PEMANFAATAN LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT MENJADI KARBON AKTIF UNTUK PENGOLAHAN AIR LINDI

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan

Jurusan Teknik Lingkungan

Oleh:

JULYATI

NIM D1051221011

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Julyati

NIM : D1051221011

menyatakan bahwa dalam SKRIPSI yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Karbon Aktif Untuk Pengolahan Air Lindi” tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana/magister di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan Saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atas diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Rujukan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum dikemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 7 September 2026

Julyati
NIM D1051221011

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

PEMANFAATAN LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT MENJADI KARBON AKTIF UNTUK PENGOLAHAN AIR LINDI

Jurusan Teknik Lingkungan
Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan

Oleh:

Julyati
NIM. D1051221011

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 7 September 2026 dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana

Susunan Penguji Skripsi:

Dosen Pembimbing Utama	: Ir. Isna Apriani, S.T., M.Si
	NIP. 197704152005012001
Dosen Pembimbing Pendamping	: Putranty Widha Nugraheni, S.Pd., M.Si
	NIP. 199102162020122010
Dosen Penguji Utama	: Govira Christiadora Asbanu, S.Pd.Si., M.Sc
	NIP. 198902182019032013
Dosen Penguji Pendamping	: Ochih Saziati, S.Si., M.Sc
	NIPPPK. 198710082025212052

Pontianak, 7 September 2026

Dekan,

Dr. Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Pembimbing Utama

Ir. Isna Apriani, S.T., M.Si
NIP. 197704152005012001

Dipindai dengan CamScanner

HALAMAN PERSEMBAHAN

Filipi 4:6-7:

“Janganlah kuatir tentang apa pun, tetapi serahkan segala keinginan kepada Allah dalam doa. Damai sejahtera Allah akan menjaga hati dan pikiranmu. "

Matius 6:34:

"Sebab itu janganlah kamu kuatir akan hari besok, karena hari besok mempunyai kesusahannya sendiri. Kesusahan sehari cukuplah untuk sehari."

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus karena berkat kasihnya saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya tercinta, Bapak Atus dan Ibu Nayan, yang senantiasa mengusahakan segala hal terbaik untuk saya. Terima kasih atas kasih sayang yang tidak pernah berkurang, dukungan yang selalu diberikan, serta kesabaran yang tidak ternilai. Bapak dan Ibu tidak pernah menuntut saya untuk selalu menjadi sempurna, tetapi selalu memberikan ruang untuk belajar, berproses, dan menjadi lebih baik. Tidak ada kata yang cukup untuk menggambarkan besarnya kasih sayang dan pengorbanan yang telah diberikan kepada saya. Terima kasih telah selalu menyayangi, mendukung, mendoakan, dan mengusahakan segala yang terbaik bagi saya hingga sampai pada tahap ini.
2. Untuk adik saya Paulina, terima kasih telah selalu memberikan dukungan dan semangat kepada saya selama proses ini. Terima kasih sudah menjadi tempat berbagi cerita, terutama di saat saya merasa lelah dan ingin menyerah. Meskipun tidak selalu saya ungkapkan, kehadiran dan dukunganmu sangat berarti bagi saya. Semoga kita selalu bisa saling mendukung dalam melewati setiap proses dan kesulitan yang akan datang.
3. Keluargaku tersayang, Bagas, Neo, Kak Evi, Kak defi, Kak Yesi, Bg Otoh, Bg Boby, Mak Wa, dan Pak Wa**,** terima kasih atas doa, perhatian, dan semangat yang selalu diberikan kepada saya. Dukungan dari kalian menjadi salah satu alasan saya tetap kuat dan terus melangkah hingga dapat berada

di titik ini. Terima kasih telah selalu hadir dan memberikan dukungan dengan cara masing-masing selama perjalanan saya menyelesaikan pendidikan ini.

