

**PEMANFAATAN *BOTTOM ASH* PLTU SEBAGAI MEDIA FILTER UNTUK  
MENGOLAH LIMBAH TAHU**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik dan Memenuhi  
Persyaratan Guna Menyelesaikan Studi  
pada Program Studi Teknik Lingkungan**

**Disusun Oleh :**

**FIKI ANGGA MULIA  
2114020010**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH  
BANDA ACEH  
2025**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH  
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Tgk. Imum Lueng Bata, Batoh, Banda Aceh, Kode Pos 23245  
Email : [ft@serambimekkah.ac.id](mailto:ft@serambimekkah.ac.id) / Website : [www.ft.serambimekkah.ac.id](http://www.ft.serambimekkah.ac.id)

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN *BOTTOM ASH* PLTU SEBAGAI MEDIA  
FILTER UNTUK MENGOLAH LIMBAH TAHU

Oleh:

Nama : Fiki Angga Mulia  
NPM : 2114020010  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Teknik

Menyetujui

Pembimbing I

Dr. Ir. T. Muhammad Zulfikar, S.T, MP, IPU  
NIDN. 0126047304

Pembimbing II

Irda Yunita S.T, M. Sc  
NIDN. 1328068801

Mengetahui

Ketua Program Studi  
Teknik Lingkungan



Ir. Vera Viena S.T, M.T  
NIDN. 0123067802



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH  
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Tgk. Imum Lueng Bata, Batoh, Banda Aceh. Kode Pos 23245  
Email : ft@serambimekkah.ac.id Website : www.ft.serambimekkah.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN *BOTTOM ASH* PLTU SEBAGAI  
MEDIA FILTER UNTUK MENGOLAH LIMBAH  
TAHU

Nama : Fiki Angga Mulia  
Npm : 2114020010  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Teknik

Telah Disidangkan Pada Tanggal 10 Juli 2025

Dan Dinyatakan Lulus

Menyetujui :

Pembimbing I : Dr. Ir. T. Muhammad Zulfikar, S.T, MP. IPU (.....)

Pembimbing II : Irda Yunita S.T, M. Sc (.....)

Penguji I : Dr. Ir. Elvitriana, M.Eng. (.....)

Penguji II : Ir Bahagia S.T, M.T . IPM (.....)

Mengetahui

  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Serambi Mekkah  
Dr. Ir. Elvitriana, M.Eng.  
NIDN: 0129016601

  
Ketua Program Studi  
Teknik Lingkungan  
Ir Vera Viena, S.T., M.T.  
NIDN. 0123067802

## ABSTRAK

Limbah cair dari industri tahu merupakan sumber pencemaran air yang signifikan, mengandung bahan organik tinggi yang dapat merusak ekosistem perairan. Di sisi lain, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) menghasilkan bottom ash dalam jumlah besar, yang pemanfaatannya masih belum optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi bottom ash dari PLTU Nagan Raya, Aceh, sebagai media filter alternatif yang ekonomis dan ramah lingkungan untuk mengolah limbah cair tahu. Fokus utama adalah mengevaluasi efektivitas bottom ash dalam menurunkan konsentrasi COD, TSS, serta menetralkan pH. Metode yang digunakan adalah eksperimental kuantitatif dengan sistem filtrasi berlapis, terdiri dari kerikil, ijuk, pasir, dan bottom ash sebagai adsorben. Waktu kontak antara limbah dan media filter divariasikan selama 2, 4, dan 6 jam, dengan kontrol filter tanpa bottom ash. Sampel awal menunjukkan kadar TSS sebesar 560 mg/L dan pH 3,8, yang jauh di bawah baku mutu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bottom ash secara signifikan meningkatkan kualitas limbah, dengan efisiensi penyisihan TSS tertinggi mencapai 82,85% pada waktu kontak 6 jam, menurunkan TSS menjadi 96 mg/L. Penurunan COD tertinggi terjadi pada waktu kontak 2 jam dengan efisiensi 24,8%. Bottom ash juga efektif menetralkan limbah, menaikkan pH menjadi rentang netral (6,2 – 7,0). Temuan ini menunjukkan bahwa bottom ash PLTU memiliki potensi besar sebagai media filter untuk limbah cair industri tahu.

**Kata Kunci :** *Bottom Ash* Batu Bara, Media Filter, Waktu Kontak, Limbah Cair Tahu

## ***ABSTRACT***

Liquid waste from the tofu industry is a significant source of water pollution, containing high levels of organic materials that can harm aquatic ecosystems. On the other hand, Coal-Fired Power Plants (CFPP) produce a large amount of bottom ash, which is still underutilized. This study aims to explore the potential of bottom ash from the Nagan Raya CFPP in Aceh as an economical and environmentally friendly alternative filter medium for treating tofu wastewater. The main focus is to evaluate the effectiveness of bottom ash in reducing Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), and neutralizing pH. The method employed is a quantitative experimental approach using a layered filtration system consisting of gravel, coir, sand, and bottom ash as the adsorbent. The contact time between the wastewater and the filter medium was varied for 2, 4, and 6 hours, with a control filter without bottom ash. Initial samples showed TSS levels of 560 mg/L and a pH of 3.8, which are far below the quality standards. The results indicate that the use of bottom ash significantly improves wastewater quality, with the highest TSS removal efficiency reaching 82.85% at a contact time of 6 hours, reducing TSS to 96 mg/L. The highest COD reduction occurred at a contact time of 2 hours, with an efficiency of 24.8%. Bottom ash was also effective in neutralizing the wastewater, raising the pH to a neutral range (6.2 – 7.0). These findings suggest that bottom ash from CFPP has great potential as a filter medium for tofu wastewater.

**Keywords :** *Bottom Ash, Filter Medium, Contact Time, Tofu Liquid Waste.*

## KATA PENGANTAR

Segala puji hanya kepada Allah SWT yang telah memberi anugerah Al-Qur'an sebagai rahmat bagi segenap alam. Selawat dan salam senantiasa dicurahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya yang telah membawa kita ke dalam dunia yang penuh ilmu pengetahuan. Atas berkah dan rahmatNya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Pemanfaatan Bottom Ash PLTU Sebagai Media Filter untuk Mengolah Limbah Tahu**”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Serambi Mekkah Banda Aceh.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini Penulis mendapat banyak bantuan serta dukungan. Oleh karena itu, Penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Orang Tua dan Keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan kepada Penulis selama ini.
2. Dr. Ir. Elvitriana, M. Eng selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah.
3. Ir. Vera Viena, ST., MT selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah.
4. Dr. Ir. T. Muhammad Zulfikar, ST, MP. IPU selaku Pembimbing I yang telah penuh kesabaran meluangkan waktunya memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi yang sangat berharga, baik selama Penulis mengikuti perkuliahan maupun menyusun Tugas Akhir ini.
5. Irda Yunita, ST, M. Sc selaku Pembimbing II yang telah penuh kesabaran meluangkan waktunya memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi yang sangat berharga, baik selama Penulis mengikuti perkuliahan maupun menyusun Tugas Akhir.
6. Sahabat seperjuangan Jasman Bako yang telah memberikan bantuan dan

dorongan serta atas kerjasama.

7. Idon Fadri, Tasya Novika, Erna Wati memberikan bantuan dan dorongan untuk selalu mensupport selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
8. Serta semua pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna, untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak selalu Penulis harapkan.

Banda Aceh, 18 Juni 2025

Fiki Angga Mulia

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SETELAH SEMINAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ivi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ixii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 <i>Bottom Ash</i> (Abu Dasar).....	5
2.2 Pemanfaatan <i>Bottom Ash</i> .....	6
2.3 Filtrasi.....	7
2.4 Media Filtrasi .....	10
2.4.1 Pasir .....	10
2.4.2 Ijuk.....	11
2.4.3 Kerikil .....	11
2.5 Limbah Cair.....	12
2.5.1 Limbah Cair Tahu .....	13
2.5.2 Baku Mutu Limbah Cair Tahu.....	15
2.6 Parameter Pada Air Limbah .....	15
2.7 Bahaya Limbah Cair Tahu Terhadap Lingkungan .....	16



2.8 Penelitian Terdahulu.....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
3.1 Desain Penelitian .....	20
3.2 Bahan dan Alat .....	20
3.2.1 Bahan .....	20
3.2.2 Alat .....	20
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	21
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian .....	22
3.5 Metode Penelitian.....	23
3.6 Prosedur Penelitian.....	23
3.6.1 Identifikasi Masalah.....	23
3.6.2 Pengambilan Data Sampel.....	23
3.6.3 Pengujian Tahap Awal.....	24
3.6.4 Tahap Media Filtrasi.....	24
3.6.5 Analisa Hasil.....	25
3.7 Perhitungan Efisiensi.....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1 Hasil.....	27
4.1.1 Hasil Uji Parameter Awal Limbah Cair Tahu .....	27
4.1.2 Hasil Uji Pengaruh Waktu Kontak terhadap Penurunan Parameter COD, TSS, dan pH.....	28
4.1.3 Hasil Perhitungan Efisiensi Terhadap Parameter COD, TSS, dan pH Menggunakan <i>Bottom Ash</i> .....	28
4.1.4 Hasil Uji Pengolahan Limbah Cair Tahu Tanpa Menggunakan <i>Bottom Ash</i> Batu Bara .....	29
4.1.5 Hasil Perhitungan Efisiensi Terhadap Parameter COD, TSS, dan pH Tanpa Menggunakan <i>Bottom Ash</i> .....	30
4.2 Pembahasan .....	30

4.2.1 Pengaruh Adsorben <i>Bottom Ash</i> Batu Bara terhadap Perubahan Nilai COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) pada Air Limbah Tahu .....	31
4.2.2 Pengaruh Adsorben <i>Bottom Ash</i> Batu Bara terhadap Perubahan Nilai TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) Pada Air Limbah Tahu .....	33
4.2.3 Pengaruh Adsorben <i>Bottom Ash</i> Batu Bara Terhadap Perubahan Nilai pH ( <i>Potential Of Hydrogen</i> ) Pada Air Limbah Tahu .....	36
4.2.4 Hasil Perhitungan Efisiensi pada Parameter COD .....	40
4.2.5 Hasil Perhitungan Efisiensi pada Parameter TSS .....	43
4.2.6 Hasil Perhitungan Efisiensi pada Parameter pH .....	46
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>51</b>
5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>59</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Bottom Ash</i> .....	6
Gambar 2.2 Pasir .....	11
Gambar 2.3 Ijuk .....	11
Gambar 2.4 Kerikil.....	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	21
Gambar 3.2 Menggunakan Adsorben .....	25
Gambar 3.3 Tanpa Adsorben .....	25
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Waktu Filtrasi menggunakan adsorben <i>Bottom Ash</i> terhadap Perubahan Nilai COD.....	32
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Waktu Filtrasi Tanpa adsorben <i>Bottom Ash</i> terhadap Perubahan Nilai COD .....	32
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Waktu Filtrasi menggunakan adsorben <i>Bottom Ash</i> Terhadap Perubahan Nilai TSS .....	35
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Waktu Filtrasi Tanpa adsorben <i>Bottom Ash</i> terhadap Perubahan Nilai TSS .....	35
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Waktu Filtrasi menggunakan adsorben <i>Bottom Ash</i> terhadap Perubahan Nilai pH .....	38
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Waktu Filtrasi Tanpa adsorben <i>Bottom Ash</i> terhadap Perubahan Nilai pH .....	38
Gambar 4.7 Hasil Perhitungan Efisiensi Menggunakan Adsorben Pada Parameter COD .....	41
Gambar 4.8 Hasil Perhitungan Efisiensi Tanpa Adsorben Pada Parameter COD ...	42
Gambar 4.9 Hasil Perhitungan Efisiensi Menggunakan Adsorben Pada Parameter TSS .....	44
Gambar 4.10 Hasil Perhitungan Efisiensi Tanpa Adsorben Pada Parameter TSS...	45
Gambar 4.11 Hasil Perhitungan Efisiensi Menggunakan Adsorben Pada Parameter pH.....	48
Gambar 4.12 Hasil Perhitungan Efisiensi Tanpa Adsorben Pada Parameter pH.....	49

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah.....	15
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu .....	18
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	22
Tabel 4.1 Hasil Analisa Sampel Awal dan Baku Mutu Limbah Cair Tahu .....	27
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Limbah Cair Tahu Menggunakan <i>Bottom Ash</i> .....	28
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Efisiensi Limbah Cair Tahu Menggunakan <i>Bottom Ash</i> .....	29
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Limbah Cair Tahu Tanpa Menggunakan <i>Bottom Ash</i> ...	29
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Limbah Cair Tahu Tanpa Menggunakan <i>Bottom Ash</i> ...	30
Tabel 4.6 Hasil Uji Parameter COD Setelah Filtrasi Menggunakan Adsorben dan Tanpa Adsorben <i>Bottom Ash</i> Batu Bara.....	31
Tabel 4.7 Hasil Uji Parameter TSS Setelah Filtrasi Menggunakan Adsorben dan Tanpa Adsorben <i>Bottom Ash</i> Batu Bara.....	34
Tabel 4.8 Hasil Uji Parameter pH Setelah Filtrasi Menggunakan Adsorben dan Tanpa Adsorben <i>Bottom Ash</i> Batu Bara.....	37
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Efisiensi Parameter COD Setelah Filtrasi Menggunakan Adsorben .....	40
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Efisiensi Parameter TSS Setelah Filtrasi Menggunakan Adsorben .....	43
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Efisiensi Parameter pH Setelah Filtrasi Menggunakan Adsorben .....	46

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Jumlah air tawar di bumi sangat terbatas, akan tetapi kebutuhan air terus meningkat dengan meningkatnya populasi manusia di bumi (Lestari dkk, 2021).

Permasalahan air yang sering terjadi pada saat ini adalah pencemaran air, Pencemaran air terjadi akibat peningkatan aktivitas manusia, industri dan pelaku usaha yang menghasilkan limbah cair yang berdampak buruk bagi lingkungan perairan. Badan air disalahgunakan menjadi tempat pembuangan baik itu limbah maupun sampah tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu, sehingga dapat menimbulkan beberapa dampak diantaranya krisis air bersih, rusaknya ekosistem air dan tercemarnya badan air (Yohannes, dkk., 2019).

Salah satu sumber pencemar air yang paling sering dijumpai adalah limbah dari hasil pembuatan tahu. Tahu merupakan makanan olahan dari kacang kedelai yang mengandung protein tinggi dan harganya yang relatif murah, sehingga banyak industri besar maupun rumahan yang memproduksi tahu (Azhari.,2016). Pertumbuhan industri tahu berpotensi menghasilkan limbah, berupa limbah cair dan limbah padat. Limbah cair yang dihasilkan dari proses pencucian, pengepresan, pencetakan dan perebusan, berupa padatan yang tersuspensi dan limbah organik yang banyak mengandung asam amino dan protein yang tinggi (Netty, dkk., 2017).

Limbah cair tahu mengandung senyawa-senyawa organik yang tinggi yang berdampak buruk bagi lingkungan perairan. Beberapa parameter yang dihasilkan oleh limbah cair tahu adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Total Suspended Solid* (TSS), dan pH (Yudhistira, dkk.,2016). Mengetahui adanya permasalahan pencemaran air maka perlu dilakukan upaya untuk pemulihan badan air. Banyak metode-metode yang telah teruji dalam pemulihan

badan air dan penyerapan parameter-parameter pada limbah, salah satunya metode adsorben (Sayow, dkk., 2020).

Industri tahu dapat meningkatkan perekonomian masyarakat, tetapi juga dapat memberi dampak negatif karena limbah yang dihasilkan dapat mencemari lingkungan (Matilda et al., 2016). Pengolahan tahu akan menghasilkan buangan atau ada sisa yang dapat berupa limbah. Limbah apabila tidak dilakukan penanganan dengan baik akan menyebabkan pencemaran (Indah et al., 2014). Industri tahu yang menghasilkan limbah cair, apabila tidak dilakukan pengelolaan dan dibuang ke perairan, akan mempengaruhi sifat fisik, kimia air yang berpengaruh pada kelangsungan hidup organisme perairan. Para pelaku usaha tidak menyadari dan minimnya wawasan tentang pengelolaan limbah cair tahu yang akan berdampak ke lingkungan (Nasir *et al.*, 2015).

Batu Bara merupakan sumber bahan bakar yang banyak digunakan dalam proses pembakaran di industri misalnya pada pembangkit listrik PLTU (Wardani dkk, 2021). Pada proses pembakarannya menghasilkan 150 – 200 ton limbah *fly ash* dan *bottom ash* per hari yang belum seluruhnya dimanfaatkan. Limbah *fly ash bottom ash* disimpan dan ditumpuk di unit *ash disposal*. Limbah berupa *fly ash* (FA) maupun *Bottom Ash* (BA), serta polutan berbahaya lainnya seperti CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub> dan hidrokarbon (Roziqin dkk, 2017). Jumlah limbah batu bara yang relatif besar menimbulkan efek pencemaran yang cukup berbahaya, sehingga perlu dipikirkan alternatif penyelesaian masalah pencemaran ini. Berdasarkan hasil penelitian Sunarti dan Nazudin (2021) menunjukkan bahwa BA batubara mengandung beberapa oksida seperti SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, MnO dan LOI. Adanya senyawa SiO<sub>2</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pada *bottom ash* dapat dimanfaatkan untuk mereduksi limbah karbon karena kedua senyawa tersebut merupakan komponen penyusun zeolit. Zeolit adalah senyawa anorganik yang tersusun dari silika-alumina terhidrasi dengan saluran dan rongga yang diisi dengan ion logam dan molekul air yang bergerak bebas (Sari dan Muttaqin, 2016).

Provinsi Aceh juga mempunyai industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang terletak di Gampong Suak Puntong Kecamatan Kuala Pesisir Kabupaten Nagan Raya. Lokasi PLTU ini berada dalam kawasan pemukiman penduduk dan berjarak sekitar 200 meter dari bibir pantai di Suak Puntong. PLTU ini mulai beroperasi sejak tahun 2013 berkapasitas pembangkit tenaga listrik 2 x 110 MW dan menggunakan bahan bakar utama berupa batu bara kalori rendah (*low rank coal*). Di sekitar PLTU ini terdapat Desa Gunong Kleng, Peunaga Cut Ujong. Suak Puntong dan Lhok merupakan desa yang berdekatan langsung dengan PLTU Nagan Raya (Susansti, dkk., 2020).

