

**PEMANFAATAN ARANG AKTIF KULIT JENGKOL  
(*Pithecellobium lobatum*) SEBAGAI ADSORBEN DALAM  
MENYISIHKAN KADAR COD DAN TSS PADA LIMBAH  
CAIR TAHU**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

**Diajukan Oleh:**

**WIRDA FEBRIA PUTRI  
NIM. 170702005**

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
DARUSSALAM-BANDA ACEH  
2022 M / 1443 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN ARANG AKTIF KULIT JENGKOL (*Pithecellobium lobatum*) SEBAGAI ADSORBEN DALAM MENYISIHKAN KADAR COD DAN TSS PADA LIMBAH CAIR TAHU**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan Oleh

**WIRDA FEBRIA PUTRI**

**NIM. 170702005**


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

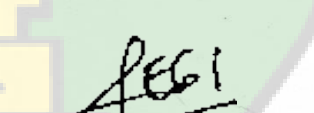
Banda Aceh, 12 Januari 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :

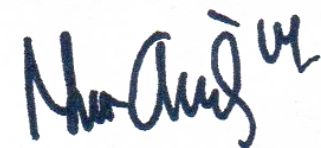
Pembimbing I

Pembimbing II

  
**Arief Rahman, M.T**  
NIDN. 2010038901

  
**Ir. Yeggi Darnas, M.T**  
NIDN. 2020067905

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



**Dr. Eng. Nur Aida, M. Si**  
NIDN. 2016067801

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN ARANG AKTIF KULIT JENGKOL (*Pithecellobium lobatum*) SEBAGAI ADSORBEN DALAM MENYISIHKAN KADAR COD DAN TSS PADA LIMBAH CAIR TAHU

TUGAS AKHIR


Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan


Pada Hari/Tanggal : Rabu, 12 Januari 2022  
10 Jumadil Akhir 1443 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

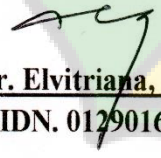
Sekretaris,

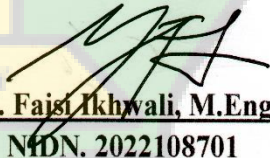
  
Arief Rahman, M.T  
NIDN. 2010038901

  
Ir. Yeggi Darnas, M.T  
NIDN. 2020067905

Penguji I,

Penguji II,

  
Dr. Ir. Elvitriana, M. Eng  
NIDN. 0129016601

  
M. Fajsi Ikhwal, M.Eng  
NIDN. 2022108701

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Azhar Amsal, M.Pd.  
NIDN. 2001066802

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wirda Febria Putri

NIM : 170702005

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Jengkol (*Pithecellobium lobatum*) sebagai Adsorben dalam Menyisihkan Kadar COD dan TSS pada Limbah Cair Tahu

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini, saya:

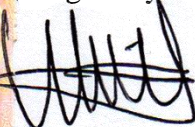
1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembagkan dan mempertanggung jawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan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

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 7 Januari 2022



Yang menyatakan,

  
Wirda Febria Putri

## ABSTRAK

Nama : Wirda Febria Putri  
NIM : 170702005  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Jengkol (*Pithecellobium lobatum*) Sebagai Adsorben Dalam Menyisihkan Kadar COD Dan TSS Pada Limbah Cair Tahu  
Tanggal Sidang :  
Pembimbing I : Arief Rahman, S.T., M.T  
Pembimbing II : Ir. Yeggi Darnas, S.T., M.T  
Kata Kunci : Arang Aktif, Adsorben, *Pithecellobium lobatum*, penyisihan, COD, TSS, Limbah Cair Tahu

Produksi tahu menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah padat yaitu limbah yang dihasilkan dari proses penyaringan dan proses penggumpalan ampas dari kacang kedelai. Sedangkan limbah cair yaitu limbah yang dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan. Limbah cair tahu mengandung bahan organik yang tinggi serta meningkatkan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD). Limbah cair tahu juga mengandung *Total Suspended Solid* (TSS) yang merupakan zat padat yang tersuspensi dalam air sehingga menyebabkan limbah cair tahu keruh. Pengolahan limbah cair tahu dengan metode adsorpsi menggunakan arang aktif dapat mengurangi konsentrasi zat pencemar yang terkandung dalam limbah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan pengadukan dalam penyisihan kadar COD dan TSS pada limbah cair tahu. Adsorben yang digunakan merupakan arang aktif dari kulit jengkol (*Pithecellobium lobatum*) yang diperoleh dari proses karbonisasi pada suhu 350°C yang diaktivasi dengan HCl 1M. Adsorben yang digunakan merupakan hasil dari pengayakan 100 mesh. Proses adsorpsi pada penelitian ini menggunakan variasi massa arang aktif 2 gram, 4 gram, 6 gram, dan 8 gram serta kecepatan pengadukan 60 rpm dan 120 rpm selama 30 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penurunan kadar COD sebesar 77,88% dan kadar TSS sebesar 82,92% dengan menggunakan 8 gram arang aktif serta kecepatan pengadukan 120 rpm selama 30 menit.



*Name* : Wirda Ferbria Putri  
*Student number* : 170702005  
*Study program* : *Environmental Engineering*  
*Title* : *Utilization of Jengkol Skin's Activated Charcoal (Pithecellobium lobatum) as an Adsorbent in Removing COD and TSS Levels in Tofu Liquid Waste*  
*Session Date* : *January 12, 2022*  
*Supervisor I* : *Arief Rahman, S.T., M.T*  
*Supervisor II* : *Ir. Yeggi Darnas, S.T., M.T*  
*Keywords* : *Activated Charcoal, Pithecellobium lobatum, COD, TSS, Tofu Liquid Waste*

*Tofu production produces solid waste and liquid waste. Solid waste is waste generated from the filtering process and the process of clumping the dregs of soybeans. While liquid waste is waste generated from the washing, boiling, pressing and printing processes. Tofu liquid waste contains high organic matter and increases the concentration of Chemical Oxygen Demand (COD). Tofu liquid waste also contains Total Suspended Solid (TSS) which is a solid substance suspended in water, causing cloudy tofu liquid waste. Treatment of tofu liquid waste by adsorption method using activated charcoal can reduce the concentration of pollutants contained in the waste. This study aims to determine the effect of variations in stirring speed in the removal of COD and TSS levels in tofu liquid waste. The adsorbent used is activated charcoal from the skin of jengkol (Pithecellobium lobatum) obtained from the carbonization process at 350°C which is activated with 1M HCl. The adsorbent used is the result of 100 mesh sieving. The adsorption process in this study used variations in the mass of activated charcoal as much as 2 grams, 4 grams, 6 grams, and 8 grams and stirring speeds of 60 rpm and 120 rpm for 30 minutes. The results showed that the efficiency of reducing COD levels was 77.88% and TSS levels were 82.92% using 8 grams of activated charcoal and a stirring speed of 120 rpm for 30 minutes.*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi Allah SWT pemilik semesta alam yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir. Tak lupa pula, shalawat beriring salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Saw. yang telah membawa kita ke alam yang penuh dengan ilmu pengetahuan yang telah diridhai oleh Allah SWT.

Tugas Akhir yang berjudul “Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Jengkol (*Pithecellobium lobatum*) Sebagai Adsorben dalam Menyisihkan Kadar COD dan TSS pada Limbah Cair Tahu” disusun dengan tujuan untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik Lingkungan pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.

Dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu Bapak Sofyan dan Ibu Harlini, AM. Keb. yang telah memberikan nasihat, dukungan, dan doa, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
2. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., Selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.
3. Ibu Husnawati Yahya, S. Si., M.Sc., selaku Sekretaris Prodi Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.

4. Bapak Arief Rahman, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan semangat dan bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan baik.
5. Ibu Ir. Yeggi Darnas, M.T., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan tugas akhir ini.
6. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc., selaku Dosen Penasihat Akademik, yang telah memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir.
7. Ibu Dr. Ir. Elvitriana, M. Eng, selaku Penguji I pada Sidang Munaqasyah Tugas Akhir, yang telah banyak memberikan saran pada penulisan tugas akhir.
8. Bapak M. Faisi Ikhwali, M. Eng., selaku penguji II Sidang Munaqasyah Tugas Akhir, yang telah banyak memberikan saran pada penulisan tugas akhir.
9. Seluruh Dosen dan Staff di program Studi Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry, yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan
10. Kak Idariani, yang telah banyak membantu dalam pengurusan administrasi
11. Kak Nurul Huda S.Pd, yang telah membantu penelitian.
12. Dhiaul Qadri, S.T, yang telah meluangkan waktu dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir
13. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2017 yang telah memberikan semangat dan dukungannya kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir.
14. Seluruh pihak yang telah membantu, yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis berharap semoga kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dapat dibalas oleh Allah SWT. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, terutama bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Program Studi Studi Teknik



Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry,  
Banda Aceh.

Banda Aceh, 30 Juli 2021

Penulis,

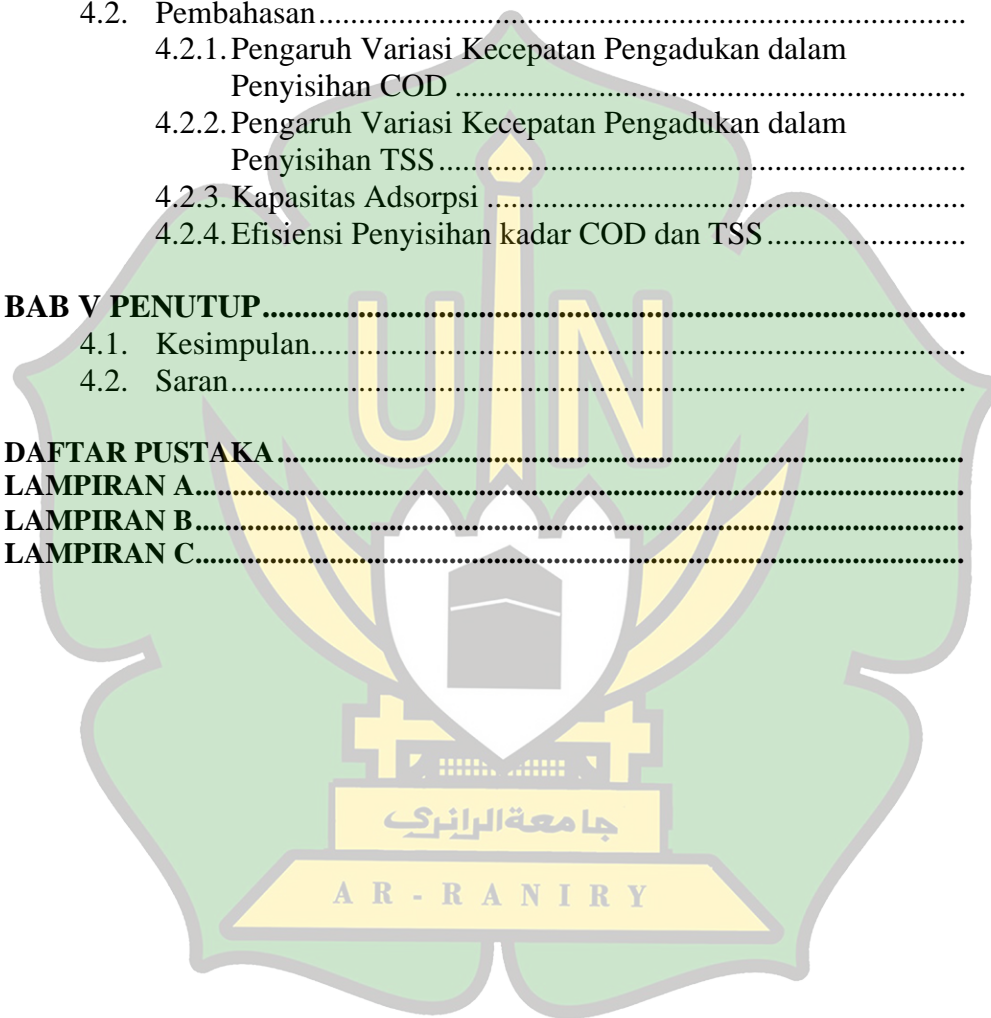
(Wirda Febria Putri)



## DAFTAR ISI

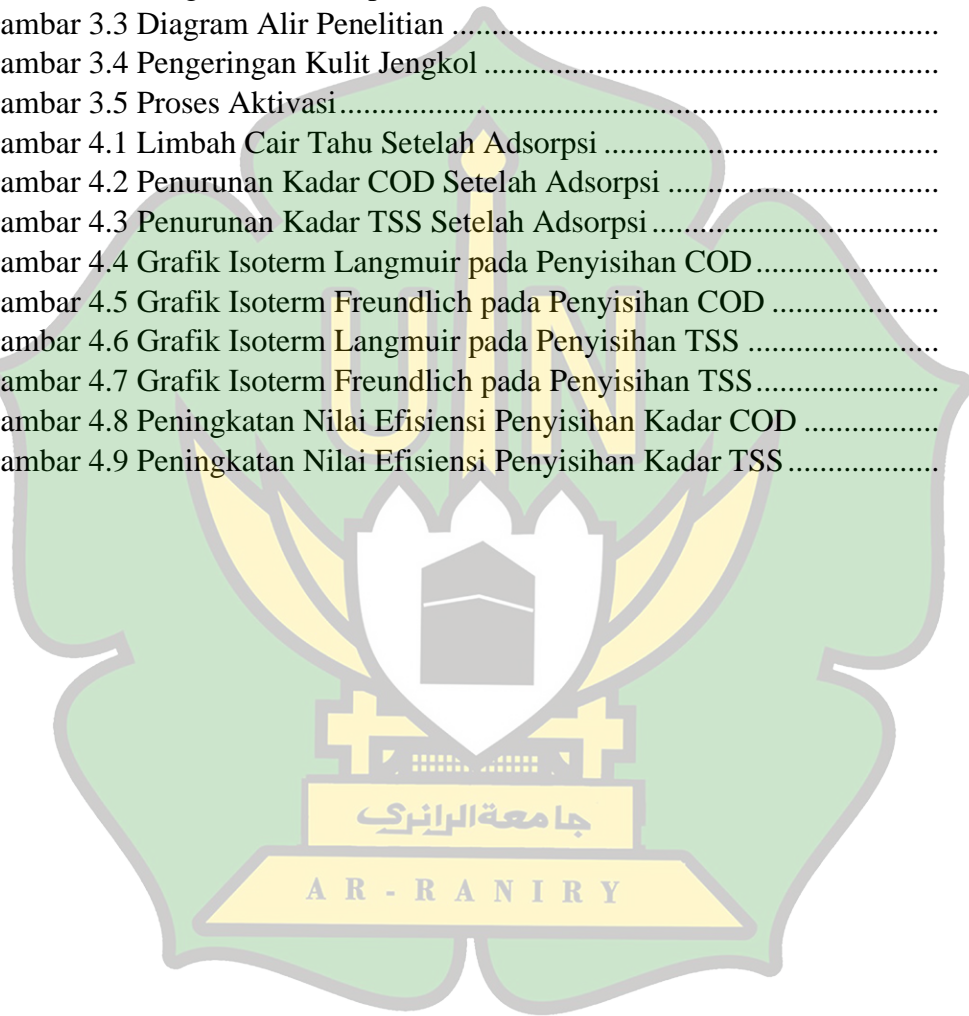
<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</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. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Batasan Penelitian .....	5
1.6. Hasil Pengujian Awal.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1. Limbah Cair.....	6
2.2. Limbah Tahu .....	6
2.2.1. <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	7
2.2.2. <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) .....	8
2.3. Adsorpsi .....	8
2.3.1. Faktor-Faktor Adsorpsi.....	9
2.3.2. Kapasitas Adsorpsi .....	10
2.3.3. Isoterm Adsorpsi.....	10
2.4. Adsorben .....	12
2.5. Arang Aktif .....	12
2.5.1. Aktivasi Arang .....	13
2.5.2. Karbonisasi .....	13
2.6. Karakteristik Kulit jengkol ( <i>Pithecellobium lobatum</i> ).....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	16
3.1.1. Lokasi Penelitian.....	16
3.1.2. Waktu Penelitian.....	17
3.2. Sampel dan Bahan .....	17
3.2.1. Teknik Pengambilan Sampel .....	17
3.2.2. Bahan .....	18
3.3. Tahapan Penelitian .....	18
3.4. Metode Penelitian.....	21
3.4.1. Tahap Persiapan.....	21