4. Dosen Pembimbing saya, Ibu Isna Apriani, S.T., M.T dan Ibu Putranty Widha Nugraheni, S.Pd., M.Si, serta Dosen Penguji saya, Ibu Ochih Saziati, S.Si., M.Sc dan Ibu Govira Christiadora Asbanu, S.Pd.Si., M.Sc**,** terima kasih atas waktu, ilmu, arahan, dan masukan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Setiap saran dan koreksi yang diberikan sangat membantu saya dalam memperbaiki dan menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran dan bimbingan yang telah diberikan hingga saya dapat menyelesaikan tahap ini.
5. Untuk sahabat saya, Elva Yollanda Rituripa, Aisha Aulia, Eliza, Stephie, Karenina, Widia, Wirda dan Zia, terima kasih karena selalu ada, terutama di saat penulis berada di titik terendah. Terima kasih telah membantu ketika penulis mengalami kesulitan, mendengarkan cerita dan keluh kesah penulis, serta menemani di saat penulis merasa sendiri. Mungkin tidak semua kebaikanmu dapat penulis balas, tetapi kehadiranmu selama proses ini sangat berarti dan akan selalu penulis ingat. Terima kasih sudah bertahan dan tetap menemani penulis sampai di titik ini.
6. Untuk teman – teman yang saya sayangi yaitu, Resta, Salma, Eka, Nanda, Agatha, Vivi, Mba Ya, Mba Fir, Mba Riska, Enjel, Jimmy, dan Fachri.
7. Untuk teman-teman saya yang selalu menemani selama proses penelitian di laboratorium, terima kasih banyak atas waktu, bantuan, dan kebersamaan yang telah diberikan. Kehadiran kalian, sekecil apa pun bantuannya, sangat berarti bagi penulis selama menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih sudah meluangkan waktu dan menjadi bagian dari perjalanan penulis hingga sampai di titik ini.
8. Seluruh teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2022 atas kebersamaan yang telah diberikan selama ini.

9. Terakhir, untuk diri saya sendiri, terima kasih karena sudah bertahan sejauh ini. Terima kasih sudah tetap melangkah meskipun ada banyak hari yang terasa berat, melelahkan, dan penuh keraguan. Tidak semua proses berjalan sesuai yang diharapkan, tetapi setiap langkah yang telah dilalui akhirnya membawa penulis sampai pada titik ini. Semoga pencapaian ini menjadi pengingat bahwa segala usaha, doa, dan air mata yang pernah jatuh tidak pernah sia-sia.

Pontianak, 7 September 2026

Penulis

Julyati

NIM. D1051221011

KATA PENGANTAR

Segala puji dan rasa syukur penulis haturkan atas terselesaikannya penyusunan penelitian dengan judul "Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Karbon Aktif Untuk Pengolahan Air Lindi". Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat dalam rangka penyusunan skripsi pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak terkait yang telah membantu dalam penelitian ini, antara lain:

1. Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2. Ir. Dian Rahayu Jati, S.T., M.Si selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
3. Ir. Ulli Kadaria, S.T., M.T selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura.
4. Ir. Isna Apriani, S.T., M.Si Dan Putranty Widha Nugraheni, S.Pd., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Govira Christiadora Asbanu, S.Pd.Si., M.Sc dan Ochih Saziati S.Si., M.Sc selaku Dosen Penguji Utama dan Dosen Penguji Pendamping.
6. Orang tua serta keluarga tercinta yang telah memberikan doa dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman angkatan 2022 Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat hal-hal yang perlu diperbaiki. Oleh sebab itu, penulis sangat berharap adanya kritik dan masukan dari berbagai pihak agar penelitian ini dapat dilaksanakan dengan lebih optimal dan memberikan hasil yang terbaik.