*Bottom ash* di PLTU Nagan Raya dimanfaatkan untuk berbagai hal, diantaranya yaitu membuat batako dan *paving block*, membuat mortar geopolimer serat, pupuk kelapa sawit dan bahan pengganti semen dalam pembuatan beton. Pemanfaatan *bottom ash* di PLTU Nagan Raya dapat membantu menekan biaya produksi pelaku UMKM perajin batako dan *paving block*. Dengan menggunakan *bottom ash*, kebutuhan semen untuk pembuatan *paving block* hanya 4 %, sedangkan untuk batako hanya 3 %. *Bottom ash* yang dihasilkan dari sisa pembakaran batu bara tidak termasuk limbah berbahaya dan beracun (B3).

Salah satu metode sederhana yang dapat dilakukan dalam pengolahan air limbah yaitu dengan sistem filtrasi. Sistem filtrasi termasuk salah satu alat dalam pengolahan air secara fisik. Filter secara fisik ini berfungsi untuk memisahkan partikel-partikel tersuspensi (berukuran >5 mikrometer) dari air dengan proses melewatkan air melalui suatu substrat yang tepat sehingga mampu menangkap padatan yang ada di dalam air sebelum air masuk ke dalam wadah penampungan. Filtrasi mampu menghilangkan partikel-partikel tersuspensi salah satunya dengan cara penyaringan dibantu dengan media filter sebagai penyerap partikel, selain itu filtrasi juga mampu menghilangkan bau pada air limbah serta menghilangkan bakteri secara efektif (Artiyani & Firmansyah, 2016).

Berdasarkan pemikiran tersebut Penulis ingin melakukan penelitian yang berkaitan dengan kadar COD, TSS dan pH dengan metode filtrasi dan diamati

pengaruh waktu kontak terhadap efektifitas penurunan bahan cemaran organik yang ada pada limbah cair tahu tersebut dengan judul : **“Pemanfaatan *Bottom Ash* PLTU Sebagai Media Filter untuk Mengolah Limbah Tahu”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh waktu kontak terhadap penurunan COD, TSS dan pH pada limbah cair tahu menggunakan media filter?
2. Bagaimana efisiensi *bottom ash* dalam menurunkan konsentrasi limbah cair tahu ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh waktu kontak terhadap penurunan COD, TSS dan pH pada limbah cair tahu menggunakan media filter.
2. Untuk mengetahui efisiensi *bottom ash* dalam menurunkan konsentrasi limbah cair tahu.

## **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Pemanfaatan limbah *bottom ash* batu bara didapatkan dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Provinsi Aceh, Kecamatan Kuala Pesisir Kabupaten Nagan Raya.
2. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah COD, TSS dan pH.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai sumbangsih bagi instansi terkait bahwa *bottom ash* batu bara dapat dimanfaatkan secara maksimal.
2. Dengan pemanfaatan sumber daya terbarukan dapat mengurangi pencemaran lingkungan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 *Bottom Ash* (Abu Dasar)

FABA merupakan residu dari proses pembakaran batu bara, terdiri dari *Fly Ash* (abu terbang) dan *Bottom Ash* (abu bawah). Menurut Anggara *et al* (2017), *Fly Ash* adalah sebagian besar abu dari hasil proses pembakaran batu bara yang bergerak dalam bentuk partikel di udara bersama gas pembakaran dan selanjutnya ditangkap oleh alat pengendap elektrostatis (ESP) atau filter partikular lainnya seperti *bag filter*. Sedangkan *Bottom Ash* (BA) merupakan abu yang tercampur bersama komponen hasil pembakaran lainnya, kecuali sedimentasi yang terjadi pada permukaan dinding tungku dan kemudian mengalir ke bagian bawah ruang pembakaran (Howe *et al*, 2017). Chiang dan Pan (2017), mengungkapkan terkait komposisi FABA yaitu *Fly Ash* tersusun dari material yang bersifat heterogen dengan bentuk umum bulat dan berukuran sekitar  $0,5\mu\text{m} - 300\mu\text{m}$ , sementara *Bottom Ash* mempunyai tekstur yang lebih kasar dengan ukuran  $>0,5\mu\text{m}$ .

*Bottom ash* merupakan sisa pembakaran batu bara yang mengalami pembakaran pada suhu tinggi ( $1200^{\circ} - 1400^{\circ} \text{C}$ ). Perlakuan yang dialami oleh *bottom ash* ini hampir sama dengan proses aktivasi fisik karbon dimasukkan ke dalam reaktor dan dikarbonisasi pada suhu tinggi ( $800^{\circ}\text{C} - 1000^{\circ}\text{C}$ ). Semakin tinggi suhu aktivasi semakin aktif karbon yang dihasilkan. Proses pembakaran yang terjadi biasanya hanya menyebabkan *bottom ash* mempunyai pori-pori dalam jumlah banyak sehingga memiliki kemampuan penyerapan yang tinggi (Arbi dkk, 2018). Bentuk material *bottom ash* dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut :



**Gambar 2.1** *Bottom Ash*

**Sumber :** Hee dkk, 2020

## **2.2 Pemanfaatan *Bottom Ash***

*Bottom ash* sebagai limbah hasil pembakaran batu bara di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) kini semakin dimanfaatkan dalam berbagai sektor, terutama dalam konstruksi dan pengolahan limbah. Berikut adalah beberapa pemanfaatan *bottom ash* saat ini:

### **1. Reklamasi dan Stabilisasi Lahan**

*Bottom ash* dimanfaatkan dalam proyek reklamasi lahan bekas tambang dan stabilisasi tanah. Penggunaan *bottom ash* dalam proyek-proyek ini membantu memperbaiki kondisi fisik tanah dan meningkatkan daya dukung tanah.

### **2. Adsorben untuk Limbah Cair**

Penelitian menunjukkan bahwa *bottom ash* dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengurangi kadar zat warna dalam limbah cair industri, seperti pada industri tekstil. Aktivasi *bottom ash* melalui pemanasan meningkatkan kapasitas adsorpsinya, menjadikannya efektif dalam mengolah limbah cair yang berpotensi berbahaya (Arifatunnisa, 2022).

### **3. Pengolahan Limbah Berbahaya**

*Bottom ash* juga berpotensi digunakan dalam pengolahan limbah berbahaya,

seperti menetralkan air asam tambang dan sebagai *backfilling* untuk pencegahan pencemaran.

### 2.3 Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses untuk mereduksi air yang zat tersuspensi kontaminan melalui media berpori. Penyaringan menggunakan media berpori disebabkan dengan cara menghambat partikel-partikel ke dalam ruang pori sehingga mengakibatkan pengumpulan dan penumpukan partikel tersebut pada permukaan butiran media. Dengan tumpukan partikel yang terhambat pada pori media maka akan membuat air menjadi lebih bersih (Zikri, 2017 dan Mashadi dkk., 2018). Bahan media filter biasanya bervariasi pada pengolahan air seperti pasir, batu, arang, plastik dan gelas (Febrina, 2015). Setiap bahan media filter yang digunakan mempunyai fungsi yang sama, yaitu sebagai penyaringan padatan pencemar yang terdapat pada air tanah. Bahan media filter yang sesuai bahkan dapat menghilangkan partikel-partikel kimiawi maupun organik yang terdapat di dalam air, seperti kekeruhan, berwarna, berminyak, berlumpur dan berkarat (Sulastri, 2014; Anggraini, 2017; Fadlan, 2019).

Prinsip kerja filtrasi dibagi atas 2 jenis yaitu:

1. Filtrasi dengan aliran vertikal dilakukan dengan membagi limbah ke beberapa filter-bed (2 atau 3 unit) secara bergantian. Pembagian limbah secara bergantian tersebut dilakukan dengan pengaturan klep (dosing) dan untuk itu perlu dilakukan oleh operator. Karena perlu dilakukan pembagian secara bergantian tersebut, pengoperasian sistem ini rumit hingga tidak praktis.
1. Filtrasi dengan aliran horizontal dilakukan dengan mengalirkan limbah melewati media filter secara horizontal. Cara ini sederhana dan praktis tidak membutuhkan perawatan, khususnya bila didesain dan dibangun dengan baik. Filtrasi dengan aliran vertikal dan horizontal mempunyai prinsip kerja yang berbeda. Filtrasi horizontal secara permanen terendam oleh air limbah dan proses yang terjadi

adalah sebagian aerobik dan sebagian anaerobik. Sedangkan pada filtrasi vertikal, proses yang terjadi cenderung anaerobic (Ego, 2021).

Dalam proses filtrasi terjadi reaksi kimia dan fisika, sehingga banyak faktor yang saling berkaitan yang akan mempengaruhi pula kualitas air hasil filtrasi, efisiensinya, dan sebagainya. faktor-faktor tersebut yaitu:

### 1. Debit Filtrasi

Debit yang terlalu besar akan menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien. Sehingga proses filtrasi tidak dapat terjadi dengan sempurna, akibat adanya aliran air yang terlalu cepat dalam melewati rongga diantara butiran media pasir. Hal ini menyebabkan berkurangnya waktu kontak antara permukaan butiran media penyaring dengan air yang akan disaring. Kecepatan aliran yang terlalu tinggi saat melewati rongga antar butiran menyebabkan partikel– partikel yang terlalu halus yang tersaring akan lolos (Ego, 2021).

### 2. Konsentrasi Kekeruhan

Konsentrasi kekeruhan sangat mempengaruhi efisiensi dari filtrasi. Konsentrasi kekeruhan air baku yang sangat tinggi akan menyebabkan tersumbatnya lubang pori dari media atau akan terjadi *clogging*. Sehingga dalam melakukan filtrasi sering dibatasi seberapa besar konsentrasi kekeruhan dari air baku (konsentrasi air influen) yang boleh masuk. Jika konsentrasi kekeruhan yang terlalu tinggi, harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu, seperti misalnya dilakukan proses koagulasi – flokulasi dan sedimentasi (Ego, 2021).

### 3. Temperatur

Adanya perubahan suhu atau temperatur dari yang akan difiltrasi menyebabkan massa jenis, viskositas absolut, dan viskositas kinematis dari air akan mengalami perubahan. Selain itu juga akan mempengaruhi daya tarik menarik diantara partikel halus penyebab kekeruhan, sehingga terjadi perbedaan dalam ukuran besar partikel yang akan disaring. Sehingga akan mempengaruhi terhadap efisiensi daya saring filter (Ego, 2021).

#### 4. Kedalaman Media, Ukuran dan Material

Tebal tipisnya media akan menentukan lamanya pengaliran dan daya saring. Media yang terlalu tebal biasanya mempunyai daya saring yang sangat tinggi, tetapi membutuhkan waktu pengaliran yang lama. Sebaliknya media yang terlalu tipis selain memiliki waktu pengaliran yang pendek, kemungkinan juga memiliki daya saring yang rendah. Demikian pula dengan ukuran besar kecilnya diameter butiran media filtrasi berpengaruh pada porositas, laju filtrasi, dan juga kemampuan daya saring, baik itu komposisinya, proporsinya, maupun bentuk susunan dari diameter butiran media. Keadaan media yang terlalu kasar atau terlalu halus akan menimbulkan variasi dalam ukuran rongga antar butir. Ukuran pori sendiri menentukan besarnya tingkat porositas dan kemampuan menyaring partikel halus yang terdapat dalam air baku. Lubang pori yang terlalu besar akan meningkatkan rate dari filtrasi dan juga akan menyebabkan lolosnya partikel halus yang akan disaring. Sebaliknya lubang pori yang terlalu halus akan meningkatkan kemampuan menyaring partikel dan juga dapat menyebabkan *clogging* (penyumbatan lubang pori oleh partikel halus yang tertahan) terlalu cepat (Ego, 2021).

#### 5. Tinggi Muka Air di Atas Media dan Kehilangan Tekanan

Keadaan tinggi muka air di atas media berpengaruh terhadap besarnya debit atau laju filtrasi dalam media. Tersedianya muka air yang cukup tinggi di atas media akan meningkatkan daya tekan air untuk masuk kedalam pori. Dengan muka air yang tinggi akan meningkatkan laju filtrasi (bila filter dalam keadaan bersih). Muka air di atas media akan naik bila lubang pori tersumbat (terjadi *clogging*) terjadi pada saat filter kotor.

Untuk melewati lubang pori, dibutuhkan aliran yang memiliki tekanan yang cukup. Besarnya tekanan air yang ada di atas media dengan yang ada di dasar media akan berbeda disaat proses filtrasi berlangsung. Perbedaan inilah yang disebut dengan

kehilangan tekanan (*headloss*). Kehilangan tekanan akan meningkat atau bertambah besar pada saat filter semakin kotor atau telah dioperasikan selama beberapa waktu.

Filter memiliki beberapa tipe pengolahan berdasarkan media yang digunakan. Media yang digunakan bermacam–macam sesuai dengan jenis media yang akan digunakan. Berikut adalah jenis – jenis media yang umum digunakan :

2. Single media, single media biasanya menggunakan pasir kuarsa atau pasir silikat
3. Dual media, dual media sering digunakan filter dengan pasir kuarsa di lapisan bawah dan anthrasit pada lapisan atas. Keuntungan dual media yaitu kecepatan filtrasi lebih tinggi (10-15 m/jam), periode pencucian lebih lama dan murah
4. Multi media, terdiri dari anthrasit, pasir dan garnet atau dolomite fungsi multimedia adalah untuk memfungsikan seluruh lapisan filter agar berperan sebagai penyaring (Ego, 2021).

## **2.4 Media Filtrasi**

### **2.4.1 Pasir**

Media filter yang paling banyak digunakan adalah media pasir, hal ini dikarenakan memiliki nilai ekonomis yang terjangkau. Pasir adalah media filter yang paling umum dipakai dalam proses penjernihan air, tetapi tidak semua pasir bisa dijadikan sebagai media filter. Pemilahan pasir perlu dilakukan sehingga diperoleh pasir yang sesuai dengan syarat-syarat media pasir. Bentuk pasir dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut :



**Gambar 2.2** Pasir

Sumber : Kyoshino, 2024

### **2.4.2 Ijuk**

Ijuk merupakan serabut pelepah daun dari tanaman aren (*Arenga pinnata* MEER atau *Arenga saccharifera* LABILL). Tanaman aren tingginya dapat mencapai 25 m dan diameter batang 65 cm. Musang mempunyai peranan yang besar dalam penyebaran tanaman aren. Musang memakan buah aren yang telah masak berwarna kuning kecoklatan. Biji buah aren yang tidak hancur kemudian terbawa keluar bersama kotoran musang. Biji tersebut akan berkecambah dan tumbuh liar menjadi tanaman aren. Oleh karena itu tanaman ini dapat menjadi tanaman langka, bila musang selalu diburu oleh manusia. Mengingat hal ini maka pemakaian ijuk sebagai penyaring merupakan cara yang mungkin tidak dapat berlangsung lama (Ego, 2021). Bentuk ijuk dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut :



**Gambar 2.3 Ijuk**  
**Sumber :** Patrick, 2017

### **2.4.3 Kerikil**

Kerikil merupakan batuan kecil yang berasal dari sebuah batu yang berukuran besar, tetapi hancur karena reaksi alam, atau biasa disebut pelapukan yang terjadi karena perubahan suhu alam yang mendadak atau lumutan. Kerikil memiliki fungsi sebagai penyaring partikel kasar yang ada dalam air limbah, ukurannya lebih besar dari pada pasir. Fungsi kerikil pada filter yaitu sebagai celah atau ruang kosong agar air dapat mengalir melalui lubang bawah (Pinem, 2019). Bentuk kerikil dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut :



**Gambar 2.4** Kerikil

**Sumber :** Shirly, 2023

## **2.5 Limbah Cair**

Menurut Notoatmodjo 2003, limbah cair atau air limbah merupakan air sisa, maksudnya ialah air sisa yang sengaja dibuang dari kegiatan aktifitas rumah tangga, industri maupun berasal dari tempat-tempat umum lainnya, dan biasanya air limbah tersebut mengandung bahan-bahan yang berbahaya bagi kesehatan manusia maupun bagi lingkungan hidup di sekitar. Limbah cair juga merupakan kombinasi dari suatu cairan dan sampah cair yang berasal dari daerah pemukiman, perdagangan, perkantoran dan industri, bersama-sama dengan air tanah, air permukaan dan air hujan yang mungkin ada.

Limbah didefinisikan sebagai sisa atau buangan dari suatu usaha atau kegiatan manusia. Limbah adalah bahan buangan tidak terpakai yang berdampak negatif jika tidak dikelola dengan baik. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan kegiatan yang berwujud cair. Air limbah dapat berasal dari rumah tangga maupun industri.

Limbah berdasarkan nilai ekonomisnya dapat digolongkan dalam 2 golongan, yaitu:

1. Limbah yang memiliki nilai ekonomis, limbah yang dengan proses lebih lanjut/diolah dapat memberikan nilai tambah. Contohnya: limbah dari pabrik gula yaitu tetes, dapat dipakai sebagai bahan baku pabrik alkohol, ampas tebunya dapat dijadikan bubur pulp dan dipakai untuk pabrik kertas. Limbah pabrik tahu atau



tempe masih banyak mengandung protein dapat dimanfaatkan sebagai media untuk pertumbuhan mikroba misalnya untuk produksi Protein Sel Tunggal/PST atau untuk alga, misalnya *Chlorella* sp.

2. Limbah non ekonomis, limbah yang tidak akan memberikan nilai tambah walaupun sudah diolah, pengolahan limbah ini sifatnya untuk mempermudah sistem pembuangan. Contohnya: limbah pabrik tekstil yang biasanya terutama berupa zat-zat pewarna.

### **2.5.1 Limbah Cair Tahu**

Pencemaran air menjadi salah satu permasalahan utama yang perlu mendapatkan perhatian lebih, karena kurangnya kesadaran masyarakat dalam mengelola limbah yang terus menerus dibuang ke lingkungan perairan. Berkembangnya pelaku usaha produksi tahu dikarenakan tahu merupakan produk makanan olahan dari kacang kedelai yang kaya akan sumber protein dan banyak digemari oleh masyarakat. Sebagian besar produk olahan tahu diproduksi oleh industri rumahan, industri tersebut berkembang pesat dikarenakan harga dari bahan pokok pembuatan tahu relatif murah. Proses pembuatan tahu selalu menghasilkan limbah, baik itu limbah padat maupun limbah cair, pada proses penggumpalan dan penyaringan dihasilkan limbah padat yang berupa ampas perasan kedelai dan kulit kedelai dan pada proses pencucian, pencetakan, perebusan dan pengepresan dihasilkan limbah cair, dimana limbah cair tersebut berupa padatan tersuspensi dan bahan organik yang mengandung asam amino dan protein (Netty, dkk., 2017).