3.4.2. Prosedur Penelitian .....	23
3.4.3. Pengujian COD .....	23
3.4.4. Pengukuran TSS .....	24
3.5. Perhitungan Kapasitas Adsorpsi.....	24
3.6. Perhitungan Kapasitas Adsorpsi.....	25
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1. Hasil Penelitian .....	26
4.2. Pembahasan.....	29
4.2.1. Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan dalam Penyisihan COD .....	29
4.2.2. Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan dalam Penyisihan TSS.....	31
4.2.3. Kapasitas Adsorpsi .....	32
4.2.4. Efisiensi Penyisihan kadar COD dan TSS.....	36
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>40</b>
4.1. Kesimpulan.....	40
4.2. Saran.....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN A.....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN B.....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN C.....</b>	<b>50</b>



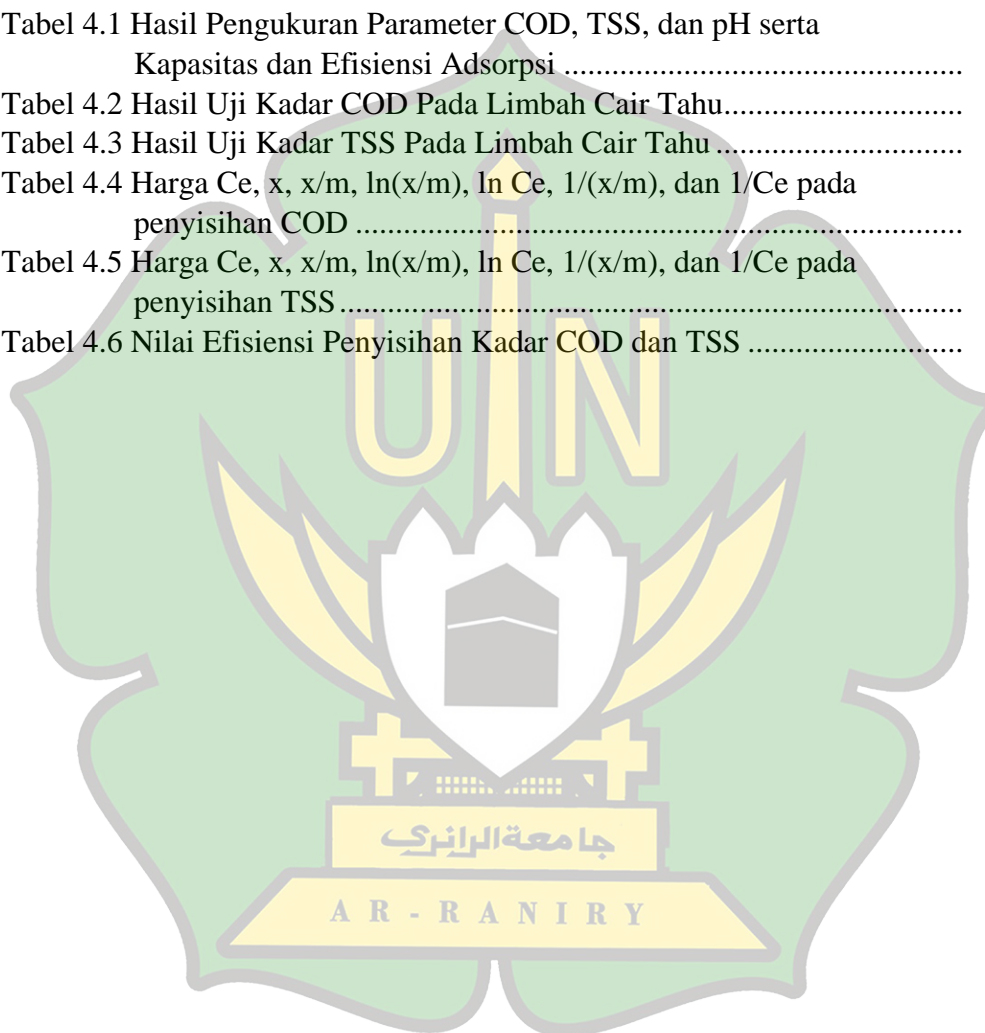
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Adsorpsi	
Gambar 2.2 Kulit Buah Jengkol.....	14
Gambar 2.3 Pohon Jengkol .....	15
Gambar 3.1 Lokasi Sampling.....	16
Gambar 3.2 Pengambilan Sampel.....	17
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian .....	19
Gambar 3.4 Pengeringan Kulit Jengkol .....	22
Gambar 3.5 Proses Aktivasi.....	22
Gambar 4.1 Limbah Cair Tahu Setelah Adsorpsi .....	26
Gambar 4.2 Penurunan Kadar COD Setelah Adsorpsi .....	30
Gambar 4.3 Penurunan Kadar TSS Setelah Adsorpsi.....	32
Gambar 4.4 Grafik Isoterm Langmuir pada Penyisihan COD.....	34
Gambar 4.5 Grafik Isoterm Freundlich pada Penyisihan COD .....	34
Gambar 4.6 Grafik Isoterm Langmuir pada Penyisihan TSS .....	35
Gambar 4.7 Grafik Isoterm Freundlich pada Penyisihan TSS.....	36
Gambar 4.8 Peningkatan Nilai Efisiensi Penyisihan Kadar COD .....	38
Gambar 4.9 Peningkatan Nilai Efisiensi Penyisihan Kadar TSS.....	39



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil Pengujian Awal.....	5
Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Tahu.....	7
Tabel 2.2 Kualitas Arang Aktif.....	13
Tabel 2.3 Taksonomi Tumbuhan Jengkol.....	14
Tabel 3.1 Bahan Penelitian .....	18
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Parameter COD, TSS, dan pH serta Kapasitas dan Efisiensi Adsorpsi .....	28
Tabel 4.2 Hasil Uji Kadar COD Pada Limbah Cair Tahu.....	29
Tabel 4.3 Hasil Uji Kadar TSS Pada Limbah Cair Tahu .....	31
Tabel 4.4 Harga $C_e$ , $x$ , $x/m$ , $\ln(x/m)$ , $\ln C_e$ , $1/(x/m)$ , dan $1/C_e$ pada penyisihan COD .....	33
Tabel 4.5 Harga $C_e$ , $x$ , $x/m$ , $\ln(x/m)$ , $\ln C_e$ , $1/(x/m)$ , dan $1/C_e$ pada penyisihan TSS .....	35
Tabel 4.6 Nilai Efisiensi Penyisihan Kadar COD dan TSS .....	37





# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Kerusakan lingkungan terjadi akibat ulah manusia, oleh karena itu manusia berkewajiban untuk memperbaiki kerusakan tersebut. Sebagaimana dalam firman Allah surah Al-Qasas ayat 77:

وَأَبْتَعْ فِي مَاءِ آتَانِكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ  
مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي  
الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ ﴿٧٧﴾

Artinya:

“Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri dan akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan”. (QS. Al-Qasas: 77).

Tafsir Quraish Shihab menjelaskan bahwa manusia harus menjalankan perintah Allah untuk bekal kehidupan di akhirat kelak. Allah memerintahkan kepada manusia berbuat baik kepada hamba-hamba-Nya sebagaimana Allah berbuat baik kepadamu dengan memberikan rahmatnya. Allah melarang manusia untuk berbuat kerusakan di muka bumi ini dikarenakan Allah tidak meridhai perbuatan orang-orang yang merusak bumi ini (Manupraba, 2015).

Air merupakan kebutuhan pokok bagi makhluk hidup. Menurunnya kualitas air sangat berpengaruh terhadap makhluk hidup. Pencemaran air merupakan masuknya mikroorganisme, zat, energi dan komponen lainnya kedalam air. Hal ini disebabkan oleh kegiatan industri (Setioningrum, dkk., 2020).

Industri yang berada di beberapa daerah berkembang seiring perkembangan zaman. Salah satunya adalah industri pengolahan kedelai yaitu industri pembuat tahu. Dengan adanya industri tersebut dapat mensejahterakan masyarakat sekitar karena terbukanya lapangan pekerjaan, tetapi industri ini juga dapat menimbulkan dampak negatif yang berbahaya bagi lingkungan jika membuang limbah dari proses pengolahan langsung ke sungai (Sumardiyono, dan Soebiyanto, 2019).

Produksi tahu menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Mangiwa dkk., (2020) menjelaskan bahwa limbah padat yaitu limbah yang dihasilkan dari proses penyaringan dan proses penggumpalan ampas dari kacang kedelai. Sedangkan limbah cair yaitu limbah yang dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan. Limbah cair tahu biasanya langsung dibuang ke sungai atau ke selokan yang mengakibatkan pencemaran lingkungan. Limbah cair yang dihasilkan oleh pengolahan 1 ton tahu sekitar 3.000 sampai 5.000 liter limbah yang keruh dan bau.

Limbah cair tahu mengandung bahan organik yang tinggi sehingga meningkatkan konsentrasi *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang dapat memberikan dampak negatif bagi sungai jika limbah tersebut langsung dibuang ke sungai (Sayow, dkk., 2020). Limbah cair yang dibuang ke sungai dapat menimbulkan keresahan bagi masyarakat karena bau yang tidak sedap dan dapat mengganggu kesehatan masyarakat yang menggunakan air sungai tersebut (Sumardiyono, dan Soebiyanto, 2019).

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah menjelaskan bahwa kadar COD, BOD, *Total Suspended Solid* (TSS), dan pH pada limbah tahu yang dapat dibuang ke lingkungan. Jika kadar dari parameter tersebut melebihi baku mutu yang telah ditetapkan, maka limbah tidak diperbolehkan dibuang langsung ke lingkungan seperti sungai maupun selokan tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

Limbah cair dapat diolah dengan cara adsorpsi, yaitu proses terserapnya suatu zat seperti cairan, padatan, maupun gas yang terjadi pada permukaan pori-pori adsorben. Adsorben merupakan media penyerap yang berupa benda padat yang

memiliki kemampuan menyerap yang tinggi seperti bambu, tempurung kelapa, kulit durian, dan kulit jengkol. (Asip, dkk., 2008).

Salah satu cara untuk mengurangi limbah kulit jengkol yaitu dengan membuat kulit jengkol menjadi arang kemudian diaktivasi sehingga menjadi arang aktif. Arang aktif dapat mempercepat proses adsorpsi karena memiliki pori yang lebih besar sehingga memiliki daya serap yang tinggi Pandia dan Warman, (2016) menjelaskan bahwa kulit jengkol mengandung senyawa selulosa, hemiselulosa, nitrogen, karbon, hidrogen dan oksigen. Semakin tinggi kandungan selulosa maka akan semakin baik untuk dijadikan arang aktif. Arang aktif merupakan padatan berpori yang terbuat dari proses pembakaran dan kemudian diaktivasi.

Jengkol (*Pithecellobium lobatum*) merupakan tumbuhan khas Asia Tenggara. Tumbuhan jengkol (*Pithecellobium lobatum*) adalah salah satu bahan makanan yang banyak diminati oleh masyarakat Aceh sehingga jengkol juga hidup dengan subur ditanah Aceh. Lahan tanaman jengkol di Aceh Barat Daya (Abdya) mencapai 400 hektare dengan produksi mencapai 2.800 ton per tahunnya yang tersebar di 9 Kecamatan (Saputra, 2021). Jengkol biasanya yang diolah adalah buahnya, sedangkan kulitnya dibuang begitu saja sehingga menjadi limbah yang tidak ada nilai jual.

Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa arang aktif dari kulit kelapa muda dapat menurunkan kadar BOD dan menaikkan kadar DO (*Dissolved Oxygen*) pada limbah tahu dengan aktivator asam klorida 2,5 N, dan waktu perendaman 1 jam (Sumardiyono, dan Soebiyanto, 2019).

Selain itu, penelitian lain menyebutkan bahwa arang aktif dari kulit jengkol (*Pithecellobium lobatum*) dapat meningkatkan kualitas minyak jelantah dengan menggunakan aktivator HCl 0,1M dan ukuran adsorben 100 mesh. Arang aktif kulit jengkol (*Pithecellobium lobatum*) juga dapat meningkatkan kualitas air limbah tekstil (Nella, 2017).

Berdasarkan penelitian yang terdahulu, maka penelitian dengan judul “Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Jengkol (*Pithecellobium lobatum*) sebagai

Adsorben dalam Menyisihkan Kadar COD dan TSS pada Limbah Cair Tahu” dilakukan agar dapat mengatasi masalah lingkungan menggunakan limbah.

### 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan pengadukan adsorben dalam menyisihkan kadar COD, dan TSS pada limbah cair tahu?
2. Berapakah kapasitas maksimum adsorpsi dalam menyisihkan kadar COD dan TSS pada limbah cair tahu?
3. Bagaimana kemampuan arang aktif kulit jengkol (*Pithecellobium lobatum*) dalam menyisihkan kadar COD, dan TSS pada limbah cair tahu?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi kecepatan pengadukan adsorpsi dalam menyisihkan kadar COD dan TSS pada limbah cair tahu.
2. Mengetahui kapasitas maksimum adsorpsi dalam menyisihkan kadar COD dan TSS pada limbah cair tahu
3. Mengetahui kemampuan arang aktif kulit jengkol (*Pithecellobium lobatum*) dalam menyisihkan kadar COD, dan TSS pada limbah cair tahu.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memiliki manfaat bagi beberapa pihak, seperti:

1. Mendapatkan informasi baru mengenai penggunaan arang aktif kulit jengkol (*Pithecellobium lobatum*) sebagai media adsorben pada limbah cair tahu.
2. Menemukan penyelesaian masalah baru bahwa limbah tahu dapat diolah menggunakan arang aktif sebagai media adsorben.
3. Dapat mengurangi limbah kulit jengkol (*Pithecellobium lobatum*), sehingga meminimalkan timbulan sampah.

4. Memberikan solusi atas permasalahan lingkungan akibat limbah tahu dan limbah kulit jengkol (*Pithecellobium lobatum*).
5. Memberikan informasi bahwa ada cara alami untuk mengolah limbah tahu.

### 1.5. Batasan Penelitian

Penelitian ini hanya difokuskan pada penyisihan parameter COD dan TSS pada limbah cair tahu dengan massa adsorben 2;4;6;8 gram dan dilakukan dengan menggunakan variasi kecepatan pengadukan 60 dan 120 rpm.

### 1.6. Hasil Pengujian Awal

Sebelum melakukan penelitian, peneliti sudah melakukan pengujian awal pada limbah tahu yang akan digunakan. Hasil pengujian awal sampel dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1. Hasil Pengujian Awal

No	Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu (Permen LH No. 5 Tahun 2014)
1	pH	5	6-9
2	TSS	456,06 mg/L	200 mg/L
3	COD	5206,08 mg/L	300 mg/L



## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Limbah Cair**

Limbah cair mengandung zat-zat pencemar yang membahayakan lingkungan. Limbah cair bersumber dari domestik maupun non domestik. Limbah domestik berasal dari limbah rumah tangga seperti air bekas cucian, limbah cair di pasar dan jalan. Sedangkan limbah non domestik berasal dari industri baik industri besar maupun kecil, pertanian dan peternakan. Limbah cair mengandung zat-zat yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah Indonesia. Pada limbah cair terkandung air, bahan organik seperti minyak, lemak dan protein, dan bahan anorganik seperti logam berat (Alhidayah, 2018).

