

**PEMANFAATAN BIJI KELOR (*Moringa oleifera*) SEBAGAI  
BIOKOAGULAN DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR  
INDUSTRI TAHU**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh :**

**MIFTAHAYATUL NISA  
NIM. 170702092  
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2022 M/1444 H**

**PEMANFAATAN BIJI KELOR (*Moringa Oleifera*) SEBAGAI  
BIOKOAGULAN DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR  
INDUSTRI TAHU**

**TUGAS AKHIR**

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

Oleh:

**MIFTAHAYATUL NISA**

**NIM 170702092**

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

**Pembimbing I,**

**Pembimbing II,**

  
**Febrina Arfi, M.Si.**  
**NIDN 2021028601**

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

Mengetahui,

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

  
**Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc.**  
**NIDN 2009118301**

**PEMANFAATAN BIJI KELOR (*Moringa Oleifera*) SEBAGAI  
BIOKOAGULAN DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI  
TAHU**

**TUGAS AKHIR**

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus  
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
Dalam Prodi Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal : Rabu, 30 November 2022

06 Jumaidil Awal 1444

di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,



Febrina Arfi, M.Si.  
NIDN 2021028601

Sekretaris,



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

Penguji I,



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

Penguji II,



Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc.  
NIDN 2015118002

Mengetahui:

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



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

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Miftahayatul Nisa

Nim : 170702092

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul : Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Biokoagulan dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab 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, 25 Desember 2022

Yang Menyatakan

  
Miftahayatul Nisa  
NIM 170702092



## ABSTRAK

Nama : Miftahayatul Nisa  
NIM : 170702092  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Pemanfaatan Tanaman Biji Kelor (*Moringa Oleifera Seeds*)  
Sebagai Biokoagulan Dalam Pengolahan Limbah Cair  
Industri Tahu.  
Tanggal Sidang : 30 November 2022  
Jumlah Halaman : 67  
Pembimbing I : Febrina Arfi, M.Si.  
Pembimbing II : Arief Rahman, S.T., M.T.  
Kata Kunci : Limbah Cair Industri Tahu, Koagulasi-flokulasi,  
Biokoagulan Biji Kelor.

Limbah cair industri tahu sebelum dibuang ke badan air, harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu untuk mengurangi pencemaran dan merusak ekosistem pada badan air. Pemanfaatan biji kelor sebagai biokoagulan dalam pengolahan limbah cair tahu, dilakukan uji parameter pH, COD, TSS dan Kekeruhan. Dalam penelitian ini dilakukan proses pengolahan menggunakan metode koagulasi-flokulasi dan variasi dosis koagulan dari serbuk biji kelor. Proses pengolahan koagulasi-flokulasi menggunakan 5 variasi dosis koagulan yaitu 5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 25 g dengan menggunakan alat jar test dan 1 liter limbah cair industri tahu. Pada pengadukan cepat dilakukan dengan kecepatan 125 rpm selama 3 menit dan pengadukan lambat dilakukan dengan kecepatan 30 rpm selama 30 menit, dengan waktu pengendapan selama 60 menit. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa koagulan biji kelor mampu meningkatkan nilai pH pada dosis 20 g/L yaitu dari 2,8 menjadi 5,4. Penurunan pada COD dari 1.500 mg/L menjadi 711 mg/L pada dosis 15 g/L, untuk parameter TSS dari 387 mg/L menjadi 146 mg/L pada variasi dosis 10 g/L serta untuk parameter kekeruhan dari 908 NTU menjadi 122 NTU pada variasi dosis 10 g/L. Berdasarkan hasil penelitian, parameter yang memenuhi standar baku adalah TSS yang memperoleh penurunan maksimum sebesar 62,27% pada dosis 10 g/L yaitu 146 mg/L.