Limbah cair tahu berasal dari buangan atau sisa pengolahan kedelai menjadi tahu yang terbuang karena tidak terbentuk dengan baik menjadi tahu sehingga tidak dapat dikonsumsi. Limbah tahu sendiri terbagi menjadi dua jenis yaitu limbah cair dan limbah padat.

1. Limbah cair merupakan bagian terbesar dan berpotensi mencemari lingkungan. Limbah ini terjadi karena adanya sisa air tahu yang tidak menggumpal, potongan tahu yang hancur karena proses penggumpalan yang tidak sempurna serta cairan

keruh kekuningan yang dapat menimbulkan bau tidak sedap bila dibiarkan (Mayasari, 2018). Akan tetapi, tahu juga memiliki sumber protein, tahu juga mengandung beragam nutrisi, seperti karbohidrat, serat, dan lemak. Kandungan asam amino esensial dan berbagai mineral, seperti kalsium, selenium, fosfor, magnesium, dan zat besi (Rizal, 2020).

Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih. Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan bau busuk dan mencemari lingkungan (Suhairin, 2020).

Limbah cair industri tahu memiliki kandungan senyawa organik yang tinggi berupa protein 40%-60%, karbohidrat 25%-50%, dan lemak 10%. Limbah cair yang dihasilkan dari industri tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut air dadih (*whey*). Limbah cair pada umumnya langsung dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu, oleh karena itu akan mencemari lingkungan sekitar. Sumber limbah cair lainnya pada industri tahu berasal dari pencucian kedelai, pencucian peralatan proses, serta pemasakan larutan bekas rendaman kedelai (Abdullah, 2014).

2. Limbah padat pabrik pengolahan tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai, dan benda padat lain yang menempel pada kedelai) dan sisa saringan bubur kedelai yang disebut dengan ampas tahu (Maulani, 2021). Limbah padat yang berupa kotoran berasal dari proses awal (pencucian) bahan baku kedelai dan umumnya limbah padat yang terjadi tidak begitu banyak (0,3% dari bahan baku kedelai). Sedangkan limbah pada yang berupa ampas tahu terjadi pada proses penyaringan bubur kedelai. Ampas tahu yang terbentuk besarnya berkisar antara 25-35% dari produk tahu yang dihasilkan (Subekti, 2018).

### 2.5.2 Baku Mutu Limbah Cair Tahu

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, baku mutu air limbah merupakan batasan ukuran dari kadar zat pencemar dan/atau jumlah zat pencemar yang diperkenankan dalam air limbah yang akan dibuat ke badan air dari suatu kegiatan dan/atau usaha. Baku mutu air limbah usaha atau kegiatan pengolahan kedelai dapat dilihat pada tabel 2.1

**Tabel 2.1** Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Baku Mutu (mg/L)
COD	300
BOD	150
TSS	200
PH	6-9

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014.

*Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengurai atau mengoksidasi bahan organik yang terkandung di dalam air. Nilai dari BOD bisa saja sama dengan nilai dari COD, tetapi nilai BOD tidak bisa lebih besar dari nilai COD, hal ini menunjukkan bahwa COD merupakan jumlah total bahan organik yang ada (Sari, dkk, 2017). *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) merupakan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mendekomposisi atau mengurai bahan organik pada air dalam kondisi aerobik. Nilai dari BOD ini tidak menentukan jumlah dari bahan organik yang sebenarnya pada air, BOD ini hanya mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mendekomposisikan bahan organik (Andika, dkk, 2020).

### 2.6 Parameter Pada Air Limbah

Menurut Rares, dkk (2016) untuk mengetahui tingkat pencemaran suatu perairan perlu dilakukan pengujian parameter kualitas air. Parameter merupakan salah satu

acuan baku mutu yang digunakan untuk mengukur kualitas air limbah yang meliputi nilai pH, BOD, COD, TSS dan beberapa parameter lainnya. Berikut penjelasan parameter yang diuji pada penelitian ini yaitu pH, COD dan TSS:

1. *Power Of Hidrogen* (pH)

Nilai pH merupakan suatu indikator untuk menentukan indikator derajat keasaman pada air. Nilai pH akan stabil apabila kandungan oksigen pada air meningkat. Pengaruh tinggi atau rendahnya nilai pH dapat mengganggu keberlangsungan hidup biota air, sebagai contoh ikan dapat hidup pada kisaran nilai pH 5-9, apabila pH dalam air kurang dari 4 atau lebih dari 11 maka tidak dapat bertahan hidup.

2. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD merupakan total banyaknya oksigen yang diperlukan dalam proses oksidasi kimia anorganik dalam perairan. Hal ini karena bahan organik yang sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat akan teroksidasi. Nilai parameter COD sebaiknya lebih besar dari BOD karena COD menghitung seluruh oksigen yang diperlukan tidak hanya bakteri saja.

3. *Total Suspended Solid* (TSS)

TSS merupakan padatan tersuspensi dalam air dengan diameter  $>1\mu\text{m}$  sehingga mampu bertahan pada penyaringan dengan saringan milipore dengan diameter pori  $0,45\mu\text{m}$ . Padatan yang tersuspensi pada air limbah memiliki dampak buruk terhadap kualitas karena mampu menghambat masuknya sinar matahari dalam badan air yang akan meningkatkan turbiditas pada air limbah.

## **2.7 Bahaya Limbah Cair Tahu Terhadap Lingkungan**

Pengolahan limbah cair yang tidak sesuai dapat berdampak negatif dari bidang lingkungan seperti mengalami tercemar pada badan air, sungai dan telaga, yang bisa membuat matinya ikan dan biota air yang hidup di dalamnya (Fardiyan, 2021). Meningkatnya debit limbah cair tahu yang tidak diimbangi dengan

meningkatnya badan air penerima adapun pada aspek kapasitas ataupun kualitas, maka dapat berakibat bertambahnya jumlah limbah cair yang masuk ke dalam badan air tersebut bisa lebih dari daya penampungan ataupun daya dukung (Putra, 2021). Jika limbah langsung dibuang ke lingkungan bisa membuat menurunnya kualitas lingkungan (Elystia, 2017). Air limbah umumnya dibuang langsung dengan tidak diolah sebelumnya menuju saluran pembuangan, sungai ataupun badan air penerima lain, tersebut dapat membuat limbah cair tahu kebanyakan mengalami permasalahan dalam lingkungan sekitar (Istirokhatun dkk., 2017). Menurut (Sutrisno dkk., 2018) jika membiarkan limbah cair terakumulasi dengan begitu saja ke permukaan, sehingga dapat mengalami proses dekomposisi bahan organik di air limbah itu maka membuat keluar bau dan gas yang kurang sedap, tersebut dapat merusak estetika dan menimbulkan bermacam bibit penyakit karena lahirnya bakteri patogen.

Menurut Suropto (2017) air limbah cair juga sangat merusak lingkungan, contohnya menurun kualitas tanah dan air hingga dapat menimbulkan bau yang tidak sedap. Kemudian, tercemarnya lingkungan oleh limbah apabila dibuang ke badan air contohnya sungai maka nilai estetika dari lingkungan itu dapat berkurang, pencemaran lingkungan tersebut dapat tampak dilihat dan terjadi perubahan fisik air misalnya air menjadi keruh (Siagian, 2018). Kegiatan keseharian yang dilakukan seperti mandi dan beberapa aktivitas lainnya yang biasa dianggap biasa saja tetapi memperoleh sisa buangan yang bisa berbahaya untuk orang itu sendiri serta lingkungannya (Ramadhani, 2021). Limbah juga dapat menimbulkan perubahan warna dan bau, yang mana adanya bau busuk yang menyengat sekali berasal dari limbah yang dihasilkan atau dibuang pada sungai dan selokan (Hikamah, 2019).

## 2.8 Penelitian Terdahulu

**Tabel 2.2** Penelitian Terdahulu

No	Nama Dan Tahun Penelitian	Judul	Hasil Penelitian
1.	Azizah, Sri Yanti Lisha, 2019	Pemanfaatan Limbah Abu Dasar Batu Bara ( <i>Bottom Ash</i> ) sebagai Adsorben Logam FE Pada Limbah Cair PLTU Teluk Sirih, Sumatera Barat	<i>Bottom ash</i> yang telah di aktivasi NaOH 3 M dan waktu kontak 7 jam konsentrasi logam Fe pada limbah cair turun hingga 0.05 ppm dengan persentase efektifitas penyerapan adalah 98,60 %.
2.	Nur Rezky Arifatunnisa, Prismita Nursetyowati, Dyah Marganingrum, 2022	Studi Pemanfaatan Limbah <i>Bottom Ash</i> Sebagai Adsorben Zat Warna Pada Industri Tekstil (Studi Kasus PT. TCI Kabupaten Bandung).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>bottom ash</i> dapat menurunkan kadar zat warna pada limbah cair dengan pH dan waktu kontak optimum pada pembakaran 50 °C dan 100 °C masing-masing pH 5 pada menit ke 90 dan pH 6 pada menit ke 180.
3.	Prisca Yudista Ego, 2021	Penurunan Kadar BOD dan TSS Pada Limbah Cair Industri Tahu Dengan Metode Filtrasi Menggunakan Media Zeolit, Pasir, Ijuk dan <i>Bottom Ash</i>	Hasil penelitian BOD dan TSS dengan waktu kontak 30, 60, 90, 120 dan 150 menit adalah BOD sebesar 15,33%; 30,68%; 36,25%; 52,98%; dan 59,95% dan TSS sebesar 41,41%; 58.85%; 70,68%; 76,29%; dan

No	Nama Dan Tahun Penelitian	Judul	Hasil Penelitian
			79,87%. Dapat dilihat efisiensi tertinggi untuk BOD dan TSS berada pada waktu kontak 150 menit.
4.	Arnesya Ramadhani dan Siti Khuzaimah, 2023	Pemanfaatan limbah FABA ( <i>fly ash bottom ash</i> ) PLTU karangkandri sebagai adsorben pengolahan limbah batik di Desa Kutawaru Cilacap	Hasil uji menunjukkan adsorben <i>fly ash</i> penurunan kadar warna tertinggi pada waktu filtrasi 60 menit sebesar 34,1%, BOD5 pada waktu 180 menit 69,5%, COD tertinggi pada waktu 120 menit 71,5%, TSS tertinggi pada waktu 180 menit 69,1% dan pH yang netral. Analisa hasil waktu yang paling optimum adalah 180 menit dimana adsorben <i>bottom ash</i> menunjukkan penurunan kadar BOD5, COD, TSS tertinggi sebesar 55,4%, 55,3%, 20,4%.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Desain Penelitian**

Penelitian merupakan suatu kegiatan ilmiah yang dilakukan secara sistematis, dan metodologis dengan menggunakan suatu analisis guna mencapai tujuan tertentu. Sebelum memasuki tahap pengumpulan data atau informasi yang nantinya diolah dan dianalisa secara ilmiah, dalam sebuah penelitian perlu dilakukan pemilihan jenis penelitian sesuai dengan tujuan awal penelitian. Dalam penelitian yang berjudul “Pemanfaatan *Bottom Ash* PLTU sebagai media filter untuk mengolah limbah tahu”. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian yang digunakan untuk menjawab permasalahan melalui teknik pengukuran yang cermat terhadap variabel tertentu, sehingga menghasilkan simpulan yang dapat digeneralisasikan. Penelitian kuantitatif banyak digunakan terutama untuk mengembangkan teori dalam suatu disiplin ilmu (Arsyam, 2021).

#### **3.2 Bahan dan Alat**

##### **3.2.1 Bahan**

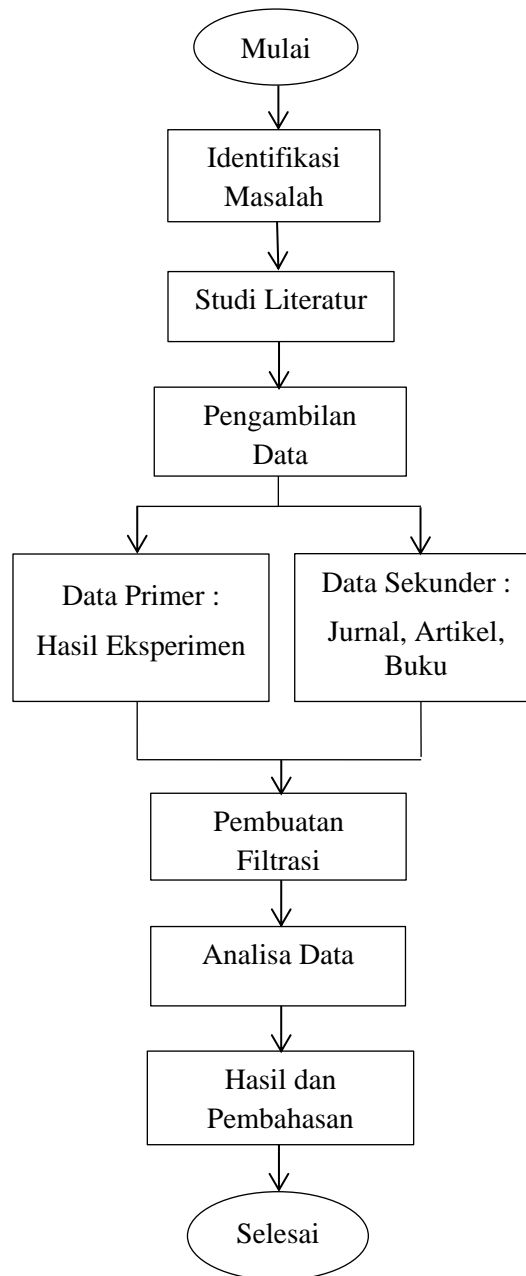
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel limbah tahu 8 L (sebagai bahan untuk diuji), *Bottom Ash* 874,19 gram (sebagai arang aktif), HCL 1 M 50 ml (sebagai activator), Aquades 5 L, Ijuk, Pasir, Kerikil.

##### **3.2.2 Alat**

Alat yang digunakan yaitu oven, alat filtrasi, ayakan (*screen*), gelas beker, gelas ukur, neraca analitik, gelas arloji, dan spatula.



### 3.3 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

### 3.4 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Serambi Mekkah. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Januari 2025. Pengambilan sampel limbah tahu dilakukan di Pabrik Tahu dan Tempe JL Fajar Harapan Ateuk Jawo, Kec. Leung Bata, Kota Banda Aceh, Aceh. Tahap penelitian meliputi persiapan awal, identifikasi masalah, studi literatur, pengambilan sampel, pembuatan filtrasi, pengujian *Bottom Ash* batu bara dalam menyisihkan limbah cair tahu dan analisa hasil pengujian.

**Tabel 3.1** Jadwal Penelitian

	Uraian	Tahun 2024																Tahun 2025																							
		Oktober				November				Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni		Juli					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2								
1	Identifikasi Masalah																																								
2	Penulisan Skripsi																																								
3	Perancangan																																								
4	Seminar Skripsi																																								
5	Persiapan Alat dan Bahan																																								
6	Pengolahan data																																								
7	Konsultasi																																								
8	Sidang Akhir																																								

### **3.5 Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan variabel terikat dan variabel bebas. Variabel terikat dari penelitian ini yaitu warna COD, pH dan TSS dalam limbah cair tahu. Sedangkan variabel bebas yaitu waktu kontak.

### **3.6 Prosedur Penelitian**

#### **3.6.1 Identifikasi Masalah**

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan pencemaran limbah tahu di kawasan Pabrik Tahu dan Tempe JL Fajar Harapan Ateuk Jawo, Kec. Lueng Bata, Kota Banda Aceh, Aceh

#### **3.6.2 Pengambilan Data Sampel**

Pengambilan sampel grab sampling adalah metode pengambilan sampel sesaat pada suatu titik tertentu di waktu dan tempat tertentu. Metode ini sering digunakan dalam berbagai bidang, seperti pemantauan kualitas air, gas, atau material. Kelebihan metode ini adalah relatif cepat, mudah, dan murah. Pengambilan data tersebut dilakukan secara primer, sampel yang diambil sebanyak 8 Liter, tahap pengambilan sampel yaitu peralatan, bahan, wadah, tipe, lokasi dan titik pengambilan sampel. Pengambilan sampel ini dilakukan sesuai dengan SNI 6989.57.2008.

##### **a. Persiapan Mono Grab Sampling**

1. Pastikan bahwa semua peralatan yang digunakan telah dikalibrasi dan dalam kondisi baik.
2. Siapkan wadah sampel yang sesuai dengan jenis analisis yang akan dilakukan.
3. Pastikan bahwa semua personil yang terlibat dalam pengambilan sampel telah memahami prosedur yang akan dilakukan.

##### **b. Pengambilan Sampel Mono Grab Sampling**

1. Tentukan lokasi pengambilan sampel yang representatif untuk air limbah yang akan diuji.

2. Pastikan bahwa lokasi pengambilan sampel tidak terkontaminasi oleh sumber lain.
3. Gunakan peralatan pengambilan sampel Mono Grab Sampling yang sesuai dengan kedalaman air limbah.
4. Pastikan bahwa peralatan pengambilan sampel telah dibersihkan sebelum digunakan.
5. Ambil sampel air limbah dengan menggunakan peralatan pengambilan sampel Mono Grab Sampling.
6. Pastikan bahwa sampel yang diambil representatif untuk air limbah yang akan diuji.

### **3.6.3 Pengujian Tahap Awal**

Pengujian tahap awal ini dilakukan untuk mengetahui parameter COD, pH, TSS pada limbah cair tahu yang melebihi baku mutu. Dengan dilakukannya pengujian maka dapat diketahui permasalahan apa saja yang terdapat pada limbah tahu, sehingga dapat dilakukan pengelolaan limbah cair tahu dengan baik yang sesuai sehingga dapat dikelola.

### **3.6.4 Tahap Media Filtrasi**

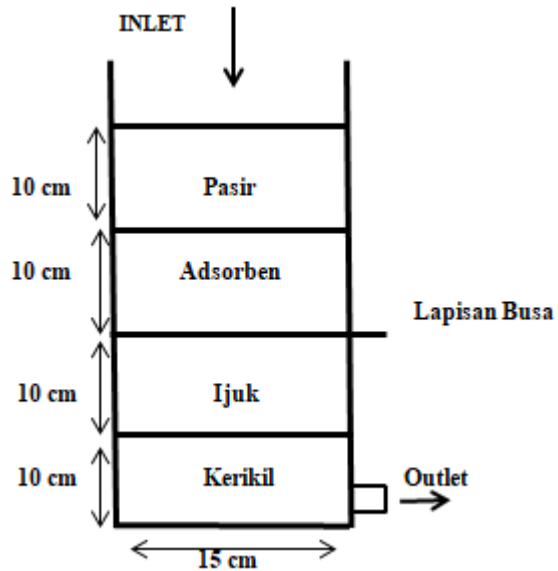
#### **a. Tahap Persiapan Media Filtrasi**

Tahap persiapan media filtrasi yang pertama yaitu *bottom ash* sebanyak 874,19 gram dicuci menggunakan aquades. Selanjutnya dioven selama 180 menit dengan suhu 90°C. Untuk media pasir, sebanyak 3 kg pasir, ijuk, dan kerikil dicuci dengan aquades selanjutnya dioven selama 120 menit dengan suhu 60°C.