Pengolahan limbah cair dapat dilakukan secara fisika, biologi dan kimia. Pengolahan ini biasanya dilakukan secara bersamaan untuk menghasilkan pengolahan yang maksimal. Proses fisika merupakan pengolahan limbah secara mekanis seperti penyaringan, sedimentasi, dan flokulasi. Proses kimia merupakan proses pengolahan limbah dengan menambahkan senyawa kimia sedangkan proses biologi merupakan proses pengolahan limbah dengan menggunakan mikroorganisme untuk mengolah limbah. Pengolahan limbah sangat diperlukan agar limbah yang dihasilkan tidak merusak lingkungan dan membahayakan Kesehatan masyarakat sekitar (Fatimah, 2006).

### **2.2. Limbah Tahu**

Perkembangan industri tahu sangat pesat, karena kebutuhan konsumen yang meningkat. Tahu merupakan makanan yang berasal dari olahan kacang kedelai. Makanan ini sangat diminati oleh warga Indonesia. Untuk menghasilkan tahu diperlukan beberapa tahapan yaitu pencucian, penyaringan, perebusan, pencetakan, dan pengepresan (Mangiwa dkk., 2020).

Sayow, dkk (2020) menjelaskan bahwa limbah tahu mengandung bahan organik kadar COD dan BOD yang tinggi, dan pH yang rendah pula. Menurut Khery (2013), kadar COD pada limbah tahu mencapai 4.000-10.000 ppm. Dengan

kondisi seperti ini menyebabkan limbah yang dihasilkan oleh industri tahu merupakan salah satu pencemar yang dapat merusak lingkungan jika limbah tersebut langsung dibuang ke sungai tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu.

Limbah cair tahu dapat dimanfaatkan sebagai pupuk cair organik, karena limbah cair tahu mengandung unsur hara yang tinggi seperti 164,9 ppm N, 15,66 ppm P, dan 625 ppm K. Pupuk yang berasal dari limbah tahu dapat digunakan setelah diendapkan 14 hari. Pupuk ini baik digunakan untuk tumbuhan kangkung, cabai, melon, dan dapat meningkatkan produksi jagung (Hapiza, dkk 2014).

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, baku mutu limbah tahu dengan bahan baku 1 ton kacang kedelai dapat dilihat pada tabel 2.2.

**Tabel 2.1** Baku Mutu Limbah Tahu

Parameter	Tahu	
	Kadar (mg/L)	Beban (kg/ton)
BOD	150	3
COD	300	6
TSS	200	4
pH	6-9	
Kuantitas air limbah paling tinggi (m <sup>3</sup> /ton)	20	

(Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Republik Indonesia, 2014)

### 2.2.1. *Chemical Oxygen Demand (COD)* I R Y

COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh limbah untuk mereduksi bahan organik yang ada pada air melalui reaksi kimia. Oksigen terlarut yang terdapat pada air berfungsi untuk mengetahui gerakan massa air. Nilai COD dan BOD biasanya akan sama, namun kadar BOD tidak akan lebih besar dari kadar COD. Nilai COD menjelaskan jumlah bahan organik yang ada pada limbah atau pada air. Semakin tinggi nilai COD maka semakin banyak pula jumlah bahan

organik yang terkandung dalam limbah atau air tersebut (Widyaningsih dalam Rumi, 2021).

### **2.2.2. Total Suspended Solid (TSS)**

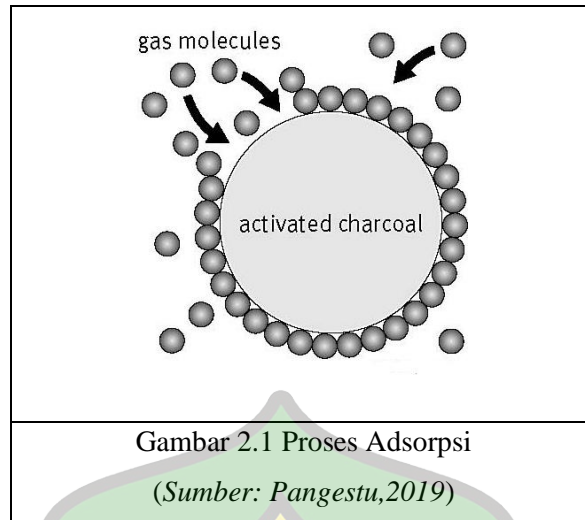
TSS merupakan zat padat yang tersuspensi sehingga menyebabkan kekeruhan pada air. Zat padat tersebut dapat berupa pasir halus, tanah liat, dan lumpur. Dengan adanya TSS pada air dapat mengakibatkan kurangnya sinar matahari yang masuk ke perairan tersebut sehingga oksigen pada perairan menjadi berkurang. Hal ini dapat menyebabkan bakteri aerob mati dan berkembang bakteri anaerob yang dapat menimbulkan gas dan bau tidak sedap (Widyaningsih dalam Rumi, 2021).

### **2.3. Adsorpsi**

Adsorpsi merupakan proses penyerapan suatu partikel pada permukaan adsorben karena adanya gaya tarik menarik antara adsorben dan adsorbat. Adsorben merupakan media tempat terjadinya adsorpsi, sedangkan adsorbat merupakan partikel yang menempel pada permukaan adsorben (Rizky, 2015).

Proses adsorpsi merupakan proses molekul pada larutan meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan adsorben karena adanya gaya Tarik menarik antara molekul dan adsorben. Proses adsorpsi tergantung pada sifat adsorben dan adsorbat. Mekanisme adsorpsi terbagi menjadi 4 tahap (Handrian, dkk., 2017) yaitu:

1. Transfer massa molekul adsorbat ke lapisan film adsorben
2. Difusi adsorbat melalui lapisan film
3. Difusi adsorbat melalui pori-pori adsorben
4. Penempelan adsorbat pada permukaan adsorben



Gambar 2.1 Proses Adsorpsi  
(Sumber: Pangestu,2019)

Proses Adsorpsi terbagi menjadi dua tipe, yaitu adsorpsi kimia, dan adsorpsi fisika. Pada adsorpsi kimia adsorben dan adsorbat membentuk ikatan kovalen dengan sistem yang homogen. Sedangkan pada adsorpsi fisika terjadi gaya van der Waals dengan sistem yang individu (Nurliza, 2020).

### 2.3.1. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Menurut Syauqiah, dkk (2011), Kecepatan proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti:

a. Luas permukaan adsorben

Semakin luas permukaan adsorben, maka semakin banyak partikel yang teradsorpsi.

b. Waktu kontak

Untuk mencapai jumlah adsorpsi yang maksimum dibutuhkan waktu kontak yang setimbang. Jika adsorben yang digunakan memiliki kekentalan yang tinggi, maka dibutuhkan kontak waktu yang lebih lama pada proses adsorpsi. Biasanya semakin lama waktu kontak, maka semakin banyak partikel yang teradsorpsi.

c. Kecepatan pengadukan

Jika dilakukan pengadukan dengan kecepatan tinggi, maka menyebabkan adsorben rusak dan partikel adsorbat terlepas dari adsorben. Tetapi jika

pengadukan dilakukan sangat lambat maka menyebabkan proses adsorpsi yang terjadi lama.

d. Suhu

Pemanasan dilakukan untuk meningkatkan daya serap adsorben karena pori-pori adsorben terbuka. Pemanasan dengan suhu yang sangat tinggi menyebabkan adsorben rusak.

e. Ukuran adsorbat

Adsorbat yang dapat terserap oleh adsorben adalah adsorbat yang memiliki ukuran yang lebih kecil atau sama dengan ukuran adsorben.

f. Polaritas adsorbat

Adsorbat yang memiliki polaritas yang tinggi (polar) mempunyai daya tarik-menarik yang kuat dibandingkan adsorbat yang memiliki polaritas yang rendah (non polar).

### 2.3.2. Kapasitas Adsorpsi

Bahan yang akan dijadikan adsorben memiliki kapasitas adsorpsi yang berbeda-beda. Kapasitas adsorpsi ditentukan oleh senyawa yang terkandung dalam adsorben (Asnawati, dkk., 2017). Aisyahlia, dkk., (2018) menjelaskan bahwa kapasitas adsorpsi merupakan banyaknya adsorbat yang menempel pada permukaan adsorben. Kapasitas adsorpsi dapat terjadi pada waktu optimum sehingga diperoleh arang aktif dengan kapasitas adsorpsi yang maksimal. Kapasitas adsorpsi dipengaruhi oleh pH, variasi waktu kontak, dan berat adsorben yang digunakan.

### 2.3.3. Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi merupakan hubungan antara konsentrasi adsorbat dan variasi adsorben yang terjadi pada suatu larutan dengan suhu yang konstan (Mashruhin, dkk., 2018). Penentuan isoterm adsorpsi bertujuan untuk menentukan hubungan konsentrasi adsorbat dan tingkat penyerapan pada permukaan adsorben. Isoterm adsorpsi memiliki beberapa jenis, yaitu:



a. Isoterm Langmuir

Proses adsorpsi yang terjadi pada isoterm Langmuir hanya adsorpsi tunggal karena terjadi pada satu lapisan (*monolayer*). Isoterm Langmuir dibuat berdasarkan asumsi permukaan adsorben bersifat homogen, sehingga energi adsorpsi konstan pada seluruh bagian, dan partikel yang teradsorpsi hanya pada tempat tertentu pada permukaan adsorben. Isoterm Langmuir digunakan untuk menggambarkan adsorpsi secara kimia. Persamaan linear isoterm Langmuir ditulis sebagai berikut:

$$\frac{x}{m} = \frac{q_m bc}{1+bc} \quad (\text{pers 2.1})$$

$$\frac{1}{x/m} = \frac{1}{q_m bc} + \frac{1}{q_m} \quad (\text{pers 2.2})$$

Keterangan:

$\frac{x}{m}$  = Kapasitas Adsorpsi (g/g)

$q_m$  = Nilai Maksimum Kapasitas Adsorpsi

$c$  = Konsentrasi

$b$  = Koefisien Langmuir

b. Isoterm Freundlich

Proses adsorpsi terjadi pada beberapa layer (*multilayer*) dan ikatan yang terbentuk tidak kuat. Isoterm Freundlich digunakan untuk menggambarkan adsorpsi fisika. Adsorben yang dimiliki pada adsorpsi ini yaitu adsorben yang homogen dan membentuk beberapa lapisan. Persamaan linear pada isoterm Freundlich ditulis sebagai berikut:

$$\frac{x}{m} = KC^{\frac{1}{n}} \quad (\text{pers 2.3})$$

$$\ln \ln \frac{x}{m} = \ln \ln K + \frac{1}{n} \ln \ln C \quad (\text{pers 2.4})$$

Keterangan:

$\frac{x}{m}$  = Kapasitas Adsorpsi (g/g)

- K = Nilai Maksimum Kapasitas Adsorpsi  
C<sub>e</sub> = Konsentrasi  
n = Koefisien Freundlich

#### 2.4. Adsorben

Adsorben merupakan suatu padatan yang berpori sehingga dapat menyerap komponen tertentu yang terdapat pada zat cair. Proses adsorpsi terjadi pada dinding pori adsorben. Adsorben yang digunakan secara komersial dikelompokkan menjadi adsorben polar (*hydrophilic*) dan nonpolar (*hydrophobic*) (Rahmayani, 2013).

Ukuran pori pada adsorben dibedakan menjadi mikropori (diameter pori <2 nm), mesopori (diameter pori 2-50 nm) dan makropori (diameter pori >50 nm). Pemilihan adsorben untuk proses adsorpsi harus disesuaikan dengan zat yang akan diserap agar proses adsorpsi dapat terjadi dengan maksimal (Rizky, 2015).

#### 2.5. Arang Aktif

Arang aktif merupakan padatan berpori yang memiliki kandungan karbon yang telah melalui proses aktivasi sehingga memiliki daya serap yang lebih tinggi dibandingkan arang biasa. Pori pada arang aktif berfungsi untuk menyerap partikel halus yang terdapat pada limbah (Sulistiyanti, dkk 2018). Arang aktif dapat berbentuk serbuk dan butiran, berwarna hitam, tidak berbau, dan tidak berasa. Kulit jengkol, kulit jeruk, kulit durian, tempurung kelapa, merupakan bahan-bahan yang dapat dijadikan arang aktif (Rizky, 2015).

Arang aktif terdiri dari selulosa, karbon, air, dan debu. Selulosa dalam arang aktif berfungsi sebagai pembersih sehingga membuat air menjadi lebih jernih. Selain itu arang aktif juga dapat menghilangkan rasa, dan bau pada air limbah. Pembuatan arang aktif di Indonesia telah ditentukan oleh standar nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 tentang arang aktif teknis. Kualitas arang aktif berbentuk serbuk berdasarkan SNI 06-3730-1995 dapat dilihat pada tabel 2.3.

**Tabel 2.2** kualitas arang aktif

Parameter	Syarat
Kadar air	Maksimal 15%
Kadar zat mudah menguap	Maksimal 25%
Kadar abu	Maksimal 10%
Kadar karbon	Minimal 65%

(Sumber: SNI 06-3730-1995)

### 2.5.1. Aktivasi Arang

Aktivasi arang dilakukan untuk menghilangkan hidrokarbon yang terdapat pada permukaan arang. Aktivasi dapat dilakukan secara kimia maupun fisika. Secara kimia dilakukan dengan menambah aktivator yang berupa asam, basa, dan garam (Sahara, dkk., 2017). Senyawa kimia yang biasanya digunakan sebagai aktivator adalah  $H_3PO_4$ ,  $H_2SO_4$ ,  $KOH$ , dan  $ZnCl_2$  (Nurliza, 2020). Sedangkan secara fisika dilakukan dengan pemberian uap air maupun gas  $CO_2$  (Sahara, dkk., 2017).

### 2.5.2. Karbonisasi

Karbonisasi merupakan proses pembakaran dengan suhu tinggi untuk menghasilkan arang. Karbonisasi yang baik dilakukan pada suhu  $700^\circ C$ . Karbonisasi dilakukan untuk menghilangkan kadar yang tidak diperlukan oleh arang seperti oksigen, air, dan hidrogen agar pori-pori arang terbuka lebih besar (Nurdiansyah, 2013). Pada proses karbonisasi dilakukan pengurangan jumlah air, konversi bahan organik menjadi karbon (Nurliza, 2020).

## 2.6. Karakteristik kulit Jengkol (*Pithecellobium lobatum*)

Tumbuhan jengkol memiliki nama latin *Pithecellobium lobatum* dan termasuk dalam suku kacang-kacangan. Tumbuhan jengkol terdiri dari batang yang bercabang, daun, dan buah yang terselimuti oleh kulit ari dan kulit.

Berdasarkan taksonomi tumbuhan, tumbuhan jengkol dikelompokkan sebagai berikut:

**Tabel 2.3.** Taksonomi Tumbuhan Jengkol

Kingdom	<i>Plantae</i> (tumbuhan)
Divisi	<i>Spermatophyta</i>
Sub Divisi	<i>Angiospermae</i>
Kelas	<i>Dicotyledonae</i>
Ordo	<i>Rosales</i>
Famili	<i>Fabaceae</i>
Genus	<i>Pithecellobium</i>
Spesies	<i>Pithecellobium lobatum</i>

(Sumber: Surya,2018)

**Gambar 2.2** Kulit Buah Jengkol

Tumbuhan jengkol tumbuh subur pada daerah tropis. Biasanya tumbuhan jengkol dapat tumbuh di hutan-hutan dan kebun milik masyarakat. Namun menurut pengamatan yang dilakukan oleh Maxiselly, dkk (2016), tumbuhan jengkol tumbuh pada dataran tinggi medium, yaitu tidak terlalu tinggi, dan tidak terlalu rendah. Pohon jengkol dapat digunakan untuk pemeliharaan air di suatu daerah karena ukuran pohonnya yang tinggi. Ketinggian pohon jengkol mencapai  $\pm 20$  meter (Hutauruk, 2010).



Tumbuhan jengkol memiliki banyak manfaat salah satunya buah jengkol yang banyak dimanfaatkan untuk bahan makanan. Selain itu kulit jengkol juga dimanfaatkan sebagai bahan untuk pembuatan obat-obatan seperti obat diare, pengusir hama (Astuti, 2013), dan arang aktif (Pandia dan Warman, 2016).

