

**PEMANFAATAN ARANG BAMBU AKTIF SEBAGAI
ADSORBEN DALAM PENGOLAHAN AIR LINDI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

MISWARDI

NIM. 160702029

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi

Program Studi Teknik Lingkungan



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**

BANDA ACEH

2023 M / 1445 H

LEMBARAN PERSETUJUAN

**PEMANFAATAN ARANG BAMBU AKTIF SEBAGAI
ADSORBEN DALAM PENGOLAHAN AIR LINDI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu/Prodi Teknik Lingkungan

Oleh:

MISWARDI

NIM. 160702029


**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

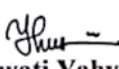
Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Eng. Nur Aida, M.Si
NIP. 197806162005012009


Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
NIP. 198302022015031002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan


Husnawati Yahya, S.Si. M.Sc
NIP. 198311092014032002

LEMBARAN PENGESAHAN

**PEMANFAATAN ARANG BAMBU AKTIF SEBAGAI
ADSORBEN DALAM PENGOLAHAN AIR LINDI**

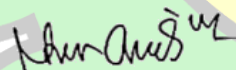
TUGAS AKHIR

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal : Senin, 24 Juli 2023
6 Muharram 1445 H

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,



Dr. Eng. Nur Aida, M.Si
NIP. 197806162005012009

Sekretaris,



Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
NIP. 198302022015031002

Penguji I,



Aulia Rohendi, M.Sc
NIDN. 2010048202

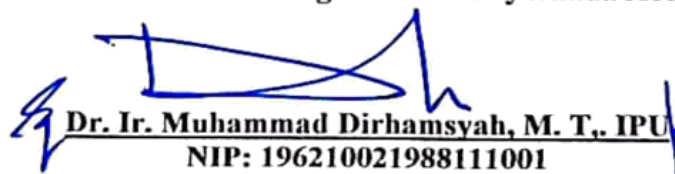
Penguji II,



Arief Rahman, M.T
NIP. 198903102019031012

Mengetahui:

**Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh,**



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M. T., IPU
NIP: 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Miswardi

Nim : 160702029

Program Studi : Teknik Lingkungan

Judul : Pemanfaatan Arang Bambu Aktif Sebagai Adsorben
Dalam Pengolahan Air Lindi

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu mempertanggungjawabkan atas karya ini.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat mempertanggungjawabkan dan ternyata ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan saya ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 24 Juli 2023

Yang menyatakan


METERAN
TEMPEL
97AJX456112798 (Miswardi)

(Miswardi)

ABSTRAK

Nama : Miswardi
Nim : 160702029
Program Studi : Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : Pemanfaatan Arang Bambu Aktif Sebagai Adsorben
Dalam Pengolahan Air Lindi
Tanggal Sidang : 31 Juli 2023
Tebal Skripsi : 59 Halaman
Pembimbing I : Dr. Eng. Nur Aida, M.Si
Pembimbing II : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
Kata Kunci : Tempat Pembuangan Akhir TPA, Air Lindi, Arang Aktif,
Adsorben, Bambu.

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Blang Bintang, Aceh Besar merupakan salah satu lokasi pemrosesan sampah yang terdapat di Provinsi Aceh. Lindi adalah sejenis cairan yang disebabkan oleh air luar yang masuk ke tempat pembuangan sampah, yang dapat melarutkan zat-zat terlarut, termasuk bahan organik yang dihasilkan oleh dekomposisi biologis. Pemanfaatan arang aktif dari bambu sebagai adsorben dapat digunakan pada proses pengolahan air lindi TPA. Penelitian ini dilakukan untuk dapat mengetahui efektivitas dan dosis optimum adsorben dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS pada air lindi. Metode yang dilakukan menggunakan proses adsorpsi dan pemanfaatan adsorben arang bambu aktif dengan dosis 15, 20, 25 gram dan waktu pengadukan 30 menit dan 60 menit. Berdasarkan hasil uji awal air lindi TPA memiliki nilai parameter BOD, COD, TSS dan pH secara berturut-turut adalah 762 mg/l, 1.672 mg/l, 261 mg/l dan 5,6. Hasil penelitian menjelaskan bahwa terdapat pengaruh dosis adsorben 0, 15, 20 dan 25 gram arang bambu aktif dalam menurunkan BOD, COD dan TSS pada dosis 25 mg/l sebesar 312 mg/l, 772 mg/l, 126 mg/l. Kemampuan arang bambu aktif sebagai adsorben dalam pengolahan air lindi TPA untuk semua kadar parameter belum sesuai yang diharapkan karena belum memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan, Hidup dan Kehutanan RI Nomor P.59/Menlhk/Sekjen/Kum.1/7 Tahun 2016 tentang baku mutu air lindi bagi usaha dan atau kegiatan tempat pemrosesan Akhir.

A R - R A N I R Y

ABSTRACT

Name : Miswardi
Student ID : 160702029
Study Program : Environmental Engineering, Faculty Science and Technology (FST)
Title : Utilization of Activated Bamboo Charcoal as Adsorbent in Leachate Water Treatment
Defense Date : 31 July, 2023
Number of Pages : 60 Page
Department I : Dr. Eng. Nur Aida, M.Si
Department II : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
Key Words : Final Disposal Site for TPA, Leachate Water, Activated Charcoal, Adsorbent, Bamboo.

The Blang Bintang Final Processing Site (TPA), Aceh Besar is one of the waste processing locations in Aceh Province. Leachate is a kind of liquid caused by outside water entering landfills, which can dissolve dissolved substances, including organic matter produced by biological decomposition. Utilization of activated charcoal from bamboo as an adsorbent can be used in the TPA leachate water treatment process. This research was conducted to determine the effectiveness and optimum dose of adsorbents in reducing BOD, COD and TSS levels in leachate. The method used was the adsorption process and the utilization of active bamboo charcoal adsorbents with doses of 15, 20, 25 grams and a stirring time of 30 minutes and 60 minutes. Based on the initial TPA leachate test results, the parameter values of BOD, COD, TSS and pH were 762 mg/l, 1,672 mg/l, 261 mg/l and 5.6, respectively. The results of the study explained that there was an effect of adsorbent doses of 0, 15, 20 and 25 grams of active bamboo charcoal in reducing BOD, COD and TSS at a dose of 25 mg/l by 312 mg/l, 772 mg/l, 126 mg/l. The ability of activated bamboo charcoal as an adsorbent in TPA leachate treatment for all parameter levels is not as expected because it does not meet the quality standards of the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia Number P.59/Menlhk/Sekjen/Kum.1/7 of 2016 concerning quality standards leachate for businesses and or activities at Final processing sites.

A R - R A N I R Y

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah. Dia-lah yang telah menganugerahkan al-Qur'an sebagai *hudan lin nas* (petunjuk bagi seluruh manusia) dan rahmatan lil'alamin (rahmat bagi segenap alam). Dia-lah yang Maha Mengetahui makna dan maksud kandungan Al-Qur'an. Selawat dan salam semoga tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad saw utusan dan manusia pilihan, dialah penyampai, pengamal dan pentafsir pertama Al-Qur'an.

Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh sarjana di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Selama persiapan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Ibu Husnawati Yahya, S.SI. M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh sekaligus dosen Pembimbing Akademik.
3. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. A R - R A N I R Y
4. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Banda Aceh.
5. Bapak Teuku Muhammad Ashari, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Banda Aceh.

6. Ibu Firda yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
7. Kakak Nurul, S.Pd., selaku Asisten Laboratorium Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
8. Orang Tua, Kakak, Adik, dan keluarga besar saya yang selalu mendoakan penulis serta memberikan dukungan penuh kepada penulis dalam mengerjakan penelitian ini.
9. Teman-teman leting 2016 teknik lingkungan yang telah memberikan masukan dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini.
10. Dan semua pihak yang telah terlibat dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Saya berharap Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak kekurangan. Karena itu penulis menerima kritikan dan saran untuk bisa memperbaiki Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Banda Aceh, 24 Juli 2023



(Miswardi)