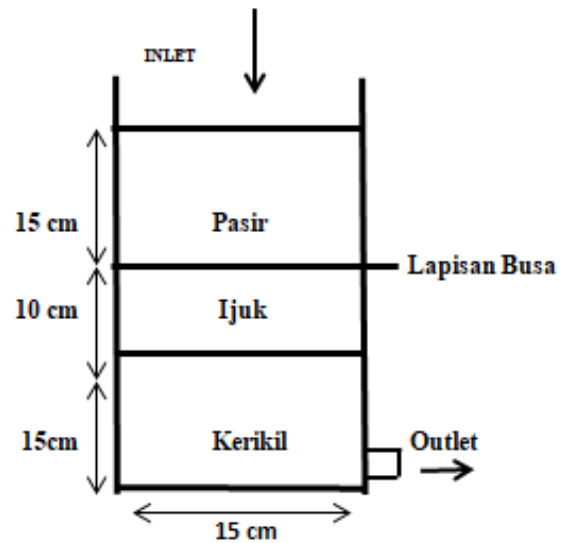
#### **b. Filtrasi Limbah Cair Tahu Menggunakan *Bottom Ash***

Masukan media filter ke dalam alat filtrasi yang terdiri dari kerikil, ijuk, pasir, lapisan busa dan adsorben *bottom ash* yang masing-masing media filter tersebut diisi sampai dengan ketinggian 10 cm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 menggunakan adsorben dan tanpa adsorben. Selanjutnya, masukkan limbah cair tahu ke dalam alat filtrasi sebanyak 1000 ml, lalu dilakukan proses filtrasi dengan variasi waktu filtrasi 2, 4 dan 6 jam. Lakukan uji pH, TSS,

COD pada filtrat dari alat filtrasi. Pada penelitian ini akan dihasilkan waktu filtrasi terbaik dan adsorben terbaik.



**Gambar 3.2** Alat Filtrasi Menggunakan Adsorben



**Gambar 3.3** Alat Filtrasi Tanpa Adsorben

### 3.6.5 Analisa Hasil

Hasil yang diperoleh diuji secara fisik berupa *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), *Power Of Hidrogen* (pH). Pengujian warna, pH dilakukan di laboratorium lingkungan Universitas Serambi Mekkah, Sedangkan pengujian COD dan TSS dilakukan di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan dan Pengujian Alat Kesehatan.

### 3.7 Perhitungan Efisiensi

$$E = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\% \quad (3.3)$$

Keterangan :

E : Efisiensi (%)

$C_0$  : Konsentrasi awal (mg/L)

$C_1$  : Konsentrasi setelah pengolahan (mg/L)

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil

Dalam penelitian ini menggunakan adsorben *bottom ash* batu bara, pasir, ijuk dan kerikil sebagai media filter untuk menurunkan konsentrasi limbah cair tahu. Pada proses ini *bottom ash* batu bara terlebih dahulu diaktivasi secara kimia menggunakan larutan HCL dengan cara perendaman. Proses ini berfungsi untuk sebagai pembuka pori-pori adsorben *bottom ash* batu bara tersebut sehingga dapat menghilangkan pengotor pada *bottom ash*, serta dapat menambah luas permukaan *bottom ash*. Kemudian dilakukan pencucian dan pemanasan untuk melepaskan pengotor setelah perendaman, sehingga pori-pori karbon semakin terbuka.

##### 4.1.1 Hasil Uji Parameter Awal Limbah Cair Tahu

Hasil uji analisis awal sampel limbah cair tahu sebelum melalui proses pengolahan untuk kadar COD masih di bawah baku mutu sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 Tahun 2014. Sedangkan untuk kadar TSS dan pH diluar baku mutu yang ditetapkan. Untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada Tabel 4.1 di bawah ini :

**Tabel 4.1** Hasil Analisa Sampel Awal dan Baku Mutu Limbah Cair Tahu

No	Parameter	Satuan	Sampel Awal	Baku Mutu
1	COD	mg/L	96,8	300
2	TSS	mg/L	560	200
3	pH	-	3,8	6-9

Sumber : Data Hasil Penelitian pada Parameter COD, TSS, pH di UPTD Balai Laboratorium

Kesehatan dan Pengujian Alat Kesehatan

#### 4.1.2 Hasil Uji Pengaruh Waktu Kontak terhadap Penurunan Parameter COD, TSS, dan pH

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai pemanfaatan limbah *bottom ash* batu bara sebagai media filter terhadap penurunan pada limbah cair tahu, maka didapatkan data secara keseluruhan pada tabel 4.2 di bawah ini :

**Tabel 4.2** Hasil Pengujian Limbah Cair Tahu Menggunakan *Bottom Ash*

No.	Parameter	Variasi Waktu	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)
1	COD	2 jam	96,8	72,8
		4 jam	96,8	87,7
		6 jam	96,8	90,2
2	TSS	2 jam	560	114
		4 jam	560	105
		6 jam	560	96
3	pH	2 jam	3,8	7
		4 jam	3,8	6,2

#### 4.1.3 Hasil Perhitungan Efisiensi Terhadap Parameter COD, TSS, dan pH Menggunakan *Bottom Ash*

Sebagai contoh untuk perhitungan efisiensi dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi} &= \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\% \\ &= \frac{96,8 - 72,8}{96,8} \times 100\% \\ &= 24,8\%\end{aligned}$$



Dengan (C0) adalah konsentrasi awal sebelum pengolahan dan (C1) adalah konsentrasi setelah dilakukan pengolahan. Sehingga untuk penyerapan kadar COD dengan waktu 2 jam diperoleh efisiensi 24,8 %.

**Tabel 4.3** Hasil Perhitungan Efisiensi Limbah Cair Tahu Menggunakan *Bottom Ash*

No.	Parameter	Variasi Waktu	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Efisiensi (%)
1	COD	2 jam	96,8	72,8	24,8
		4 jam	96,8	87,7	9,4
		6 jam	96,8	90,2	6,81
2	TSS	2 jam	560	114	79,64
		4 jam	560	105	81,25
		6 jam	560	96	82,85
3	pH	2 jam	3,8	7	84,21
		4 jam	3,8	6,2	63,15
		6 jam	3,8	6,2	63,15

#### 4.1.4 Hasil Uji Pengolahan Limbah Cair Tahu Tanpa Menggunakan *Bottom Ash* Batu Bara

Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan dalam pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan *bottom ash* dan tanpa *bottom ash*. Hasil pengujian tanpa menggunakan adsorben *bottom ash* dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini.

**Tabel 4.4** Hasil Pengujian Limbah Cair Tahu Tanpa Menggunakan *Bottom Ash*

No.	Parameter	Variasi Waktu	Konsentrasi Awal	Konsentrasi Akhir
1	COD	4 jam	96,8	92,8

2	TSS	4 jam	560	123
3	pH	4 jam	3,8	7,1

#### 4.1.5 Hasil Perhitungan Efisiensi Terhadap Parameter COD, TSS, dan pH Tanpa Menggunakan *Bottom Ash*

Tabel berikut menyajikan hasil perhitungan efisiensi penurunan konsentrasi parameter COD dan TSS, serta peningkatan nilai pH pada limbah cair tahu tanpa menggunakan *bottom ash* dengan waktu kontak 4 jam. Data mencakup konsentrasi awal dan akhir dari masing-masing parameter, serta efisiensi pengolahannya.

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Limbah Cair Tahu Tanpa Menggunakan *Bottom Ash*

No.	Parameter	Variasi Waktu	Konsentrasi Awal	Konsentrasi Akhir	Efisiensi (%)
1	COD	4 jam	96,8	92,8	4,13
2	TSS	4 jam	560	123	78,03
3	pH	4 jam	3,8	7,1	86,84

#### 4.2 Pembahasan

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Tabel 4.4 di atas menunjukkan hasil pengujian terhadap sampel air limbah tahu yang mengandung polutan sebelum dilakukan pengolahan. Penggunaan *bottom ash* batu bara sebagai media filter untuk penurunan kadar polutan merupakan salah satu langkah alternatif dikarenakan selain mudah didapat namun juga sangat tergolong murah sebagai pengganti. Selain itu juga termasuk aplikasi untuk mengurangi hasil limbah padat yang dihasilkan oleh PLTU Nagan Raya.

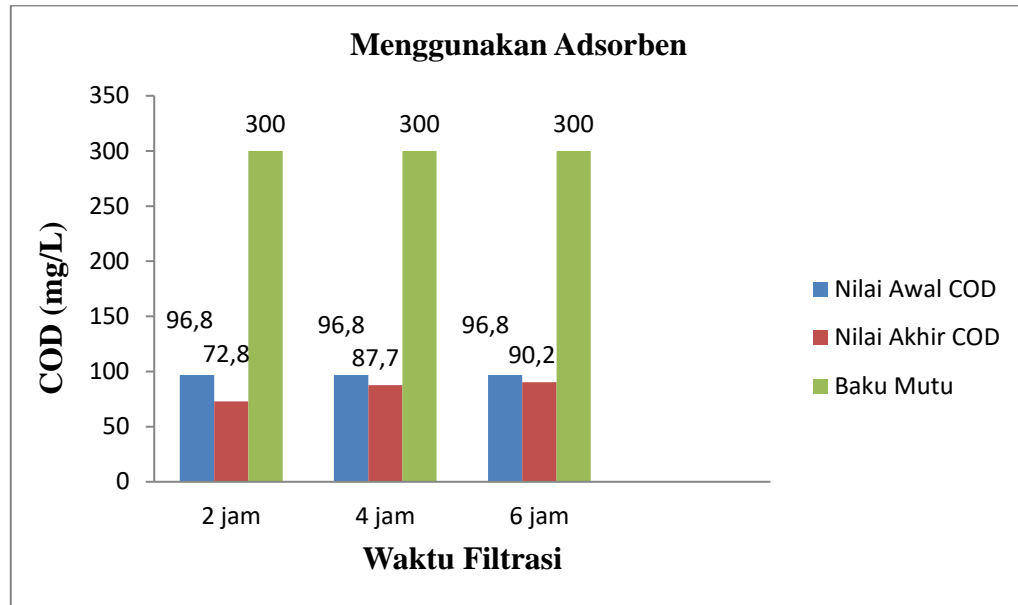
#### 4.2.1 Pengaruh Adsorben *Bottom Ash* Batu Bara terhadap Perubahan Nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada Air Limbah Tahu

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah pengukuran oksigen ekuivalen dari bahan organik dan anorganik dalam sampel air yang mampu dioksidasi oleh bahan kimiawi pengoksidasi. Nilai awal parameter COD pada air limbah tahu yaitu 96,8 mg/L yang tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu 300 mg/L seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan untuk pengaruh waktu terhadap penurunan parameter COD menggunakan adsorben dan tanpa adsorben dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2.

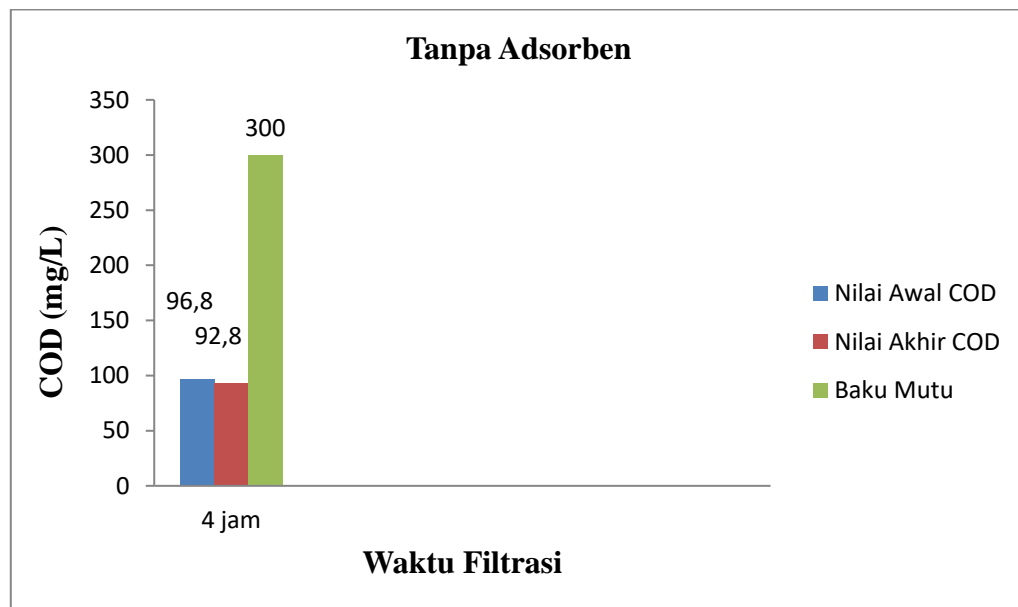
**Tabel 4.6** Hasil Uji Parameter COD Setelah Filtrasi Menggunakan Adsorben dan Tanpa Adsorben  
*Bottom Ash* Batu Bara

No	Adsorben	Variasi Waktu (Menit)	Nilai Awal COD (mg/L)	Nilai Akhir COD (mg/L)	Baku Mutu
1	Menggunakan Adsorben	2 jam	96,8	72,8	300
2		4 jam	96,8	87,7	300
3		6 jam	96,8	90,2	300
4	Tanpa Adsorben	4 jam	96,8	92,8	300

Sumber : Hasil Uji UPTD Balai Laboratotium Kesehatan dan Pengujian Alat Kesehatan



**Gambar 4.1** Grafik Hubungan Waktu Filtrasi menggunakan adsorben *Bottom Ash* terhadap Perubahan Nilai COD



**Gambar 4.2** Grafik Hubungan Waktu Filtrasi Tanpa adsorben *Bottom Ash* terhadap Perubahan Nilai COD

Berdasarkan pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa hasil uji COD pada sampel limbah tahu menggunakan adsorben *bottom ash* dengan waktu filtrasi 2, 4, dan 6 jam sebesar 72,8, 87,7, dan 90,2 mg/L. Sedangkan, hasil uji kadar COD pada limbah cair tahu tanpa menggunakan adsorben *bottom ash* dengan waktu filtrasi 4 jam sebesar 92,8 mg/L. Penurunan kadar COD dalam limbah cair tahu menggunakan adsorben *bottom ash* lebih besar dibandingkan dengan tanpa adsorben. Hal tersebut menunjukkan bahwa adsorben *bottom ash* lebih efektif dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair tahu. Persen penurunan kadar COD tertinggi dihasilkan pada waktu filtrasi 2 jam sebesar 72,8 mg/L.

*Bottom ash*, sebagai limbah padat hasil pembakaran batu bara, mengandung material berpori seperti silika ( $\text{SiO}_2$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), dan besi oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) yang menjadikannya potensial sebagai bahan adsorben. Struktur mikropori dan luas permukaan spesifiknya membuat *bottom ash* mampu menyerap zat organik penyebab COD dalam air limbah yang menunjukkan bahwa *bottom ash* yang diaktivasi secara fisik maupun kimia dapat menurunkan kadar COD pada limbah industri makanan, termasuk tahu dan tempe, hingga 30-60% (Rahmah et al. 2023).

Dalam konteks limbah cair tahu, yang kaya akan senyawa organik, nilai COD sering kali sangat tinggi, menunjukkan adanya sisa protein, lemak, dan karbohidrat. Proses pengolahan yang efektif diperlukan untuk mengurangi nilai COD agar air limbah dapat aman untuk dibuang ke lingkungan atau digunakan kembali. Pengurangan COD dapat dilakukan melalui berbagai metode, termasuk proses biologis, fisik, dan kimia. Dalam hal ini, penggunaan media filter seperti *bottom ash* dapat menjadi solusi yang efektif, karena material ini mampu mengadsorpsi senyawa organik, sehingga membantu menurunkan nilai COD dan meningkatkan kualitas air.

#### **4.2.2 Pengaruh Adsorben *Bottom Ash* Batu Bara terhadap Perubahan Nilai TSS (*Total Suspended Solid*) Pada Air Limbah Tahu**

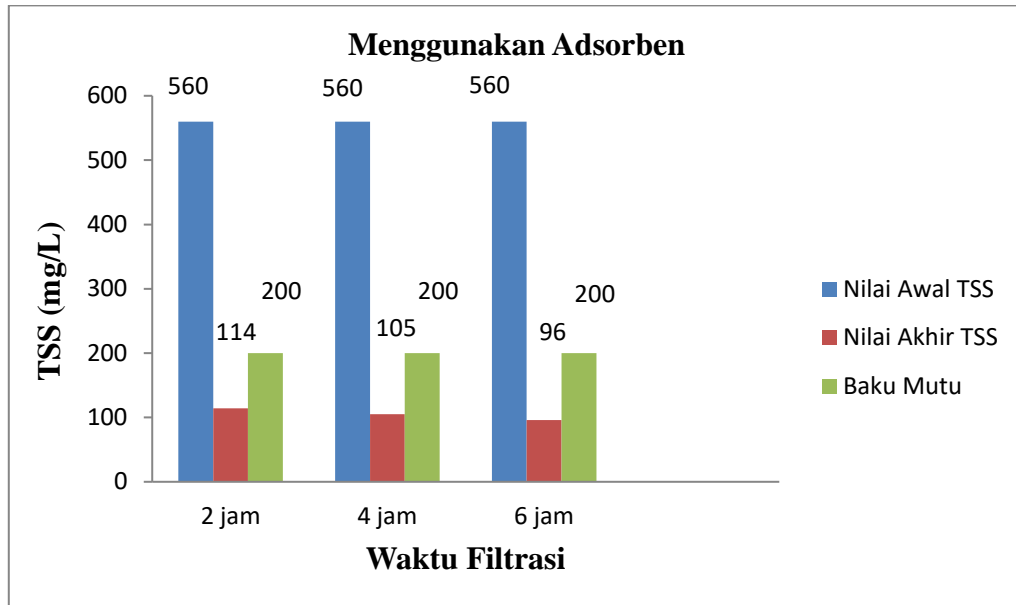
TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan ukuran dari partikel padat yang terdispersi dalam air dan dapat mempengaruhi kualitas air dan kesehatan ekosistem.