Kulit buah jengkol dapat dijadikan arang aktif sebagai media adsorben. Kulit buah mengandung bahan yang dapat menyerap logam berat dan bahan-bahan organik seperti COD, dan BOD pada limbah sehingga dapat mengurangi kadar berbahaya dalam limbah (Wardani dan Wulandari 2017). Kulit jengkol mengandung selulosa, hemiselulosa, nitrogen, oksigen karbon, hidrogen dan air (Pandia dan Warman, 2016).

Kandungan selulosa dan karbon dapat menjadikan kulit jengkol sebagai adsorben pada proses adsorpsi. Selain itu kulit jengkol yang berpori sehingga dapat dijadikan penyerap yang baik. Dengan menggunakan kulit jengkol sebagai media adsorben dapat mengurangi limbah kulit jengkol yang dapat merusak keindahan kota.

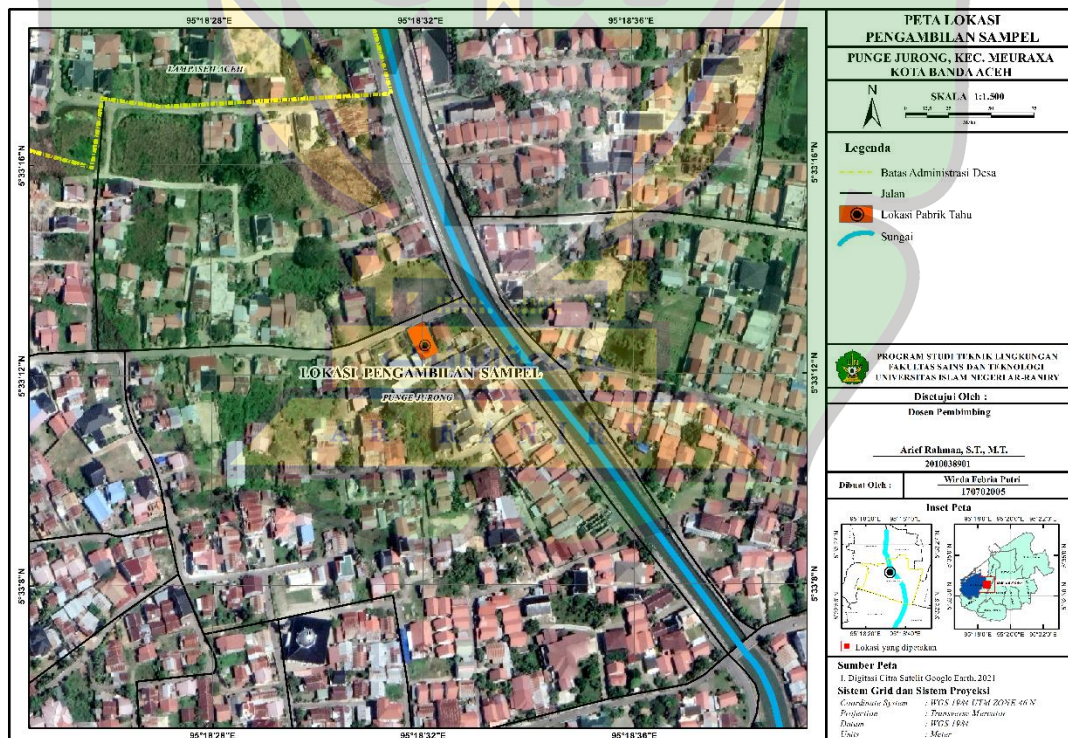


## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Lokasi dan waktu Penelitian

#### 3.1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian direncanakan dilakukan pada laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Kota Banda Aceh sedangkan untuk pembuatan arang aktif dilakukan pada laboratorium Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah. Pengambilan sampel limbah tahu dilakukan pada salah satu pabrik tahu yang ada di Punge Jurong Kecamatan Meuraxa, Kota Banda Aceh. Sedangkan pengambilan limbah kulit jengkol dilakukan pada rumah warga yang memproduksi jengkol rendang di Kawasan Kp. Mulia, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh. Pengujian awal sampel limbah Tahu dilakukan di Balai Riset dan Standardisasi Industri (BARISTAND) yang beralamat di jalan Cut Nyak Dhien No. 377, Lamteumen Timur, Kecamatan Jaya Baru, Kota Banda Aceh.



Gambar 3.1 Lokasi Sampling (53°33'12.78''N 95°18'32.00''E)

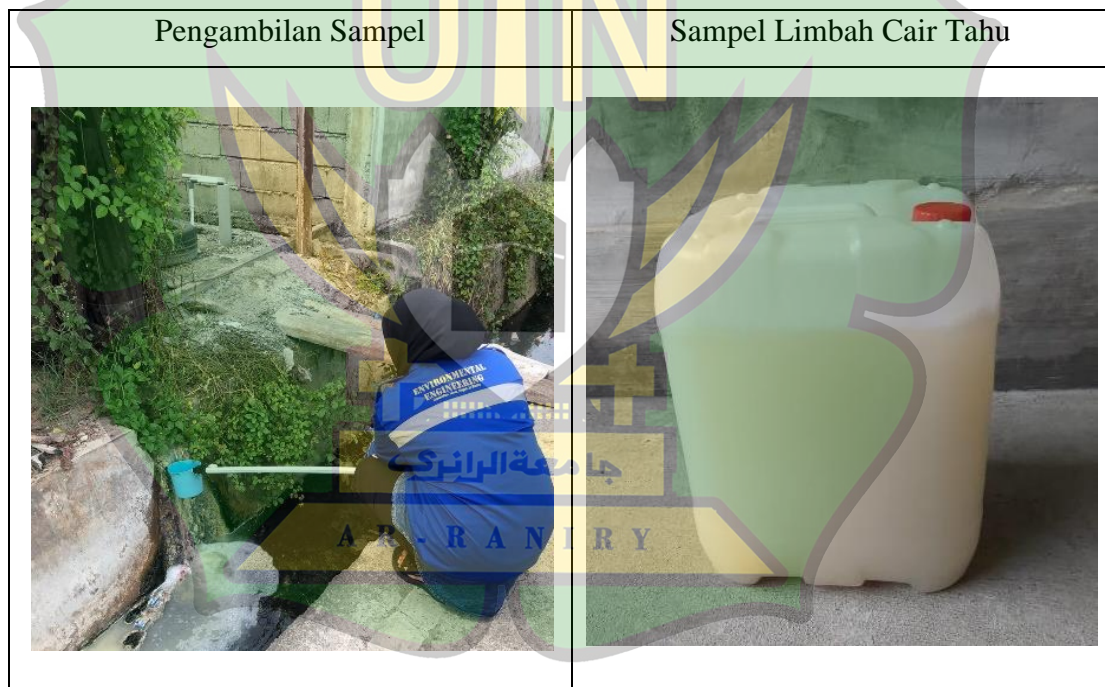
### 3.1.2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 10 bulan dimulai dari bulan Februari 2021 sampai bulan November 2021 yang diawali dengan mengidentifikasi masalah, pengumpulan studi literatur, observasi lapangan, pengambilan sampel, melakukan uji pendahuluan, penyusunan proposal, pengolahan sampel, analisa data, dan penyusunan laporan akhir. Tabel jadwal penelitian dapat dilihat pada lampiran A.

## 3.2. Sampel dan Bahan

### 3.2.2. Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel limbah tahu pada penelitian ini mengacu pada SNI 6989.57-2008 mengenai contoh pengambilan air permukaan. Pengambilan sampel limbah tahu dilakukan pada tempat pembuangan akhir limbah tahu pada pabrik tersebut.



**Gambar 3.2** Pengambilan Sampel dan Sampel Limbah Cair Tahu

### 3.2.3. Bahan

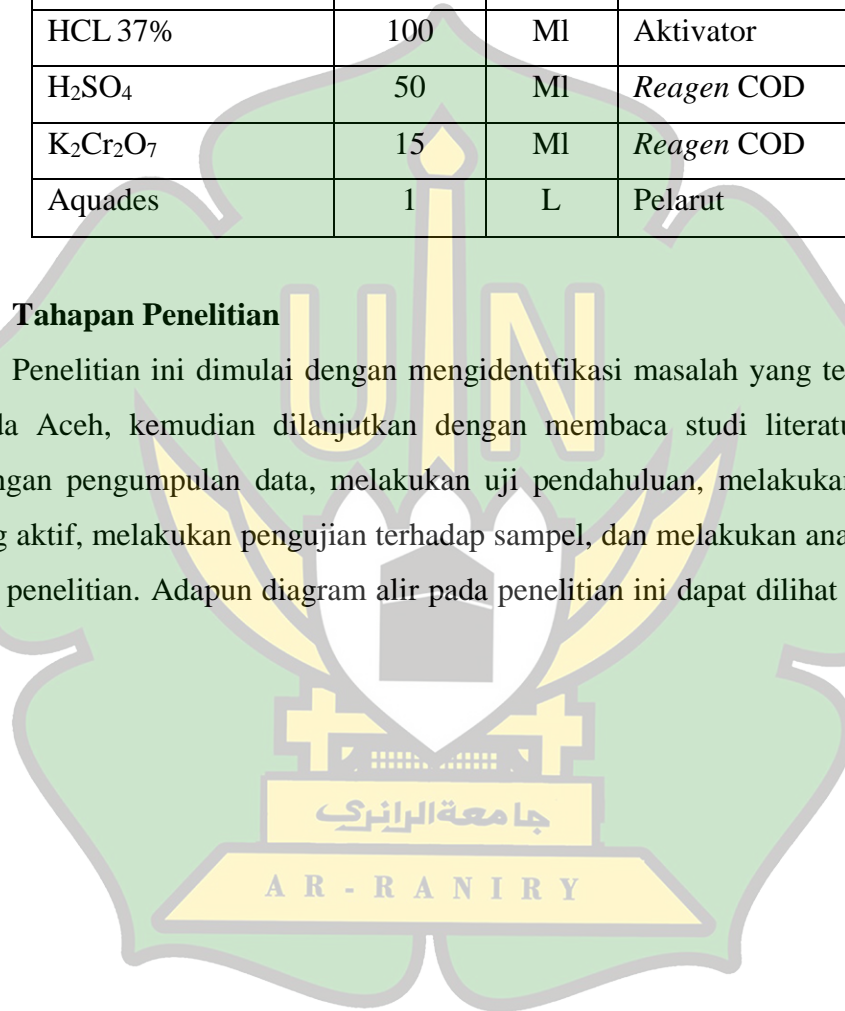
Bahan yang diperlukan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

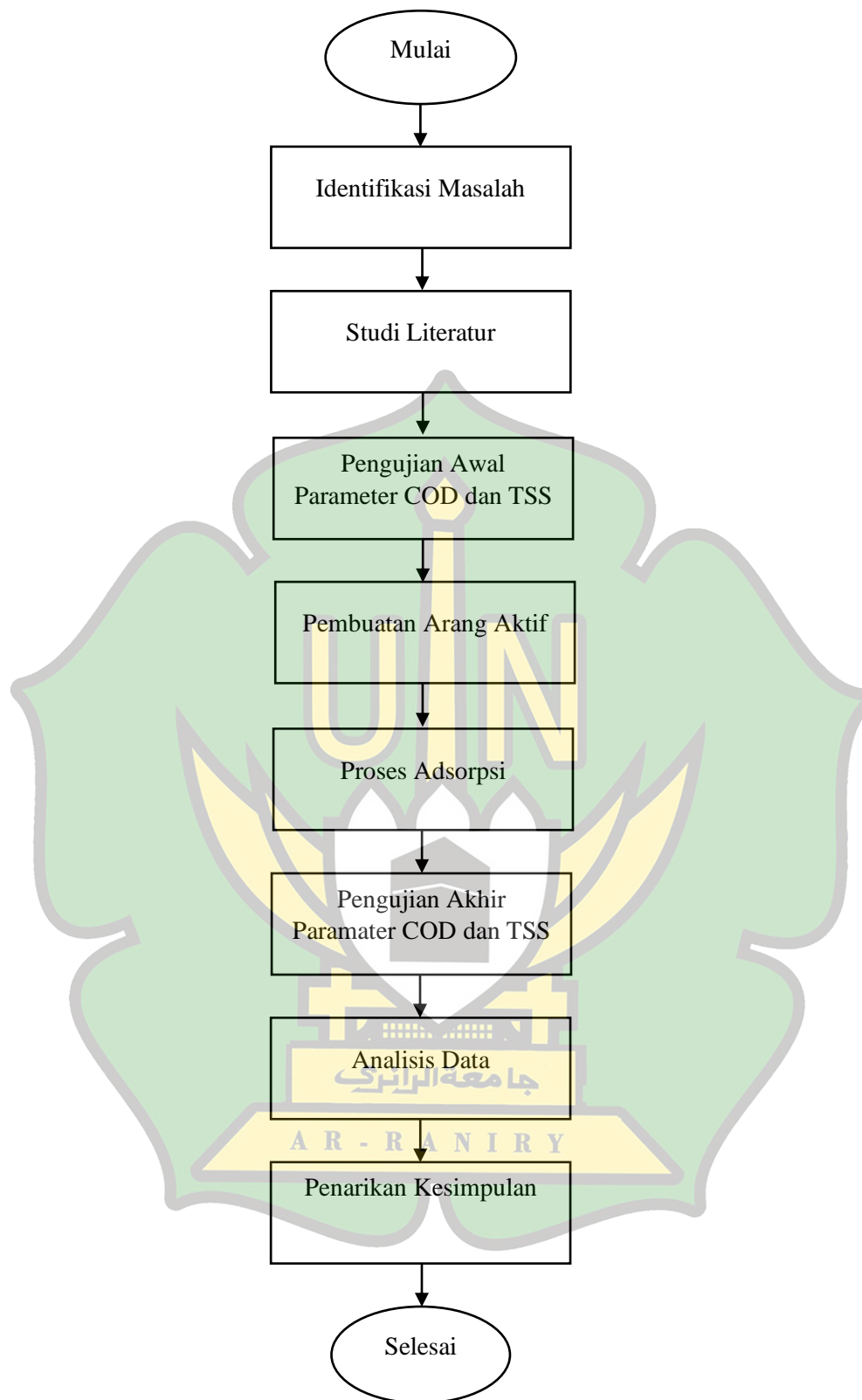
**Tabel 3.1.** Bahan Penelitian

Bahan	Volume	Satuan	Kegunaan
Limbah cair tahu	10	L	Sampel uji
kulit jengkol	2	Kg	Adsorben arang aktif
HCL 37%	100	MI	Aktivator
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	50	MI	Reagen COD
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	15	MI	Reagen COD
Aquades	1	L	Pelarut

### 3.3. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang terjadi di Kota Banda Aceh, kemudian dilanjutkan dengan membaca studi literatur, observasi lapangan pengumpulan data, melakukan uji pendahuluan, melakukan pembuatan arang aktif, melakukan pengujian terhadap sampel, dan melakukan analisa terhadap hasil penelitian. Adapun diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.2.





Gambar 3.3 Diagram alir penelitian



Tahapan penelitian dijelaskan secara terperinci sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi masalah yang sedang terjadi di Kota Banda Aceh. Sehingga mendapatkan topik penelitian yaitu mengenai limbah tahu dan kulit jengkol. Dimana limbah tahu yang berasal dari industri dibuang begitu saja tanpa pengolahan, dan limbah dari kulit jengkol juga dibuang tanpa ada pengolahan yang menyebabkan terjadinya tumpukan sampah.

2. Studi Literatur

Setelah dilakukan identifikasi masalah, maka dilakukan pembacaan studi literatur mengenai karakteristik limbah tahu, kulit jengkol, arang aktif dan metode adsorpsi. Membaca literatur untuk mengetahui teori-teori mengenai adsorpsi dan arang aktif. Literatur ini diperoleh dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, bahan kuliah, dan sumber lainnya yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

3. Pengujian Awal

Dilakukan untuk mengetahui parameter-parameter pada sampel air limbah tahu yang melebihi baku mutu. Dengan adanya uji pendahuluan maka dapat diketahui masalah apa yang terdapat pada sampel limbah air tahu sehingga dapat dilakukan pengolahan yang sesuai untuk mengolah limbah tahu tersebut. Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran pada parameter COD dan TSS. Hasil yang didapat pada pengukuran tersebut parameter COD dan TSS melebihi baku mutu air limbah tahu.