## ABSTRACT

Name : Miftahayatul Nisa  
Student ID Number : 170702092  
Study Program : Environmental Engineering  
Title : Treatment of Tofu Industrial Wastewater Using Moringa (*moringa oleifera*) as Biocoagulants  
Session Date : 30 November 2022  
Number of Pages : 67  
Supervisor I : Febrina Arfi, M.Si.  
Supervisor II : Arief Rahman, S.T., M.T.  
Keywords : Tofu Industrial Wastewater, Coagulation-Flocculation, Moringa oleifera Biocoagulants, pH, COD, TSS and Turbidity

To reduce pollution and harm to the ecosystem in water bodies, wastewater from the tofu industry should be treated to reduce pollution and damage the ecosystem in water bodies. Utilization of Moringa seeds as a biocoagulant in tofu wastewater treatment, tested the parameters of pH, COD, TSS and Turbidity. Processing was done in this study utilizing the coagulation-flocculation method and coagulant made from powdered moringa seed. The coagulation-flocculation process uses 5 variations of coagulant doses, namely 5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 25 g using a jart test kit and 1 liter of tofu industrial wastewater. With a settling time of 60 minutes, fast stirring was done for 3 minutes at 125 rpm and slow stirring for 30 minutes at 30 rpm. Based on the results of the study, it was shown that the coagulant of Moringa seeds was able to increase the pH value at a dose of 20 g/L from 2.8 to 5.4. Decrease in COD from 1,500 mg/L to 711 mg/L at a dose of 15 g/L, for the TSS parameter from 387 mg/L to 146 mg/L at various doses of 10 g/L and for the turbidity parameter from 908 NTU to 122 NTU at various doses of 10 g/L. Based on the research results, the parameter that met the standard was TSS which obtained a maximum reduction of 62.27% at a dose of 10 g/L, namely 146 mg/L.

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

Rasa syukur yang mendalam penulis haturkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Shalawat beserta salam kepada Nabi Besar Muhammad Shalallaahu Alaihi Wassalaam utusan dan manusia pilihan, beliaulah penyampai, pengamal dan penafsir pertama Al-Qur'an. Atas rahmat dan hidayah-Nya penulis bisa mendapat kemudahan serta kelancaran dalam mengerjakan Tugas Akhir ini dengan judul "*Pemanfaatan Tanaman Biji Kelor (Moringa Oleifera Seeds) Sebagai Biokoagulan dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*" hingga selesai.

Di dalam tugas akhir ini, penulis berusaha untuk dapat menguraikan gagasan kreatif penulis mengenai bagaimana idealnya mengelola lingkungan hidup. Lingkungan hidup disekitar kita adalah harta yang paling berharga untuk diwariskan kepada generasi berikutnya. Sudah selayaknya kita merawat dan menjaga kelestariannya dengan cara-cara terbaik sehingga seluruh makhluk hidup dapat menikmati manfaatnya.

Penulis menyadari bahwa selama berlangsungnya pembuatan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu beriringan do'a dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan.
4. Ibu Febrina Arfi, M.Si. selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir dari awal sampai dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak Arief Rahman, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir dari awal sampai dapat diselesaikan dengan baik.
6. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

7. Teman dan sahabat yang senantiasa mendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua yaitu Ayahanda Helmi Yusuf dan Ibunda Gusniah serta keluarga berkat doa, dukungan, materil dan moril dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini

Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulis menyadari walaupun telah berusaha maksimal, tentu masih banyak keterbatasan dan kekurangan yang dimiliki, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.



Banda Aceh, 25 Desember 2022

Penulis

Miftahayatul Nisa  
NIM 170702092

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</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>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Limbah Industri Tahu .....	4
2.2 Dampak Limbah Cair Tahu .....	5
2.3 Baku Mutu Limbah Cair Tahu .....	5
2.4 Biji Kelor .....	6
2.5 Komposisi Biji Kelor .....	7
2.6 Biokoagulan .....	8
2.7 Koagulasi dan Flokulasi .....	8
2.8 Parameter .....	9
2.8.1 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> .....	9
2.8.2 Derajat Keasaman (pH) .....	10
2.8.3 Kekeruhan (Turbiditas) .....	11
2.8.4 <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i> .....	11
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>13</b>
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	13
3.2 Tahapan Umum Tugas Akhir .....	14
3.3 Jenis Penelitian .....	14
3.3.1 Jenis dan Sumber Data .....	15
3.4 Alat dan Bahan .....	15