Nilai awal parameter TSS pada air limbah tahu yaitu 560 mg/L yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu 200 mg/L seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan untuk pengaruh waktu terhadap penurunan parameter TSS menggunakan adsorben dan tanpa adsorben dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan 4.4.

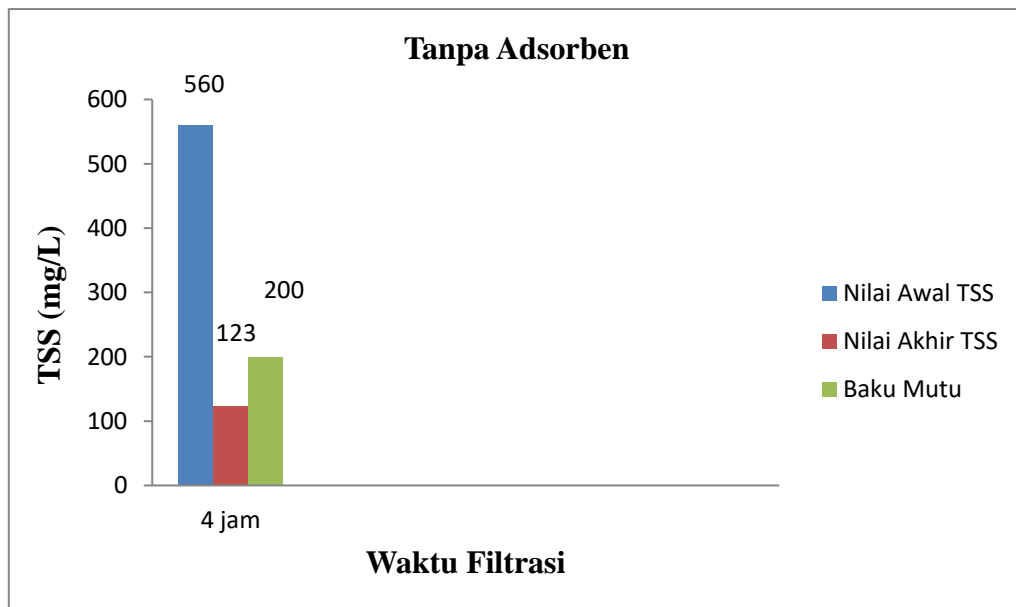
**Tabel 4.7** Hasil Uji Parameter TSS Setelah Filtrasi Menggunakan Adsorben dan Tanpa Adsorben  
*Bottom Ash Batu Bara*

No	Adsorben	Variasi Waktu (Menit)	Nilai Awal TSS	Nilai Akhir TSS	Baku Mutu
1	Menggunakan Adsorben	2 jam	560	114	200
2		4 jam	560	105	200
3		6 jam	560	96	200
4	Tanpa Adsorben	4 jam	560	123	200

Sumber : ( Data Primer )



**Gambar 4.3** Grafik Hubungan Waktu Filtrasi menggunakan adsorben *Bottom Ash* Terhadap Perubahan Nilai TSS



**Gambar 4.4** Grafik Hubungan Waktu Filtrasi Tanpa adsorben *Bottom Ash* terhadap Perubahan Nilai TSS

Berdasarkan Tabel 4.7 sampel awal memiliki TSS yang di atas baku mutu yaitu 560 mg/L setelah dilakukan pengolahan menggunakan adsorben *bottom ash* dengan waktu filtrasi 2, 4, dan 6 jam TSS menurun dan menjadi 114, 105 dan 96 mg/L. Hal tersebut juga terjadi pada pengolahan tanpa menggunakan adsorben *bottom ash* dimana pada waktu filtrasi 4 jam TSS menurun yaitu 123 mg/L. Penambahan waktu pada proses filtrasi dapat mempengaruhi TSS dalam limbah cair tahu. Pada penggunaan adsorben *bottom ash*, persen penurunan kadar TSS yang tertinggi yaitu pada waktu 6 jam sebesar 96 mg/L, sedangkan pada waktu 2 dan 4 jam menghasilkan persen penurunan kadar TSS yang lebih rendah yaitu sebesar 114 dan 105 mg/L, sedangkan pengolahan tanpa menggunakan adsorben menghasilkan penurunan kadar TSS pada waktu 4 jam sebesar 123 mg/L.

Dari penjelasan di atas menyatakan bahwa *bottom ash* memiliki luas permukaan dan porositas yang cukup tinggi, sehingga efektif dalam menyerap kontaminan organik dan anorganik, termasuk partikel TSS. Dengan demikian, penggunaan *bottom ash* sebagai adsorben dan pengaturan durasi filtrasi yang optimal dapat menjadi metode pengolahan limbah cair tahu yang efektif dan ekonomis, terutama dalam menurunkan kadar TSS hingga mendekati atau melampaui batas baku mutu lingkungan (Sari & Hidayat 2024).

Hal tersebut menunjukkan bahwa adsorben *bottom ash* efektif dalam menurunkan kadar TSS pada limbah cair tahu. Pada waktu filtrasi 6 jam kapasitas penyerapan terjadi menjadi sangat efektif dengan hasil penyisihan yang termasuk tinggi karena di bawah baku mutu yang merupakan kondisi optimum bagi adsorben untuk dapat menyerap adsorbat.

#### **4.2.3 Pengaruh Adsorben *Bottom Ash* Batu Bara Terhadap Perubahan Nilai pH (*Potential Of Hydrogen*) Pada Air Limbah Tahu**

pH merupakan ukuran konsentrasi ion hydrogen dalam suatu larutan digunakan untuk menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan larutan tersebut. Pada

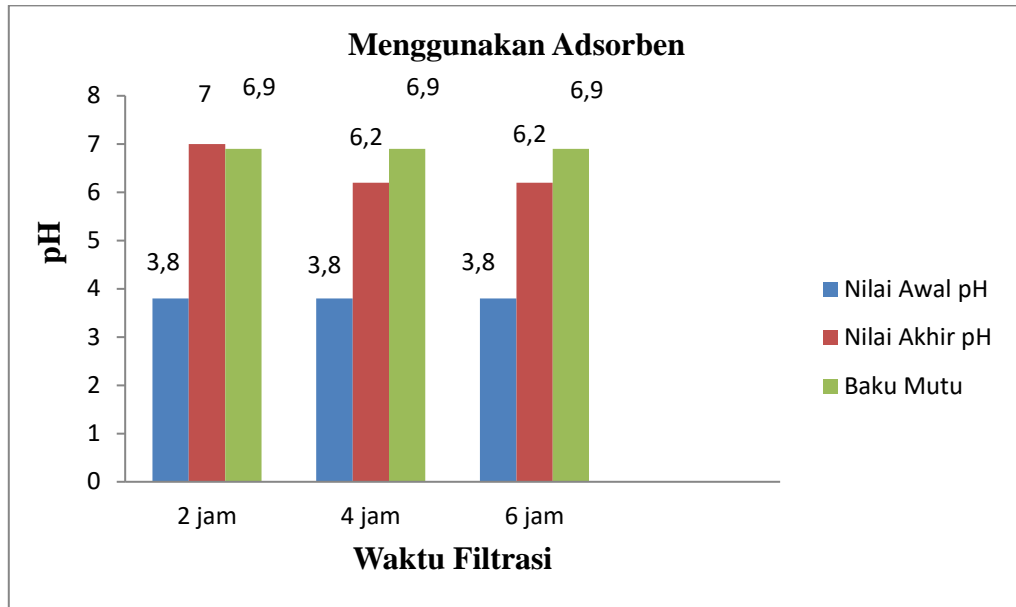


penelitian ini nilai awal parameter pH pada air limbah tahu yaitu 3,8 yang di bawah baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu 6-9 seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan untuk pengaruh waktu terhadap penurunan parameter pH menggunakan adsorben dan tanpa adsorben dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan 4.6.

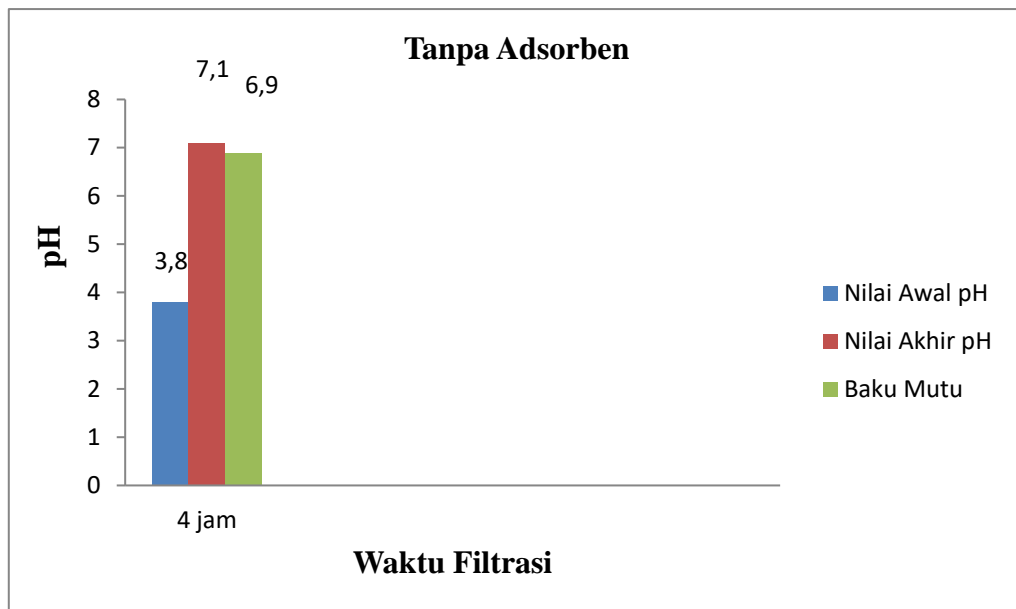
**Tabel 4.8** Hasil Uji Parameter pH Setelah Filtrasi Menggunakan Adsorben dan Tanpa Adsorben  
*Bottom Ash* Batu Bara

No	Adsorben	Variasi Waktu (Menit)	Nilai Awal pH	Nilai Akhir pH	Baku Mutu
1	Menggunakan Adsorben	2 jam	3,8	7	6-9
2		4 jam	3,8	6,2	6-9
3		6 jam	3,8	6,2	6-9
4	Tanpa Adsorben	4 jam	3,8	7,1	6-9

Sumber : (Data Primer)



**Gambar 4.5** Grafik Hubungan Waktu Filtrasi menggunakan adsorben *Bottom Ash* terhadap Perubahan Nilai pH



**Gambar 4.6** Grafik Hubungan Waktu Filtrasi Tanpa adsorben *Bottom Ash* terhadap Perubahan Nilai pH

Berdasarkan Tabel 4.8 sampel awal memiliki pH yang asam atau tidak sesuai dengan baku mutu yaitu 3,8 setelah dilakukan pengolahan menggunakan adsorben *bottom ash* dengan waktu filtrasi 2, 4, dan 6 jam pH naik dan menjadi netral yaitu 7, 6,2 dan 6,2. Hal tersebut juga terjadi pada pengolahan tanpa menggunakan adsorben *bottom ash* dimana pada waktu filtrasi 4 jam pH menurun dan menjadi netral yaitu 7,1. Penambahan adsorben *bottom ash* dapat mempengaruhi pH dalam limbah cair tahu karena *bottom ash* mengandung senyawa yang dapat bereaksi dengan air dan mengubah keseimbangan ion hidrogen ( $H^+$ ) dalam larutan. Ini dapat mengakibatkan perubahan pH. pH yang dihasilkan masih dalam *range* baku mutu limbah cair baik yaitu 6-9. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan adsorben *bottom ash* dapat menetralkan limbah cair.

Dari penjelasan di atas menunjukkan bahwa *bottom ash*, yaitu residu padat dari pembakaran batu bara, mengandung senyawa alkali seperti kalsium oksida ( $CaO$ ), magnesium oksida ( $MgO$ ), dan silika ( $SiO_2$ ) yang mampu bereaksi dengan ion hidrogen ( $H^+$ ) dalam limbah cair dan meningkatkan pH. Penambahan *bottom ash* membantu menyeimbangkan kadar asam dalam limbah sehingga pH naik ke kisaran netral. Ini penting untuk memenuhi baku mutu lingkungan sebelum limbah dibuang (Putra & Dewi 2023).

Hal tersebut menunjukkan bahwa adsorben *bottom ash* efektif dalam menurunkan kadar pH pada limbah cair tahu. Persen penurunan kadar pH tertinggi dihasilkan pada sampel limbah cair tahu menggunakan adsorben *bottom ash* yaitu pada waktu filtrasi 2 jam sebesar 7. Selain itu, pH mencerminkan tingkat keasaman atau kebasaan larutan, yang berdampak pada proses biologis dalam pengolahan air. *Bottom ash* dapat berkontribusi dalam menstabilkan pH limbah cair, berfungsi sebagai buffer yang mencegah fluktuasi ekstrem yang dapat merugikan mikroorganisme pengurai. Dengan demikian, pemanfaatan *bottom ash* tidak hanya membantu mengurangi pencemaran dari limbah cair tahu, tetapi juga mendukung proses pengolahan yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

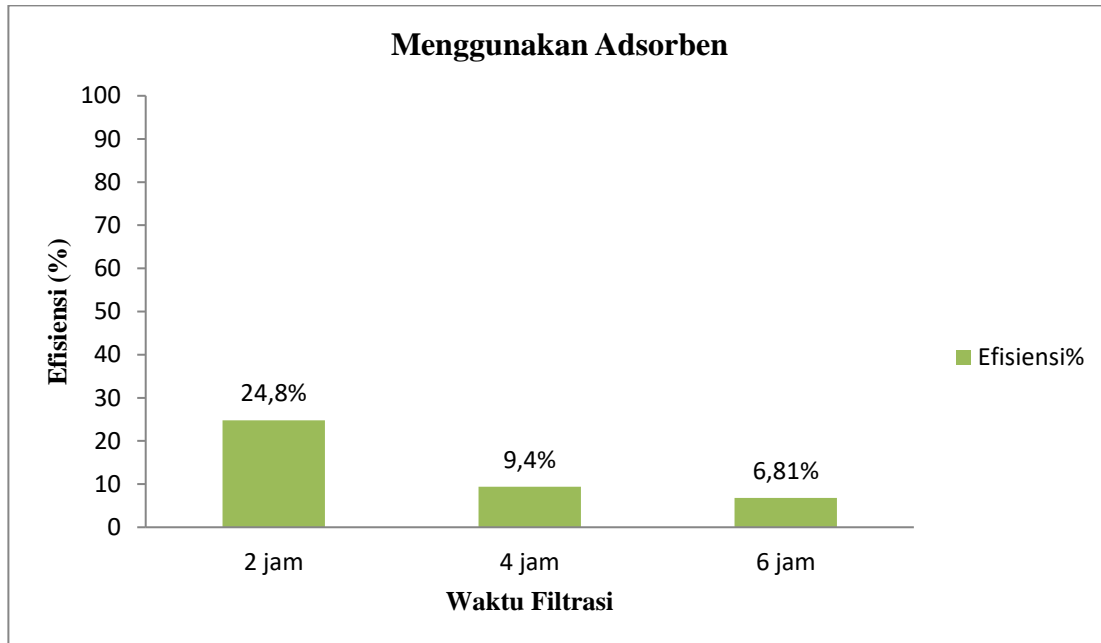
#### 4.2.4 Hasil Perhitungan Efisiensi pada Parameter COD

Pada Tabel 4.9 di bawah merupakan hasil perhitungan efisiensi penurunan konsentrasi COD (*Chemical Oxygen Demand*) berdasarkan variasi waktu kontak selama proses pengolahan. Data mencakup konsentrasi awal dan akhir COD serta persentase efisiensi penurunan pada masing-masing waktu.

**Tabel 4.9** Hasil Perhitungan Efisiensi Parameter COD Setelah Filtrasi Menggunakan Adsorben

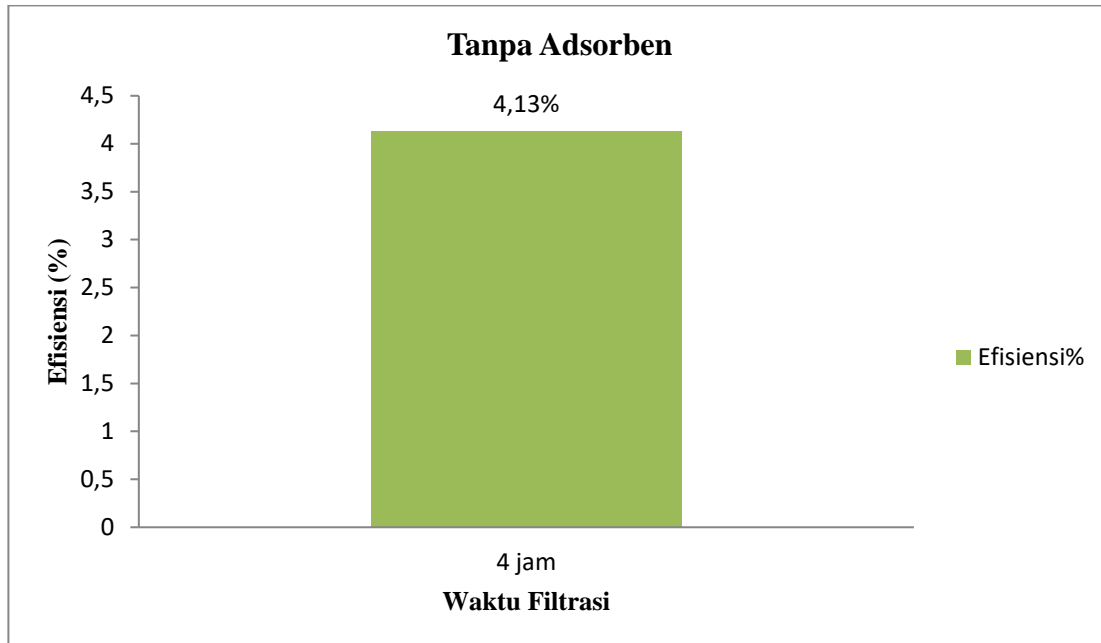
No	Adsorben	Variasi Waktu	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Efisiensi (%)
1	Menggunakan Adsorben	2 jam	96,8	72,8	24,8
2		4 jam	96,8	87,7	9,4
3		6 jam	96,8	90,2	6,81
4	Tanpa Adsorben	4 jam	96,8	92,8	4,13

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi pada parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang ditunjukkan pada tabel 4.9 di atas, diketahui bahwa efisiensi penurunan COD tertinggi terjadi pada waktu 2 jam, yaitu sebesar 24,8%. Pada waktu 4 jam dan 6 jam, efisiensi penurunan COD menurun menjadi 9,4% dan 6,81%. Hal ini menunjukkan bahwa waktu kontak yang lebih lama tidak selalu menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi, kemungkinan disebabkan oleh kejenuhan atau perubahan kondisi reaksi selama proses berlangsung, sehingga kemampuan sistem dalam menurunkan konsentrasi COD menjadi kurang optimal seiring bertambahnya waktu. Berikut adalah gambar 4.7 dan 4.8 hasil perhitungan efisiensi COD menggunakan adsorben dan tanpa adsorben dapat dilihat di bawah ini :



**Gambar 4.7** Hasil Perhitungan Efisiensi Menggunakan Adsorben Pada Parameter COD

Berdasarkan Gambar 4.7 menunjukkan hasil perhitungan efisiensi penurunan nilai COD menggunakan adsorben pada berbagai waktu filtrasi. Nilai awal COD pada waktu filtrasi 2 jam, 4 jam, dan 6 jam sebesar 96,8 mg/L. Setelah proses filtrasi selama 2 jam, nilai akhir COD turun menjadi 72,8 mg/L, menghasilkan efisiensi sebesar 24,8%. Pada waktu 4 jam, nilai akhir COD menurun lebih jauh menjadi 87,7 mg/L, dengan efisiensi 9,4%. Namun, pada filtrasi selama 6 jam, penurunan nilai COD hanya mencapai 90,2 mg/L, sehingga efisiensinya menurun menjadi 6,81%. Berdasarkan data ini, dapat disimpulkan bahwa efisiensi adsorpsi tertinggi terjadi pada waktu filtrasi 2 jam, dan efisiensi menurun seiring bertambahnya waktu filtrasi.