4. Pembuatan Arang Aktif

Arang Aktif dibuat dari kulit jengkol yang sudah dikeringkan selama 3 hari dibawah sinar matahari, kemudian dilakukan pembakaran dengan suhu 350°C di dalam furnace. Setelah itu kulit jengkol dihaluskan menggunakan alu kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh untuk mendapatkan arang dalam bentuk serbuk. Arang yang didapat kemudian diaktivasi menggunakan HCL 1M untuk mengurangi kadar air pada arang aktif.



#### 5. Proses Adsorpsi

Proses adsorpsi merupakan pengolahan limbah dengan menambahkan arang aktif kulit jengkol kedalam limbah cair tahu dengan variasi massa adsorben 2;4;6;8; gram, kemudian dilakukan pengadukan dengan variasi kecepatan 60 rpm dan 120 rpm selama 60 menit.

#### 6. Pengukuran Kadar COD dan TSS Setelah Adsorpsi

Setelah dilakukan proses adsorpsi kemudian dilakukan pengukuran kembali terhadap kadar COD dan TSS untuk mengetahui apakah ada pengurangan nilai dari kadar COD dan TSS setelah proses adsorpsi. Pengukuran ini dilakukan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

#### 7. Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk menganalisis data yang diperoleh dari penelitian sehingga dapat diperoleh solusi dari permasalahan yang terjadi.

#### 8. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan merupakan tahapan terakhir pada penelitian ini. Dimana pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari Analisa hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini sehingga menghasilkan sebuah kesimpulan

### 3.4. Metode Penelitian

#### 3.4.1. Tahap Persiapan

##### 1. Preparasi sampel

Pembuatan arang aktif dilakukan dengan mencuci kulit jengkol, dan dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2 jam, kemudian dimasukkan kedalam oven dengan suhu 115°C agar kulit jengkol kering dengan sempurna (Hariati, dkk., 2017). Kemudian kulit jengkol dimasukkan ke dalam *furnace* dengan suhu 350°C untuk dibakar selama 2 jam tanpa oksigen, agar menghasilkan arang yang diinginkan. Kemudian dihaluskan menggunakan alu, dan disaring menggunakan kertas saring berukuran 100 mesh (Nurliza,2020).



**Gambar 3.4.** Pengeringan Kulit Jengkol

2. Aktivasi arang kulit jengkol

Disiapkan gelas kimia, kemudian dimasukkan arang kulit jengkol yang telah disaring dan ditambahkan aktivator HCl 1 M, kemudian direndam selama 2 jam. Setelah itu disaring dan dicuci menggunakan aquades sampai pH netral. Kemudian arang dikeringkan dalam oven dengan suhu  $110^{\circ}$  selama 3 jam, kemudian dihitung rendemen, kadar air, kadar abu, dan kadar zat menguap pada arang aktif kulit jengkol sesuai dengan SNI 06-3730-1995.

Aktivator HCl 1 M didapat dari pengenceran 83 ml HCl 1 M, lalu dilarutkan menggunakan aquades sedikit demi sedikit sampai volume 1000 ml (Sari, dkk., 2017).



**Gambar 3.5.** Proses Aktivasi

- Analisa Rendemen

Perhitungan rendemen arang aktif untuk mengetahui persentase arang aktif yang dihasilkan. Rumus perhitungannya sebagai berikut

$$\text{Kadar rendemen (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\% \quad (\text{Pers 3.1})$$

Keterangan :

a = berat sampel sebelum di furnace (gr)

b = berat sampel setelah di furnace (gr)

- Analisa Kadar Air

Ditimbang sebanyak 5 gram arang aktif lalu diletakkan di cawan porselen yang telah diketahui beratnya dan dimasukkan kedalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam . Kemudian arang aktif didinginkan didalam desikator 15 selama menit lalu ditimbang untuk menghitung kadar air (Pelita, 2020). Rumus perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (\text{Pers 3.2})$$

Keterangan:

a = berat awal karbon aktif (gr)

b = berat akhir karbon aktif (gr)

### 3.4.2. Prosedur Penelitian

Disiapkan 4 buah *beaker glass* ukuran 1000 ml yang telah diberi label. Diisi dengan 500 ml limbah cair tahu, lalu ditambahkan dengan arang yang telah diaktivasi oleh HCl 1M sebanyak 2; 4; 6; 6 gram. Setelah itu diaduk dengan variasi kecepatan 60 dan 120 rpm selama 30 menit. Selanjutnya didiamkan selama 30 menit hingga mengendap lalu disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan residu dengan filtratnya (Cundari, dkk., 2016).

### 3.4.3. Pengujian COD (SNI 6989.73.2009)

Disiapkan tabung kultur berukuran 16 x 10 mm, kemudian dimasukkan 2,5 ml sampel limbah cair tahu, 1,5 ml larutan  $K_2Cr_2O_7$ , dan 3,5 ml larutan  $H_2SO_4$ .

Kemudian tutup tabung dan dihomogenkan campuran larutan tersebut. Setelah homogen kemudian diletakkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan dengan suhu 150°C. kemudian didinginkan sampai suhu ruang, dan tutup tabung sesekali dibuka untuk menghindari adanya tekanan gas.

#### 3.4.4. Pengukuran TSS (SNI 06-6989.3-2004)

Disiapkan kertas saring *whatman* no.42 berdiameter 47 mm, kemudian kertas saring tersebut dimasukkan kedalam alat vacum dan dibilas kertas saring menggunakan aquades selama dua menit. Setelah itu dimasukkan kertas saring ke dalam oven dengan suhu 105°C untuk dipanaskan selama satu jam. Setelah itu didinginkan kertas saring di dalam desikator selama 15 menit. Kemudian ditimbang berat kertas saring. Setelah itu kertas saring dicuci menggunakan air suling dan dibiarkan kering. Setelah kering dilakukan penyaringan menggunakan vakum selama tiga menit. Setelah itu dibilas kertas saring menggunakan aquades dan dimasukkan sampel kedalam vacuum. Kemudian dipindahkan kertas saring dari alat vacum, dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama satu jam. Kemudian didinginkan didalam desikator dan ditimbang. Kadar TSS dihitung menggunakan rumus:

$$\text{mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume contoh uji (ml)}} \quad (\text{Pers 3.3})$$

dengan:

A = berat kertas saring + residu kering (mg)

B = berat kertas saring (mg)

#### 3.5. Perhitungan Kapasitas Adsorpsi

- Model Isoterm Langmuir

$$\frac{1}{x/m} = \frac{1}{q_m bc} + \frac{1}{q_m} \quad (\text{Pers 3.4})$$

Keterangan:

$\frac{x}{m}$  = Kapasitas Adsorpsi (g/g)

$Q_m$  = Nilai Maksimum Kapasitas Adsorpsi

C = Konsentrasi

b = Koefisien Langmuir

• Model Isoterm Freundlich

$$\ln \ln \frac{x}{m} = \ln \ln K + \frac{1}{n} \ln \ln C \quad (\text{Pers 3.5})$$

Keterangan:

$\frac{x}{m}$  = Kapasitas Adsorpsi (g/g)

K = Nilai Maksimum Kapasitas Adsorpsi

$C_e$  = Konsentrasi

n = Koefisien Freundlich

### 3.6. Perhitungan Efisiensi Penyerapan

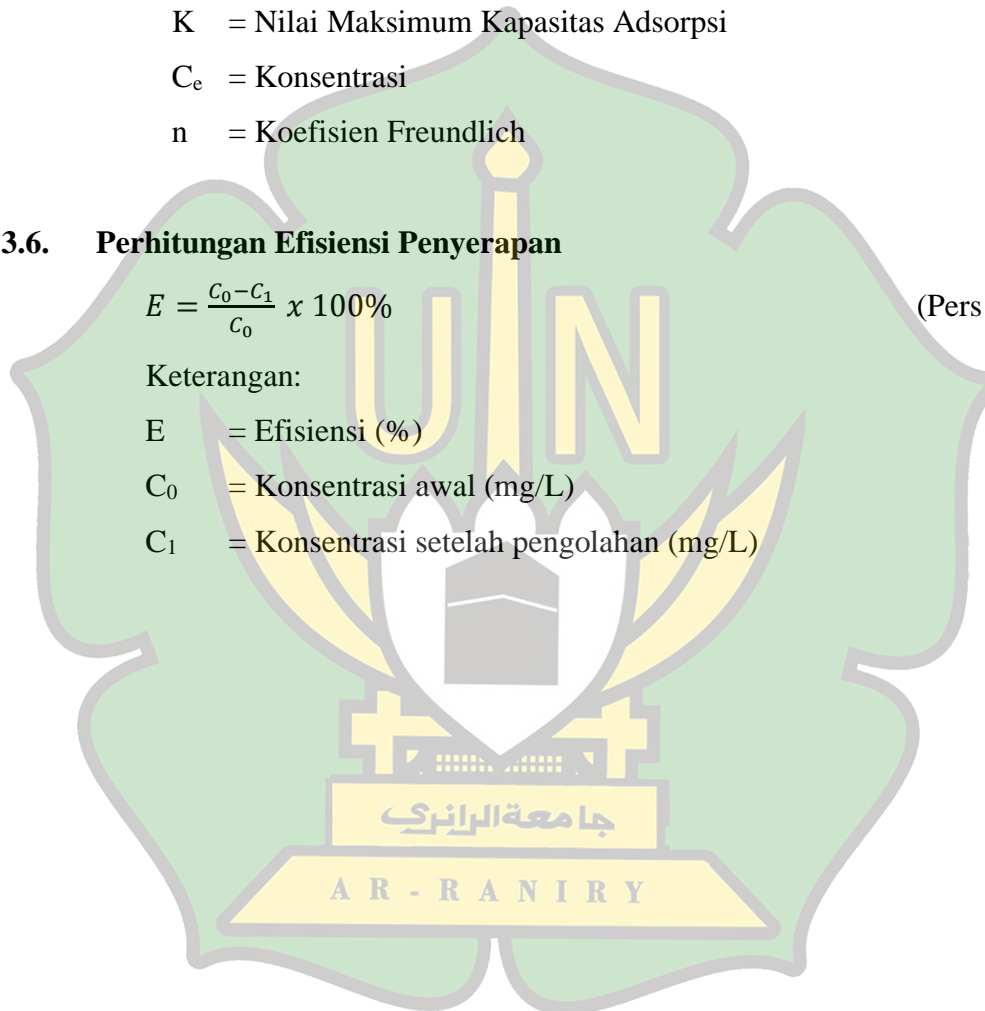
$$E = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\% \quad (\text{Pers 3.6})$$

Keterangan:

E = Efisiensi (%)

$C_0$  = Konsentrasi awal (mg/L)

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





## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Penelitian

Limbah cair tahu diolah dengan metode adsorpsi menggunakan arang aktif kulit jengkol. Eksperimen menggunakan variasi massa adsorben 2;4;6;8 gram, dan variasi kecepatan pengadukan 60 dan 120 rpm selama 30 menit. Limbah cair tahu yang diolah didapat dari salah satu pabrik tahu yang berada di Punge Jurong, Kecamatan Meuraxa, Kota Banda Aceh.

Hasil pengukuran awal kadar COD, TSS, dan pH terhadap limbah cair tahu sebelum diolah dapat dilihat pada tabel 4.1. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai ini sudah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Hasil pengukuran kadar COD, TSS, dan pH terhadap sampel limbah cair tahu setelah pengolahan dapat dilihat pada tabel 4.1. Setelah dilakukan pengolahan menggunakan adsorpsi terhadap limbah cair tahu terjadi penurunan kadar pada parameter COD, dan TSS, sedangkan untuk kadar pada parameter pH mengalami kenaikan. Meskipun nilai COD yang dihasilkan belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan, namun penurunan yang diperoleh sangat terlihat. Penurunan kadar COD dan TSS yang sangat signifikan terjadi pada penggunaan 8 gram arang aktif dengan kecepatan pengadukan 120 rpm selama 30 menit. Penggunaan kecepatan pengadukan 60 dan 120 rpm untuk melihat pengaruh dari pengadukan cepat dan lambat untuk proses adsorpsi.

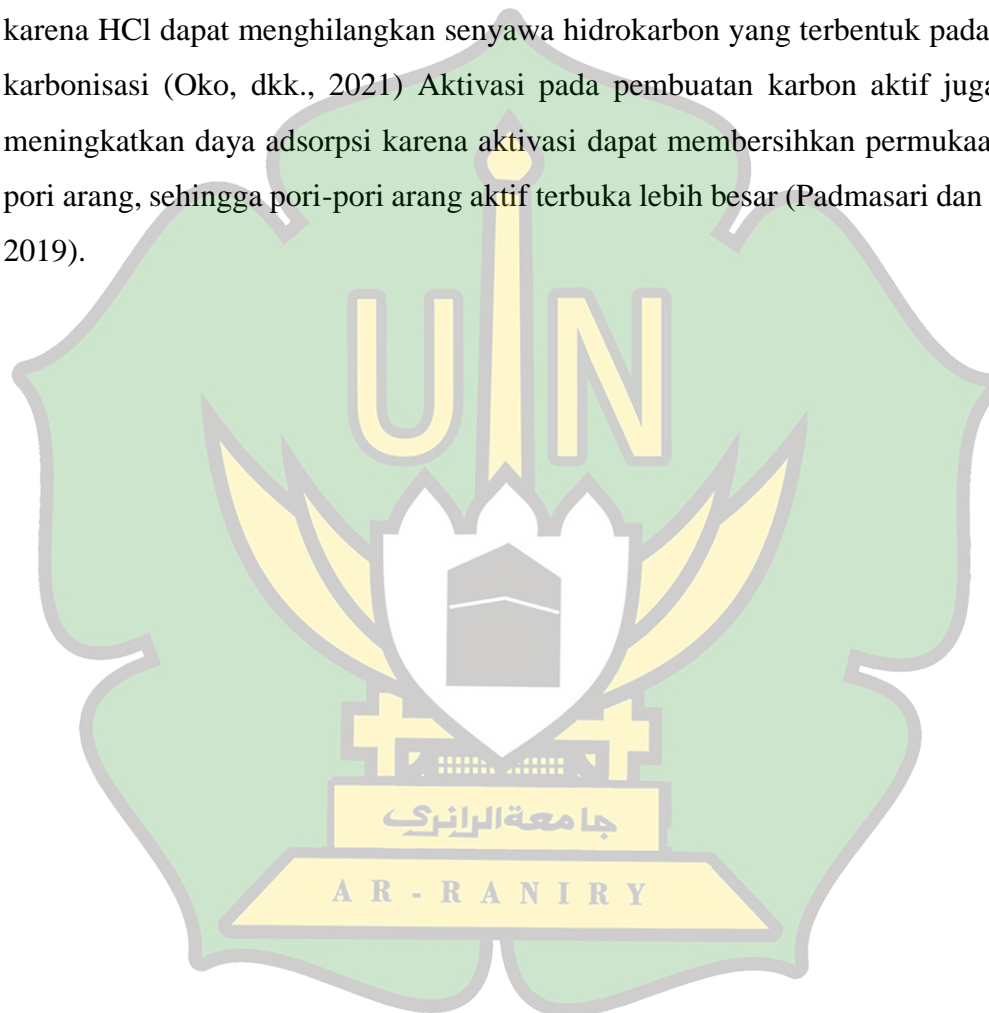


**Gambar 4.1.** Limbah Cair Tahu setelah Adsorpsi

Kadar air mempengaruhi kualitas arang aktif, semakin sedikit kadar air pada arang aktif maka akan semakin baik. Kadar air maksimal pada arang aktif yang

diperbolehkan berdasarkan SNI 06-3730-1995 hanya 15%. Hasil pengujian kadar air yang didapat pada arang aktif untuk penelitian ini yaitu 4,04% sehingga sudah sesuai dengan SNI 06-3730-1995. Kadar air pada arang aktif dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu uap air diudara, waktu pada saat pendinginan, dan sifat higroskopis pada arang (Sahara, dkk., 2017).