3.4.1 Alat .....	15
3.4.2 Bahan .....	15
3.5 Pengambilan Sampel .....	15
3.6 Tahapan Penelitian .....	16
3.6.1 Persiapan Biokuagulan .....	16
3.6.2 Pembuatan Dosis Koagulan.....	16
3.6.3 Pengujian Sampel .....	17
3.6.4 Pengujian <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	17
3.6.5 Pengujian Derajat Keasaman (pH) .....	19
3.6.6 Pengujian Kekeruhan (Turbiditas).....	20
3.6.7 Pengujian COD.....	21
3.7 Metode Pengumpulan Data .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>24</b>
4.1 Observasi Lapangan .....	24
4.2 Hasil Eksperimen.....	24
4.3 Pembahasan .....	25
4.3.1 Pengaruh Penggunaan Biji Kelor Terhadap Perubahan pH .....	..25
4.3.2 Pengaruh Penggunaan Biji Kelor Terhadap Perubahan COD.....	27
4.3.3 Pengaruh Penggunaan Biji Kelor Terhadap Perubahan TSS .....	28
4.3.4 Pengaruh Penggunaan Biji Kelor Terhadap Perubahan Kekeruhan.....	29
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>31</b>
5.1 Kesimpulan .....	31
5.2 Saran.....	31
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>33</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>36</b>

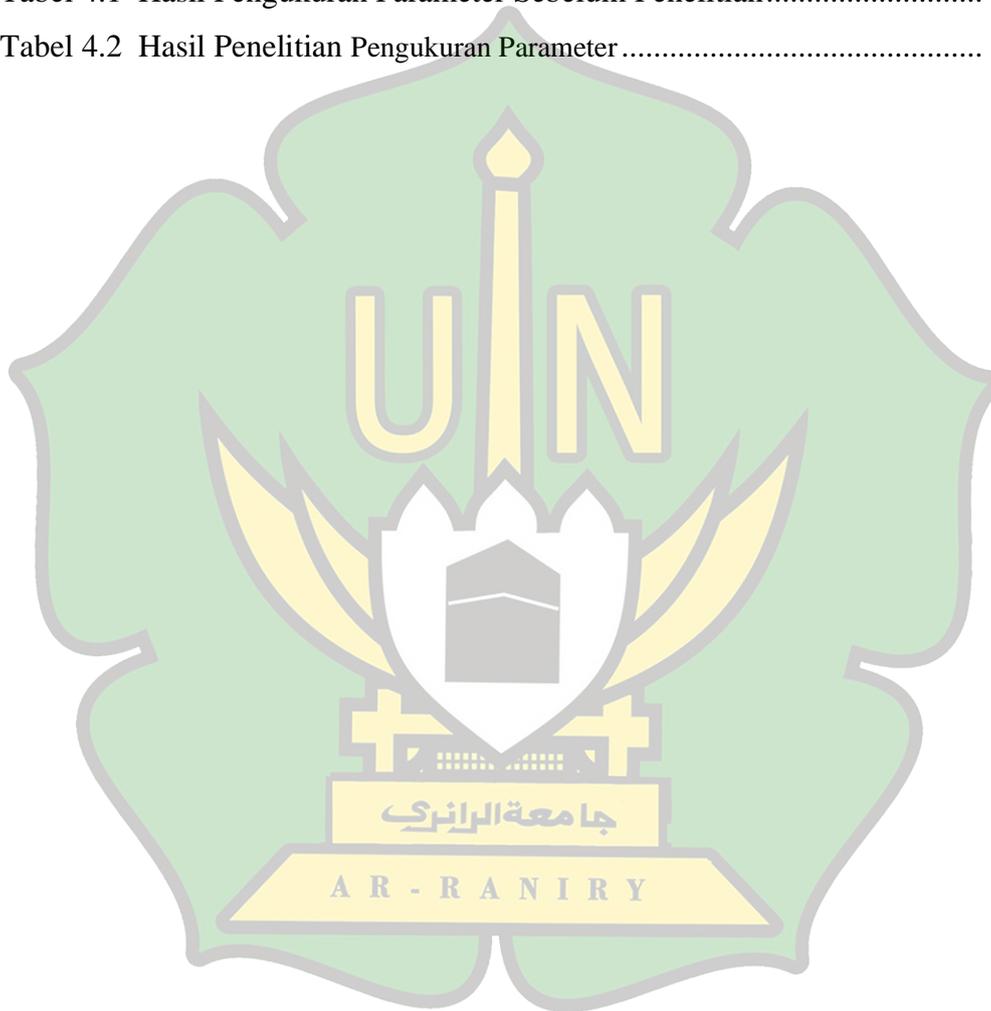
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Biji kelor ( <i>moringa oleifera seeds</i> ) .....	6
Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Limbah Cair Industri Tahu .....	13
Gambar 3.2 Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir .....	14
Gambar 4.1 Grafik Efektivitas Penurunan Parameter .....	26
Gambar 4.2 Grafik Kenaikan Nilai pH Pada Metode Koagulasi Flokulasi ....	27
Gambar 4.3 Grafik Penurunan Nilai COD Pada Metode Koagulasi Flokulasi .....	28
Gambar 4.4 Grafik Penurunan Nilai TSS Pada Metode Koagulasi Flokulasi .....	29
Gambar 4.5 Grafik Penurunan Nilai Kekeruhan Pada Metode Koagulasi Flokulasi .....	30