Pontianak, 7 September 2026

Penulis

ABSTRAK

Air lindi merupakan limbah cair hasil dekomposisi sampah yang mengandung bahan organik dan logam berat sehingga berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak diolah dengan baik. Salah satu alternatif pengolahan yang ramah lingkungan adalah pemanfaatan karbon aktif dari limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas karbon aktif TKKS berdasarkan SNI 06-3730-1995, menentukan efisiensinya dalam menurunkan kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD), besi (Fe), dan timbal (Pb) pada air lindi, serta menentukan model isoterm adsorpsi yang paling sesuai. Karbon aktif dibuat melalui karbonisasi pada suhu 400°C selama 4 jam dan aktivasi menggunakan larutan H_3PO_4 10%. Variasi massa yang digunakan yaitu 10 g, 20 g, dan 40 g dengan waktu kontak 60 menit. Data dianalisis menggunakan model isoterm Langmuir dan Freundlich. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif TKKS memenuhi persyaratan SNI berdasarkan parameter kadar air, kadar abu, dan daya serap iodin, dengan nilai rendemen sebesar 25,3%, kadar air 11%, kadar abu 8,5%, dan daya serap iodin sebesar 774 mg/g. Secara deskriptif massa 10 g menghasilkan efisiensi penurunan BOD sebesar 61,09% sehingga memenuhi baku mutu BOD sebesar 150 mg/L. Kadar Fe mengalami peningkatan setelah adsorpsi dari 0,037 mg/L menjadi 0,276 mg/L, dan 0,3 mg/L, sedangkan kadar Pb tidak mengalami perubahan hal ini diduga dipengaruhi oleh rendahnya konsentrasi awal Pb dan keterbatasan perubahan konsentrasi yang dapat terukur. Berdasarkan analisis isoterm, model Freundlich lebih sesuai menggambarkan penyisihan bahan organik berdasarkan penurunan nilai BOD dengan R^2 sebesar 0,8316, sedangkan model Langmuir lebih sesuai untuk adsorpsi Fe dengan R^2 sebesar 0,8233. Pada parameter Pb model Langmuir maupun Freundlich belum dapat menggambarkan proses adsorpsi karena konsentrasi Pb tidak mengalami perubahan.

Kata kunci: Air lindi, Adsorpsi, BOD, Karbon aktif, Tandan kosong kelapa sawit

ABSTRACT

Leachate is a liquid waste generated from the decomposition of solid waste that contains organic matter and heavy metals, posing a potential risk of environmental pollution if not properly treated. One environmentally friendly treatment alternative is the utilization of activated carbon derived from oil palm empty fruit bunches (EFB). This study aimed to analyze the quality of EFB activated carbon based on SNI 06-3730-1995, determine its efficiency in reducing Biological Oxygen Demand *(BOD), iron (Fe), and lead (Pb) concentrations in leachate, and determine the most suitable adsorption isotherm model. The activated carbon was prepared through carbonization at 400°C for 4 hours, followed by activation using a 10% H_3PO_4 solution. The applied doses were 10 g, 20 g, and 40 g, with a contact time of 60 minutes. The data were analyzed using the Langmuir and Freundlich isotherm models. The results showed that the EFB activated carbon met the SNI requirements based on moisture content, ash content, and iodine adsorption capacity, with a yield of 25.3%, moisture content of 11%, ash content of 8.5%, and iodine adsorption capacity of 774 mg/g. Descriptively, the 10 g dose resulted in a BOD removal efficiency of 61.09%, reducing the BOD concentration to below the quality standard of 150 mg/L. The Fe concentration increased after adsorption from 0.037 mg/L to 0.276 mg/L and 0.300 mg/L, while the Pb concentration remained unchanged. This was presumably influenced by the low initial Pb concentration and the limited measurable change in its concentration. Based on the isotherm analysis, the Freundlich model was more suitable for describing the removal of organic matter represented by BOD reduction, with an R^2 value of 0.8316, whereas the Langmuir model was more suitable for Fe adsorption, with an R^2 value of 0.8233. For Pb, neither the Langmuir nor Freundlich model could adequately describe the adsorption process because the Pb concentration remained unchanged.*