Kadar air pada arang aktif dapat diturunkan dengan melakukan proses aktivasi pada arang. Arang aktif pada penelitian ini diaktivasi menggunakan HCl, karena HCl dapat menghilangkan senyawa hidrokarbon yang terbentuk pada proses karbonisasi (Oko, dkk., 2021) Aktivasi pada pembuatan karbon aktif juga dapat meningkatkan daya adsorpsi karena aktivasi dapat membersihkan permukaan pori-pori arang, sehingga pori-pori arang aktif terbuka lebih besar (Padmasari dan Melati, 2019).



**Tabel 4.1.** Hasil Pengukuran Parameter COD, TSS, dan pH serta Kapasitas dan Efisiensi Adsorpsi

Variasi		COD			TSS			pH	
Kecepatan Pengadukan (rpm)	Massa Adsorben (gram)	Awal (mg/L)	Akhir (mg/L)	Efisiensi (%)	Awal (mg/L)	Akhir (mg/L)	Efisiensi (%)	Awal	Akhir
60	2	5140	4207	18,15	605	586	3,14	3,8	4,0
	4		3784	26,38		523	13,55		4,2
	6		3383	34,18		277	54,21		4,4
	8		2012	60,86		214	64,63		4,7
120	2		1617	68,54		196	67,60		5,0
	4		1506	70,70		180	70,25		5,2
	6		1226	76,15		158	73,88		6,0
	8		1137	77,88		103	82,98		6,4

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan dalam Penyisihan COD

*Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh limbah untuk mereduksi bahan-bahan organik yang terdapat pada perairan. Tingginya kadar COD pada suatu perairan menandakan bahwa kandungan bahan organik yang terdapat pada air tersebut tinggi (Widyaningsih dalam Rumi, 2021).

Penurunan kadar COD dalam limbah cair tahu dilakukan dengan proses adsorpsi menggunakan arang aktif kulit jengkol. Pengaruh kecepatan pengadukan dan massa adsorben dapat dilihat pada tabel 4.2.

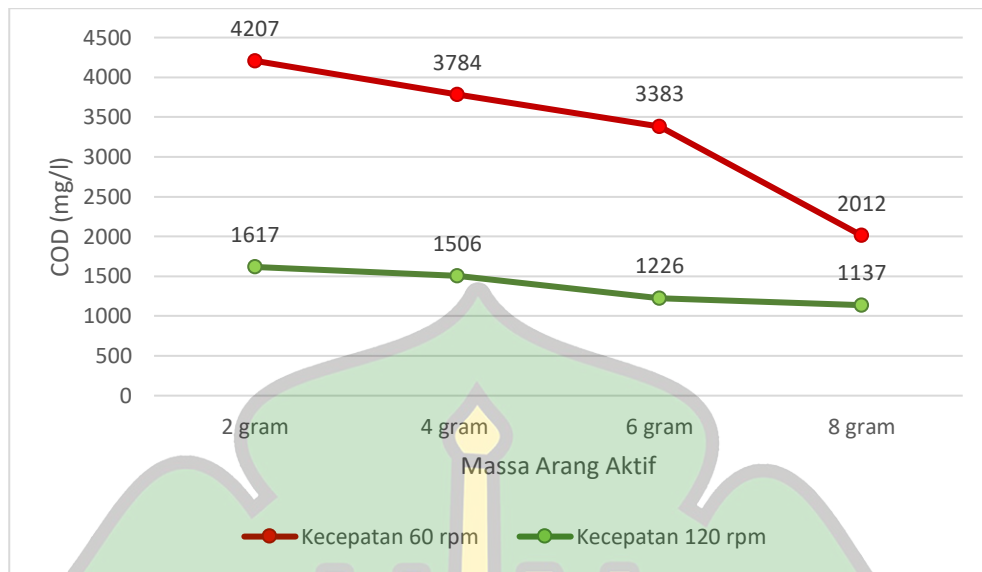
**Tabel 4.2** Hasil Uji Kadar COD pada Limbah Cair Tahu

Parameter	Kecepatan pengadukan	Massa Adsorben	Konsentrasi Awal	Konsentrasi Akhir	Baku Mutu
COD	60 rpm	2 gram	5140 mg/L	4207mg/L	300 mg/L
		4 gram		3784 mg/L	
		5 gram		3383 mg/L	
		8 gram		2012 mg/L	
	120 rpm	2 gram		1617 mg/L	
		4 gram		1506 mg/L	
		6 gram		1226 mg/L	
		8 gram		1137 mg/L	

Hasil uji awal kadar COD pada limbah cair tahu yaitu 5140 mg/L. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, kadar COD yang dapat dibuang ke lingkungan yaitu 300 mg/L. Tingginya Kadar COD pada limbah cair tahu menandakan bahwa limbah tahu mengandung bahan organik yang tinggi seperti protein dan asam amino (Ratnani,2011).

Setelah dilakukan pengolahan dengan adsorpsi menggunakan arang aktif kulit jengkol terjadi penurunan kadar COD yang signifikan meskipun belum mendekati baku mutu. Hal ini dikarenakan kadar COD yang terkandung pada limbah cair tahu sangat tinggi. Penggunaan massa adsorben 8 gram dengan

kecepatan pengadukan 120 rpm dapat menurunkan kadar COD hingga 1137 mg/L. Penurunan kadar COD dapat dilihat pada gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Penurunan Kadar COD Setelah Adsorpsi

Berdasarkan gambar 4.3 penurunan kadar COD yang sangat signifikan terjadi pada adsorpsi dengan kecepatan pengadukan 120 rpm dibandingkan adsorpsi dengan menggunakan kecepatan pengadukan 60 rpm meskipun pengadukan dengan kecepatan 120 rpm belum mencapai baku mutu. Hal ini disebabkan oleh kecepatan pengadukan yang lambat dapat memperlambat proses adsorpsi karena kecepatan pengadukan dapat menentukan waktu kontak antara adsorben dan adsorbat. (Syauqiah,2011). Penurunan kadar COD ini juga dipengaruhi oleh massa adsorben, semakin banyak adsorben yang dikontakkan pada limbah cair maka akan terjadi penurunan kadar pencemar yang signifikan karena semakin banyak adsorbat yang menempel pada permukaan adsorben (Reyra, dkk., 2017). Pada penelitian ini penurunan kadar COD yang signifikan terjadi pada penggunaan adsorben 8 gram dengan kecepatan pengadukan 120 rpm. Menurut Reyra, dkk (2017)



#### 4.2.2. Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan dalam Penyisihan TSS

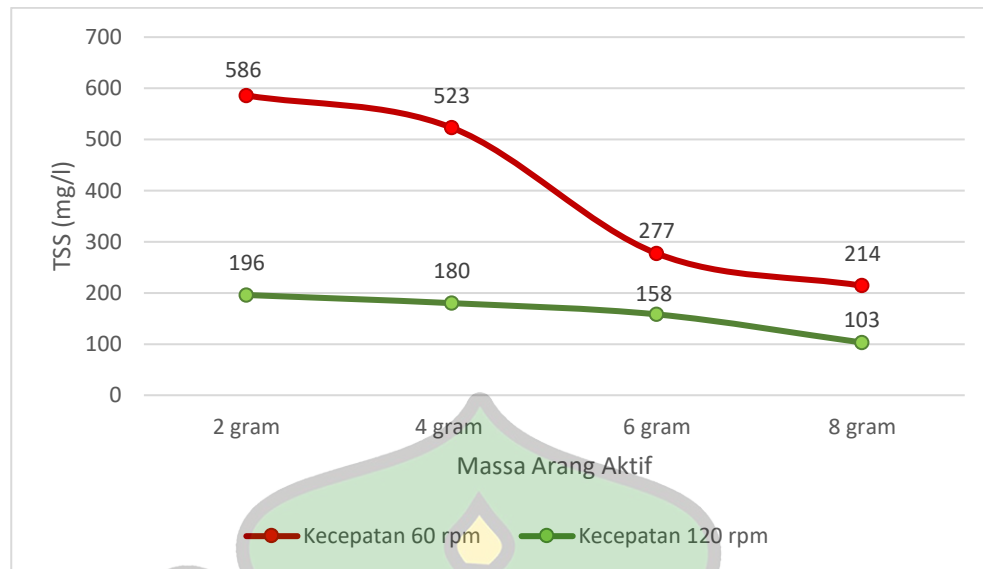
*Total Suspended Solid* (TSS) merupakan padatan yang terlarut dalam air sehingga dapat menyebabkan kekeruhan. Kadar TSS yang tinggi dalam air menghalangi sinar matahari masuk kedalam air sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis di dalam air (Widyaningsih dalam Rumi, 2021). Maka dari itu perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum air limbah dibuang ke lingkungan agar tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan.

Penurunan kadar TSS dalam limbah cair tahu dilakukan dengan proses adsorpsi menggunakan arang aktif kulit jengkol. Pengaruh kecepatan pengadukan dan massa adsorben dapat dilihat pada tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Hasil Uji Kadar TSS pada Limbah Cair Tahu

Parameter	Kecepatan pengadukan	Massa Adsorben	Konsentrasi Awal	Konsentrasi Akhir	Baku Mutu
TSS	60 rpm	2 gram	605 mg/L	586 mg/L	200 mg/L
		4 gram		523 mg/L	
		5 gram		277 mg/L	
		8 gram		214 mg/L	
	120 rpm	2 gram		196 mg/L	
		4 gram		180 mg/L	
		6 gram		158 mg/L	
		8 gram		103 mg/L	

Hasil uji awal kadar TSS pada limbah cair tahu yaitu 586 mg/L. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah hasil uji awal kadar TSS masih melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Setelah dilakukan pengolahan dengan adsorpsi menggunakan arang aktif kulit jengkol, terjadi penurunan kadar TSS dengan signifikan. Penggunaan massa adsorben 2 gram dengan pengadukan 120 rpm menghasilkan kadar TSS yang sudah tidak melebihi baku mutu yaitu 196 mg/l. Penurunan kadar TSS dapat dilihat pada gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Penurunan Kadar TSS Setelah Adsorpsi

Berdasarkan gambar 4.3 penurunan kadar TSS yang sangat baik ditunjukkan pada kecepatan pengadukan 120 rpm dengan massa adsorben 8 gram. penurunan kadar TSS pada saat pengadukan dengan kecepatan 60 rpm belum mencapai baku mutu. Kecepatan pengadukan yang rendah dapat memperlambat proses penempelan adsorbat pada permukaan adsorben sehingga pada kecepatan 60 rpm belum bisa menurunkan kadar TSS mencapai baku mutu. Sedangkan pada pengadukan dengan kecepatan 120 rpm sudah bisa menurunkan kadar TSS mencapai baku mutu yang telah ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup yaitu 200 mg/l. Kecepatan pengadukan mempengaruhi keberhasilan proses adsorpsi karena kecepatan pengadukan menentukan waktu kontak antara adsorben dan adsorbat, jika kecepatan pengadukan terlalu rendah maka akan memperlambat proses adsorpsi dan pengadukan yang sangat cepat dapat merusak struktur adsorben sehingga proses adsorpsi tidak berjalan dengan optimal (Syauqiah 2011).

#### 4.2.3. Kapasitas Adsorpsi

Kapasitas adsorpsi merupakan jumlah adsorbat yang menempel pada permukaan adsorben (Aisyahlika, dkk., 2018). Perhitungan kapasitas adsorpsi dapat menggunakan metode isoterm. Isoterm adsorpsi menjelaskan hubungan antara konsentrasi adsorbat dan adsorben pada suatu larutan dengan suhu yang konstan,

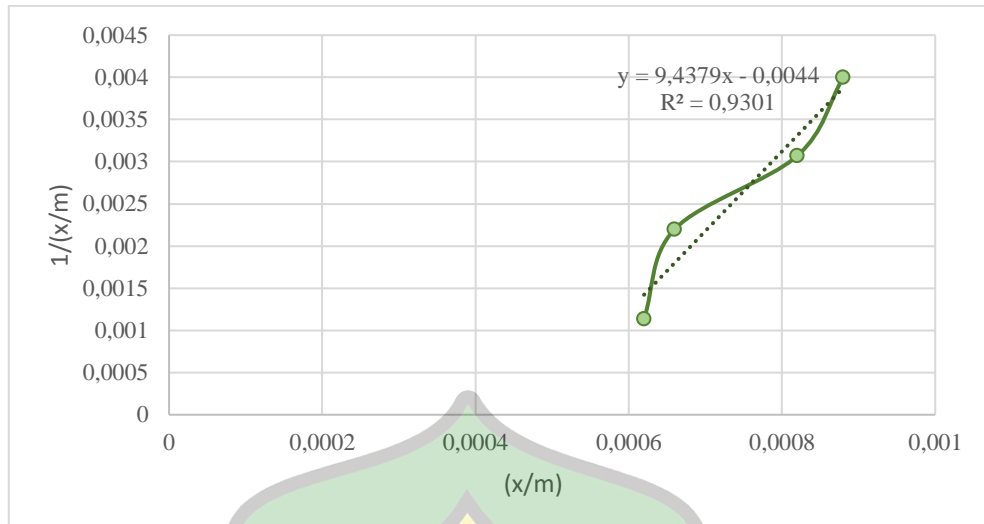
sehingga dapat diketahui tingkat penyerapan adsorben pada permukaan adsorben. Perhitungan isoterm adsorpsi (Mashruhin, dkk., 2018).

Perhitungan isoterm pada penelitian ini menggunakan 2 persamaan yaitu persamaan Langmuir dan Freundlich. Hasil perhitungan persamaan Langmuir dan Freundlich kemudian digambar dalam bentuk grafik linear, dan kemudian ditentukan nilai determinasi  $R^2$  yang mendekati 1, maka persamaan tersebut yang digunakan untuk mengetahui proses adsorpsi yang terjadi (Handayani, dan Sulistiyono, 2009).