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Cair Industri Tahu Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 .....	5
Tabel 2.2 Unsur-Unsur Alami Biji Kelor Kering.....	7
Tabel 3.1 Variasi Dosis Koagulan .....	16
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Parameter Sebelum Penelitian.....	24
Tabel 4.2 Hasil Penelitian Pengukuran Parameter.....	25



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan TSS .....	34
Lampiran 2 Perhitungan Persentase Reduksi Parameter.....	36
Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian.....	41
Lampiran 4 SNI.....	43



## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Halaman
BOD	<i>Biological Oxygen Demand</i>	2
Ca	Kalsium	9
CDOM	<i>Colored Dissolved Organic Matter</i>	11
CH <sub>3</sub>	Metana	4
CO <sub>2</sub>	Karbon dioksida	4
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>	2
Cu	Tembaga	9
DAS	Daerah Aliran Sungai	11
FAS	Ferro Ammonium Sulfat	21
FDOM	<i>Fluorescent Dissolved Organic Matter</i>	11
Fe	Besi	9
H <sub>2</sub> S	Hidrogen Sulfida	4
KHC <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>4</sub>	Kalium Hidrogen Ptalat	19
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Kalium Dihidrogen	19
KHP	Kalium Hidrogen Ptalat	22
Na	Natrium	9
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Dinatrium Hidrogen Fosfat	19
NH <sub>3</sub>	Ammonia	4
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Meter</i>	2
O <sub>2</sub>	Oksigen	4
TOC	<i>Total Organic Carbon</i>	9
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>	2
pH	<i>Potential Hydrogen</i>	2
LAMBANG	Nama	Halaman
A	Berat media penyaring residu kering	18
B	Berat media penyaring awal	18
°C	Celcius	16
V	Volume contoh uji	19

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tahu merupakan salah satu makanan yang sangat disukai oleh masyarakat Indonesia karena memiliki cita rasa yang enak serta harga yang relatif murah. Kedua hal inilah yang menjadi alasan mengapa Indonesia memiliki begitu banyak industri tahu. Produksi tahu secara alami menghasilkan limbah cair yang berdampak pada aliran lokal di mana tahu diproduksi. Industri tahu rumahan merupakan industri kecil rumah tangga dimana menghasilkan limbah dalam jumlah besar, baik limbah cair maupun padat apabila tidak ditangani secara baik akan menimbulkan masalah pencemaran lingkungan seperti gangguan kesehatan manusia dan merusak kualitas ekosistem sekitar. Menurut Banun (2011), kebijakan pengelolaan lingkungan industri tahu mulai mengalami perubahan yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan saat ini. Perubahan ini akan mengarah pada upaya preventif atau pencegahan yang terus dikembangkan secara berkelanjutan, yang akhirnya mengarah pada penerapan prinsip produksi bersih.

Menurut hasil tinjauan lapangan, terdapat dua jenis limbah tahu pada industri tahu yaitu limbah cair dan limbah padat. Limbah cair pada industri tahu dihasilkan dari proses perendaman tahu, pencucian peralatan, pencucian kedelai, penyaringan dan pencetakan, serta dibuang tanpa pengolahan ke sungai-sungai desa sekitar sehingga menimbulkan bau dan pencemaran lingkungan. Sedangkan ampas tahu yang merupakan limbah padat dimanfaatkan sebagai pakan kerbau dan sapi.

