⁺. *UNESA Journal of Chemistry*.
- Putri, M. F., Sari, D. P., Caesari, A., & Miranda, G. (2013). BIOBLEACHING PELEPAH SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN NITROSELULOSA MENGGUNAKAN ENZIM XYLANASE. *Artikel Dikti*.
- Putu, N., Krismayanti, A., Manurung, M., Gusti, N., Made, A., & Adhi, D. (2019). Sintesis Arang Aktif Dari Limbah Batang Bambu Dengan Aktivator Naoh Sebagai Adsorben Ion Krom (Iii) Dan Timbal (Ii). *Cakra Kimia*, 7(Iii), 189–197.
- Resya, M. A., Daulay, S. B., & Rohanah, A. (2017). Pembuatan Arang Aktif Menggunakan Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *J.Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 5(4), 786–790.
- Robinson, D. (2010). Oil and gas: Water treatment in oil and gas production - does it matter? *Filtration and Separation*, 47(1), 14–18. [https://doi.org/10.1016/S0015-1882\(10\)70032-X](https://doi.org/10.1016/S0015-1882(10)70032-X)
- Setyobudiarso, H., & Yuwono, E. (2014). RANCANG BANGUN ALAT PENJERNIH AIR LIMBAH CAIR LAUNDRY DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA PENYARING KOMBINASI PASIR – ARANG AKTIF Jurusan Teknik Lingkungan dan Teknik Sipil ITN Malang. *Jurnal Neutrino*, 6(2), 84–90.
- Statistik, B. P. (2018). Statistik Kelapa Sawit Indonesia. *BPS Catalogue: 5504003*, 82.
- Suratno, H. (2000). Pengembangan teknologi industri amonia yang berwawasan lingkungan. *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, 5.
- Viena, V., Bahagia, B., & Afrizal, Z. (2019). Produksi Karbon Aktif dari Cangkang Sawit dan Aplikasinya Pada Penyerapan Zat Besi, Mangan Dan ph Air Sumur. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(1), 875–882. <https://doi.org/10.32672/jse.v5i1.1660>
- Wahyuni, S., Ningsih, P., & Ratman, R. (2017). Pemanfaatan Arang Aktif Biji Kapuk (Ceiba Pentandra L.) sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb). *Jurnal Akademika*

Kimia, 5(4), 191. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2016.v5.i4.8069>

Yang, M. (2020). Effective Treatment and Handling of Produced Water. *Journal of Petroleum Technology*, 72(02), 24–25. <https://doi.org/10.2118/0220-0024-jpt>

Yustinah, & Hartini. (2011). Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif dari Sabut Kelapa. *Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, B05-1-B05-5.