**Gambar 4.8** Hasil Perhitungan Efisiensi Tanpa Adsorben Pada Parameter COD

Berdasarkan Gambar 4.8 di atas menunjukkan hasil perhitungan efisiensi penurunan nilai COD tanpa adsorben selama waktu filtrasi 4 jam. Nilai awal COD sebesar 96,8 mg/L, dan setelah proses filtrasi, nilai akhir COD turun menjadi 92,8 mg/L. Penurunan ini menghasilkan efisiensi sebesar 4,13%. Hasil ini menunjukkan bahwa tanpa adsorben proses filtrasi kurang efisien dalam menurunkan konsentrasi COD dibandingkan dengan filtrasi menggunakan adsorben.

Berdasarkan Gambar 4.7 dan Gambar 4.8, dapat dilihat perbedaan efisiensi penurunan nilai COD antara proses filtrasi yang menggunakan adsorben dan yang tidak menggunakan adsorben. Pada proses filtrasi dengan adsorben, nilai awal COD sebesar 96,8 mg/L mengalami penurunan pada waktu filtrasi 2 jam, dengan nilai akhir COD sebesar 72,8 mg/L dan efisiensi sebesar 24,8%. Namun, ketika waktu filtrasi diperpanjang menjadi 4 jam dan 6 jam, efisiensi menurun masing-masing menjadi 9,4% dan 6,81%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan adsorben paling efektif dalam waktu singkat, dan efisiensinya cenderung menurun seiring bertambahnya

waktu filtrasi, kemungkinan karena kejenuhan permukaan adsorben atau terjadinya desorpsi.

Sementara itu, pada proses filtrasi tanpa menggunakan adsorben sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.8, nilai COD hanya turun dari 96,8 mg/L menjadi 92,8 mg/L setelah 4 jam filtrasi, menghasilkan efisiensi sebesar 4,13%. Hal ini mengindikasikan bahwa tanpa penggunaan adsorben, proses filtrasi menjadi kurang efektif dalam menurunkan konsentrasi COD. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan adsorben secara signifikan meningkatkan efisiensi penurunan COD, terutama pada waktu filtrasi yang lebih singkat.

#### 4.2.5 Hasil Perhitungan Efisiensi pada Parameter TSS

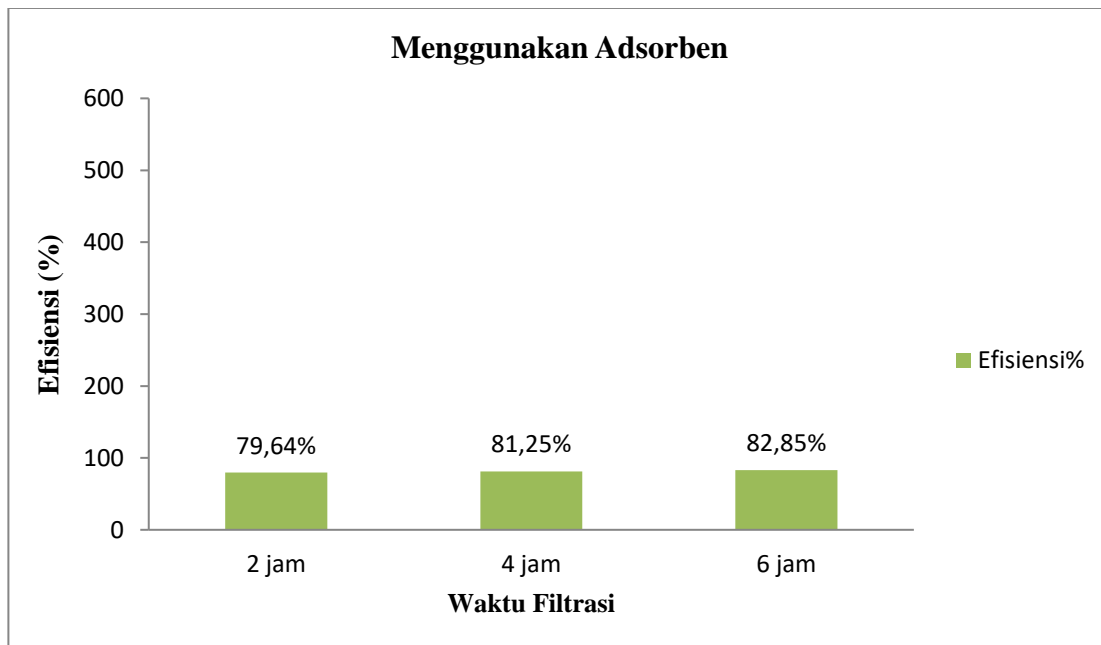
Dapat dilihat pada Tabel di bawah ini menunjukkan perhitungan efisiensi penurunan konsentrasi *Total Suspended Solids* (TSS) berdasarkan variasi waktu kontak selama proses pengolahan. Data tersebut mencakup konsentrasi awal dan akhir TSS serta persentase efisiensi penurunan pada masing-masing waktu.

**Tabel 4.10** Hasil Perhitungan Efisiensi Parameter TSS Setelah Filtrasi Menggunakan Adsorben

No	Adsorben	Variasi Waktu	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Efisiensi (%)
1	Menggunakan Adsorben	2 jam	560	114	79,64
2		4 jam	560	105	81,25
3		6 jam	560	96	82,85
4	Tanpa Adsorben	4 jam	560	123	78,03

Berdasarkan pada tabel 4.10 di atas hasil perhitungan efisiensi pada parameter *Total Suspended Solids* (TSS), terlihat bahwa semakin lama waktu proses yang

digunakan, efisiensi penurunan konsentrasi TSS semakin meningkat. Pada waktu 2 jam, konsentrasi awal TSS sebesar 560 mg/L menurun menjadi 114 mg/L dengan efisiensi 79,64%. Setelah 4 jam, konsentrasi akhir menurun menjadi 105 mg/L dengan efisiensi 81,25%, dan pada waktu 6 jam, konsentrasi akhir mencapai 96 mg/L dengan efisiensi tertinggi sebesar 82,85%. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan waktu proses berpengaruh positif terhadap peningkatan efisiensi pengurangan TSS dalam sampel yang diuji. Berikut ini gambar 4.9 dan 4.10 hasil perhitungan efisiensi TSS menggunakan adsorben dan tanpa adsorben dapat dilihat di bawah ini :

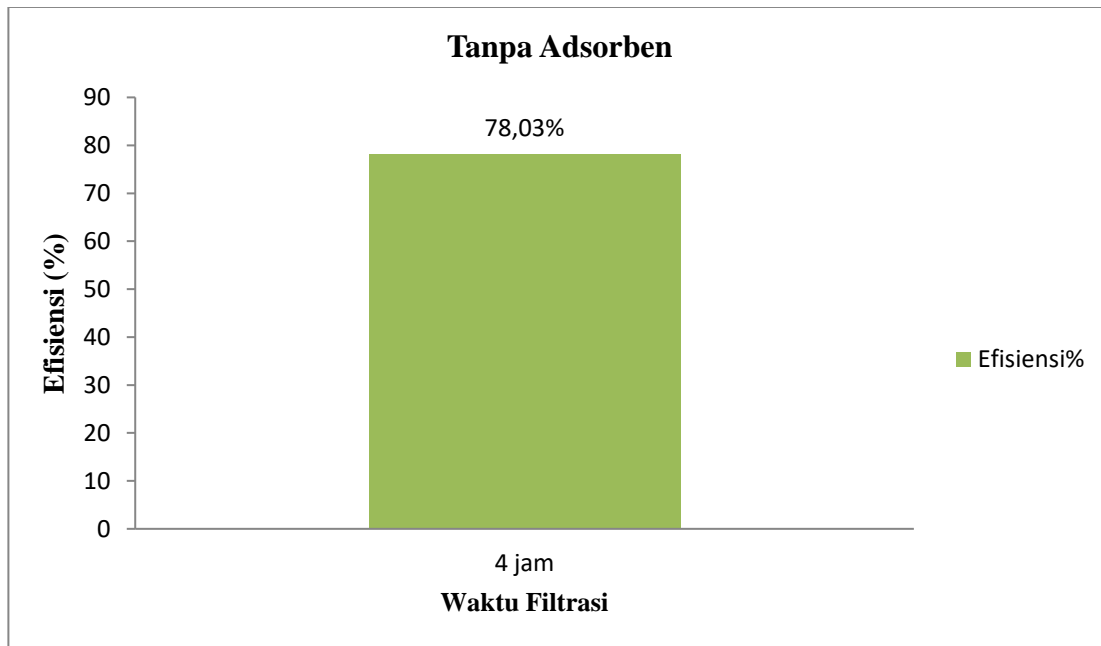


**Gambar 4.9** Hasil Perhitungan Efisiensi Menggunakan Adsorben Pada Parameter TSS

Berdasarkan Pada Gambar 4.9 di atas menunjukkan hasil perhitungan efisiensi penurunan nilai TSS (*Total Suspended Solid*) menggunakan adsorben pada waktu filtrasi yang berbeda. Nilai awal TSS pada setiap perlakuan yaitu 560 mg/L. Setelah filtrasi selama 2 jam, nilai TSS turun menjadi 114 mg/L, menghasilkan efisiensi sebesar 79,64%. Pada waktu 4 jam, TSS akhir sebesar 105 mg/L dengan efisiensi



81,25%. Sedangkan 6 jam, nilai TSS turun lebih jauh menjadi 96 mg/L, dengan efisiensi tertinggi sebesar 82,85%.



**Gambar 4.10** Hasil Perhitungan Efisiensi Tanpa Adsorben Pada Parameter TSS

Berdasarkan Gambar 4.10 di atas menunjukkan hasil perhitungan efisiensi penurunan nilai TSS tanpa menggunakan adsorben selama waktu filtrasi 4 jam. Nilai awal TSS sebesar 560 mg/L dan nilai akhir TSS setelah filtrasi turun menjadi 123 mg/L. Penurunan ini menghasilkan efisiensi sebesar 78,03%. Meskipun tidak menggunakan adsorben, proses filtrasi tetap mampu menurunkan kadar TSS secara signifikan, meskipun efisiensinya masih sedikit lebih rendah dibandingkan dengan filtrasi yang menggunakan adsorben.

Berdasarkan kedua gambar tersebut, dapat diketahui bahwa penggunaan adsorben dalam proses filtrasi memberikan hasil yang lebih efektif dalam menurunkan kadar *Total Suspended Solid* (TSS) dibandingkan tanpa adsorben. Nilai awal TSS pada setiap perlakuan adalah sebesar 560 mg/L. Setelah proses filtrasi

selama 2 jam dengan adsorben, kadar TSS menurun menjadi 114 mg/L dengan efisiensi sebesar 79,64%. Pada waktu filtrasi 4 jam, kadar TSS lebih turun lagi menjadi 105 mg/L dengan efisiensi 81,25%, dan pada 6 jam filtrasi, TSS mencapai nilai terendah yaitu 96 mg/L dengan efisiensi tertinggi sebesar 82,85%. Sementara itu, pada proses filtrasi tanpa menggunakan adsorben selama 4 jam, nilai TSS hanya turun menjadi 123 mg/L dengan efisiensi 78,03%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun proses filtrasi tanpa adsorben masih mampu menurunkan kadar TSS secara signifikan, efisiensinya masih sedikit rendah dibandingkan dengan filtrasi yang menggunakan adsorben.

Hasil uji menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan mencapai 81,25% saat menggunakan campuran *bottom ash*, sedangkan tanpa *bottom ash* dan hanya menggunakan pasir, efisiensinya sebesar 78,03%. Meskipun selisihnya tidak terlalu besar, penggunaan *bottom ash* tetap memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kinerja filtrasi. Selain itu, pemanfaatan *bottom ash* juga membantu mengurangi ketergantungan pada pasir sebagai bahan utama media filtrasi, sehingga dapat menghemat sumber daya alam. Penggunaan *bottom ash* juga sejalan dengan prinsip pengelolaan limbah berkelanjutan, karena bahan ini merupakan limbah padat dari hasil pembakaran batubara yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai material yang berguna. Dengan demikian, penggunaan *bottom ash* tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga mendukung efisiensi material dan keberlanjutan lingkungan.

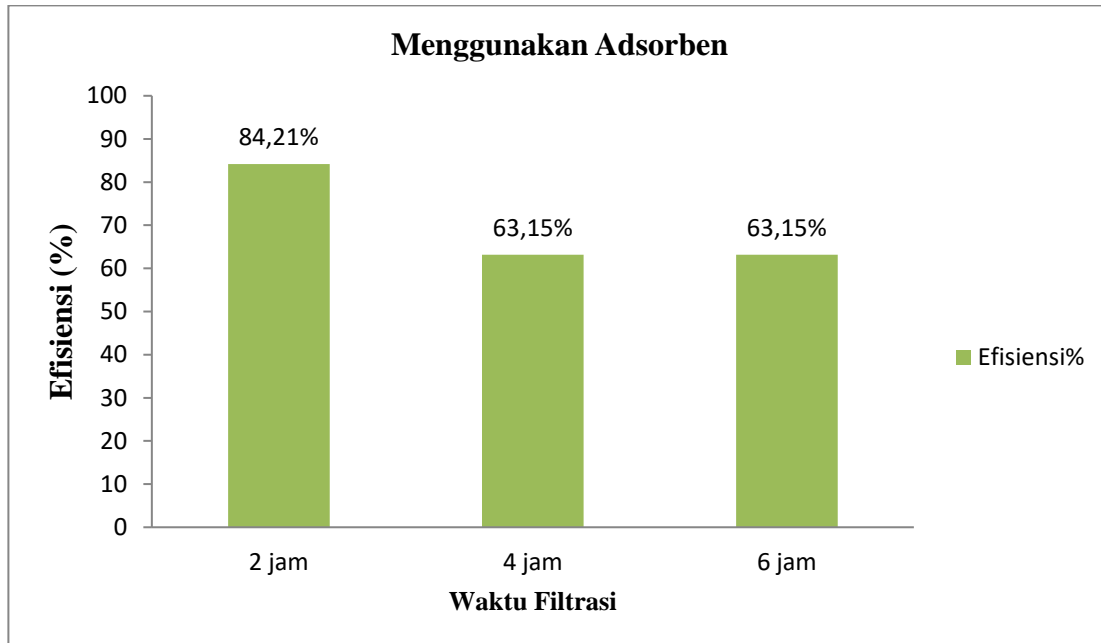
#### **4.2.6 Hasil Perhitungan Efisiensi pada Parameter pH**

Tabel berikut menunjukkan perubahan nilai pH serta efisiensi peningkatannya pada berbagai variasi waktu kontak selama proses pengolahan. Data mencakup pH awal dan akhir serta efisiensi peningkatan pH untuk masing-masing waktu, yang mencerminkan efektivitas proses dalam menetralkan atau menyesuaikan keasaman sampel.

**Tabel 4.11** Hasil Perhitungan Efisiensi Parameter pH Setelah Filtrasi Menggunakan Adsorben

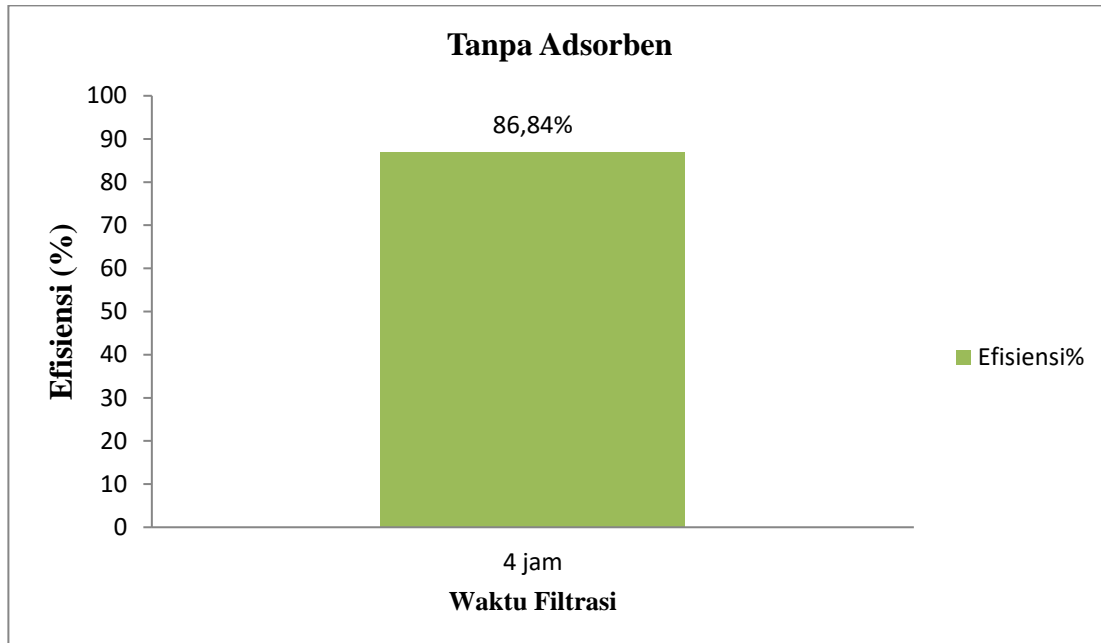
No	Adsorben	Variasi Waktu	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Efisiensi (%)
1	Menggunakan Adsorben	2 jam	3,8	7	84,21
2		4 jam	3,8	6,2	63,15
3		6 jam	3,8	6,2	63,15
4	Tanpa Adsorben	4 jam	3,8	7,1	86,84

Berdasarkan pada Tabel 4.11 hasil perhitungan efisiensi pada parameter pH, diketahui bahwa nilai pH awal sebesar 3,8 meningkat secara signifikan setelah 2 jam menjadi 7, dengan efisiensi tertinggi sebesar 84,21%. Namun, setelah 4 jam dan 6 jam, nilai pH hanya meningkat menjadi 6,2 dengan efisiensi yang sama, yaitu 63,15%. Hal ini menunjukkan bahwa proses penyesuaian pH berlangsung paling efektif dalam 2 jam pertama, dan setelah itu peningkatan efisiensi cenderung menurun. Dengan demikian, waktu 2 jam merupakan durasi paling optimal dalam meningkatkan pH ke arah netral dalam proses ini. Berikut ini Gambar 4.11 dan 4.12 hasil perhitungan efisiensi pada parameter pH menggunakan adsorben dan tanpa adsorben dapat dilihat di bawah ini :



**Gambar 4.11** Hasil Perhitungan Efisiensi Menggunakan Adsorben Pada Parameter pH

Berdasarkan hasil pada Gambar 4.11 di atas menunjukkan bahwa hasil perhitungan efisiensi menggunakan adsorben terhadap parameter pH. Pada setiap waktu filtrasi, nilai pH awal adalah 3,8. Setelah dilakukan proses filtrasi selama 2 jam, nilai pH meningkat menjadi 7, dengan efisiensi sebesar 84,21%. Namun, pada waktu filtrasi 4 jam dan 6 jam, nilai pH akhir masing-masing adalah 6,2, dengan efisiensi sebesar 63,15% untuk keduanya. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi tertinggi dicapai pada waktu filtrasi 2 jam.