Keywords: *Activated Carbon, Adsorption, BOD, Leachate, Palm Oil Empty Fruit Bunches (EFB)*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ..... **i**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iii**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
ABSTRAK ..... **vii**
ABSTRACT ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xii**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Batasan Masalah 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit 5
2.2 Adsorpsi 5
2.2.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi 6
2.2.2 Mekanisme Adsorpsi Pencemar 6
2.3 Model Isoterm 7
2.3.1 Isoterm Langmuir 7
2.3.2 Isoterm Fruendlich 8
2.4 Adsorben 9
2.5 Syarat Mutu Karbon Aktif 11
2.6 Air Lindi 12
2.7 Logam Berat 16
2.8 *Biological Oxygen Demand* (BOD) 17
2.9 Penelitian Terdahulu 18
BAB III METODE PENELITIAN **22**

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian 22
3.2 Alat dan Bahan 24
3.2.1 Alat 24
3.2.2 Bahan 24
3.3 Variabel Penelitian 24
3.3.1 Variabel Bebas 24
3.3.2 Variabel Terikat 24
3.3.3 Variabel Kontrol 24
3.4 Prosedur Penelitian 25
3.4.1 Pengambilan Sampel Air Lindi 25
3.4.2 Pengambilan Sampel Tandan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) 25
3.4.3 Preparasi Larutan Pereaksi 25
3.4.3.1 Larutan Iodin 0,1N 25
3.4.3.2 Larutan Natrium Tiosulfat 0,1 N 25
3.4.3.3 Larutan Kanji 1% 26
3.4.3.4 Larutan Asam Fosfat 10% 26
3.4.4 Karbonisasi Tandan Kosong Kelapa Sawit 26
3.4.5 Aktivasi Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) 26
3.4.6 Karakterisasi Arang Aktif TKKS 27
3.4.7 Analisis Kualitas Air Lindi 29
3.4.8 Prosedur Percobaan 29
3.5 Analisis Data 30
3.5.1 Efisiensi Penurunan Konsentrasi Pencemar 30
3.5.2 Model Isoterm Adsorpsi 30
3.5.2.1 Isoterm Langmuir 30
3.5.2.2 Isoterm Fruendlich 31
3.6 Diagram Alir 32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 33
4.1 Karakteristik Karbon Aktif TKKS 33
4.1.1 Rendemen 33

4.1.2 Kadar Air 34
4.1.3 Kadar Abu 34
4.1.4 Daya Serap Iodium 35
4.2 Karakteristik Awal Air Lindi 37
4.3 Efisiensi Variasi Massa Karbon Aktif Terhadap Penurunan Kadar Fe, Pb, dan BOD 39
4.3.1 Efisiensi Karbon Aktif Terhadap *Biological Oxygen Demand* (BOD) Air Lindi 40
4.3.2 Efisiensi Karbon Aktif Terhadap Besi (Fe) Air Lindi 43
4.3.3 Efisiensi Karbon Aktif Terhadap Timbal (Pb) Air Lindi 46
4.4 Model Isoterm Adsorpsi Karbon Aktif TKKS 47
4.4.1 Model Isoterm Adsorpsi Langmuir 48
4.4.1.1 Model Isoterm Adsorpsi Langmuir Terhadap BOD 48
4.4.1.2 Model Isoterm Adsorpsi Langmuir Terhadap Fe 49
4.4.1.3 Model Isoterm Adsorpsi Langmuir Terhadap Pb 50
4.4.2 Model Isoterm Adsorpsi Freundlich 50
4.4.2.1 Model Isoterm Adsorpsi Freundlich Terhadap BOD 50
4.4.2.2 Model Isoterm Adsorpsi Freundlich Terhadap Fe 51
4.4.2.3 Model Isoterm Adsorpsi Freundlich Terhadap Pb 51
BAB V PENUTUP 53
5.1 Kesimpulan 53
5.2 Saran 53
DAFTAR PUSTAKA 54
LAMPIRAN A A-1
LAMPIRAN B B-1
LAMPIRAN C C-1
LAMPIRAN D D-1
LAMPIRAN E E-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Denah Lokasi Pengambilan Sampel 23
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian..... 24
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian 33
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Massa Karbon Aktif TKKS Terhadap Kadar BOD 42
Gambar 4.2 Grafik Hasil Analisis Model Isoterm Langmuir Terhadap BOD..... 49
Gambar 4.3 Grafik Hasil Analisis Model Isoterm Langmuir Terhadap Fe 51
Gambar 4.4 Grafik Hasil Analisis Model Isoterm Freundlich Terhadap BOD ... 53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tipe pirolisis pembuatan karbon aktif 10
Tabel 2.2 Syarat Mutu KarbonAktif 12
Tabel 2.3 Baku mutu lindi Permen LHK No. 59 Tahun 2016 15
Tabel 2.4 Permen LHK No. 5 Tahun 2014 Lampiran XLVII 16
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu 19
Tabel 3.1 Syarat Mutu Karbon Aktif 31
Tabel 3.2 Prosedur Percobaan 31
Tabel 4.1 Hasil analisis karakteristik karbon aktif 35
Tabel 4.2 Perhitungan Biaya Pembuatan Karbon Aktif..... 38
Tabel 4.3 Hasil Uji Awal Karakteristik Air Lindi 39
Tabel 4.4 Efisiensi Variasi Massa Karbon Aktif TKKS 41
Tabel 4.5 Hasil Analisis Model Isoterm 47