Pada penjernihan limbah cair industri tahu dapat dimanfaatkan tanaman biji kelor (*Moringa oleifera*) dari familia *Moringaceae* sebagai biokoagulan, tanaman ini memiliki pengaruh yang signifikan dalam penjernihan air karena memiliki senyawa *rhamnossyloxy-benzil-isothiocyanate* yang mampu mengabsorpsi partikel-partikel pada air limbah (Berawi, 2019).

Tanaman lain yang diketahui memiliki potensi sebagai biokoagulan yaitu biji kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus l.*) dan biji asam jawa (*Tamarindus indica l.*) yang keduanya berasal dari famili *fabaceae*. Dari hasil penelitian sebelumnya diperoleh 0,03% (penurunan turbiditas 92,03%) untuk biji kecipir dan

dosis optimum 0,009% (penurunan turbiditas 99,72%) untuk biji asam jawa. Untuk kedua jenis biokoagulan, Nilai pH optimum diperoleh pada pH 3. Penggunaan biokoagulan biji kecipir dan biji asam jawa tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap parameter temperatur, pH, konduktivitas, logam berat dan penurunan angka BOD. Biokoagulan dari biji asam jawa diketahui mampu menurunkan angka total koliform sedangkan dari biji kecipir tidak efektif dalam menurunkan angka total koliform (Hendrawati, 2013).

Biji kelor juga dapat mengurangi tingkat pencemaran yang tinggi dalam mengolah air sungai yang keruh. Biokoagulan dari biji kelor dimasukkan ke dalam sampel yang mengandung ion logam, lalu diaduk dengan waktu pengadukan cepat 30 detik dan 5 menit pengadukan lambat. Setelah diperoleh konsentrasi optimum biokoagulan, maka dilakukan variasi waktu penjernihan sampel yaitu pengendapan selama 6, 12 dan 24 jam. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil 8,67 NTU untuk bubuk biji kelor 0.5 gram, 4.29 NTU untuk biji kelor 0.2 gram dan 3.07 NTU dengan biji kelor 0.1 gram. Menurut Ariyatun (2018), hal ini menunjukkan bahwa kualitas air pada penelitian penjernihan air dengan biji kelor menjadi semakin jernih dan masih memenuhi syarat penjernihan air yang diperbolehkan. Dapat disimpulkan juga bahwa dalam penjernihan air 1 liter lebih efektif /idealnya dengan 0.1 gram bubuk biji kelor

Pengolahan limbah cair industri tahu dapat dilakukan dengan metode koagulasi dan flokulasi menggunakan biokoagulan biji kelor. Dosis koagulan 2000 mg/L serta variasi waktu pengadukan cepat yaitu 1, 1,5, 2, 2,5, dan 3 menit masih mempunyai kadar TSS >200 mg/L. Sedangkan untuk kadar COD dan BOD sudah memenuhi standar baku mutu limbah cair industri tahu, yaitu COD < 300 mg/L dan BOD < 150 mg/L. Pada penelitian ini selain bertujuan untuk menurunkan kadar COD dan BOD juga untuk menurunkan kadar TSS sehingga kurang dari 200 mg/L dengan penambahan proses penyaringan (Setyawati, 2018).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Haslinah menunjukkan bahwa penurunan turbiditas optimum tercapai pada partikel koagulan dengan ukuran 120 mesh dengan konsentrasi 4000 mg/L dan lama pengendapan 45 menit dengan persentase penurunan 70,2%. Koagulan serbuk biji kelor (*Moringa oleifera*)

dapat memperbaiki kualitas limbah cair industri tahu, bahan baku yang mudah diperoleh (Haslinah, 2016).

Berdasarkan dari latar belakang di atas, penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis koagulan biji kelor terhadap penyisihan parameter yang meliputi pH, COD, TSS dan kekeruhan menggunakan metode koagulasi-flokulasi. Diharapkan dari penelitian ini diperoleh bahan koagulan alami pengolahan limbah cair yang relatif terjangkau dan meningkatkan nilai ekonomi biji kelor serta dapat memotivasi masyarakat untuk melestarikan dan membudidayakan biji kelor.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh dosis koagulan biji kelor dalam menurunkan parameter pH, COD, TSS dan kekeruhan yang terdapat pada limbah cair industri tahu?
2. Berapa nilai penyisihan parameter COD, pH, TSS dan kekeruhan berdasarkan karakteristik limbah yang diolah yang mengacu pada standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh dosis koagulan biji kelor dalam menurunkan parameter pH, COD, TSS dan kekeruhan yang terdapat pada limbah cair industri tahu.
2. Untuk mengetahui nilai penyisihan terhadap parameter pH, COD, TSS dan kekeruhan berdasarkan karakteristik limbah yang diolah yang mengacu pada standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