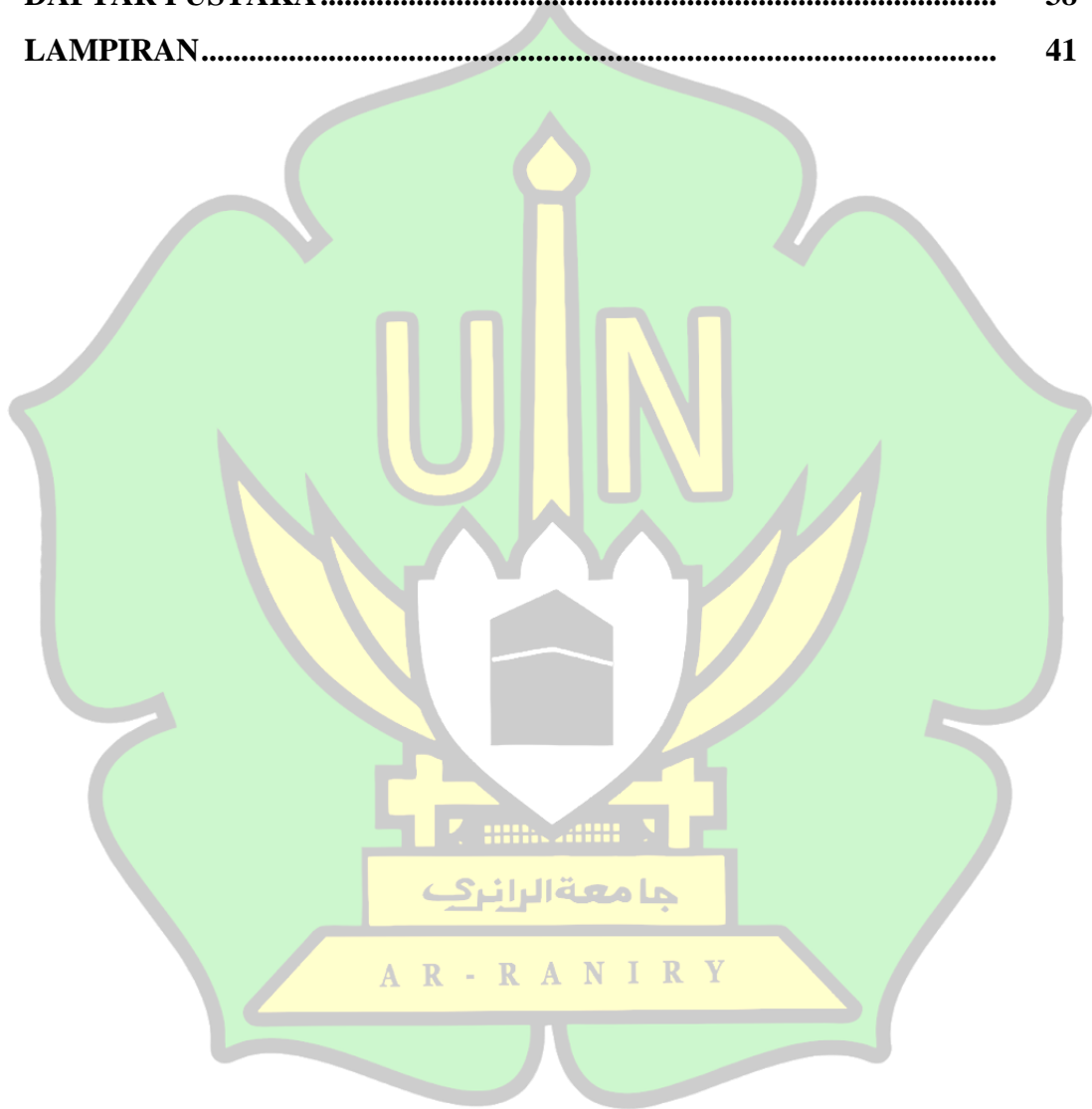


جامعة الرانيري
A R - R A N I R Y

DAFTAR ISI

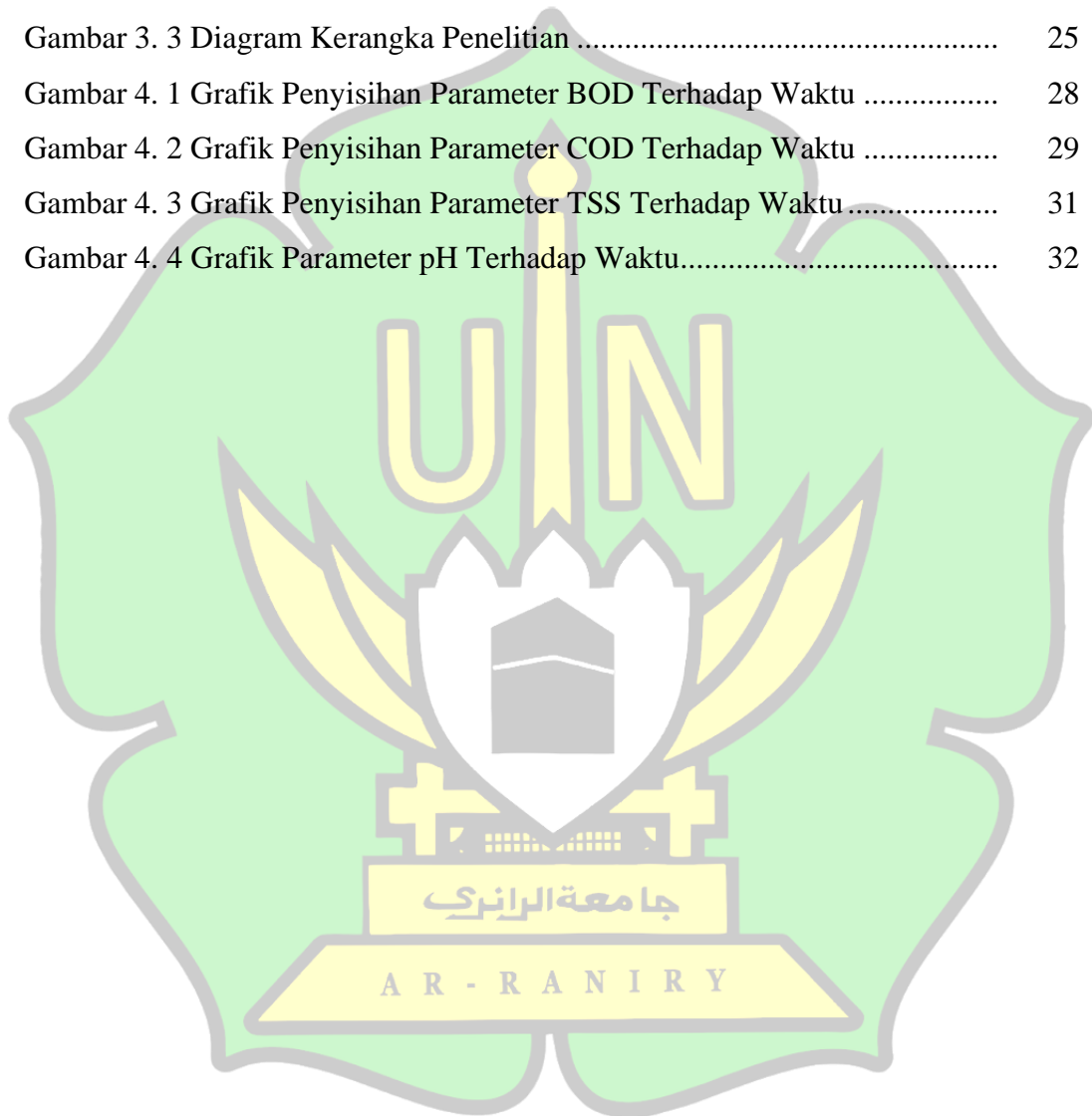
LEMBAR PERNYATAAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penulisan	4
1.4 Manfaat Penulisan	4
1.5 Batasan Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tempat Pembuangan Akhir (TPA).....	5
2.2 Pencemaran Logam Berat.....	8
2.3 Pencemaran Lingkungan	9
2.4 Adsorpsi	11
2.5 Arang Aktif Bambu	13
2.6 Baku Mutu	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Metode Penelitian.....	16
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	16
3.3 Alat dan Bahan	17
3.4 Prosedur Percobaan dan Pengujian.....	18
3.5 Parameter Penelitian	19
3.6 Efisiensi Penurunan.....	24
3.7 Kerangka Penelitian.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26

4.1 Hasil.....	26
4.2 Pembahasan	27
BAB V PENUTUP.....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	41



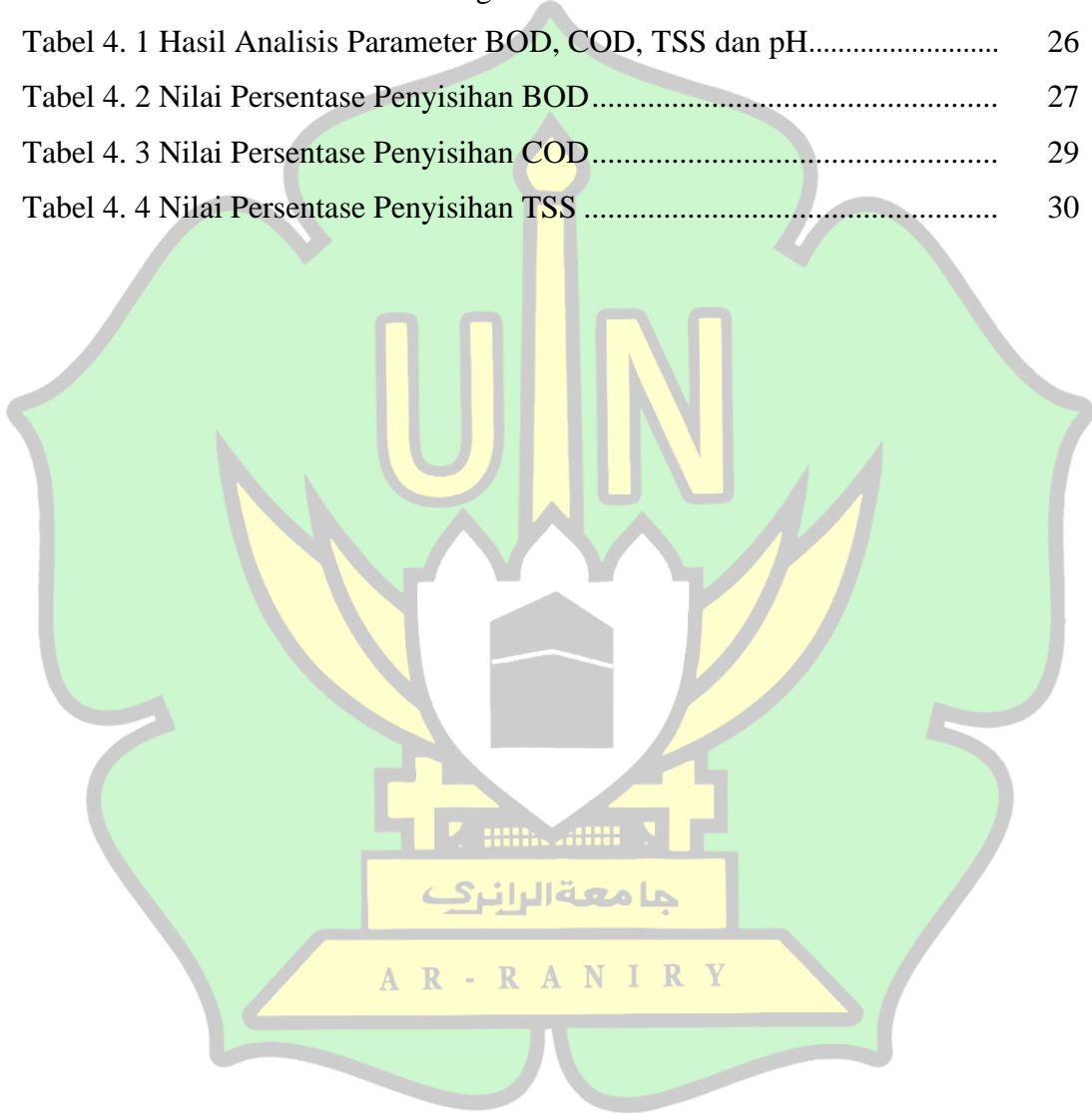
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bambu (<i>Dendrocalamus asper</i>)	14
Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel TPA Blang Bintang, Aceh Besar..	17
Gambar 3. 2 Tempat Pengambilan Sampel Air Lindi TPA Blang Bintang, Aceh Besar	18
Gambar 3. 3 Diagram Kerangka Penelitian	25
Gambar 4. 1 Grafik Penyisihan Parameter BOD Terhadap Waktu	28
Gambar 4. 2 Grafik Penyisihan Parameter COD Terhadap Waktu	29
Gambar 4. 3 Grafik Penyisihan Parameter TSS Terhadap Waktu	31
Gambar 4. 4 Grafik Parameter pH Terhadap Waktu.....	32



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Hasil Pengujian Awal Parameter Air Lindi TPA Blang Bintang, Aceh Besar adalah sebagai berikut :	2
Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Lindi.....	16
Tabel 3. 1 Variabel Penelitian Arang Aktif Bambu.....	19
Tabel 4. 1 Hasil Analisis Parameter BOD, COD, TSS dan pH.....	26
Tabel 4. 2 Nilai Persentase Penyisihan BOD.....	27
Tabel 4. 3 Nilai Persentase Penyisihan COD.....	29
Tabel 4. 4 Nilai Persentase Penyisihan TSS	30



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia sehingga mengakibatkan bertambahnya jumlah sampah yang dihasilkan. Meningkatnya populasi penduduk dapat menimbulkan berbagai pencemaran terhadap lingkungan. Karena semakin bertambahnya populasi, maka semakin besar terjadi pencemaran lingkungan. Berbagai aktivitas yang dilaksanakan oleh lapisan masyarakat dapat memberikan berbagai macam pencemaran. Logam berat merupakan salah satu pencemaran lingkungan yang menjadi perhatian yang serius dan segera ditangani saat ini. Logam berat ini memiliki persoalan yang sangat spesifik terhadap makhluk hidup melalui rantai makanan (Apriliani, 2010).

Bahan atau sisa yang tidak diperlukan pada akhir proses disebut sebagai limbah. Banyaknya sampah tergantung pada kepadatan penduduk suatu daerah. Rata-rata sampah di Tempat Pemrosesan Akhir adalah sampah plastik yang tidak mudah rusak dan menimbulkan pencemaran. Pencemaran berasal dari bahan pencemar yang disebabkan oleh aktivitas manusia terpapar ke lingkungan, yang menurunkan kualitas udara, air, tanah, dan suara sampai batas tertentu, dan membuat kualitas lingkungan tidak lagi memenuhi baku mutu yang sesuai dengan standar kualitas air (Polar, 2018). Sampah yang dihasilkan berasal dari berbagai aktivitas masyarakat, sampah terus menumpuk, dan sampah terus menumpuk. Keberadaan TPA memiliki fungsi yang sangat penting yaitu sebagai tempat pembuangan akhir sampah, baik yang didaur ulang sebagai kompos maupun hanya disimpan. Sarana yang memadai dan infrastruktur yang tidak seimbang akan menyebabkan penurunan kualitas lingkungan (Polar, 2018).

Proses dekomposisi mengubah sampah menjadi pupuk organik dan menghasilkan hasil berupa lindi. Lindi adalah sejenis cairan yang disebabkan oleh air luar yang masuk ke tempat pembuangan sampah, yang dapat melarutkan zat-zat terlarut, termasuk bahan organik yang dihasilkan oleh dekomposisi biologis,

aktivitas kimia dan fisik. Selain faktor-faktor tersebut, ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas lindi, yaitu musim dan kondisi curah hujan, serta umur TPA. Air lindi perlu diolah untuk mencegah dan mengurangi dampak negatifnya, jika tidak dikelola dengan baik akan menyebabkan pencemaran lingkungan dan mengganggu organisme (Prabarini, 2012).

Kualitas air perlu mempertimbangkan kelangsungan hidup organisme air dan lingkungan di sekitar lokasi. Jika kualitas lingkungan perairan buruk maka akan berdampak pada lingkungan dan biota perairan itu sendiri. Instalasi pengolahan air limbah lindi terdiri dari tangki aerasi dan tangki stabilisasi, namun masih belum ada pengolahan air limbah yang berkelanjutan. Kemampuan ekosistem untuk memurnikan dirinya sendiri tergantung pada kualitas dan kuantitas pencemaran di lingkungan. Jika pencemarannya relatif kecil dan toksisitasnya rendah, maka proses *self-purification* dapat terjadi dengan cepat dan menstabilkan keseimbangan ekosistem. Jika pencemarannya berat dan berat, proses *self-purification* akan berjalan lambat (Ramdja, 2018).

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Blang Bintang, Aceh Besar merupakan salah satu lokasi pembuangan sampah yang terdapat di Provinsi Aceh. TPA Blang Bintang melakukan pengolahan secara aerobik yaitu pengolahan dengan menggunakan aerator pada kolam aerasi untuk menambahkan kadar oksigen sebelum nantinya akan dialirkan ke badan air, aerator pada kolam aerasi ini tidak dijalankan secara kontinyu, sehingga kurang maksimal proses pengolahannya. Lindi yang sudah diolah dialirkan ke sungai. Sebagian masyarakat yang tinggal di daerah sungai menggunakan air untuk mencuci bahkan mandi. TPA Blang Bintang juga mendapatkan kritikan dari camat mewakili masyarakat sekitar untuk menyampaikan bahwa masyarakat keberatan atas berubahnya warna dari air sungai tersebut dari sebelumnya (Nurul, 2021). Hasil Pengujian Awal Parameter Air Lindi TPA Blang Bintang, Aceh Besar adalah sebagai berikut :

Tabel 1. 1 Hasil Pengujian Awal Air Lindi TPA

No.	Parameter	Hasil Uji	Satuan
1.	Fe	5,372	mg/l
2.	Hg	0,002	mg/l
3.	BOD	762	mg/l

4.	COD	1.672	mg/l
5.	TSS	261	mg/l
6.	Kekeruhan	258	NTU
7.	DO	3,4	mg/l
8.	pH	5,6	-

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa air lindi TPA Blang Bintang mengandung logam berat dan senyawa organik lainnya yang tinggi sehingga harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Berdasarkan dari penjelasan tersebut, peneliti tertarik untuk menguji arang bambu aktif sebagai adsorben dalam pengolahan air lindi (studi kasus di tempat pembuangan akhir (TPA) Blang Bintang, Aceh Besar) sehingga aman jika dilepaskan ke lingkungan perairan dan sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kebersihan Nomor 59 Tahun 2016 tentang baku mutu air lindi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian-uraian diatas maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana kemampuan arang bambu aktif dalam proses adsorpsi BOD, COD dan TSS dalam pengolahan air lindi?
2. Berapakah dosis optimum arang bambu aktif yang digunakan untuk menghilangkan kadar polutan pada air lindi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Mengetahui kemampuan arang bambu aktif dalam proses adsorpsi BOD, COD dan TSS dalam pengolahan air lindi.
2. Mengetahui dosis optimum arang bambu aktif yang digunakan untuk menghilangkan kadar polutan pada air lindi.