**Gambar 4.12** Hasil Perhitungan Efisiensi Tanpa Adsorben Pada Parameter pH

Berdasarkan Gambar 4.12 di atas menunjukkan hasil perhitungan efisiensi perubahan pH tanpa menggunakan adsorben selama proses filtrasi dengan waktu 4 jam. Nilai pH awal yaitu 3,8. Setelah dilakukan filtrasi nilai pH meningkat menjadi 7,1. Kenaikan nilai pH ini menghasilkan efisiensi sebesar 86,84%. Hasil ini menunjukkan bahwa tanpa menggunakan adsorben, proses filtrasi tetap mampu meningkatkan pH dengan efisiensi yang tinggi.

Berdasarkan Gambar 4.11, penggunaan adsorben dalam proses filtrasi menunjukkan bahwa efisiensi tertinggi diperoleh pada waktu filtrasi 2 jam, di mana pH meningkat dari 3,8 menjadi 7 dengan efisiensi 84,21%. Namun, pada waktu filtrasi 4 jam dan 6 jam, pH akhir hanya mencapai 6,2 dengan efisiensi sebesar 63,15%. Ini menunjukkan bahwa efisiensi optimal terjadi pada durasi filtrasi yang lebih singkat. Sementara itu, Gambar 4.12 menunjukkan bahwa tanpa penggunaan adsorben, filtrasi selama 4 jam mampu meningkatkan pH dari 3,8 menjadi 7,1 dengan

efisiensi 86,84%. Hal ini menandakan bahwa meskipun tanpa adsorben, proses filtrasi masih efektif dalam menaikkan pH dengan efisiensi yang cukup tinggi

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pemanfaatan *bottom ash* batu bara sebagai media filter dalam pengolahan limbah cair disimpulkan adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh waktu kontak terhadap penurunan parameter COD dan TSS pada limbah cair tahu menggunakan media filter kerikil, ijuk, pasir dan adsorben batu bara memiliki penurunan kadar COD tertinggi pada waktu 2 jam sebesar 72,8 mg/L, penurunan kadar TSS tertinggi pada waktu 6 jam sebesar 96 mg/L dan dihasilkan pH yang netral.
2. Efisiensi penurunan parameter pada pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan adsorben *bottom ash* sangai baik karena dari data yang didapatkan menunjukkan penurunan dengan secara signifikan seperti COD (24,8%), TSS (82,85%) dan pH sebesar (63,15). Sedangkan tanpa adsorben hasil yang diperoleh yaitu COD (4,13%), TSS (78,03%) dan pH sebesar (86,84%).

#### **5.2 Saran**

Adapun saran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif dalam pemanfaatan *bottom ash* batu bara yang dihasilkan oleh PLTU Nagan Raya.
2. Hasil penelitian menunjukkan Industri Tahu di kota Banda Aceh harus melakukan bentuk pengolahan dalam limbah cair tahu tersebut.
3. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat memperhatikan media yang akan digunakan sebagai media filtrasi, serta dapat melakukan penambahan pada sistem aerobik dalam pengolahan limbah cair tahu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andika, B., Wahyuningsih, P., Fajri, R. 2020. Penentuan Nilai BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemar Air dan Baku Mutu Air Limbah Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. 2 (1): 14-22.
- Arbi, Y., Aidha, E. R. and Deflianti, L. 2018. Analisis Nilai Kalori Briket Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif Di Kecamatan Sipora Utara Kabupaten Mentawai, *Jurnal PTK: Pendidikan Teknologi Kejuruan*, 1(3), pp. 119–123.
- Anggraini, S. 2017. Proses Penjernihan Air Payau Dengan Media Filtrasi Karbon Aktif dan Pasir Silika (Doctoral dissertation, (Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Arnesya Ramadhani dan Siti Khuzaimah. 2023. Pemanfaatan limbah FABA (*fly ash bottom ash*) PLTU karangkandri sebagai adsorben pengolahan limbah batik di Desa Kutawaru Cilacap. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam Dan Energi Berkelanjutan*. Vol. 07 no. 2. Pp. 25-23
- Artiyani, A., Firmansyah, H.N. 2016. Kemampuan Filtrasi Up Flow Pengolahan Filtrasi Up Flow Dengan Media Pasir zeolit Dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Dan Deterjen air Limbah Domestik. *Jurnal Industri Inovatif*. 6 (1): 8-15.
- Arifatunnisa, Prismita Nursetyowati, Dyah Marganingrum. 2022. Studi Pemanfaatan Limbah *Bottom Ash* Sebagai Adsorben Zat Warna Pada Industri Tekstil (Studi Kasus PT. TCI Kabupaten Bandung). *Jurnal Reka Lingkungan*. Vol. 10. N0 1.
- Atima, W. 2015. BOD DAN COD Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science & Education* 2015 Surati, 4(1), 99–111.



- Azhari, M. 2016. Pengolahan Limbah Tahu dan Tempe Dengan Metode Teknologi Tepat Guna Saringan Pasir Sebagai Kajian Mata Kuliah Pengetahuan Lingkungan. *Jurnal Media Ilmiah Teknik Lingkungan*. 1 (2):1-8.
- Bhutiani, R., Rai, N., Sharma, P. K., Rausa, K., & Ahamad, F. 2019. *Phytoremediation efficiency of water hyacinth (E. crassipes), canna (C. indica) and duckweed (L. minor) plants in treatment of sewage water. Environment Conservation Journal*, 20(1&2), 143–156. <https://doi.org/10.36953/ecj.2019.1008.1221>.
- Elystia, S., Sasmita, A., dan Purwanti, P. 2017. Pengolahan Kandungan COD Limbah Cair Pabrik Latifolia dengan Metode Fitoremediasi. *Jurnal Teknik Lingkungan Unand*, 11(2), 88–95. ISSN: 2527-6204.
- Fadlan M. T. B., Alfian, a., dan Deliza, D. 2019. Penjernihan dan Perbaikan Kualitas Air Sumur Menjadi Layak Minum Serta Memanfaatkan Potensi Alam dengan Metoda Kombinasi Lapisan Multimedia-Filter Ssabut Tandan Sawit (LMM-FSTS) di Perumahan Valencia Muaro Jambi (Doctoral Dissertation, Uin Sulthan Thaha Saifuddin Jambi).
- Fardiyan, F. 2021. *Perencanaan Instalasi Pengolah Air Limbah cair tahu di Daerah Perumahan Green Tombro Malang Jawa Timur*. Universitas Islam Malang. ISSN: 2460 – 5972.
- Febrina, L., dan Ayuna, A. 2015. Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mn (Mn) dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Teknologi*. 7(1), 35-44.
- Hidayat, J.P., Hariyadi, A., dan Chosta, F. 2022. Unjuk Kinerja Adsorpsi Bentonit dan Arang Aktif Terhadap Karakteristik Minyak Jelantah. *J. Sains dan Teknol. Pangan*, vol. 7(6): 5600–5614.
- Hikamah, S. R., dan Mubarak, H. 2019. Studi Deskriptif Pengaruh Limbah Industri Perikanan Muncar, Banyuwangi terhadap Lingkungan Sekitar. *Journal Of Chemical Information And Modeling*, 1(1), 1689–1699. ISSN 2597-7660.
- Indah, L. S., Hendrarto, B., & Soedarsono, P. 2014. Kemampuan Eceng Gondok (*Eichhornia* sp.), Kangkung Air (*Ipomea* sp.), dan Kayu Apu (*pistia* sp.)

- Dalam Menurunkan Bahan Organik Limbah Industri Tahu (Skala Laboratorium). *Management of Aquatic Resources Journal* (MAQUARES), 3(1), 1–6. <https://doi.org/10.14710/marj.v3i1.4280>.
- Ira Susanti., Rinidar., & Sugito., *Study Of Knowledge, Attitude And Action Of Buffalo Ranchers In The Villages Around Nagan Raya Power Plant On The Impact Of Fly Ash Exposure*, No Vol : 14.
- Istirokhatun, T., Aulia, M., dan Utomo, I. S. 2017. Potensi *Chlorella* Sp. untuk Menyisihkan COD dan Nitrat dalam Limbah Cair Tahu. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 14(2), 88–96. ISSN 2731-6730.
- Lestari, Fera, Try Susanto, and Kastamto Kastamto. 2021. Pemanenan Air Hujan Sebagai Penyediaan Air Bersih Pada Era New Normal Di Kelurahan Susunan Baru. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan* 4(2):427.
- Mashadi, A., Surendro, B., Rakhmawati, A., & Amin, M. 2018. Peningkatan Kualitas pH, Fe Dan Kekeruhan Dari Air Sumur Gali Dengan Metode Filtrasi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2), 105.
- Matilda, F., Biyatmoko, D., Rizali, A., & Abdullah, A. 2016. Peningkatan Kualitas Efluen Air Limbah Industri Tahu Pada Sistem Lumpur Aktif Dengan Variasi Laju Alir Menggunakan Arang Aktif Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri*). *EnviroScienceae*, 12(3), 207–215. <https://doi.org/10.20527/es.v12i3.2446>.
- Mayasari, R. 2017. Pengaruh Limbah Cair Tahu Terhadap Mortalitas dan Histopatologi Ginjal Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) Sebagai Alternatif Materi Biologi Sma Kelas X. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3(2), 123-132. DOI: 10.22219/jpbi.v3i2.3907.
- Maulani, M., Satiyawira, B., Nugrahanti, A., Apriniyadi, M., Nurfajrin, Z. D., Young, H., dan Disaputra, M. K. 2021. Pemanfaatan Pengolahan Limbah Industri Tahu Menggunakan Bentonite. *Community Empowerment*, 6(1), 2-8. ISSN: 2614-4964.

- Nasir, M., Saputro, E. P., & Handayani, S. 2015. Manajemen Pengelolaan Limbah Industri. Benefit *Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 19(2), 143–149.
- Netty, S., Chistine, F, M., Engel, V, P. 2017. Asap Cair Hasil Pirolisis Cangkang Pala dan Cangkang Kemiri. Unsrat Press: Jakarta: 3-24.
- Notoatmodjo, S,. 2003. Pendidikan dan Prilaku Kesehatan. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 05 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Rahmayani, F., dan Siswarni, M, Z. 2013.
- Pinem, K. I. 2019. Pengaruh Rate Filtrasi Dan Ketebalan Media Pasir Silika Terhadap Penurunan Nilai Kekeruhan Dan Peningkatan Nilai Ph Dalam Filtrasi Air Gambut. (Tugas Akhir).
- Putra, R. A., & Dewi, M. E. (2023). Pemanfaatan Bottom Ash sebagai Adsorben dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Teknik Lingkungan Indonesia*, 10(2), 55-63.
- Prisca Yudista Ego, 2021. Penurunan Kadar Bod Dan Tss Pada Limbah Cair Industri Tahu Dengan Metode Filtrasi Menggunakan Media Zeolit,Pasir, Ijuk Dan *Bottom Ash*.
- Pungus, M., Palilingan, S., & Tumimomor, F. 2019. Penurunan kadar BOD dan COD dalam limbah cair laundry menggunakan kombinasi adsorben alam sebagai media filtrasi. *Fullerene Journ. Of Chem*, 4(2), 54–60.
- Putra, R.R.P., dan Cahyonughroho, O. H. 2021. Efisiensi Metode Deep Flow Technique untuk Menurunkan BOD, COD dan TSS pada Limbah Cair tahu Menggunakan Tumbuhan Kayu Apu dan Kangkung Air. *Jurnal Environtek*, 13(1), 37–43. DOI: <https://doi.org/10.33005/envirotek.v13i1>.
- Rahmah, I., et al. (2023). Utilization of Coal Bottom Ash as Adsorbent for Organic Wastewater Treatment. *Journal of Environmental Technology*, 15(2), 88-95.
- Ramadhani, L., dan Sianturi, L. 2021. Dampak Limbah Rumah Tangga terhadap Pencemaran Lingkungan di Kecamatan Tanjung Morawa. *Prosoding Seminar Nasional Peningkatan Mutu Pendidikan*, 2(1), 97–100.

- Rares, J. P., Sholichin, M., & Yuliani, E. 2016. Analisis Pengelolaan Kualitas Air di Perairan Danau Tondano. *Jurnal teknik Pengairan*, 7, 225-235.
- Rizal, M. 2020. Pakan Unggas Dari Limbah Organik. LP2M IAIN Ambon. ISBN: 978-623-6830-02-4.
- Roziqin, K., Rahmayanti, A., dan Pratama, A. D. 2017. Variabel Sintesis Zeolit A, X, dan K dari Abu Batu Bara dengan Metode Hidrotermal.
- Robiah, R., Melani, A., dan Rifdan, R. 2022. A Adsorpsi Asam Lemak Bebas Pretreatment Cpo Menggunakan Zeolit Alam Proses Kontinyu. *Jurnal Teknik Patra Akademika*. Vol. 13 (02): 110-114.
- Santoso, A. D. 2018. Keragaan Nilai DO, BOD dan COD di Danau Bekas Tambang Batubara Studi Kasus pada Danau Sangatta North PT. KPC di Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi lingkungan*, 19(1), 89. <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i1.2511>.
- Sari, D. N., & Hidayat, R. (2024). Utilization of Bottom Ash as Low-Cost Adsorbent for Organic and Inorganic Pollutant Removal in Industrial Wastewater. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 12(1), 22–29.
- Sari, N. K., dan Muttaqin, A. 2016. Pengaruh Waktu Sonikasi terhadap Konduktivitas Listrik Zeolit Berbahan Abu Dasar Batubara Menggunakan Metode Peleburan Alkali Hidrotermal. *Jurnal Fisika Unand*. Vol. 5 (4): 322-326.
- Sari, K, L., As, Z, A., Hardiono. 2017. Penurunan Kadar BOD, COD dan TSS Pada Limbah Tahu Menggunakan Efektive Microorganism-4 (EM4) Secara Aerob. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 14 (1): 450-457.
- Sayow, F., Polii, B, F, J., Tilaar, W., Agustine, K, D. 2020. Analisa Kandungan Limbah Tahu dan Tempe Rahayu di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoang Kabupaten Minahasa. *Jurnal Transdisiplin Pertanian*. 16 (2): 245-252.
- Siagian, L. 2018. Dampak dan Pengendalian Limbah Cair Industri. *In Jurnal Teknik Nommensen* (Vol. 1, Issue 2, Pp. 98–105). ISSN : 2527 – 5917.

- Sunarti., dan Nazudin,. 2021. Sintesis Zeolit A dari Abu Dasar Batubara (Coal Bottom Ash) Dengan Metode Peleburan dan Hidrotermal. *MjoCE*. Vol. 11 (1): 8-16.
- Sulastri, S., dan Nurhayati, I. 2014. Pengaruh Media Filtrasi Arang Aktif Terhadap Kekeruhan, Warna dan TDS pada Air Telaga di Desa Balong Panggang. *Jurnal Teknik*, 12 (01).
- Sutrisno, E., Sumiyati, S., dan N. 2018. Pengaruh Tanaman Rumpuk Bebek (Lemna Minor) terhadap Penurunan BOD dan COD Limbah Cair Domestik. *Presipitasi*, 7(1), 42–47. ISSN 2614-8757.
- Suripto, S., dan Trimanta, T. 2017. Sistem Tracking Filter untuk Mencegah Pencemaran. *Politeknologi*, 13(1), 2–5. ISSN 2303-1077.
- Subekti, S. 2018. Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Fakultas Teknik Univer/sitas Wahid Hasyim Semarang, 6(1), 34-42. ISBN. 978-602-99334-0-6.
- Suhairin, S., Muanah, M., dan Dewi, E. S. 2020. Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Pupuk Organik Cair Di Lombok Tengah NTB. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(1), 374-377. ISSN : 2614-5251
- Wardani, F., Khamidinal., Sedyadi, E., dan Krisdiyanto, D. 2020. Pengaruh Waktu Refluks Terhadap Hasil Sintesis Zeolit Dari Bahan Abu Dasar Batubara Dengan Metode Hidrotermal. *Indonesian Journal of Material Chemistry*. Vol 3 (1): 9-4.
- Yohannes, B., Utomo, S, W., Agustina, H. 2019. Kajian Kualitas air Sungai dan Upaya Pengendalian Pencemaran Air (Studi Di Sungai K-erukut, Jakarta Selatan. *Indonesia Journal of Environmental Education and Management*. 4 (2): 136-155.
- Yudhistira, B., Andriani, M., Utami, R. 2016. Karakterisasi Limbah Cair Industri Tahu Dengan Koagulan Yang Berbeda (Asam Asetat dan Kalsium Sulfat). *Journal of Sustainable Agriculture*. 31 (2): 137-145.