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan salah satu sumber utama terbentuknya lindi yang menjadi tantangan besar dalam pengelolaan limbah. Salah satu TPA yang telah beroperasi dalam waktu yang cukup lama adalah TPA Batu Layang di Kota Pontianak, Kalimantan Barat. TPA ini mulai beroperasi sejak tahun 1996 dan memiliki luas kawasan sekitar 26,6 hektar yang berada di atas lahan gambut. TPA ini menerima timbulan sampah sekitar 350–450 ton per hari, dengan dominasi limbah organik sebesar 55–65% atau sekitar 220–260 ton per hari (berdasarkan rata-rata 400 ton/hari). Kondisi tersebut berkontribusi terhadap pembentukan lindi dengan estimasi volume 30–70 m^3 per hari, yang cenderung meningkat pada musim hujan [1][2].

Lindi terbentuk melalui dekomposisi anaerobik sampah organik yang bercampur dengan air infiltrasi, sehingga menghasilkan cairan kompleks yang mengandung senyawa organik, amonia, nutrien, logam berat seperti Pb dan Fe, serta memiliki nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) tinggi [3]. Tingginya BOD dapat menurunkan kadar DO di perairan, sedangkan logam berat bersifat toksik dan berpotensi terakumulasi dalam rantai makanan yang dapat menyebabkan keracunan kronis dan kerusakan organ tubuh manusia [4][5]. Berdasarkan beberapa hasil penelitian terdahulu yang dilakukan di TPA Batu Layang, konsentrasi awal logam berat dan BOD dalam air lindi sebelum dilakukan pengolahan masing-masing mencapai 11,25 mg/L untuk besi (Fe), 0,182 mg/L untuk timbal (Pb), dan 377 mg/L untuk BOD [6][7][8]. Nilai-nilai ini telah melampaui ambang batas yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014.

Beberapa metode telah diterapkan untuk menurunkan konsentrasi logam berat pada lindi, seperti presipitasi, pertukaran ion, filtrasi membran dan adsorpsi. Namun metode presipitasi berpotensi menghasilkan lumpur kimia yang memerlukan pengolahan lanjutan, pertukaran ion membutuhkan biaya relatif tinggi karena penggunaan resin sintetis, sedangkan filtrasi membran memiliki

biaya operasional dan perawatan yang besar serta rentan terhadap penyumbatan pori -pori. Keterbatasan tersebut menunjukkan perlunya alternatif metode yang lebih sederhana, ekonomis, dan berkelanjutan [9].

Adsorpsi merupakan salah satu metode pengolahan air lindi yang dinilai unggul karena prosesnya sederhana, biaya relatif rendah, serta dapat memanfaatkan bahan baku lokal. Salah satu bahan yang berpotensi digunakan sebagai adsorben adalah karbon aktif dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), yang memiliki luas permukaan tinggi, struktur mikropori, serta gugus fungsi aktif sehingga efektif mengadsorpsi berbagai pencemar [10].