1.4 Manfaat Penelitian

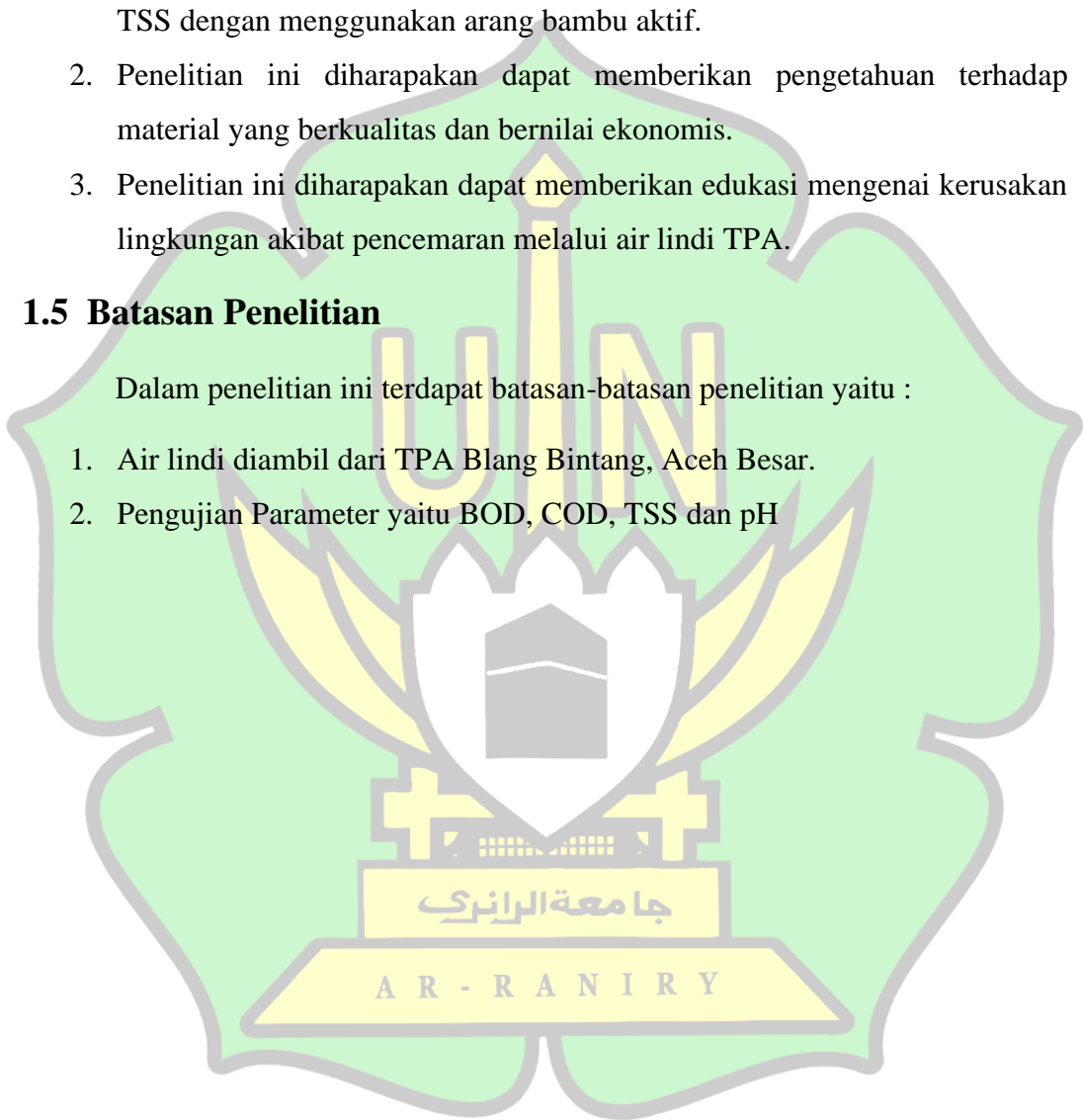
Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kemampuan karbon aktif bambu dalam mengadsorpsi BOD, COD dan TSS dengan menggunakan arang bambu aktif.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan terhadap material yang berkualitas dan bernilai ekonomis.
3. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan edukasi mengenai kerusakan lingkungan akibat pencemaran melalui air lindi TPA.

1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat batasan-batasan penelitian yaitu :

1. Air lindi diambil dari TPA Blang Bintang, Aceh Besar.
2. Pengujian Parameter yaitu BOD, COD, TSS dan pH



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Berbagai material yang bersumber dari tumpukan sampah yang merupakan kegiatan dan aktifitas manusia baik dari rumah tangga maupun industri. Produksi sampah yang terus meningkat pada suatu daerah tidak terlepas dari populasi penduduk yang terus meningkat sehingga aktifitas masyarakat juga meningkat. Kota-kota besar di Indonesia saat ini pengelolaan sampah masih bersifat konvensional. Proses yang dilakukan sampah diletakan pada tempat terbuka dan dibiarkan membusuk sendirinya tanpa ada tindakan. Tempat ini seperti TPA pada suatu kawasan yang telah disentralisasikan yang berjarak jauh dari perkampungan atau pusat kota menggunakan kode *sanitary landfill*. Namun demikian dengan menjauhkan TPA dari pusat perkampungan atau pusat kota bukan berarti permasalahan telah selesai. Dengan membiarkan sampah itu membusuk sendirinya berbahaya terhadap lingkungan disekitarnya. Permasalahan yang ditimbulkan terutama polusi udara, karena bau sampah yang telah membusuk ini dapat menghasilkan air lindi jika disirami air hujan. Selain itu juga mengakibatkan dampak penyakit karena sampah organik yang telah membusuk (DLHK, 2018).

TPA yang telah di cemari oleh air lindi dapat disebabkan oleh air hujan yang membasahi sampah yang menumpuk. Zat pengotor dari air lindi bersifat toksit yang terdapat pada tumpukan sampah yang berasal hasil pembuangan industri. Selain itu, juga dapat diakibatkan oleh debu, limbah rumah tangga, lumpur, atau komposisi yang berbahaya yang secara normal terdapat pada sampah. Jika tidak segera diatasi TPA yang telah terpenuhi air lindi dapat berakibatkan pada lingkungan, terutama pada permukaan air (Nizar, dkk., 2012).

2.1.1 Air Lindi

Air lindi merupakan cairan dari limbah yang mengandung unsur terlarut dan tersuspensi. Lindi adalah cairan yang keluar dari tumpukan sampah, yang merupakan bentuk pencemaran lingkungan yang dihasilkan oleh tumpukan

sampah. Sampah yang tertimbun di lokasi TPA (Tempat Pembuangan Akhir) mengandung bahan organik, jika hujan akan menghasilkan air resapan dengan kandungan mineral dan organik yang tinggi, jika kondisi aliran lindi memungkinkan mengalir ke permukaan dapat berdampak negatif. berdampak pada lingkungan sekitar, termasuk bagi manusia (Nizar, dkk., 2012).

Air lindi (*leachate*) adalah zat cair yang menyebabkan sampah terurai dan memiliki bau yang sangat menyengat. Kandungan lindi sangat berbahaya, terutama jika berasal dari limbah yang bercampur dengan limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun). Tanpa perlakuan khusus, lindi akan mencemari sumur/air tanah, air sungai dan air laut, serta menyebabkan kematian organisme laut. Baterai bekas (digunakan pada senter, kamera, sepatu dan jam tangan yang menyala) mengandung merkuri dan kadmium (Cd), B3 berbahaya bagi tubuh manusia karena dapat menyebabkan penyakit saraf, cacat lahir pada bayi, kerusakan sel hati atau ginjal, dan Jika dibuang di sembarang tempat, akan meresap ke dalam sumur penduduk, yang dapat mencemari lingkungan. Perlu menggunakan prinsip fitoremediasi melalui media filter untuk mengolah lindi untuk mengurangi tingkat pencemaran atau patogen (Yuniati, 2007).

Menurut Yuniati (2007) Air lindi yang berada dipermukaan tanah dapat menimbulkan polusi pada air tanah dan air permukaan, sebagai berikut:

1. Air permukaan yang terpolusi oleh air lindi dengan kandungan zat organik tinggi, pada proses penguraian secara biologis akan menghabiskan kandungan oksigen dalam air dan akhirnya seluruh kehidupan dalam air yang tergantung oleh keberadaan oksigen terlarut akan mati.
2. Air tanah yang terpolusi oleh air lindi dengan konsentrasi tinggi, polutan tersebut akan berada dan tetap ada pada air tanah tersebut dalam jangka waktu yang lama, karena terbatasnya oksigen terlarut sehingga sumber air yang berasal dari air tanah tidak sesuai lagi untuk air bersih.

2.1.2 Karakteristik Air Lindi

Sifat lindi atau lindi bervariasi tergantung pada proses yang berlangsung di TPA, meliputi proses fisik, kimia, dan biologi. Meskipun faktor-faktor yang

mempengaruhi proses TPA meliputi jenis sampah, lokasi TPA, hidrogeologi, dan sistem operasi, faktor-faktor ini sangat bervariasi dari satu tempat pembuangan ke tempat pembuangan lainnya, serta di tempat pembuangan. Aktivitas dan proses biologis aerobik dan aerobik yang terjadi dalam proses anaerobik. Hal ini juga akan mempengaruhi produk yang dihasilkan dari proses dekomposisi, seperti kualitas dan kuantitas lindi dan gas. Misalnya, jika TPS mengakumulasi sampah organik dalam jumlah besar, sifat lindi yang dihasilkan akan mengandung zat organik tinggi, disertai dengan bau (Slamet, 1994).

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui karakteristik lindi, secara umum hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa parameter lindi yaitu komponen yang mengandung BOD dan COD jauh lebih besar dibandingkan dengan air limbah. Lindi dari TPA baru biasanya memiliki kandungan asam lemak volatil dan rasio BOD₁ dan COD yang lebih tinggi, sedangkan lindi dari TPA lama mengandung konsentrasi BOD, COD dan polutan yang lebih rendah (Suriawiria, 2005).

Hal ini karena dari timbunan sampah baru biasanya terjadi biodegradasi dengan sangat cepat, yang ditandai dengan meningkatnya produksi asam dan rendahnya pH lindi, sehingga menghasilkan kemampuan yang kuat untuk melarutkan bahan-bahan dalam sampah oleh air. Perbandingan BOD dengan COD di timbunan sampah baru 1 akan berkisar antara 0,4% dan 0,8%, dan nilai ini akan lebih besar 1 selama tahap produksi metana. Degradasi sampah di TPA disebabkan oleh proses biologis. Perubahan fisik dan kimia serta produksi lindi dan produk gas berhubungan langsung dengan aktivitas biologis TPA (Suriawiria, 2005).

Air lindi dapat digolongkan sebagai senyawa yang sulit didegradasi, karena mengandung bahan-bahan polimer (makro molekul) dan bahan organik sintetik. Pada umumnya air lindi memiliki nilai rasio BOD₅/COD sangat rendah (<0,4). Nilai rasio yang sangat rendah ini mengindikasikan bahwa bahan organik yang terdapat dalam air lindi bersifat sulit untuk didegradasi secara biologis. Angka perbandingan yang semakin rendah mengindikasikan bahan organik sangat sulit terurai (Alaerts dan Santika, 2014). Komposisi air lindi sangat bervariasi

karena proses pembentukannya dipengaruhi oleh karakteristik sampah (organik-anorganik), mudah tidaknya penguraian (larut-tidak larut), kondisi tumpukan sampah (suhu, pH, kelembaban, umur), karakteristik sumber air (kuantitas dan kualitas air yang dipengaruhi iklim dan hidrogeologi), komposisi tanah penutup, ketersediaan nutrient dan mikroba dan kehadiranin hibitor (Alaerts dan Santika, 2014).

Menurut Sulinda (2014) proses penguraian bahan organic menjadi komponen yang lebih sederhana oleh mikroorganisme aerobik dan anaerobik pada lokasi pembuangan sampah dapat menjadi penyebab terbentuknya gas dan air lindi. Sebagian besar limbah yang dibuang pada lokasi pembuangan sampah adalah padatan. Limbah tersebut berasal dari berbagai sumber yang berbeda dengan tipe limbah yang berbeda pula, sehingga setiap air lindi memiliki karakteristik tertentu.