- Yulis, P. A. R., & Desti. 2019. Penentuan Kadar Logam Timbal ( Pb ) Air Sungai Singingi Di Kabupaten Kuantan Singingi Riau. 1(2), 30–36.
- Zikri, M. A. 2017. Penggunaan Membran Komposit Berbasis Kitosan, Polivinil Alkohol (PVA) dan Zeolit terhadap Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit (POME) Secara Ultrafiltrasi (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).

## LAMPIRAN

### Lampiran A Analisis Data Hasil Adsorpsi

#### Perhitungan % Teradsorpsi Limbah Cair Tahu

Cara untuk mengetahui % teradsorpsi dari limbah cair tahu adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\% \text{ teradsorpsi} &= \frac{C_{\text{teradsorpsi}} \times 100 \%}{C_{\text{awal}}} \\ &= \frac{24 \text{ mg/L} \times 100 \%}{96,8 \text{ mg/L}} \\ &= 24,8 \%\end{aligned}$$

Perhitungan  $C_{\text{sisal}}$  dan % teradsorpsi untuk seluruh proses adsorpsi dapat dilihat pada **Tabel C.1.** dan **Tabel C.2.**

**Tabel C.1** Data Efisiensi Adsorpsi Menggunakan Adsorben

No.	Parameter	Variasi Waktu	$C_{\text{awal}}$ (mg/L)	$C_{\text{sisal}}$ (mg/L)	$C_{\text{teradsorpsi}}$ (mg/L)	(%) Adsorpsi
1	COD	2 jam	96,8	72,8	24	24,8
		4 jam	96,8	87,7	9,1	9,4
		6 jam	96,8	90,2	6,6	6,81
2	TSS	2 jam	560	114	446	79,64
		4 jam	560	105	455	81,25
		6 jam	560	96	464	82,85
3	pH	2 jam	3,8	7	-3,2	84,21
		4 jam	3,8	6,2	-2,4	63,15
		6 jam	3,8	6,2	-2,4	63,15

**Tabel C.2** Data Efisiensi Adsorpsi Tanpa Adsorben

<b>No.</b>	<b>Parameter</b>	<b>Variasi Waktu</b>	<b>C<sub>awal</sub></b> (mg/L)	<b>C<sub>sis</sub></b> (mg/L)	<b>C<sub>teradsorpsi</sub></b> (mg/L)	<b>(%) Adsorpsi</b>
1	COD	4 jam	96,8	92,8	4	4,13
2	TSS	4 jam	560	123	437	78,03
3	pH	4 jam	3,8	7,1	-3,3	86,84



## Lampiran B Dokumentasi Hasil Kegiatan Penelitian



**Pengambilan *Bottom Ash* di PLTU  
Nagan Raya**



**Pengambilan Bahan Pasir**



**Pengambilan Bahan Kerikil**



**Pengambilan Bahan Ijuk**



**Pengambilan Bahan Limbah Cair  
Tahu di Pabrik Tahu Batoh**



**Pencucian *Bottom Ash***

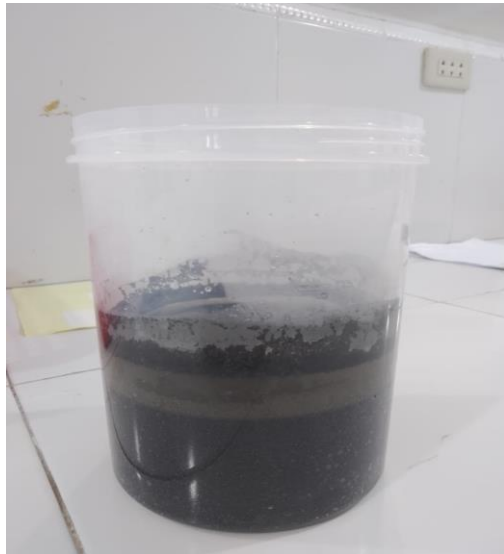


**Pengeringan *Bottom Ash*  
Menggunakan Oven**



**Pengayakan *Bottom Ash* 60 Mesh**





**Perendaman *Bottom Ash* Selama 24 jam**



**Penyaringan *Bottom Ash***



**Pengecekan pH Sebelum Perlakuan**



**Media Filter Menggunakan Dan Tidak Menggunakan Adsorben *Bottom Ash***



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
**UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Tgk. Imum Lueng Bata, Batoh, Banda Aceh, Kode Pos 23245  
Website : [www.serambimekkah.ac.id](http://www.serambimekkah.ac.id), Surel : [akademik@serambimekkah.ac.id](mailto:akademik@serambimekkah.ac.id)

**SURAT KEPUTUSAN**  
**DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH**  
Nomor: 071/FT-USM/SK/VII/2024  
**Tentang**


**PENUNJUKAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH**

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH


- Menimbang : 1. Bahwa untuk kelancaran penulisan Tugas Akhir mahasiswa Fakultas Teknik Tahun Akademik 2023/2024 perlu adanya program bimbingan yang kontinyu dan intensif kepada mahasiswa sebagai peserta didik.
- Mengingat : 2. Bahwa untuk keperluan tersebut, perlu ditunjuk dosen pembimbing Tugas Akhir dengan suatu surat keputusan
2. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
3. Undang-undang Nomor 14 tahun 2005 tentang Guru dan Dosen;
3. Peraturan Pemerintah RI No.17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan;
4. Peraturan Pemerintah RI No.66 Tahun 2010 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah No.17 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan
5. Permenristek-Dikti No 44 Tahun 2015 tentang Standart Nasional Pendidikan Tinggi;
6. Pedoman Akademik Universitas Serambi Mekkah Tahun 2015
- MEMUTUSKAN**
- Menetapkan  
Pertama : Menetapkan sdr/I : **Ir. T. MUHAMMAD ZULFIKAR, ST.,MP** Sebagai Pembimbing I  
**IRDA UNITA, ST.,M.SC** Sebagai Pembimbing II
- Untuk membimbing Tugas Akhir mahasiswa
- Nama : FIKI ANGGA MULIA**
- NPM : 2114020010**
- Program Studi : TEKNIK LINGKUNGAN**
- Kedua : Judul Skripsi : **PEMANFAATAN BOTTOM ASH PLTU SEBAGAI MEDIA FILTER UNTUK MENGOLAH LIMBAH TAHU**
- Ketiga : Dengan ketentuan :
1. Bimbingan dilaksanakan dengan kontinyu dan bertanggung jawab serta harus diselesaikan selambat-lambatnya 1 (satu) tahun sejak keputusan ini dikeluarkan;
2. Apabila ketentuan poin 1 terlewati disebabkan oleh kelalaian mahasiswa, maka dikenakan sanksi administratif;
3. Apabila ketentuan poin 1 terlewati disebabkan oleh kelalaian pembimbing, maka akan diganti dosen pembimbing yang baru;
- Keempat : Surat Keputusan ini diberikan kepada masing-masing yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan sebagaimana mestinya.
- Kelima : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dan apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapannya atau memerlukan penyesuaian maka akan diadakan perbaikan dan perubahan sebagaimana mestinya

Banda Aceh, 29 Juli 2024  
Wakil Dekan I,  
  
**Maulinda, S.SI., M.SI**  
NIDN:0112028001

Tembusan :  
1. Ketua Prodi  
2. Mahasiswa bersangkutan  
3. Arsip



**PEMERINTAH ACEH**  
**DINAS KESEHATAN**  
**UPTD BALAI LABORATORIUM KESEHATAN DAN**  
**PENGUJIAN ALAT KESEHATAN**  
 Jl. Tgk. H. Mohd. Daud Beureueh No. 168 Banda Aceh Kode Pos 23124  
 Email: [blkpakdinkesaceh@gmail.com](mailto:blkpakdinkesaceh@gmail.com) Website: <http://labkes-aceh.blogspot.com>



---

### LAPORAN HASIL PENGUJIAN

No Order : 61 - 65  
 No. Sampel : 61 - 65 / 1-5 / II / 2025  
 Nama Pengirim : Fiki Angga Mulia  
 Alamat : -  
 Petugas Pengambil : Fiki Angga Mulia  
 Tanggal Ambil : 23 Januari 2025  
 Tanggal Terima : 10 Februari 2025  
 Tanggal Analisa : 10 s/d 12 Februari 2025  
 Jenis sampel : Air Limbah (Air Tahu)  
 Lokasi : Desa Batoh Kec. Lueng Bata - Banda Aceh  
 Pengawet : Tidak Ada  
 Baku Mutu : PerMenLHK RI No 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

Jam : 17.49 Wib  
 Jam : 10.30 Wib

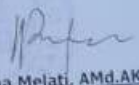
No	Kode Sampel	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Acuan Metode
1	61	COD	mg/l	300	72,8	SNI 6989.15:2019
2	62	COD	mg/l	300	87,7	SNI 6989.15:2019
3	63	COD	mg/l	300	90,2	SNI 6989.15:2019
4	64	COD	mg/l	300	92,8	SNI 6989.15:2019
5	65	COD	mg/l	300	96,8	SNI 6989.15:2019

FR.IV/LHP.LP.01/Rev:0

**Ket :**

- Lembar hasil Pengujian tidak boleh digandakan & disebarluaskan tanpa persetujuan dan UPTD BLK & PAK
- Parameter pemeriksaan ini sesuai dengan PerMenLHK RI No 5 Tahun 2014
- Pengambilan sampel yang tidak dilakukan oleh petugas UPTD BLK & PAK, apabila tidak sesuai menjadi tanggung jawab pengambil sampel

Banda Aceh, 13 Februari 2025  
 Penanggung Jawab Teknis



**Rekha Melati, AMd.AK, SKM**  
 Nip. 19720602 199403 2 003



**PEMERINTAH ACEH  
DINAS KESEHATAN  
UPTD BALAI LABORATORIUM KESEHATAN DAN  
PENGUJIAN ALAT KESEHATAN**

Jl. Tgk. H. Mohd. Daud Beureueh No. 168 Banda Aceh Kode Pos 23124  
Email: [blkpakdinkesaceh@gmail.com](mailto:blkpakdinkesaceh@gmail.com) Website: <http://labkes-aceh.blogspot.com>

Nomor : 445.25/43  
Lampiran : satu eks

Banda Aceh, 13 Februari 2025  
14 Sya'ban 1446

Sifat : Biasa  
Hal : Hasil pemeriksaan Sampel Air Limbah

Kepada Yth,  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah  
di -  
Banda Aceh

1. Sehubungan dengan surat saudara nomor 015/FT-USM/M/II/2025 tanggal 4 Februari 2025 tentang Izin Pengujian Sampel, maka bersama ini kami kirimkan hasil pemeriksaan sampel air limbah yang kami terima pada tanggal 10 Februari 2025 hasil terlampir.
2. Demikian kami sampaikan untuk dipergunakan seperlunya atas kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan  
dan Pengujian Alat Kesehatan.

  
**dr. Fardhiyani**  
NIP. 19690912 200112 2 001





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH

FAKULTAS TEKNIK  
LABORATORIUM TEKNIK KIMIA

Jalan Tgk. Imum Lueng Bata, Butoh, Banda Aceh, Kode Pos 23245  
Website: [www.serambimekkah.ac.id](http://www.serambimekkah.ac.id) Surel: [akademik@serambimekkah.ac.id](mailto:akademik@serambimekkah.ac.id)

**SURAT IZIN PENGGUNAAN LABORATORIUM TEKNIK KIMIA  
UNTUK PENELITIAN**

Nomor : 04 /LAB-TK-FT-USM/I/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah Kepala Laboratorium Teknik Kimia dan Dosen  
Pembimbing mahasiswa penelitian :

Nama : Fiki Angga Mulia  
NPM : 2114020010  
Program Studi : Teknik Lingkungan

Memberi izin kepada mahasiswa tersebut diatas untuk melaksanakan penelitian dan untuk  
memakai peralatan Laboratorium Teknik Kimia Universitas Serambi Mekkah dalam rangka  
penelitian dengan judul : *Pemanfaatan Bottom ASH PLTU sebagai Media Filter untuk Mengolah  
Limbah Tahu*, Mulai Januari s/d Maret 2025. Segala risiko yang timbul dalam pemakaian  
peralatan Laboratorium Teknik Kimia Universitas Serambi Mekkah menjadi tanggung jawab  
yang bersangkutan.

Demikian surat ini diperbuat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Banda Aceh, 15 Januari 2025

Mengetahui,

Pembimbing I,

(Ir. T. Muhammad Zulfikar, ST., MP., IPU)  
NIDN. 0126047304

Pembimbing II,

(Irda Yunita, ST., M.Sc.)  
NIDN. 1328068801

Ka. Laboratorium Teknik Kimia

(Zulhaini Sartika, ST., MT.)  
NIDN. 1320098302



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH  
FAKULTAS TEKNIK  
LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN  
Jalan Tgk. Inum Lueng Bata, Batoh, Banda Aceh, Kode Pos 23245  
Website: [www.serambimekkah.ac.id](http://www.serambimekkah.ac.id) Surel: [akademik@serambimekkah.ac.id](mailto:akademik@serambimekkah.ac.id)

**SURAT IZIN PENGGUNAAN LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN  
UNTUK PENELITIAN**

Nomor : 04 /LAB-TL-FT-USM/I/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan dan Dosen Pembimbing mahasiswa penelitian :

Nama : Fiki Angga Mulia  
NPM : 2114020010  
Program Studi : Teknik Lingkungan

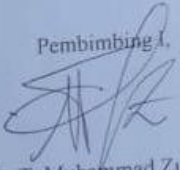
Memberi izin kepada mahasiswa tersebut diatas untuk melaksanakan penelitian dan untuk memakai peralatan Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Serambi Mekkah dalam rangka penelitian dengan judul : *Pemanfaatan Bottom ASH PLTU sebagai Media Filter untuk Mengolah Limbah Tahu*, Mulai Januari s/d Maret 2025 Segala risiko yang timbul dalam pemakaian peralatan Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Serambi Mekkah menjadi tanggung jawab yang bersangkutan.

Demikian surat ini diperbuat agar dapat dipergunakan seperlunya.


Banda Aceh, 15 Januari 2025

Mengetahui,

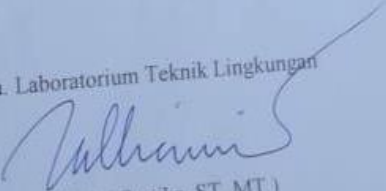
Pembimbing I,

  
(Ir. T. Muhammad Zulfikar, ST., MP., IPU)  
NIDN. 0126047304

Pembimbing II,

  
(Irda Yunita, ST., M.Sc.)  
NIDN. 1328068801

Ka. Laboratorium Teknik Lingkungan

  
(Zulhaini Sartika, ST., MT.)  
NIDN. 1320098302





UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH  
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Tgk. Inum Lueng Bata, Batah, Banda Aceh, Kode Pos 23245  
Email : ft@serambimekkah.ac.id / Website : www.ft.serambimekkah.ac.id

Nomor : 004/FT-USM/MA/2025  
Lampiran : -  
Perihal : Izin Pemakaian Lab

Kepada Yth,  
Kepala Laboratorium Teknik Kimia & Teknik Lingkungan  
di

Tempat

Dengan Hormat,

Wakil Dekan I, Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah Banda Aceh dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Fiki Angga Mulia  
NPM : 2114020010  
Program Studi : Teknik Lingkungan

Adalah mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah Banda Aceh akan mengadakan pengumpulan data penelitian yang berjudul :

***"Pemanfaatan Bottom ASH PLTU Sebagai Media Filter Untuk Mengolah Limbah Tahu"***

Penelitian semata-mata bersifat untuk memenuhi kewajiban penyusunan tugas akhir dalam rangka menyelesaikan studi pada Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah.

Demikianlah harapan kami, atas bantuan dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Banda Aceh, 8 Januari 2025  
Wakil Dekan Bidang Akademik,

  
Maulinda S. Si, M. Si  
NIDN: 0112028001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH  
FAKULTAS TEKNIK  
Jalan Tgk. Imum Lueng Bata, Batoh, Banda Aceh, Kode Pos 23245  
Email : ft@serambimekkah.ac.id / Website : www.ft.serambimekkah.ac.id

Nomor : 015/FT-USM/M/II/2025  
Lampiran : -  
Perihal : Izin Pengujian Sampel

Kepada Yth,  
Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan  
Dan Pengujian Alat Kesehatan  
di

Tempat

Dengan Hormat,

Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah Banda Aceh dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Fiki Angga Mulia  
NPM : 2114020010  
Program Studi : Teknik Lingkungan

Adalah mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah Banda Aceh akan mengadakan pengumpulan data penelitian yang berjudul :

***"Pemanfaatan Fly Ash Sebagai Absorben Untuk Mengolah Logam Berat PB"***

Penelitian semata-mata bersifat untuk memenuhi kewajiban penyusunan tugas akhir dalam rangka menyelesaikan studi pada Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah.

Demikianlah harapan kami, atas bantuan dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Banda Aceh, 4 Februari 2025  
Wakil Dekan Bidang Akademik,  
  
Maulinda S. Sa, M.Si  
NIDN. 011/2018001  


## Lampiran C Biodata Penulis



Nama : Fiki Angga Mulia  
Tempat Tanggal Lahir : Kuta Inang 20  
November 2002  
Jenis Kelamin : Laki\_Laki  
Agama : Islam  
Alamat : Dsn Inang Jaya\_Kuta Inang  
No Hp : 082272911823  
Email : fikianggamulia8@gmail.com

Fiki Angga Mulia merupakan Putra daerah Simeulue yang lahir di Kuta Inang pada tanggal 20 November 2002. Memulai kuliah pada tahun 2021 di Fakultas Teknik, Prodi Teknik Lingkungan Universitas Serambi Mekkah.

Skripsi ini di susun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST), yang dimana Penulis mengambil judul " **Pemanfaatan Battom Ash PLTU Sebagai Media Filter Untuk Mengolah Limbah Tahu "**

Penulis memiliki ketertarikan yang kuat dalam pengolahan lingkungan dan pengolahan limbah, serta berkomitmen untuk mengembangkan teknologi dan strategi yang ramah lingkungan. Saya percaya bahwa dengan pengolahan lingkungan dan pengolahan limbah yang tepat, kita dapat menciptakan lingkungan yang lebih sehat, aman, dan berkelanjutan bagi masyarakat dan generasi mendatang. Melalui karya-karya saya, saya berharap dapat memberikan kontribusi positif bagi masyarakat dan lingkungan, serta menginspirasi orang lain untuk bergabung dalam upaya pengolahan lingkungan dan pengolahan limbah yang berkelanjutan.