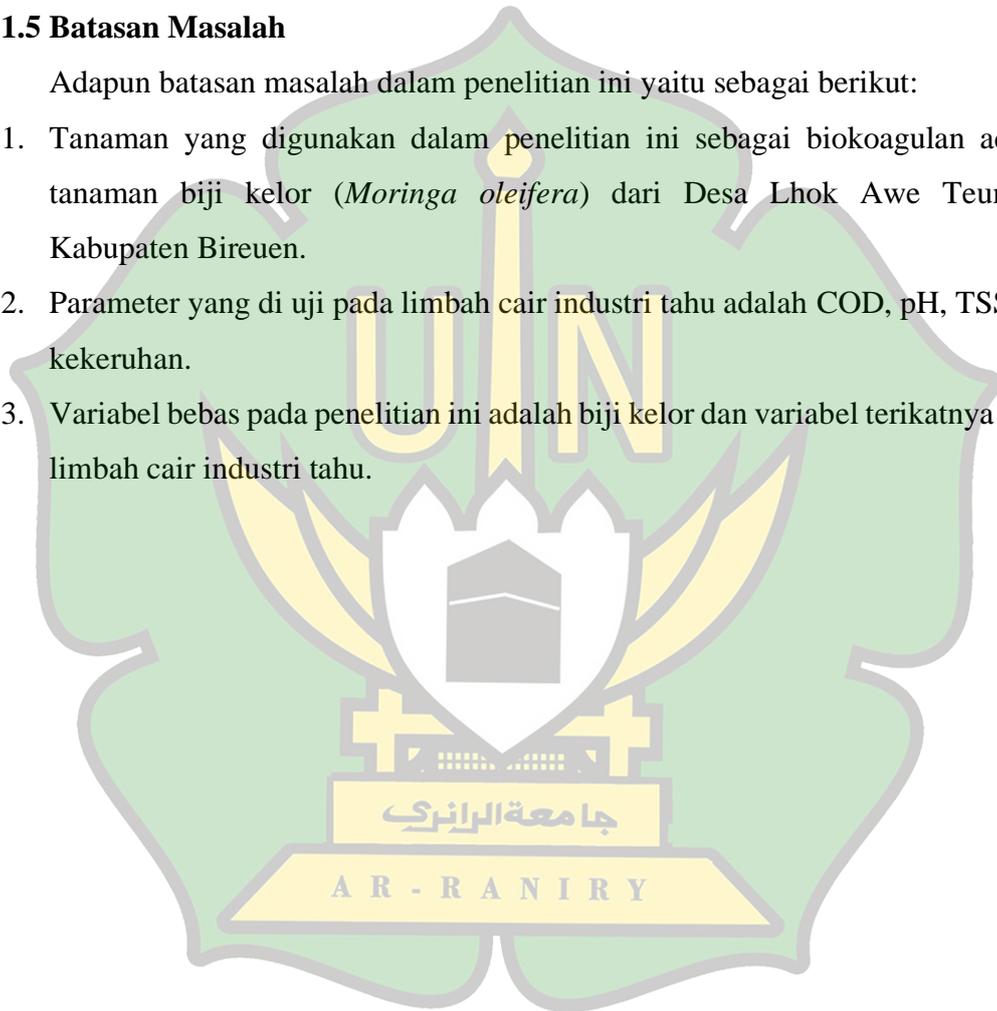
Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah sumber referensi mengenai pengolahan limbah cair industri tahu menggunakan biokoagulan biji kelor.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan terhadap penelitian sejenis untuk tahap selanjutnya.