Kuantitas dan kualitas air lindi juga dapat dipengaruhi oleh iklim. Infiltrasi air hujan dapat membawa kontaminan dari tumpukan sampah dan memberikan kelembaban yang dibutuhkan bagi proses penguraian biologis dalam pembentukan air lindi. Meskipun sumber dari kelembabannya mungkin dibawa oleh sampah masukannya, tetapi sumber utama dari pembentukan air lindi ini adalah adanya infiltrasi air hujan. Jumlah hujan yang tinggi dan sifat timbunan yang tidak *solid* akan mempercepat pembentukan dan meningkatkan kuantitas air lindi yang dihasilkan (Pohland dan Harper, 2001).

Pohland dan Harper (2001) menyatakan bahwa umur tumpukan sampah juga bias mempengaruhi kualitas air lindi dan gas yang terbentuk. Perubahan kualitas air lindi dan gas menjadi parameter utama dalam mengetahui tingkat stabilisasi tumpukan sampah. Oleh karena itu, komposisi kimiawi air lindi dan kekuatan bahan pencemar organik yang dihasilkan bervariasi untuk tiap lokasi pembuangan sampah.

2.2 Pencemaran Logam Berat

Pencemaran logam berat menjadi salah satu masalah yang serius terhadap lingkungan, penggunaan logam berat melalui ekstraksi dan pengolahan biji logam

menyebabkan terjadinya pelepasan unsur logam ke dalam lingkungan. Masalah pencemaran logam berat menjadi lebih parah seiring dengan meningkatnya industri dan gangguan siklus biogeokimia alami. Sebagian besar unsur logam tidak mengalami degradasi biologi atau kimia. Tidak seperti pencemar organik yang dapat teroksidasi karbon oksida oleh mikroba (Purwaningsih, 2009).

Sungai merupakan suatu bentuk ekosistem aquatik yang mempunyai peran penting dalam daur hidrologi dan berfungsi sebagai daerah tangkapan air (*catchment area*) bagi daerah di sekitarnya, sehingga kondisi suatu sungai sangat dipengaruhi oleh karakteristik yang dimiliki oleh lingkungan di sekitarnya. Sungai juga merupakan tempat yang mudah dan praktis untuk pembuangan limbah, baik padat maupun cair, sebagai hasil dari kegiatan rumah tangga, industry rumah tangga, garmen, peternakan, perbengkelan, dan usaha lainnya. Dengan adanya pembuangan berbagai jenis limbah dan sampah yang mengandung beraneka ragam jenis bahan pencemar ke badan perairan, baik yang dapat terurai maupun yang tidak dapat terurai akan menyebabkan semakin beratbeban yang diterima oleh sungai tersebut. Salah satu pencemar yang menyebabkan rusaknya tatanan lingkungan hidup yaitu limbah yang mengandung logam berat (DLHK, 2018).

2.3 Karbon Aktif

Aktif memiliki pori-pori sebesar 85%- 95% karbon. Karbon aktif diperoleh melalui pemanasan dengan suhu tinggi, sehingga mengakibatkan pori-pori terbuka dan dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Untuk meningkatkan daya adsorpsi pada karbon aktif dapat dilakukan dengan cara aktivasi dengan suhu tinggi, dimana dalam proses ini terjadinya penghilangan hidrogen, selain itu dari proses aktivasi terjadinya pengikisan atom karbon melalui tahap pemanasan, sehingga terbentuknya pori-pori baru (Khulu, 2016).

2.3.1 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Secara umum proses pembuatan karbon aktif terdiri dari tiga tahap, yaitu: Dehidrasi Dehidrasi adalah tahap pemanasan bahan baku sehingga terjadinya penghilangan kadar air (Anggraeni dan Yuliana, 2016).

1. Karbonisasi

Karbonisasi (pengarangan) merupakan suatu proses pirolisis dari bahan yang mengandung karbon. Pada tahap ini terjadinya pembentukan struktur pori dan menghasilkan butiran yang mempunyai struktur dan daya serap. Proses ini mengakibatkan penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan hidrokarbon, membentuk metanol, dan tar sehingga setelah proses berlangsung akan terbentuknya karbon dalam bentuk arang (Wijaya, 2018).

2. Aktivasi

Aktivasi merupakan proses memperbesar luas permukaan dalam karbon hasil karbonisasi dengan melepaskan hidrokarbon dan tar, sehingga daya serap yang dihasilkanpun semakin besar. Dengan adanya proses aktivasi, mengakibatkan permukaan karbon aktif bertambah. Untuk dapat menghasilkan luas permukaan yang besar dan karbon berpori dapat dilakukan dengan dua macam proses aktivasi (Arif, 2014) yaitu:

- a. Aktivasi Kimia menurut Arif (2014), aktivasi secara kimia dilakukan dengan cara merendam bahan baku ke dalam bahan kimia. Bahan kimia yang digunakan seperti zink klorida ($ZnCl_2$), kalsium hidroksida ($Ca(OH)_2$), natrium karbonat (Na_2CO_3), asam nitrat (HNO_3), asam klorida (HCl) kalsium klorida ($CaCl_2$). Sintesis karbon aktif dengan menggunakan aktivasi secara kimia, umumnya melalui beberapa tahap antara lain pencucian dan pengeringan, pengecilan, perendaman menggunakan agen aktivasi yang diikuti pengeringan kembali, karbonisasi pencucian dan pengeringan (Wijaya, 2018).
- b. Aktivasi Fisika adalah proses aktivasi dengan memutuskan ikatan karbon dari senyawa organik. Aktivasi secara fisika dilakukan dengan cara mengalirkan aktivator ke dalam reaktor dengan suhu tinggi. Aktivasi secara fisika dapat dilakukan menggunakan karbondioksida (CO_2) dengan suhu $850^{\circ}C-1100^{\circ}C$ dan menggunakan uap air dapat dilakukan pada suhu $750^{\circ}C-900^{\circ}C$ (Arif, 2014).

2.4 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu gejala pengumpulan molekul-molekul suatu zat pada permukaan sebagai akibat ketidakjenuhan gaya pada permukaan tersebut. Proses adsorpsi bisa terjadi pada seluruh permukaan benda, tetapi yang sering terjadi adalah bahan padat menyerap partikel yang berada pada bahan cair. Bahan yang diserap disebut dengan adsorbat atau *solute*, sedangkan bahan penyerapnya disebut dengan adsorben. Kekuatan interaksi antara adsorbat dengan adsorben dipengaruhi oleh sifat dari adsorbat maupun adsorbennya. Gejala yang umum dipakai untuk meramalkan komponen mana yang diadsorpsi lebih kuat adalah kepolaran adsorben dengan adsorbatnya (Purwaningsih, 2009).

Apabila adsorbennya bersifat polar, maka komponen yang bersifat polar akan terikat lebih kuat dibandingkan dengan komponen yang kurang polar. Selain itu porositas adsorben juga mempengaruhi daya adsorpsi dari suatu adsorben. Adsorben dengan porositas yang besar mempunyai kemampuan menyerap yang lebih tinggi dibandingkan dengan adsorben yang memiliki porositas kecil. Untuk meningkatkan porositas dapat dilakukan dengan mengaktifasi secara fisika, seperti mengalirkan uap air panas ke dalam pori-pori adsorben atau mengaktifasi secara kimia (Aryanti. L, 2011).

Adsorpsi adalah salah satu cara pengolahan air, teknik adsorpsi umumnya menggunakan adsorben yang merupakan metode untuk menghilangkan polutan organik. Material-material yang dapat digunakan sebagai adsorben diantaranya adalah asam humat, tanah diatomae, bentonit, biomassa mikroorganisme air, karbon aktif, alumina, silika gel, dan zeolit. Adsorpsi yang terjadi pada permukaan zat padat disebabkan oleh adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat. Selain itu metode ini lebih menguntungkan dari pada metode lainnya, karena biaya yang diperlukan relatif lebih murah, sederhana dan mudah dalam pengoperasiannya. Umumnya adsorben yang paling potensial adalah arang aktif sebab memiliki luas permukaan yang tinggi sehingga kemampuan adsorpsinya besar (Sembiring, 2003).

Menurut Eketrisnawan (2016) adsorpsi merupakan gejala pada permukaan, sehingga semakin besar luas permukaan, maka semakin banyak zat yang akan teradsorpsi. Adsorpsi yang terjadi pada permukaan zat padat ini disebabkan oleh adanya gaya tarik antar atom atau molekul pada permukaan zat padat. Umumnya adsorpsi diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Dalam adsorpsi kimia, molekul adsorbat dan adsorben membentuk sistem homogen, sedangkan dalam adsorpsi fisika, adsorbat dan adsorben dapat dianggap sebagai dua sistem individu. Namun adsorpsi fisika memiliki energi adsorpsi yang kecil (<20 kJ/mol), sedangkan adsorpsi kimia memiliki energi adsorpsi yang lebih tinggi (>20 kJ/mol). Adsorpsi fisika terjadi akibat adanya gaya van der Waals, sedangkan adsorpsi kimia melibatkan ikatan koordinasi sebagai hasil penggunaan bersama pasangan elektron oleh padatan adsorben dan adsorbat. Jika adsorbat berupa kation logam maka dapat dinyatakan sebagai asam Lewis dan gugus-gugus fungsional pada adsorben sebagai basa Lewis.

2.4.1 Faktor-Faktor Yang Dapat Mempengaruhi Daya Adsorpsi

Menurut Aprilliani (2010) banyak adsorbat yang terserap pada permukaan adsorben dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Jenis adsorbat, dapat ditinjau dari :

a. Ukuran molekul adsorbat.

Rongga tempat terjadinya adsorpsi dapat dicapai melalui ukuran yang sesuai, sehingga molekul-molekul yang bisa di adsorpsi adalah molekul-molekul yang berdiameter sama atau lebih kecil dari diameter pori adsorben.

b. Polaritas molekul adsorbat.

Apabila diameter sama, molekul-molekul polar lebih kuat di adsorpsi dari pada molekul-molekul yang kurang polar, sehingga molekul-molekul yang lebih polar bisa menggantikan molekul-molekul yang kurang polar yang telah terserap.

Sifat adsorben, dapat ditinjau dari :

a. Kemurnian adsorben.

Adsorben yang lebih murni memiliki daya serap lebih baik.

b. Luas permukaan.

Luas permukaan adsorben sangat berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Adsorpsi merupakan suatu kejadian permukaan sehingga besarnya adsorpsi sebanding dengan luas permukaan. Semakin banyak permukaan yang kontak dengan adsorbat maka akan semakin besar pula adsorpsi yang terjadi.

c. Temperatur

Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas termal senyawa serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna maupun dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya. Untuk senyawa volatil, adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar atau bila memungkinkan pada temperatur lebih kecil.

d. Waktu kontak

Suatu adsorben yang ditambahkan ke dalam suatu cairan membutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah adsorben yang digunakan. Selain ditentukan oleh dosis adsorben, pengadukan juga mempengaruhi waktu singgung. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel adsorben untuk bersinggungan dengan senyawa serapan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu singgung yang lebih lama.

e. Kecepatan pengadukan

Menentukan kecepatan waktu kontak adsorben dan adsorbat. Bila pengadukan terlalu lambat maka proses adsorpsi berlangsung lambat pula, tetapi bila pengadukan terlalu cepat kemungkinan struktur adsorben cepat rusak, sehingga proses adsorpsi kurang optimal.