Beberapa penelitian mengenai pemanfaatan karbon aktif sebagai adsorben menunjukkan bahwa variasi waktu kontak dan kecepatan pengadukan memengaruhi efisiensi penurunan Fe dan Cr pada air lindi [11]. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa karbon aktif berbahan sabut kelapa mampu menurunkan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada air lindi dengan efisiensi hingga 63,96%, yang dipengaruhi oleh waktu kontak [12].Selain itu, adsorben berbahan TKKS memiliki daya guna ulang (*reusability*) yang baik karena tetap efektif menyerap Fe meskipun digunakan secara berulang [13].

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa karbon aktif berbasis biomassa berpotensi digunakan sebagai adsorben dalam pengolahan air lindi, baik untuk mengurangi kandungan bahan organik maupun beberapa parameter pencemar lainnya. Kandungan lignoselulosa yang tinggi serta struktur pori yang berkembang setelah proses karbonisasi dan aktivasi menjadikan TKKS mampu mengadsorpsi logam berat dan senyawa organik penyebab tingginya nilai BOD secara efektif [14].

Hingga saat ini, penelitian ini mengevaluasi secara simultan pengaruh massa karbon aktif TKKS terhadap parameter organik (BOD) dan logam (Pb dan Fe) pada air lindi TPA Batu Layang yang karakteristiknya berbeda dengan air gambut dan air tambang yang menjadi objek penelitian. Selain itu, pemanfaatan TKKS dalam penelitian ini juga berpotensi mendukung penerapan konsep ekonomi sirkular melalui pengolahan limbah biomassa menjadi material adsorben yang memiliki nilai guna dalam pengolahan air lindi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana kualitas karbon aktif dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) berdasarkan SNI 06-3730-1995?
2. Berapa efisiensi karbon aktif TKKS dalam menurunkan kadar logam berat Pb, Fe dan BOD pada air lindi?
3. Bagaimana model isoterm adsorpsi yang menggambarkan hubungan kesetimbangan adsorpsi logam berat Pb, Fe dan BOD oleh karbon aktif TKKS?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah di jabarkan maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Menganalisis kualitas karbon aktif yang dihasilkan dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) berdasarkan SNI 06-3730-1995.
2. Menentukan efisiensi karbon aktif TKKS dalam menurunkan kadar logam berat Pb, Fe dan BOD pada air lindi.
3. Menentukan model isoterm adsorpsi yang paling sesuai dalam menggambarkan hubungan kesetimbangan adsorpsi logam berat Pb, Fe dan BOD oleh karbon aktif berbahan dasar TKKS.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Manfaat Akademis
    a. Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang ilmu lingkungan, khususnya terkait pemanfaatan limbah pertanian sebagai adsorben logam berat pada air lindi.
    b. Menambah literatur mengenai pengaruh variasi massa karbon aktif terhadap penurunan logam berat (Pb, Fe) dan BOD pada lindi.

2. Manfaat Praktis
   a. Menjadi referensi bagi pengelola TPA dalam menerapkan teknologi sederhana, murah dan ramah lingkungan untuk mengolah lindi.
   b. Mendukung pemanfaatan limbah TKKS yang melimpah di Kalimantan Barat menjadi produk bernilai guna.

1.5 Batasan Masalah

Sesuai dengan judul skripsi ini maka pembahasan dibatasi beberapa hal yang mempersempit masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut.

1. Analisis kualitas karbon aktif dibatasi pada pengujian rendemen, kadar air, kadar abu, dan daya serap iodin sesuai SNI 06-3730-1995, sedangkan parameter kualitas lainnya tidak dianalisis.
2. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium.
3. Penelitian ini tidak mencakup analisis aspek ekonomi maupun studi kelayakan biaya dari penggunaan karbon aktif TKKS.