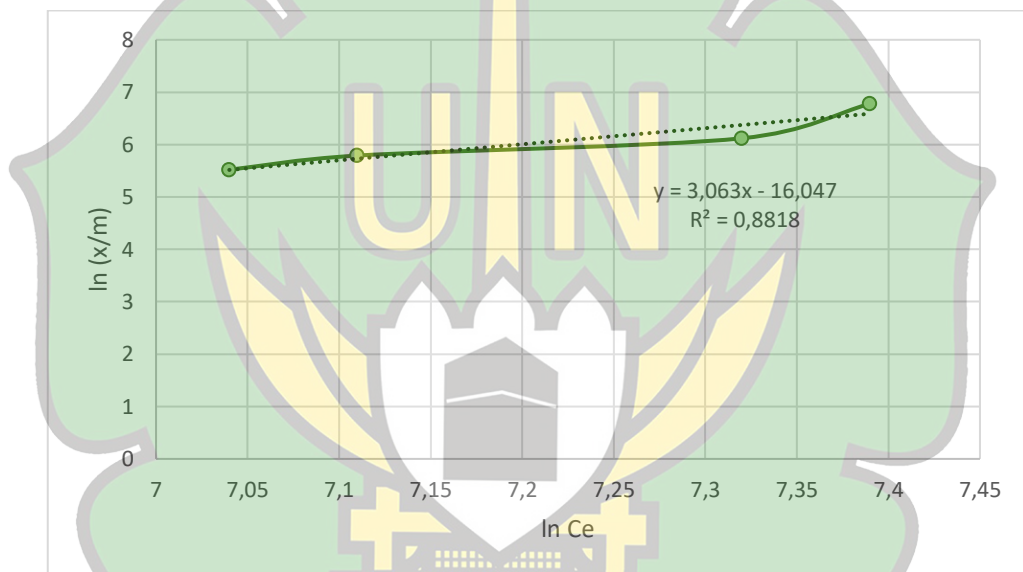
Persamaan Langmuir dan Freundlich dapat ditentukan dengan mengetahui harga  $C_e$ ,  $x$ ,  $x/m$ ,  $\ln(x/m)$  dan  $\ln C_e$  untuk persamaan Freundlich dan  $1/(x/m)$  dan  $1/C_e$  untuk persamaan langmuir. Hasil dari perhitungan harga  $C_e$ ,  $x$ ,  $x/m$ ,  $\ln(x/m)$ ,  $\ln C_e$ ,  $1/(x/m)$ , dan  $1/C_e$  dapat dilihat pada tabel 4.4

**Tabel 4.4.** Harga  $C_e$ ,  $x$ ,  $x/m$ ,  $\ln(x/m)$ ,  $\ln C_e$ ,  $1/(x/m)$ , dan  $1/C_e$  pada penyisihan COD

Kecepatan pengadukan	Massa (gram)	$C_e$	$X$	$x/m$	$\ln(x/m)$	$\ln C_e$	$1/(x/m)$	$1/C_e$
60 rpm	2	420 7	466,5	233,2 5	5,45	8,34	0,0042 9	0,0002 4
	4	378 4	678	169,5 0	5,13	8,24	0,0059 0	0,0002 6
	6	338 3	878,5	146,4 2	4,99	8,13	0,0068 3	0,0003 0
	8	201 2	1564	195,5 0	5,28	7,61	0,0051 2	0,0005 0
120 rpm	2	161 7	1761,5	880,7 5	6,78	7,39	0,0011 4	0,0006 2
	4	150 6	1817	454,2 5	6,12	7,32	0,0022 0	0,0006 6
	6	122 6	1957	326,1 7	5,79	7,11	0,0030 7	0,0008 2
	8	113 7	2001,5	250,1 9	5,52	7,04	0,0040 0	0,0008 8



**Gambar 4.4.** Grafik isoterm Langmuir pada penyisihan COD



**Gambar 4.5** Grafik isoterm Freundlich pada penyisihan COD

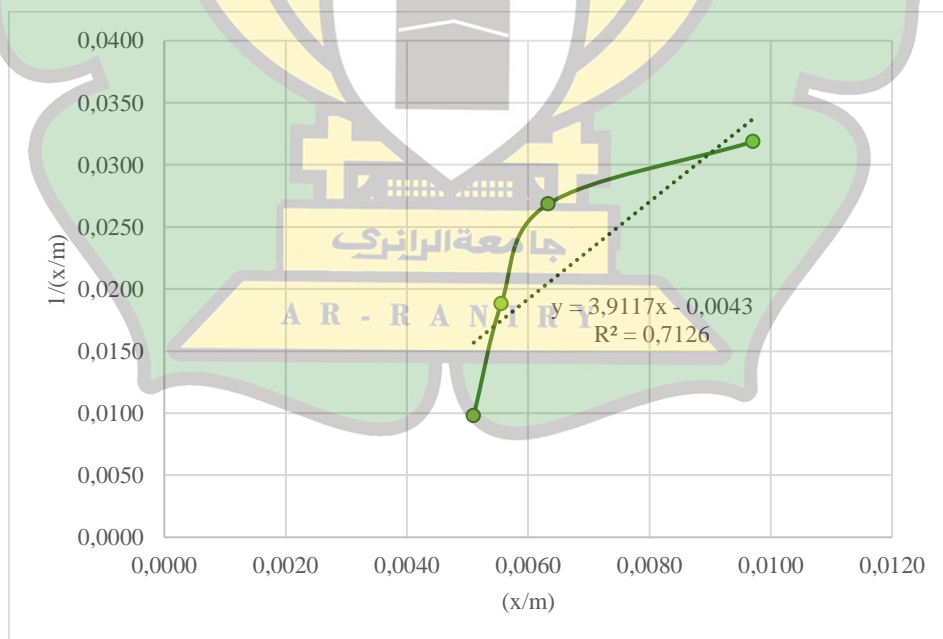
Berdasarkan gambar 4.4 dan gambar 4.5 dapat diketahui nilai determinasi  $R^2$  untuk persamaan Langmuir pada penyisihan COD sebesar 0,9301 dan nilai determinasi  $R^2$  untuk persamaan Freundlich pada penyisihan COD 0,8818. Sehingga pada penelitian ini menggunakan isoterm model Langmuir karena nilai determinasi  $R^2$  persamaan Langmuir mendekati 1. Dengan demikian dapat ditentukan persamaan Langmuir pada penyisihan COD yaitu

$$\frac{x}{m} = \frac{0,01059 Ce}{1 - 0,0000466 Ce}$$

Dengan mengetahui persamaan tersebut, dapat diketahui kapasitas maksimum adsorpsi limbah cair tahu dalam penyisihan COD sebesar 880,75mg/g.

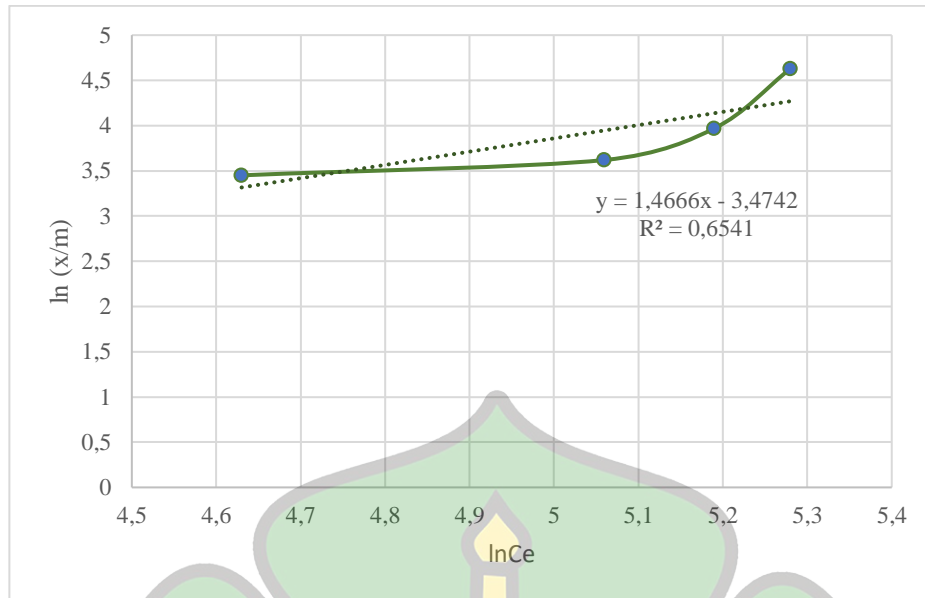
**Tabel 4.5.** Harga  $C_e$ ,  $x$ ,  $x/m$ ,  $\ln(x/m)$ ,  $\ln C_e$ ,  $1/(x/m)$ , dan  $1/C_e$  pada penyisihan TSS

Kecepatan pengadukan	Massa (gram)	$C_e$	$X$	$x/m$	$\ln(x/m)$	$\ln C_e$	$1/(x/m)$	$1/C_e$
60 rpm	2	586	9,5	4,75	1,56	6,37	0,2105	0,0017
	4	523	41	10,25	2,33	6,26	0,0976	0,0019
	6	277	164	27,33	3,31	5,62	0,0366	0,0036
	8	214	195,5	24,44	3,20	5,37	0,0409	0,0047
120 rpm	2	196	204,5	102,25	4,63	5,28	0,0098	0,0051
	4	180	212,5	53,13	3,97	5,19	0,0188	0,0056
	6	158	223,5	37,25	3,62	5,06	0,0268	0,0063
	8	103	251	31,38	3,45	4,63	0,0319	0,0097



**Gambar 4.6.** Grafik isoterm Langmuir pada penyisihan TSS





**Gambar 4.7.** Grafik isoterm Freundlich pada penyisihan TSS

Berdasarkan gambar 4.6 dan gambar 4.7 dapat diketahui nilai determinasi  $R^2$  untuk persamaan Langmuir pada penyisihan TSS sebesar 0,7126 dan nilai determinasi  $R^2$  untuk persamaan Freundlich pada penyisihan TSS 0,6541. Sehingga pada penelitian ini menggunakan isoterm model Langmuir karena nilai determinasi  $R^2$  persamaan Langmuir mendekati 1. Dengan demikian dapat ditentukan persamaan Langmuir pada penyisihan TSS yaitu

$$\frac{x}{m} = \frac{0,2558 Ce}{1 - 0,0011 Ce}$$

Dengan mengetahui persamaan tersebut, dapat dihitung kapasitas maksimum adsorpsi limbah cair tahu pada penyisihan kadar TSS yaitu 204,5 mg/g.

#### 4.2.4. Efisiensi Penyisihan Kadar COD dan TSS

Tingkat efisiensi penyerapan kadar COD dan TSS oleh arang aktif kulit jengkol didapat setelah dikontakkan arang aktif dengan limbah cair. Pada pengujian adsorpsi ini menggunakan 2 variasi, yaitu variasi massa adsorben dengan berat 2;4;6;8 gram, dan variasi kecepatan pengadukan dengan kecepatan 60 dan 120 rpm. Adsorben yang digunakan berukuran 100 mesh. Ukuran partikel adsorben mempengaruhi keberhasilan proses adsorpsi. Menurut Reyra, dkk (2017) semakin

kecil ukuran adsorben maka luas permukaan adsorben semakin besar, sehingga partikel yang teradsorpsi semakin banyak.

Keberhasilan proses adsorpsi juga dipengaruhi oleh kecepatan pengadukan. Pengadukan yang terlalu cepat dapat merusak struktur adsorben dan ikatan adsorben dan adsorbat akan terlepas, menyebabkan proses adsorpsi tidak optimal (Syauqiah 2011). Selain itu massa adsorben juga mempengaruhi keberhasilan proses adsorpsi, semakin banyak adsorben yang dikontakkan dengan limbah cair maka partikel pencemar semakin banyak yang menempel pada permukaan adsorben (Padmasari dan Melati, 2019).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan nilai efisiensi penyisihan kadar COD dan TSS menggunakan arang aktif kulit jengkol dapat dilihat pada tabel 4.5.

**Tabel 4.6** Nilai Efisiensi Penyisihan Kadar COD dan TSS

Variasi		Efisiensi Penyisihan COD	Efisiensi Penyisihan TSS
Kecepatan (rpm)	Massa (gram)		
60	2	18,15 %	3,14 %
	4	26,38 %	13,55 %
	6	34,18 %	54,21 %
	8	60,86 %	64,63 %
120	2	68,54 %	67,60 %
	4	70,70 %	70,25 %
	6	76,15 %	73,88 %
	8	77,88 %	82,98 %

Berdasarkan tabel 4.5 dapat diketahui efisiensi penyisihan kadar COD dan TSS paling besar dengan menggunakan massa adsorben 8 gram dengan kecepatan pengadukan 120 rpm. Efisiensi penyisihan COD sebesar 77,88% dan TSS 82,98%.

Semakin banyak adsorben yang dikontakkan dengan limbah cair maka tingkat efisiensinya menjadi tinggi, selain itu hal ini juga disebabkan oleh kecepatan pengadukan antara adsorben dan limbah cair. Pengadukan dengan kecepatan 60 rpm, tingkat efisiensinya lebih rendah dibandingkan pengadukan dengan kecepatan

120 rpm. Menurut Widayatno, dkk (2017) pengadukan lambat menyebabkan proses adsorpsi menjadi lama.

Penyisihan kadar COD pada limbah cair tahu paling efisien metode adsorpsi menggunakan arang aktif kulit jengkol 8 gram dengan kecepatan pengadukan 120 rpm selama 30 menit. Nilai efisiensi penyisihan kadar COD didapat dari perhitungan menggunakan rumus efisiensi penyerapan adsorpsi.

$$E = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100 \%$$

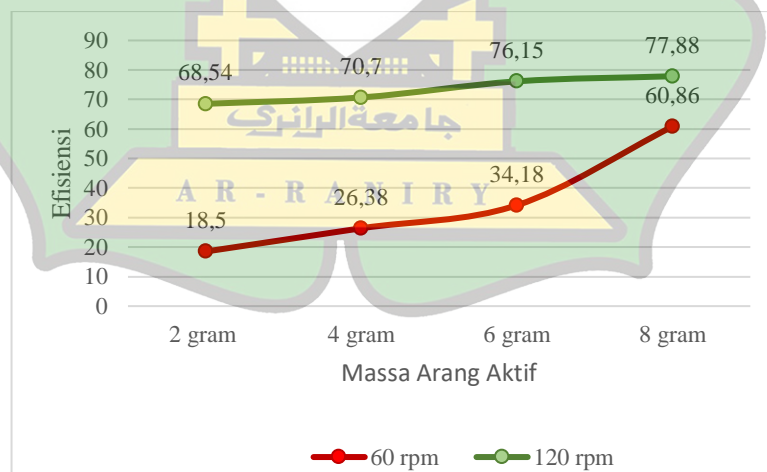
$$E = \frac{5140 - 1131}{5140} \times 100 \%$$

$$E = \frac{40003}{5140} \times 100 \%$$

$$E = 0,7788 \times 100 \%$$

$$E = 77,88 \%$$

Dimana  $C_0$  merupakan konsentrasi COD sebelum dilakukan pengolahan, dan  $C_1$  merupakan konsentrasi COD setelah dilakukan pengolahan dengan menambahkan 8 gram arang aktif kulit jengkol dan pengadukan dengan kecepatan pengadukan 120 rpm. Efisiensi yang dihasilkan sebesar 77,88 %. Nilai efisiensi yang tinggi menunjukkan penurunan kadar COD yang tinggi pula. Peningkatan nilai efisiensi penyisihan kadar COD dapat dilihat pada gambar 4.9.



**Gambar 4.8.** Peningkatan Nilai Efisiensi Penyisihan Kadar COD

Penyisihan kadar TSS pada limbah cair tahu paling efisien metode adsorpsi menggunakan arang aktif kulit jengkol 8 gram dengan kecepatan pengadukan 120 rpm selama 30 menit. Tingginya tingkat penyisihan kadar TSS ditandai dengan limbah cair yang dihasilkan setelah pengolahan lebih jernih dibandingkan limbah cair tahu sebelum pengolahan. Hal ini dibuktikan dengan tidak banyak residu yang menempel pada kertas saring saat pengukuran TSS.

Nilai efisiensi penyisihan kadar TSS didapat dari perhitungan menggunakan rumus efisiensi penyerapan adsorpsi.

$$E = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100 \%$$

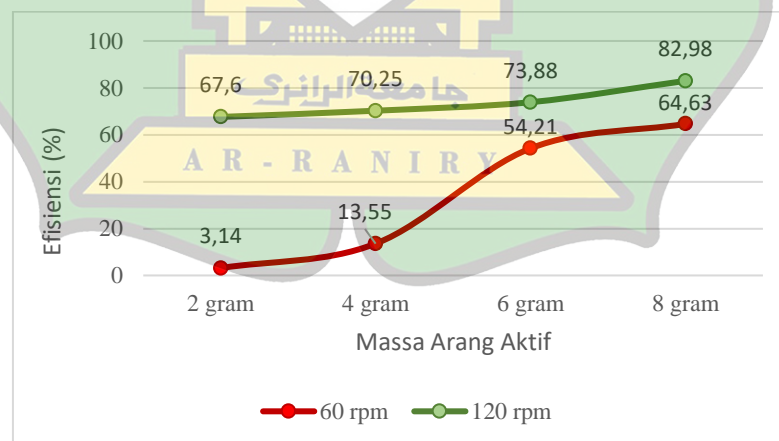
$$E = \frac{605 - 103}{605} \times 100 \%$$

$$E = \frac{502}{605} \times 100 \%$$

$$E = 0,8298 \times 100 \%$$

$$E = 82,98 \%$$

Dimana  $C_0$  merupakan konsentrasi TSS sebelum dilakukan pengolahan, dan  $C_1$  merupakan konsentrasi TSS setelah dilakukan pengolahan dengan menambahkan 8 gram arang aktif kulit jengkol dan pengadukan dengan kecepatan pengadukan 120 rpm. Efisiensi yang dihasilkan sebesar 82,98 %. Peningkatan nilai efisiensi penyisihan kadar TSS dapat dilihat pada gambar 4.10



**Gambar 4.9.** Peningkatan Nilai Efisiensi Penyisihan Kadar TSS

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi kecepatan pengadukan sangat berpengaruh dalam penyisihan kadar COD dan TSS. Kecepatan pengadukan 120 rpm lebih efektif dalam penyisihan kadar COD dan TSS dibandingkan dengan kecepatan pengadukan 60 rpm.
2. Kapasitas adsorpsi maksimum untuk penyisihan COD sebesar 880,75 mg/g dan untuk penyisihan TSS sebesar 204,5 mg/g.
3. Arang aktif kulit jengkol mampu menyisihkan kadar COD hingga 1137 mg/L dan TSS mencapai 103 mg/L dengan menggunakan 8 gram arang aktif dengan efisiensi penyisihan COD 77,88% dan TSS 82,92%.