2.5 Bambu

2.5.1 `Klasisfikasi Bambu

Bambu tergolong dalam famili Gramineae, yang memiliki akar kompleks, daun yang berbentuk pelepah dan pedang serta memiliki batang yang bentuknya

beruas, berongga, berimpang, memiliki cabang serta berbuku-buku. Tanaman bambu memiliki ketinggian berkisar antara 0,3-30 m dengan ketebalan dinding yang mencapai 25 m, serta batang yang berdiameter 0,25–25 cm dengan berbentuk silinder (Hakiki, 2016). Indonesia termasuk dalam urutan ke tiga penghasil bambu terbanyak di dunia, di bawah Cina dan Thailand. Jenis bambu di dunia terdiri atas 600-700 jenis bambu dan 125 jenis bambu diantaranya dimiliki oleh Indonesia. Luas tanaman bambu yang dimiliki Indonesia pada tahun 2000, yang tumbuh di luar hutan sebanyak 1.414.000 hektar dan di dalam hutan sebanyak 690.000 hektar (Arsyad, 2015). Menurut Hakiki (2016) adapun klasifikasi bambu yaitu:

Domain	: Eukaryota
Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridiplantae
Phylum	: Tracheophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: Dendrocalamus
Spesies	: Dendrocalamus asper



Gambar 2. 1 Bambu (*Dendrocalamus asper*)

2.5.2 Arang Bambu Aktif

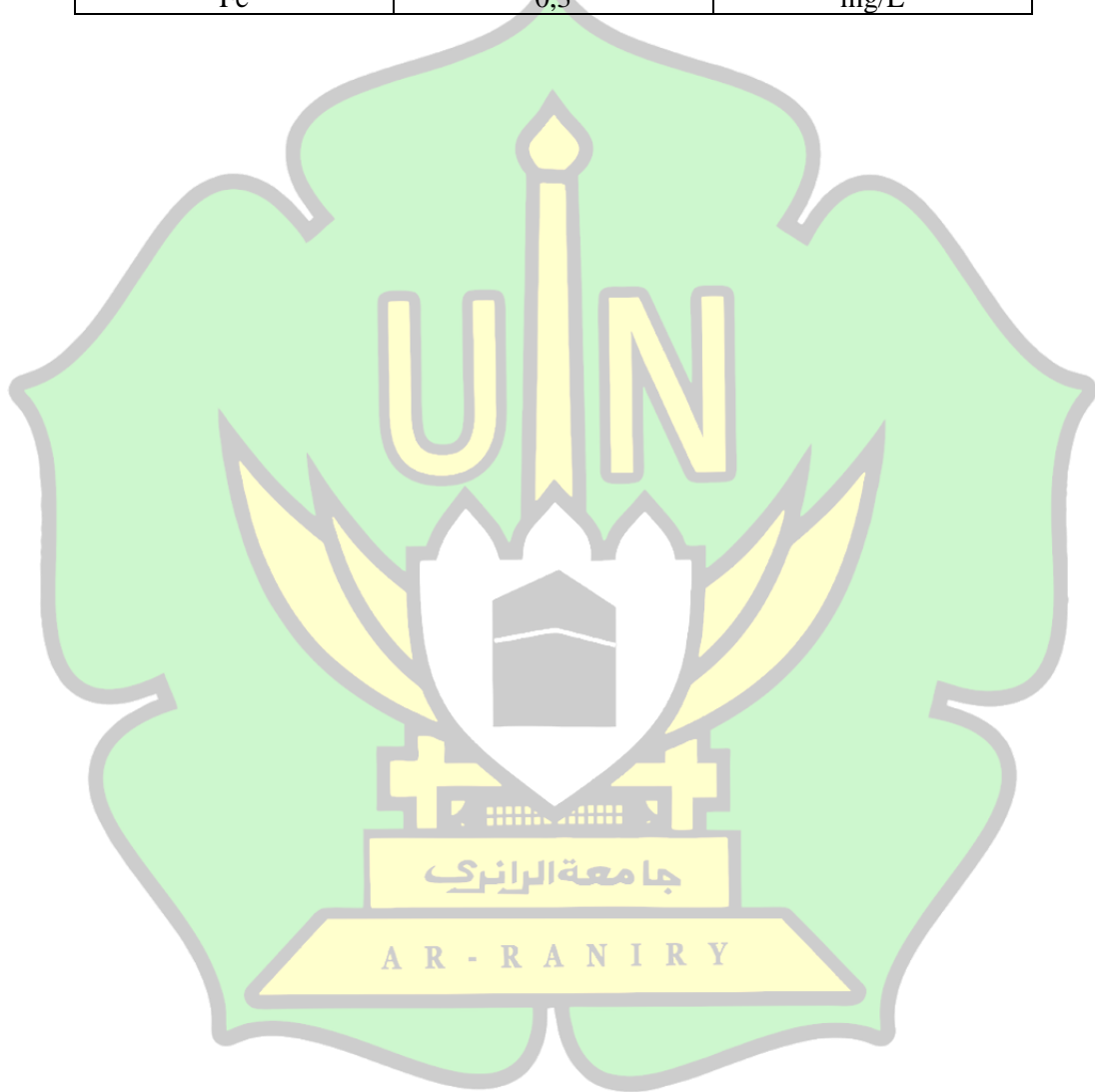
Arang aktif memiliki pori-pori serta permukaan yang luas jika dibandingkan dengan arang yang belum diaktifkan, sehingga memiliki daya serap yang tinggi (Lempang, 2014). Bambu memiliki beberapa keunggulan, yaitu tingkat pertumbuhannya cepat, memiliki luas permukaan 300 m²/gr dan bambu yang dijadikan sebagai arang memiliki pori-pori yang besar (Choirunnisa, 2018). Arang bambu memiliki struktur pori yang baik, karakteristik biologi yang khusus, serta luas permukaannya yang besar dibandingkan dengan arang kayu sehingga arang bambu baik digunakan sebagai adsorben (Widayatno, 2017). Arang bambu aktif memiliki fungsi menyerap ion logam berat, sebagai pelindung elektromagnetik, penanganan limbah organik perairan, menyerap limbah bahan pewarna, emisi sinar infra merah (Junaidi dan Hendra, 2013). Menyerap polutan pada limbah cair binatu dan mengurangi zat pencemar dalam air (Saputra dan Suparno, 2016).

2.6 Baku Mutu Air Lindi

Kegiatan tempat Pemrosesan akhir sampah ialah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air lindi yang apabila terkontaminasi ke badan air ataupun ke lingkungan dari sebuah kegiatan. Dalam hal ini harus adanya penanganan untuk pengurangan pencemar yang ada pada air lindi. Jika hasil kajian menunjukkan baku mutu air lindi yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri ini menyebabkan daya dukung dan daya tampung beban pencemaran belum terlampaui maka perlu juga adanya penguraian pencemar di dalam pengolahan baik itu pengolahan air limbah misalnya limbah cair industri, domestik serta limbah cair medis rumah sakit dan termasuk juga air lindi TPA. Baku mutu dari air lindi bisa ditinjau dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Sekjen/Kum.1/7 Tahun 2016 tentang baku mutu air lindi bagi usaha dan atau kegiatan tempat pemrosesan Akhir dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 **Baku Mutu Air Lindi**

Parameter	Kadar Paling Tinggi	
	Nilai	Satuan
pH	6-9	-
BOD	150	mg/L
COD	300	mg/L
TSS	100	mg/L
Hg	0,005	mg/L
Fe	0,3	mg/L



BAB III

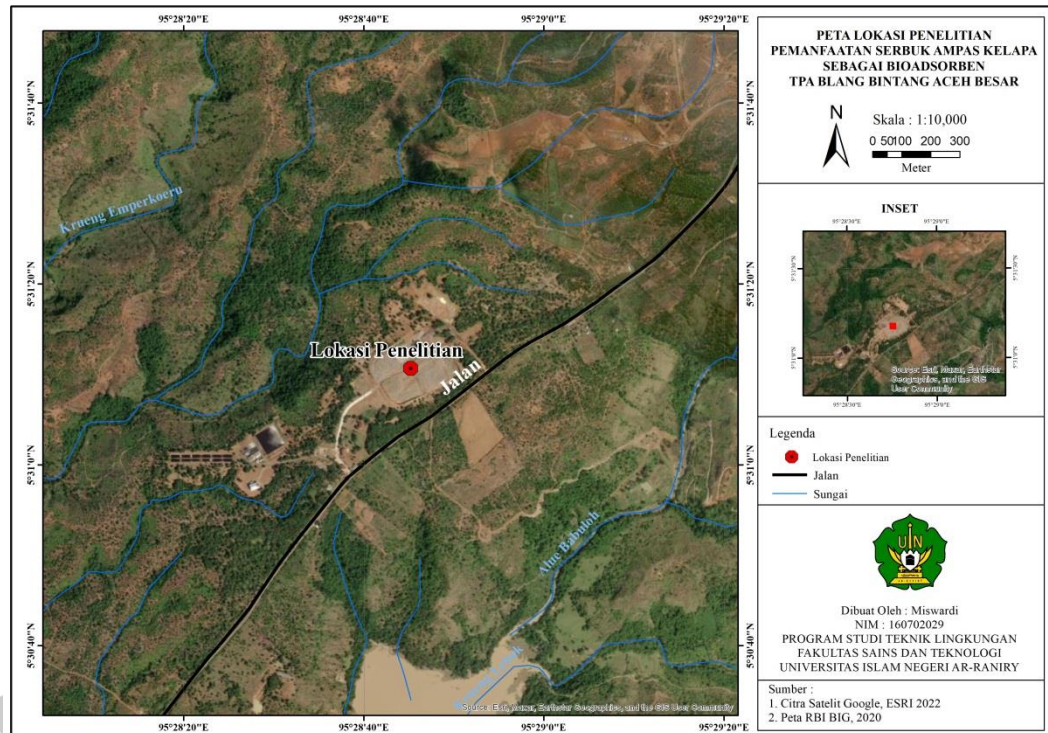
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif dan menggunakan pendekatan eksperimen. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian berdasarkan kaidah ilmiah, penelitian ini untuk mengetahui kandungan BOD, COD, TSS dan pH yang terdapat dalam air lindi TPA Blang Bintang Aceh Besar sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan dengan arang bambu aktif. Pendekatan eksperimen pengerjaannya menggunakan skala laboratorium untuk menguji variabel yang telah direkayasa serta mengamati pengaruh antara dua variabel dengan menggunakan variabel kontrol. Penelitian ini menggunakan beberapa tahap yaitu tahap aktivasi arang bambu, penentuan kondisi optimum dalam penyerapan BOD, COD dan TSS yang terdiri dari empat perlakuan. Kelompok pertama yaitu arang aktif 20 bambu sebanyak 0 gram (A1), 5 gram (A2) kelompok ketiga 10 gram (A3) dan kelompok keempat 15 gram (A4) dan setelah diketahui ukuran, kemudian penggunaan arang bambu aktif diaplikasikan ke dalam air lindi TPA.

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dan penyelesaian Tugas Akhir ini dilakukan dari bulan Januari 2023. Sampel air lindi diambil dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Blang Bintang, Aceh Besar. Sedangkan untuk penelitian dan pengujian sampel tersebut dilakukan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Darussalam Kota Banda Aceh, dan Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala di Jalan Syech Abdurrauf Nomor 10, Darussalam, Banda Aceh, Provinsi Aceh.



Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel TPA Blang Bintang, Aceh Besar

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, ayakan 100 mesh, *hot plate stirrer*, tabung reaksi (duran), gelas kimia, desikator, spatula, kaca arloji, timbangan analitik, labu ukur (duran), pipet tetes, erlenmeyer (duran), alat Spektrometri Serapan Atom (SSA) (*Shimadzu* AA-6300 Serial NO. A305245), corong, pipet ukur, *magnetic stirrer*.

3.3.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

Bahan	Besar	Satuan	Kegunaan
Air Lindi	7	Liter	Sampel
Bambu	30	gram	Adsorben arang aktif
Na ₂ CO ₃	200	Gram	Aktivator
Aquades (H ₂ O)	2	Liter	Pelarut

3.4 Prosedur Percobaan dan Pengujian

3.4.1 Cara pengambilan sampel (SNI 6989.59:2008)

Teknik pengambilan sampel mengacu pada (SNI 6989.59:2008) yaitu dengan metode *grab sampling* dimana sampel air lindi yang diambil hanya pada saat itu saja. Sampel air lindi diambil dari tempat bak penampungan, pengambilan sampel air lindi tersebut dilakukan secara langsung dengan menggunakan gayung, kemudian dimasukkan ke dalam jerigen sebanyak 7L dan dimasukkan ke dalam jerigen.



Gambar 3. 2 Tempat Pengambilan Sampel Air Lindi TPA Blang Bintang, Aceh Besar

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

3.4.2 Parameter Penelitian

Parameter penelitian ini dibagi dua bagian yaitu parameter utama dan parameter pendukung. Parameter utama ialah parameter yang diuji untuk penurunan kadar pencemar yaitu BOD, COD dan TSS sedangkan parameter pendukung adalah pH.

3.4.3 Aktivasi Karbon

Karbon dari bambu dihaluskan menggunakan mortar dan diayak dengan saringan berukuran 100 mesh, selanjutnya ditimbang karbon dari bambu sebanyak 300 g dan direndam kedalam aktivator Na_2CO_3 20% sebanyak 1000 ml selama 24 jam (Anggraeni, 2015). Setelah itu dicuci menggunakan aquades (H_2O) berulang-ulang hingga pH netral, kemudian dikeringkan menggunakan oven selama 2 jam dengan suhu 150°C . Selanjutnya karbon aktif siap digunakan dalam proses adsorpsi (Manurung, 2019).

3.4.4 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dilakukan penimbangan adsorben dan digunakan sebanyak 15 gram, 20 gram dan 25 gram. Sedangkan sampel air lindi digunakan sebanyak 1000 ml setiap perlakuan dan untuk penelitian ini menggunakan 2 kali perlakuan dengan waktu yang berbeda-beda yaitu 30 menit dan 60 menit. Kemudian sampel dilakukan pengadukan menggunakan proses adsorpsi dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Variabel Penelitian pengolahan air lindi menggunakan arang aktif dari bambu dalam proses adsorpsi dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian Arang Aktif Bambu

No.	Volume	Dosis (ml/gram)	Waktu	Kecepatan Pengadukan
1.	1000 ml	15 ml/gram	30 dan 60 menit	200 rpm
2.	1000 ml	20 ml/gram	30 dan 60 menit	200 rpm
3.	1000 ml	25 ml/gram	30 dan 60 menit	200 rpm

3.5 Parameter Penelitian

A. Pengukuran *Biological Oxygen Demand* (SNI 06.6989.72-2009)

1. Dimasukkan 250 mL sampel ke dalam botol uji BOD dan masukkan *magnetic stirrer*.
2. Ditutup botol dengan *alkalinity holder* yang di dalamnya dimasukkan NaOH untuk menghilangkan ion logam berat yang ada pada sampel.
3. Kemudian dilakukan dengan BOD sensor sebagai penutup akhir pada suhu 20°C selama 5 hari.
4. Setelah 5 hari nilai BOD akan terukur pada BOD Sensor, dan dicatat hasilnya.

B. Pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (SNI 06.6989.72-2009)

1. Dihidupkan Reaktor COD. Kemudian dipanaskan alat sampai suhu 150°C. Diletakkan pelindung plastik tepat didepan reaktor.
2. Dibuka tutup COD Digestion Reagent vial sesuai dengan range yang diinginkan: Range Konsentrasi sampel (mg/L).

Type COD Digestion Reagent Vial

0 -	150	Low range
0 -	1500	High range
0 -	15.000	High range plus

3. Diposisikan vial pada sudut 45 derajat. Pipet 2 ml sampel dan dimasukkan ke dalam vial (0.2 ml untuk range 0 - 15.000 mg/L).
4. Ditutup kembali vial dengan ketat dan digunakan alat penutup, jika dibutuhkan. Dibersihkan bagian luar vial COD dengan air aquadest dan di lap vial dengan tissue.
5. Kemudian dibolak-balikkan vial beberapa saat agar campuran menjadi homogen. Diletakkan vial pada alat pemanas COD reaktor.
6. Dibuat blanko dengan mengulangi langkah 1 sampai 6 dengan menambahkan 2 ml air aquadest sebagai sampel.
7. Dipanaskan vial selama 2 jam.

8. Dimatikan alat reaktor dan ditunggu kira-kira 20 menit agar vial menjadi dingin sampai suhu 120°C atau lebih rendah.
9. Dibolak-balikkan vial selagi hangat dan diletakkan vial pada rak. Ditunggu sampai vial menjadi dingin pada suhu kamar. Jika warna hijau muncul pada sampel yang telah dipanaskan, kemudian diukur nilai COD nya, Jika dibutuhkan, diulangi pengujian dengan menggunakan pengenceran sampel.
10. Dilakukan analisa dengan metode colorimeter dengan alat spektrofotometer.
11. Dihidupkan alat spectrofotometer.
12. Kemudian dimasukkan nomor program untuk COD low range. Ditekan 430 Enter. Dilayar akan menampilkan Dial nm to 420.

Kemudian putar-putaran panjang gelombang hingga layar menampilkan 420 nm. Pada saat panjang gelombang telah tepat, layar akan segera menampilkan: **Zero sampel**, kemudian **mg/L COD LR**.

C. Pengukuran *Total Suspended Solid* (SNI 06-6989.3-2004)

Alat yang digunakan yaitu desikator yang berisi silika gel, oven, untuk pengoperasian pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg, pengaduk *magnetic*, pipet volum, gelas ukur, cawan aluminium, cawan porselen/cawan *Gooch*, penjepit, kaca arloji dan pompa vakum. Bahan yang digunakan yaitu kertas saring Whatman No.42, air suling dan sampel air lindi TPA.

a. Persiapan Kertas Saring

- 1) Diletakkan kertas saring pada peralatan filtrasi. Dipasang vakum dan wadah pencuci dengan air suling ~~berlebih~~ 20 ml. Dilanjutkan penyedotan untuk menghilangkan semua sisa air, matikan vakum, dan hentikan pencucian.
- 2) Dipindahkan kertas saring dari peralatan filtrasi ke wadah timbang aluminium.
- 3) Dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C sampai dengan 105°C selama 1 jam, dinginkan dalam desikator kemudian timbang.
- 4) Ulangi langkah pada poin 3 sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

b. Cara Kerja

- 1) Dilakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling.
- 2) Diaduk sampel air lindi dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh sampel yang lebih homogen.
- 3) Pipet sampel air lindi dengan volume tertentu, pada waktu sampel air lindi diaduk dengan pengaduk magnetik.
- 4) Dicuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Sampel dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- 5) Dipindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga.
- 6) Dikeringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, didinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
- 7) Diulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan lakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

Perhitungan untuk mengukur TSS, menurut SNI 06-6989.3-2004.

$$TSS \text{ mg/L} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, mL}} \quad (3.1)$$

Keterangan:

A= Berat kertas saring + residu kering (mg)

B= Berat kertas saring (mg)

V= Volume sampel (ml)

D. Pengukuran pH (SNI 06-6989.11-2004)

Alat yang digunakan yaitu pH meter type HI 9813-5 dan *beaker glass*. Bahan yang digunakan yaitu kertas tisu, sampel air lindi, larutan buffer 4,0, larutan buffer 7,0 dan *aquades*.

a. Dikalibrasi Alat:

- 1) Direndam elektroda dalam larutan penyangga pH 7,0, dan diaduk perlahan elektroda, atur alat sehingga skala pH menunjukkan pH 7,0.
- 2) Diulangi prosedur dengan merendam elektroda dalam larutan penyangga pH 4,0.
- 3) Ditunggu sekitar satu menit, sampai didapatkan larutan penyangga yang sesuai dengan suhu pengukuran.

b. Penetapan pH

- 1) Dilepaskan tutup pelindung elektroda pH meter.
- 2) Dibilas elektroda dengan air *aquades* atau air suling sekali dan dikeringkan dengan tisu.
- 3) Dihidupkan alat dengan menekan tombol "ON-OFF" pada bagian alat pH meter.
- 4) Dicelupkan elektroda ke dalam *beaker glass* yang berisi sampel air lindi sampai tanda batas di dalam larutan sampel, tunggu sampai pembacaannya stabil.
- 5) Diulangi tahap 2-4 pada *beaker glass* kedua sampai kedelapan belas.
- 6) Dicatat hasil pengukuran yaitu angka pada tampilan alat pH meter.
- 7) Setelah selesai digunakan, matikan alat. Gunakan air suling untuk membersihkan elektroda dan keringkan elektroda dengan kertas tisu. Lalu dipasang kembali tutup pelindung.

3.6 Efisiensi Penurunan

$$\text{Efisiensi (EF)} = \frac{(C_0 - C_t) \times 100\%}{C_0}$$

Keterangan:

EF= Efisiensi variasi tanaman

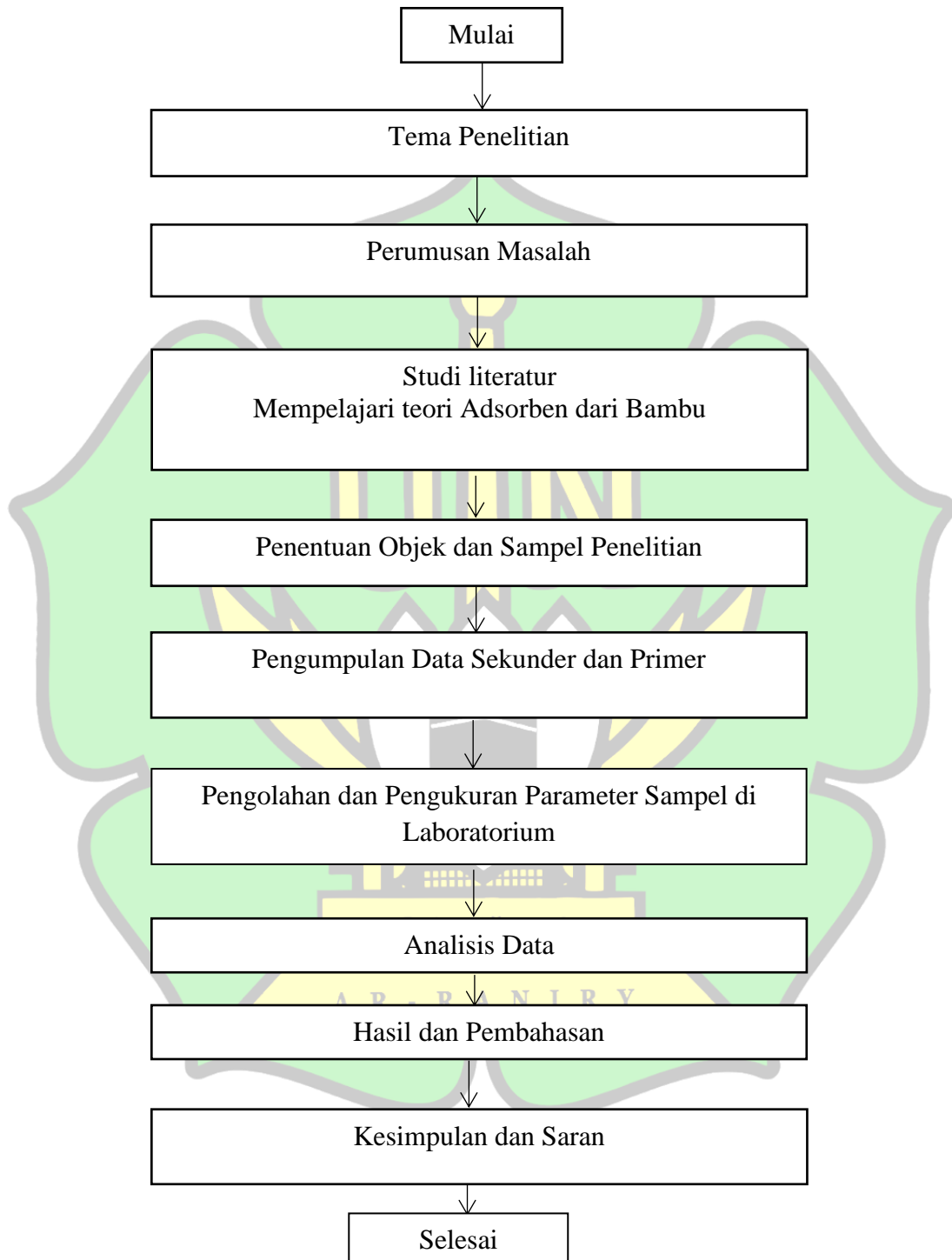
C₀ = konsentrasi awal sampel (mg/L)

C_t = konsentrasi akhir sampel (mg/L)



3.7 Kerangka Penelitian

Alur penelitian dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3. 3 Diagram Kerangka Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Proses pengolahan air lindi TPA Blang Bintang, Aceh Besar dilakukan dengan menggunakan arang aktif dari bambu sebagai adsorben dengan dosis 15 gram, 20 gram dan 25 gram. Penggunaan adsorben dari bambu memiliki perbedaan waktu yaitu selama 30 menit dan 60 menit serta kecepatan pengadukan 200 rpm. Sampel air limbah yang telah diolah dengan perlakuan yang berbeda kemudian dilakukan pengukuran terhadap kadar parameter uji yaitu *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) serta parameter pH. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Analisis Parameter BOD, COD, TSS dan pH

Perlakuan	Dosis (gram)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	pH
Pengujian Awal	0	762	1.672	261	5,6
30 menit	15	654	1.463	225	6,0
	20	546	1.263	190	6,0
	25	438	1.063	155	6,2
60 menit	15	612	1.372	216	6,3
	20	462	1.072	171	6,5
	25	312	772	126	6,4
Baku Mutu		150	300	100	6-9

Berdasarkan dari hasil pengujian pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa setelah proses pengolahan air lindi dengan menggunakan arang bambu aktif sebagai adsorben terjadi penurunan secara signifikan pada semua parameter uji. Hasil uji awal untuk parameter BOD adalah 762 mg/l, parameter COD adalah

1.672 mg/l, TSS sebesar 261 mg/l dan pH adalah 5,6. Oleh sebab itu, dari hasil pengujian tersebut menjelaskan bahwa semua parameter tidak sesuai dengan baku mutu yang sudah ditetapkan yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 59 Tahun 2016 tentang baku mutu air lindi.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh dosis arang aktif dan waktu pengadukan terhadap penurunan kadar bod pada limbah cair domestik

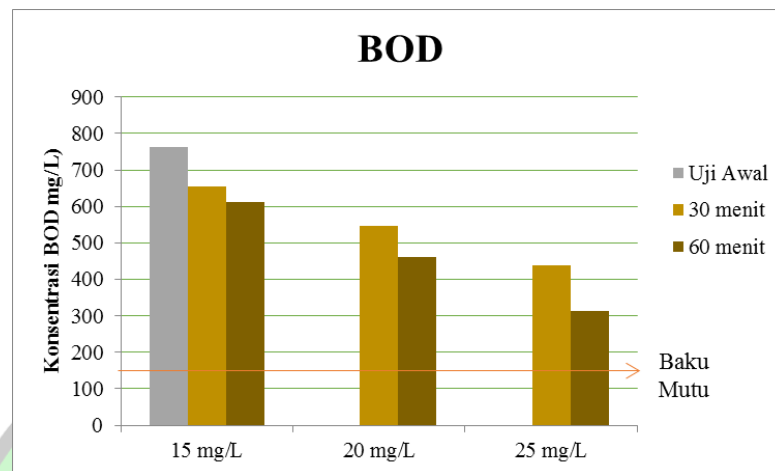
Kadar BOD dalam air limbah menunjukkan jumlah kadar zat organik yang terdegradasi secara biologi oleh bakteri (Lasindrang *et al.*, 2014). Hubungan variabel dosis adsorben dan waktu pengadukan dapat dilihat bahwa kadar BOD air lindi yang dilakukan pada *range* dosis adsorben 15 gram hingga 25 gram ke dalam 1000 ml air lindi dan dengan waktu pengadukan 30 menit sampai 60 menit mengalami penurunan setelah perlakuan menggunakan proses adsorpsi. Penurunan parameter BOD pada air lindi TPA menggunakan variasi dosis adsorben dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Nilai Persentase Penyisihan BOD