#### **5.2. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan mengenai adsorpsi menggunakan arang aktif kulit jengkol dengan memperhatikan hal-hal berikut:

1. Sebaiknya volume limbah yang digunakan minimal 1 liter.
2. Suhu pada proses karbonisasi sebaiknya dinaikkan.
3. Sebaiknya dilakukan pengujian kadar abu, kadar air, kadar zat menguap, dan kadar karbon pada arang aktif untuk mengetahui kualitas dari arang aktif yang dihasilkan.
4. Sebaiknya uji daya serap adsorpsi dilakukan menggunakan arang yang teraktivasi dan tidak teraktivasi.
5. Dilakukan uji coba pada parameter pencemar lainnya, seperti logam berat.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Aisyahlika, S., Z., dkk. (2018). Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Cangkang Bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap Zat Warna Sintetis *Reactive Red-120* dan *Reactive Blue-198*. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 2(2), 148-155.
- Alhidayah, H., N. (2018). “Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe untuk Menurunkan Kadar (*Chemical Oxygen Demand*) Dengan Metode Koagulasi Menggunakan Koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dan Aluminium Sulfat”. Skripsi. Kimia. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Yogyakarta.
- Amanda, D. (2019). “Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Ion Logam Kobalt (II) oleh Kitosan dari Kulit Udang Windu (*Peneus monodon*)”. Skripsi. Kimia Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Banda Aceh.
- Asip, F., dkk. (2008). Uji Efektivitas Cangkang Telur Ayam dalam Mengadsorpsi Ion Fe dengan Proses Batch. *Jurnal Teknik Kimia*, 2(15), 22-26.
- Asnawati, dkk. (2017). Penentuan Kapasitas Adsorpsi Selulosa terhadap Rhodamin B dalam Sistem Dinamis. *Jurnal Kimia Riset*, 2(1), 23-29.
- Astuti, P. (2013). Uji Efektivitas Kulit Buah Jengkol (*Pithecellobium lobatum*) terhadap Kematian Siput Murbei (*Pomacea canaliculata*). *Ziraa'ah*, 37(2), 40-45.
- Cundari, L., dkk. (2016). Pengolahan Limbah Cair Kain Jumputan menggunakan Karbon Aktif dari Sampah Plastik. *Jurnal Teknik Kimia*, 22(3), 26-33.
- Fatimah, F, (2006). “Pengaruh Pengolahan Limbah Tekstil PT. Apacinti Corpora (AIC) terhadap Kualitas Air Sungai Bade Bawen”. Skripsi. Biologi. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

- Handayani, M., dan Sulistiyono, E. (2009). Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) Oleh Zeolit. *PTNBR-BATAN Bandung*. 130-136.
- Hariati, dkk. (2017). Sintesis Karbon Aktif Cangkang Jengkol (*Pithecellobium lobatum*) dengan Bantuan Ultrasonik sebagai Bahan Penyimpan Energi Elektrokimia. *Jurnal Atomik*, 02(2), 227-331.
- Hapiza, M. R., dkk. (2014). Pengaruh Pemberian Limbah Cair Industri Tempe dan Mikoriza terhadap Ketersediaan Hara N dan P serta Produksi Jagung (*Zea mays L.*) pada Tanah Inceptisol. *Jurnal Online Agroetnologi*, 2(3), 1098-1106  
<http://muspera.menlhk.go.id/Artikel/arboretum/27>. Diakses 10 Maret 2021.
- Hutauruk, J., E. (2010). Isolasi Senyawa Flavonoida dari Kulit Tumbuhan Jengkol (*Pithecollobium lobatum Benth*). Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Khery, Y., dkk. (2013). Efektivitas Penurunan COD Limbah Tempe Tahu oleh Karbon Aktif Tongkol Jagung. *Jurnal Kependidikan Kimia "Hydrogen"*, 1(1), 21-27.
- Masruhin, dkk. (2018). Penjerapan Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Lignin Hasil Isolasi Jerami Padi. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 03(01), 11-20.
- Maxiselly, Y., dkk. (2016). Pola Penyebaran Tanaman Jengkol (*Pithecellobium Jiringa*) di Jawa Barat Bagian Selatan Berdasarkan Karakter Morfologi. *Jurnal Kultivasi*, 15(1), 8-13.
- Mangiwa, S., dkk. (2020). Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Pengolahan Limbah Tahu Tempe. *Jurnal Pengabdian Papua*, 4(1), 11-15.
- Nella, P., S. (2017). "Karakterisasi Arang Aktif Kulit Jengkol sebagai Adsorben dan Uji Fungsi pada Minyak Jelantah, Air Tanah, dan Limbah tekstil". Tesis. Teknologi Industri Pertanian. Universitas Andalas.

- Nurliza. (2020). "Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) Sebagai Bioadsorben Penyerap Logam Besi (II) Pada Air Sumur di Desa Baet Kabupaten Aceh Besar". Skripsi. Kimia. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Oko, S., dkk. (2021). Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Aktivator HCl terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Kopi. *Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*, 17(1):15-21.
- Padmasari, dan Melati, A. (2019). Sintesis Karbon Aktif Tempurung Kelapa Dengan Aktivator HCL. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Festival*. ISSN 2722-1296. 1-6.
- Pandia, F., dan Warman, B. (2016). Pemanfaatan Kulit Jengkol Sebagai Adsorben dalam Penyerapan Logam Cd (II) Pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(4), 57-63.
- Pelita, Y.T. (2020). "Pemanfaatan Produk *Char* Hasil Pirolisis dari Sampah Plastik Jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) Sebagai Karbon Aktif". Skripsi. Teknik Lingkungan. Universitas Sumatera Utara.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Ratnani, R., D. (2011) Kecepatan Penyerapan Zat Organik pada Limbah Cair Industri Tahu dengan Lumpur Aktif. *Momentum*, 7(2):18-24.
- Reyra, A., S., dkk. (2017). Pengaruh Massa dan Ukuran Adsorben Daun Nanas Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe pada Air Gambut. *Jom FTEKNIK*, (2):1-9.
- Rizky, I., P. (2015). "Aktivasi Arang Aktif Tongkol Jagung Menggunakan HCl Sebagai Adsorben Ion Cd(II)". Skripsi. Kimia. Universitas Negeri Semarang.
- Rumi, S. (2021). "Penyisihan Polutan Pada Limbah Binatu Menggunakan Adsorben Arang Bambu Aktif". Skripsi. Teknik Lingkungan. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

- Sahara, E., dkk. (2017). Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif Dari Batang Tanaman Gumitir (*Tagetes erecta*) yang Diaktivasi Dengan  $H_3PO_4$ . *Jurnal Kimia*, 11(1), 1-9.
- Saputra, D. (2021). "Jengkol Jadi Peluang Ekonomi Baru Bagi Warga Abdya". <http://acehbaratdayakab.go.id/berita/kategori/pertanian-dan-peternakan/jengkol-jadi-peluang-ekonomi-baru-bagi-warga-abdya>. Diakses pada 02 Maret 2021.
- Sari, W., R., dkk. (2017). Pengaruh Variasi Konsentrasi Ekstrak Daun Alpukat (*Persea americana M.*) sebagai Inhibitor Baja SS-304 dalam Larutan HCl 1M. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 07(02), 207-214
- Sayow, F., dkk. (2020). Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu dan Tempe Rahayu di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Jurnal Nasional Sinta 5*, 16(2), 245-252.
- Setioningrum, R., N., K., dkk. (2020). Gambaran Kualitas Air Bersih Kawasan Domestik Di Jawa Timur Pada Tahun 2019. *Jurnal Ikesma*, 16(2), 87-88.
- SNI-6989.3:2009. (2004). Air dan Air Limbah - Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid/TSS*) secara Gravimetri. *Badan Standardisasi Nasional*.
- SNI-6989.59:2008. (2008). Air dan Air Limbah - Bagian 5: Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah. *Badan Standardisasi Nasional*.
- SNI-6989.73:2009. (2009). Air dan Air Limbah - Bagian 73: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*) dengan Refluks Tertutup secara Titrimetri. *Badan Standardisasi Nasional*.
- Sulistiyanti, D., dkk. (2018). Penerapan Metode Filtrasi dan Adsorpsi Dalam Pengolahan Limbah Laboratorium. *EduChemia*, 3(2), 147-156.
- Sumardiyono, dan Soebiyanto. (2019). Pengaruh Konsentrasi Asam Klorida pada Arang Aktif Kulit Kelapa Muda untuk Menurunkan BOD Dan DO Limbah Cair Tahu. *Biomedika*, 12(1), 62-66.

- Surya, A. (2018). Toksitas Ekstrak Metanol Kulit Jengkol Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test Terhadap Larva Udang. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 3(2),149-153.
- Syauqiah, I., dkk. (2011). Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengadukan pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *Info Teknik*, 12(1), 11-21.
- Wardani, G., A., dan Wulandari, W., T. (2017). Studi Kinetika dan Isoterm Adsorpsi Timbal (II) pada Kulit Jengkol (*Pithecellobium jiringa*) Teraktivasi. *Kovalen*, 3(3):252-257.
- Widayatno, T., dkk. (2017). Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1):17-23





## LAMPIRAN A

### Jadwal Penelitian

Kegiatan	Februari		Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus				September				Oktober				November				Desember			
	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	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Identifikasi Masalah dan Studi Literatur																																										
Observasi Lapangan																																										
Uji Pendahuluan																																										
Penyusunan Proposal																																										
Penelitian																																										
Analisa Hasil Penelitian																																										
Penyusunan Laporan Akhir																																										

**LAMPIRAN B**  
Dokumentasi Kegiatan



Kondisi Pabrik Tahu



Kondisi Pembuangan Limbah



Kondisi Selokan



Sampel Limbah Tahu



Pengukuran pH



Kulit Jengkol



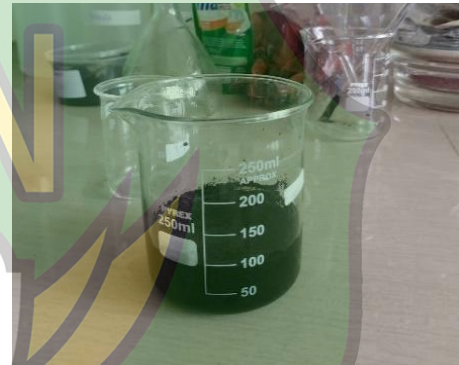
Proses Karbonisasi



Penumbukan Arang



Pengayakan 100 Mesh



Proses Aktivasi



Penimbangan Massa Adsorben



Pengadukan Menggunakan Jarrest





Sedimentasi



Penyaringan



Pengukuran COD



Pengukuran TSS



Pengovenan Kertas Saring

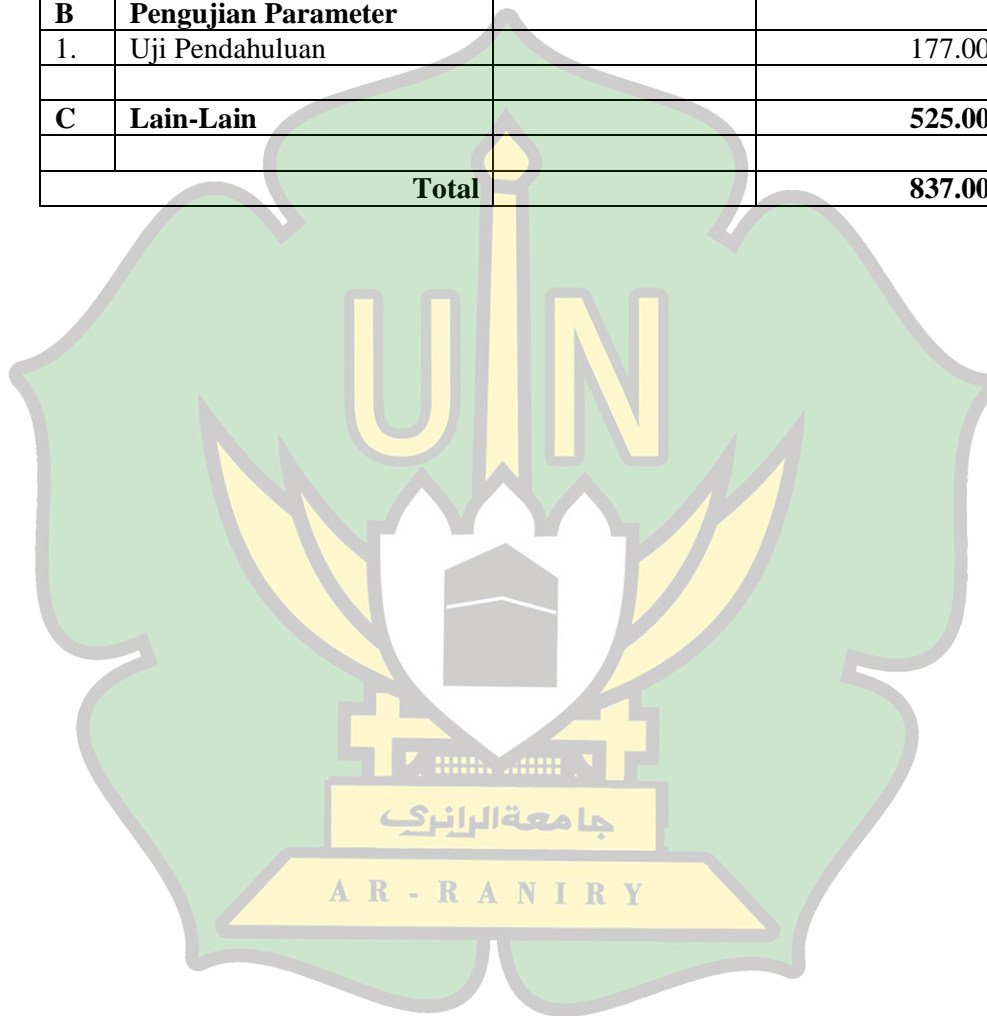


Penimbangan Kertas Saring

### LAMPIRAN C

#### Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No	Keterangan	Kuantitas	Harga
<b>A</b>	<b>Bahan Eksperimen</b>		
1.	Aquades	2 Liter	10.000
2.	HCl 1M	100 MI	35.000
3.	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	50 MI	60.000
4.	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	50 MI	30.000
<b>B</b>	<b>Pengujian Parameter</b>		
1.	Uji Pendahuluan		177.000
<b>C</b>	<b>Lain-Lain</b>		<b>525.000</b>
	<b>Total</b>		<b>837.000</b>





## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Wirda Febria Putri dilahirkan di Banda Aceh pada hari Sabtu 20 Februari 1999. Anak pertama dari pasangan bapak Sofyan dan Ibu Harlini. Peneliti menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Pertiwi Banda Aceh pada tahun 2005. Pada tahun itu peneliti melanjutkan pendidikan Sekolah dasar di SD Percontohan Banda Aceh (2005-2008), MIN Merduati Banda Aceh (2008-2009) dan menyelesaikan pendidikan Sekolah dasar di SDN 1 Kuala Simpang(2009-2011). Selanjutnya peneliti melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di MTSN Model Banda Aceh (2011-2014) dan melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMAN 2 Banda Aceh dan tamat pada tahun 2017. Pada tahun 2017 peneliti melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi. Pada perguruan tinggi peneliti menyelesaikan Strata-1 (S1) pada Januari 2022.