Perlakuan	Dosis (gram)	BOD (mg/l)	Nilai Persentase
30 menit	15	654	14,17%
	20	546	28,34%
	25	438	42,51%
60 menit	15	612	19,68%
	20	462	39,37%
	25	312	59,05%

Dari Tabel 4.2 dapat dilihat terjadi penurunan kadar BOD pada air lindi TPA yang cukup baik dari kadar BOD awal sebesar 762 mg/l turun menjadi 312 mg/l. Namun, hasil penurunan kadar BOD terhadap baku mutu belum sesuai menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 59 Tahun

2016 tentang baku mutu air lindi sebesar 150 mg/l. Penurunan kadar BOD dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Penyisihan Parameter BOD Terhadap Waktu

Pada Grafik Gambar 4.1 menunjukkan perubahan grafik dimana pada 15 gram dengan waktu pengadukan 30 menit terjadinya penurunan yang cukup baik terhadap kadar BOD yang mana nilai awal BOD adalah 762 mg/l menurun hingga 654 mg/l sedangkan pada dosis 20 gram memiliki nilai sebesar 546 mg/l dan untuk dosis 25 gram mampu menurunkan kadar BOD hingga 438 mg/l. Kemudian untuk waktu pengadukan 60 menit juga terjadi penurunan yang cukup signifikan yaitu menurun pada dosis 15 gram hingga 612 mg/l sedangkan pada dosis 20 gram memiliki nilai sebesar 462 mg/l dan untuk dosis 25 gram mampu menurunkan kadar BOD hingga 312 mg/L. Penurunan BOD terjadi karena zat organik yang terurai oleh bakteri diserap oleh arang bambu aktif sebagai adsorben dan arang bambu aktif terdapat senyawa yang larut dalam air sehingga mampu mengendapkan protein dari larutan. Oleh karena itu, partikel yang sangat halus dan koloid bersifat stabil dalam air dengan adanya penambahan arang bambu aktif, zat pada arang bambu aktif akan non stabilkan muatan sehingga terjadi gaya tarik-menarik dan akan membentuk flok. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter BOD terjadi penurunan setiap penambahan dosis. Akan tetapi hasil tersebut belum mencapai baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 59 Tahun 2016.

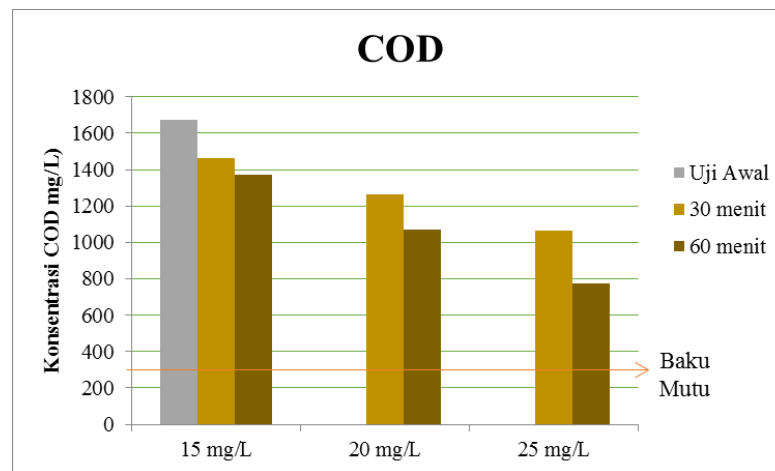
4.2.2 Pengaruh dosis arang aktif dan waktu pengadukan terhadap penurunan kadar cod pada limbah cair domestik

Menurut Wijaya (2008), kadar COD dalam air limbah berkurang seiring dengan berkurangnya konsentrasi bahan organik yang terdapat dalam air limbah. COD menggambarkan banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi secara kimia bahan organik di dalam limbah cair. Penurunan parameter BOD pada air lindi TPA menggunakan variasi dosis adsorben dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Nilai Persentase Penyisihan COD

Perlakuan	Dosis (gram)	COD (mg/l)	Nilai Persentase
30 menit	15	1.463	12,5%
	20	1.263	24,46%
	25	1.063	36,42%
60 menit	15	1.372	17,94%
	20	1.072	35,88%
	25	772	53,82%

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat terjadi penurunan kadar COD pada air lindi TPA yang cukup baik dari kadar COD awal sebesar 1.672 mg/l turun menjadi 312 mg/l. Namun hasil penurunan kadar COD terhadap standar baku mutu belum sesuai menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kebersihan Nomor 59 Tahun 2016 tentang baku mutu air lindi sebesar 300 mg/l. Penurunan kadar COD dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik Penyisihan Parameter COD Terhadap Waktu

. Pada Grafik Gambar 4.2 menunjukkan hasil penelitian juga menunjukkan bahwa konsentrasi dari air lindi TPA mengalami penurunan disetiap penambahan dosis arang bambu aktif. Dimana semakin banyak dosis arang aktif yang digunakan maka semakin baik dalam menurunkan kadar COD air lindi TPA karena semakin banyak adsorben yang dapat menyerap COD dalam air lindi TPA. Penurunan kadar COD yang belum mencapai baku mutu dikarenakan tingginya nilai awal COD pada air lindi TPA sedangkan arang bambu aktif yang ditambahkan masih kurang banyak.

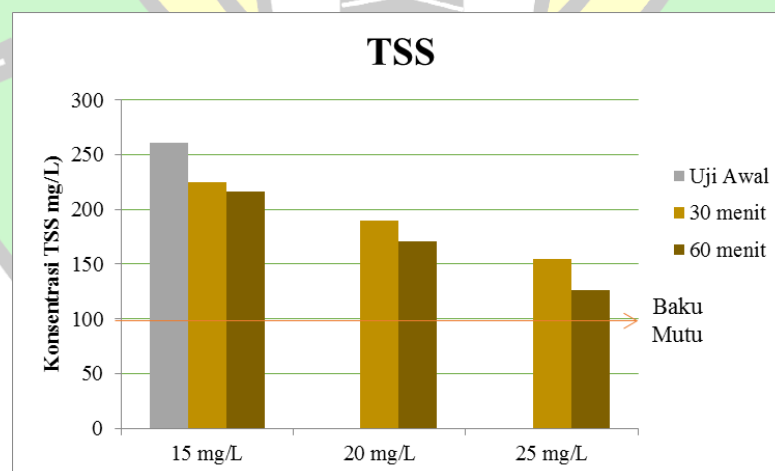
4.2.3 Pengaruh dosis arang aktif dan waktu pengadukan terhadap penurunan kadar tss pada limbah cair domestik

Nilai TSS merupakan jumlah total padatan yang terlarut di dalam air. Nilai TSS sangat erat kaitannya dengan nilai kekeruhan. Semakin tinggi nilai TSS maka nilai kekeruhan juga akan semakin tinggi. Nilai TSS tertinggi terdapat pada perlakuan pengadukkan selama 60 menit dan terendah pada perlakuan pengadukkan selama 30 menit. Penurunan parameter TSS pada air lindi TPA menggunakan variasi dosis adsorben dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Nilai Persentase Penyisihan TSS

Perlakuan	Dosis (gram)	TSS (mg/l)	Nilai Persentase
30 menit	15	225	13,79%
	20	190	72,20%
	25	155	40,61%
60 menit	15	216	17,24%
	20	171	34,48%
	25	126	51,72%

Dari Tabel 4.4 dapat dilihat terjadi penurunan kadar TSS pada air lindi TPA yang cukup baik dari kadar TSS awal sebesar 261 mg/l turun menjadi 126 mg/l. Namun hasil penurunan kadar TSS terhadap baku mutu belum sesuai menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kebersihan Nomor 59 Tahun 2016 tentang baku mutu air lindi sebesar 100 mg/l. Penurunan kadar TSS dapat dilihat pada Gambar 4.3.

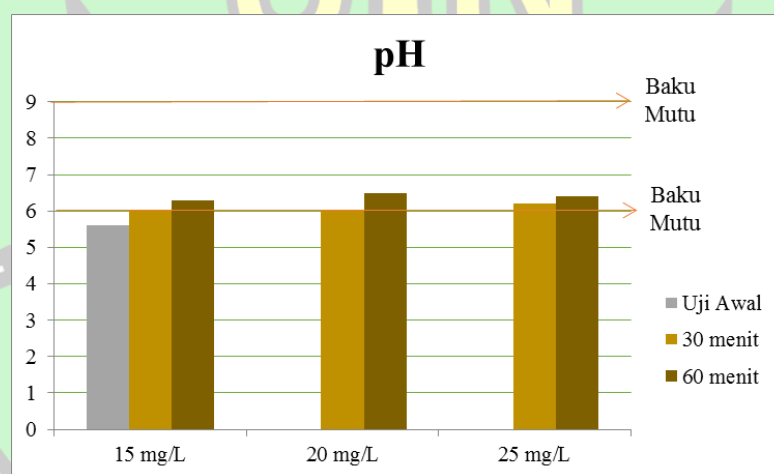
**Gambar 4.3** Grafik Penyisihan Parameter TSS Terhadap Waktu

Pada Grafik Gambar 4.3 menunjukkan hasil penurunan kadar TSS diduga karena daya adsorpsi dari arang bambu sehingga mampu menyerap padatan-padatan yang tersuspensi dalam air karena arang bambu memiliki pori-pori yang

luas. Seperti yang disampaikan oleh Prabowo (2009) bahwa karbon aktif merupakan adsorben yang mampu dalam sistem adsorpsi karbon aktif, memiliki permukaan yang besar dan daya adsorpsi yang tinggi sehingga pemanfaatannya dapat optimal. Dimana penurunan kadar TSS diduga terjadi karena kemampuan dari arang bambu aktif menyerap padatan-padatan tersuspensi yang terdapat pada air lindi.

4.2.4 pH

Salah satu parameter fisik air lindi adalah pH. Kehidupan mikroorganisme salah satunya dipengaruhi oleh pH. pH air lindi yang terlalu asam jika dibuang ke lingkungan perairan akan mengganggu kehidupan makhluk hidup aquatik, beberapa ion logam yang tadinya mengendap akan larut dan merusak perpipaan logam karena korosi (Lasindrang *et al.*, 2014). Nilai pH setelah penggunaan arang bambu aktif sebagai adsorben dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Parameter pH Terhadap Waktu

Nilai pH selama proses adsorpsi disajikan dalam Gambar 4.4 yang dimana nilai derajat keasaman (pH) berpengaruh besar terhadap adsorpsi, karena pH menentukan tingkat ionisasi larutan sehingga dapat mempengaruhi adsorpsi senyawa-senyawa organik asam atau basa lemah. Meningkatnya nilai pH terjadi karena netralisasi muatan negatif karbon oleh ion-ion nitrogen yang menyebabkan permukaan karbon lebih baik untuk mengadsorpsi bahan pencemar (Azamia, 2012). Sedangkan hasil penelitian menunjukkan nilai pH pada air lindi berubah

fluktuatif tetapi tidak terlalu signifikan yaitu antara 6,0 sampai 6,5 karena penggunaan arang aktif bambu tidak mempengaruhi nilai pH air lindi. Nilai pH yang tidak berubah secara signifikan dan pada rentang pH normal menyebabkan proses adsorpsi berjalan optimal. Oleh sebab itu nilai pH masih berada pada rentang yang diperbolehkan sesuai dengan baku mutu yaitu 6,0 - 9,0 pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kebersihan Nomor 59 Tahun 2016 tentang baku mutu air lindi.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengolahan air lindi TPA Blang Bintang, Aceh Besar dengan menggunakan arang bambu aktif adsorben dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS terjadi penurunan yang cukup signifikan. Akan tetapi, kadar parameter tersebut belum memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 59 Tahun 2016 tentang baku mutu air lindi.
2. Penurunan kadar polutan tertinggi dengan menggunakan arang bambu aktif sebagai adsorben terhadap kadar BOD, COD, TSS adalah terjadi pada dosis koagulan 25 gram dengan waktu pengadukan 60 menit. Efisiensi penurunan BOD, COD dan TSS air lindi TPA Blang Bintang, Aceh Besar yaitu sebesar 312 mg/l, 772 mg/l dan 126 mg/l serta nilai pH masih dalam rentang normal yaitu 6,4.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah :

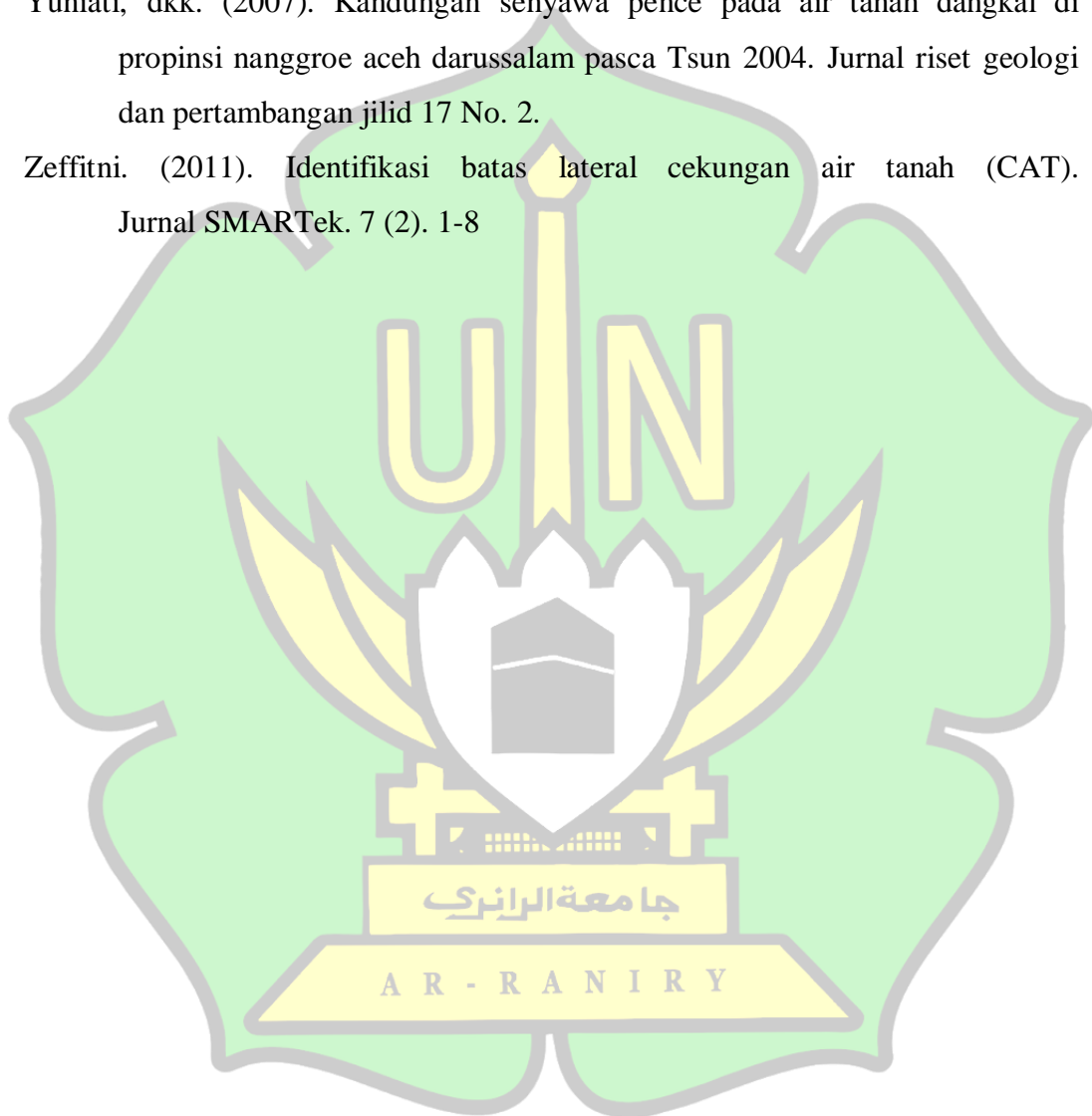
1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat digunakan arang bambu aktif dan media adsorben lainnya dalam kombinasi media untuk mengolah air lindi TPA.
2. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat digunakan arang bambu aktif sebagai adsorben dalam menurunkan parameter hingga mencapai baku mutu dari limbah cair lainnya dengan variasi tertentu.
3. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat memvariasikan dosis dan waktu pengadukan lebih banyak lagi untuk mencapai nilai optimum pada penggunaan arang bambu aktif dan kombinasi media lainnya sebagai adsorben.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliani, A. (2010). Pemanfaatan arang ampas tebu sebagai absorben ion logam Cu, Cd, Cr, dan Pb dalam air limbah. *Jurnal lingkungan. Kimia. Sains dan Teknologi*. UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Aryanti, L. (2011). *Pemanfaatan rumput laut Sargassum sp. sebagai adsor limbah cair industri rumah tangga perikanan*. Skripsi. Bogor: Faku Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Ekatrismawan, R. (2016). *Pemanfaatan karbon aktif ampas tebu untuk menurunkan kadar logam pb dalam larutan air*. Skripsi. Semarang: FMIPA-UNNES.
- Pinandari (2011). Penyerapan logam fe dan menggunakan karbon aktif dari ampas tebu yang diaktifasi dengan K Jurnal. *Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau*.
- Pohland, H. (2001). Pemanfaatan ampas tebu sebagai ba alternatif pengatanti bahanpeyerap sintetik logam-logam berat pada limbah. Padang: FMIPA UNAND.
- Polar, H. (2008). *Pencemaran dan toksikologi pencemaran logam Berat*. Rineka Cipta.
- Prabarini, N. (2012). Penyisihan logam besi (fe) pada air sumur dengan karbon aktif dari tempurung kemiri. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol. 5 No. 2*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jatim.
- Purwaningsih, D. (2009). Adsorpsi multi logam Ag(I), Pb(II), Cr(III), Cu(II) Ni(II) pada hibrida etilendiamino-silika dari abu sekam padi. *Ju Penelitian Saintek*. A R - R A N I R Y
- Ramdja, dkk. (2008). Pembuatan karbon aktif pelepah kelapa (cocus nucifera) *Jurnal Teknik Kimia. No. 2, Vol. 15*. Tek Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Razif, M. (2005). Pemanfaatan kulit biji mente untuk arang aktif sebagai adsor terhadap penurunan fenol. *Jurnal Purivikasi*.

- Sembiring, M.T dan Sinaga, T.S (2003). *Arang Aktif (Pengenalandan Proses Pembuatannya)*, Skripsi: Sumatera Utara: Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Slamet, J. Soemirat. (1994) Kesehatan lingkungan. Penerbit Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- SNI 06.6989.72-2009 Teknik Pengujian BOD.
- SNI 06.6989.72-2009 Teknik Pengujian COD.
- SNI 06-6989.3-2004 Teknik Pengujian TSS.
- SNI 06-6989.11-2004 Teknik Pengujian pH.
- SNI 6989.59:2008 Teknik Pengambilan Sampel.
- Sofa, D. (2010). Pembuatan arang aktif dari batang jagung menggunakan aktivator asam sulfat dan penggunaannya pada penjerapan ion tembaga (II) Makara, Sains, Vol. 14, No. 1. Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Mataram.
- Standar Nasional Indonesia SNI No 6989.4:2009. Standar Nasional Indonesia SNI No. 06-3730-1995.
- Suhendra, D. (2010). Pembuatan arang aktif dari batang jagung menggunakan aktivator asam sulfat dan penggunaannya pada penjerapan ion tembaga (II) Makara, Sains, Vol. 14, No. 1. Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Mataram.
- Suriawiria, U. (2005). Air dalam kehidupan dan lingkungan yang sehat. PT Alumni: Bandung.
- Suryana, N. (2001). Teori instrumentasi dan teknik analisa AAS. Jakarta: Pusat Pengujian Mutu Barang.
- Syukur, dkk. (2012). Sifat tanah dan air yang terpengaruh tsunami di Kecamatan Lhoknga Kabupaten Aceh Besar. Jurnal Florate 7:1-12. Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Syiah Kuala: Banda Aceh.
- Triatmadja, R. (2007). Sistem penyediaan air minum perpipaan, Yogyakarta.
- Villacarias, F. (2005). Adsorption of simple aromatic compounds on activated carbon. Journal of Colloid and Interface Science 293:128-136.

- Villacarias, F. (2013). Adsorption of simple aromatic compounds on activated carbon. *Journal of Colloid and Interface Science* 293:128-136.
- Widowati, dkk. (2008). Efek toksik logam :Yogyakarta.
- Yoseva, dkk. (2015). Pemanfaatan limbah ampas tebu sebagai adsorben untuk peningkatan kualitas air gambut. *Jurnal FMIPA Volume 2 No.1*.
- Yuniati, dkk. (2007). Kandungan senyawa pence pada air tanah dangkal di propinsi nangroe aceh darussalam pasca Tsun 2004. *Jurnal riset geologi dan pertambangan jilid 17 No. 2*.
- Zeffitni. (2011). Identifikasi batas lateral cekungan air tanah (CAT). *Jurnal SMARTek. 7 (2). 1-8*



LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian

Gambar	Keterangan
	Arang Aktif dari Bambu
	Pengayakan Pertama

Gambar

Keterangan



Pengayakan Kedua



Pengayakan Ketiga

جامعة البر

ANIRY

Gambar

Keterangan



Hasil Ayakan



Penimbangan Arang Aktif

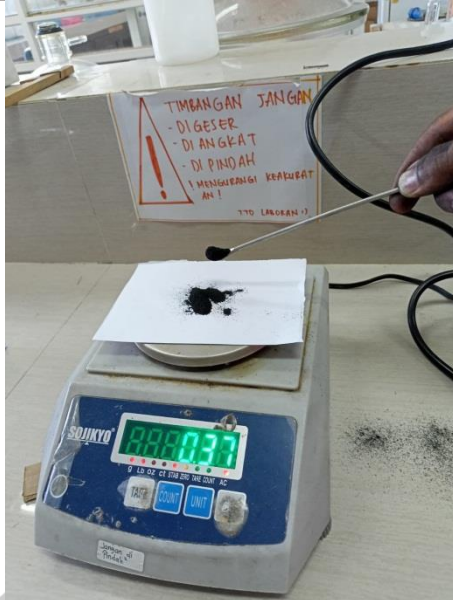


جامعة البر

ANIRY

Gambar

Keterangan



Penimbangan kedua



Pengadukkan menggunakan *magnetic stirrer*

جامعة البر

ANIRY

Gambar**Keterangan**

Penyalinan Sampel



Pengukuran pH

جامعة البر

ANIRY

Gambar**Keterangan**

Pengukuran pH



LAMPIRAN

Lampiran 2. Perhitungan Persentase

1. Efisiensi Penurunan BOD dosis 15 mg/l dengan waktu 30 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(762 - 654)}{762} \times 100\%$$

$$EP = 14,17\%$$

2. Efisiensi Penurunan BOD dosis 20 mg/l dengan waktu 30 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(762 - 546)}{762} \times 100\%$$

$$EP = 28,34\%$$

3. Efisiensi Penurunan BOD dosis 25 mg/l dengan waktu 30 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(762 - 438)}{762} \times 100\%$$

$$EP = 42,51\%$$

4. Efisiensi Penurunan BOD dosis 15 mg/l dengan waktu 60 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(762 - 612)}{762} \times 100\%$$

$$EP = 19,68\%$$

5. Efisiensi Penurunan BOD dosis 20 mg/l dengan waktu 60 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(762 - 462)}{762} \times 100\%$$

$$EP = 39,37\%$$

6. Efisiensi Penurunan BOD dosis 25 mg/l dengan waktu 60 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(762 - 312)}{762} \times 100\%$$

$$EP = 59,05\%$$

7. Efisiensi Penurunan COD dosis 15 mg/l dengan waktu 30 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(1.672 - 1.463)}{1.672} \times 100\%$$

$$EP = 12,5\%$$

8. Efisiensi Penurunan COD dosis 20 mg/l dengan waktu 30 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(1.672 - 1.263)}{1.672} \times 100\%$$

$$EP = 24,46\%$$

9. Efisiensi Penurunan COD dosis 25 mg/l dengan waktu 30 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(1.672 - 1.063)}{1.672} \times 100\%$$

$$EP = 36,42\%$$

10. Efisiensi Penurunan COD dosis 15 mg/l dengan waktu 60 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(1.672 - 1.372)}{1.672} \times 100\%$$

$$EP = 17,94\%$$

11. Efisiensi Penurunan COD dosis 20 mg/l dengan waktu 60 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(1.672 - 1.072)}{1.672} \times 100\%$$

$$EP = 35,88\%$$

12. Efisiensi Penurunan COD dosis 25 mg/l dengan waktu 60 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(1.672 - 772)}{1.672} \times 100\%$$

$$EP = 53,82\%$$

13. Efisiensi Penurunan TSS dosis 15 mg/l dengan waktu 30 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(261 - 225)}{261} \times 100\%$$

$$EP = 13,79\%$$

14. Efisiensi Penurunan TSS dosis 20 mg/l dengan waktu 30 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(261 - 190)}{261} \times 100\%$$

$$EP = 72,20\%$$

15. Efisiensi Penurunan TSS dosis 25 mg/l dengan waktu 30 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(261 - 155)}{261} \times 100\%$$

$$EP = 40,61\%$$

16. Efisiensi Penurunan TSS dosis 15 mg/l dengan waktu 60 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(261 - 216)}{261} \times 100\%$$

$$EP = 17,24\%$$

17. Efisiensi Penurunan TSS dosis 20 mg/l dengan waktu 60 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(261 - 171)}{261} \times 100\%$$

$$EP = 34,48\%$$

18. Efisiensi Penurunan TSS dosis 25 mg/l dengan waktu 60 menit

$$EP = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100\%$$

$$EP = \frac{(261 - 126)}{261} \times 100\%$$

$$EP = 51,72\%$$