#### 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini sebagai biokoagulan adalah tanaman biji kelor (*Moringa oleifera*) dari Desa Lhok Awe Teungoh, Kabupaten Bireuen.
2. Parameter yang di uji pada limbah cair industri tahu adalah COD, pH, TSS dan kekeruhan.
3. Variabel bebas pada penelitian ini adalah biji kelor dan variabel terikatnya yaitu limbah cair industri tahu.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah Industri Tahu**

Limbah tahu merupakan sisa atau kotoran dari proses produksi kedelai menjadi tahu yang terbuang karena tidak diolah menjadi tahu dengan baik sehingga tidak dapat dikonsumsi. Terdapat dua jenis limbah dalam industri tahu yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah cair merupakan limbah yang paling banyak mencemari lingkungan karena sisa air tahu tidak menggumpal dan potongan tahu hancur karena proses penggumpalan yang tidak sempurna sehingga jika dibiarkan cairan berwarna kuning keruh dapat menimbulkan bau tidak sedap (Nugroho, 2013).

Limbah padat dari industri tahu atau biasa disebut dengan ampas tahu, merupakan hasil sisa perasan bubur kedelai dan masih mempunyai kandungan nutrisi yang relatif tinggi. Kandungan nutrisi dalam ampas tahu yaitu: air 82,69%; abu 0,55%; lemak 0,62%; protein 2,42% dan karbohidrat 13,71%. Pemanfaatan limbah padat industri tahu antara lain digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan tempe gembus, oncom dan sebagai pakan ternak. Ampas tahu akan cepat basi apabila tidak segera ditangani dengan baik (Saputra dkk, 2018).

Limbah cair yang dihasilkan dalam proses pembuatan tahu mengandung padatan terlarut dan padatan tersuspensi, yang akan mengalami perubahan secara kimia dan fisika sehingga menghasilkan zat beracun dan menimbulkan bahaya kesehatan. Limbah cair tahu memiliki kandungan bahan C-organik, yang mempengaruhi kadar BOD dan COD. Limbah cair tahu yang mengandung bahan organik dan gas seperti hidrogen sulfida ( $H_2S$ ), metana ( $CH_4$ ), ammonia ( $NH_3$ ), karbondioksida ( $CO_2$ ) dan oksigen ( $O_2$ ). Gas-gas tersebut berasal dari dekomposisi bahan organik yang terdapat pada limbah cair industri tahu tersebut. Limbah tahu yang mengandung BOD, COD dan bahan organik tinggi akan berpengaruh terhadap daya dukung lingkungan (Coniwati, 2013).

## 2.2 Dampak Limbah Cair Tahu

Dampak pencemaran lingkungan oleh limbah industri tahu adalah rusaknya kualitas lingkungan terutama perairan sebagai salah satu kebutuhan makhluk hidup lainnya. Kerusakan lingkungan akibat limbah industri tahu berdampak buruk bagi kesehatan manusia dan kehidupan ekosistem perairan. Tercemarnya suatu perairan sangat merugikan kualitas air dan manfaatnya bagi makhluk hidup, karena mengandung bahan-bahan berbahaya yang dibuang ke perairan. Kontaminasi limbah tahu yang terus menerus dapat mengancam kelangsungan ekosistem perairan (adack, 2013).

Pengendalian pencemaran limbah industri tahu memerlukan regulasi seperti Undang-Undang Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan Hidup No. 32 Tahun 2009, yang mengatur berbagai jenis kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh industri yang melanggar baku mutu lingkungan. Sanksi industri yang dikenakan berdasarkan undang-undang yang dibuat oleh pemerintah yang melakukan perbuatan melawan hukum berupa pencemaran limbah yang dapat merusak lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia dan ekosistem perairan, maka industri tersebut kemudian dikenakan sanksi berdasarkan undang-undang yang ditetapkan oleh pemerintah (Siombo, 2012).

## 2.3 Baku Mutu Limbah Cair Tahu

Baku Mutu Limbah Cair Tahu sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Cair Industri Tahu

Jenis Limbah	Pengelolaan Kedelai Menjadi Tahu	
	Kadar (mg/L)	Beban (kg/ton)
BOD	150	3
COD	300	6
TSS	200	4
pH		6-9
Kualitas air limbah paling tinggi (kg/ton)		20

(Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah).

Limbah padat dari industri tahu dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sehingga berdampak kecil terhadap lingkungan. Di sisi lain, limbah cair industri tahu merupakan bagian terbesar yang dapat mencemari lingkungan. Limbah cair dari industri tahu umumnya memiliki kandungan bahan organik yang sangat tinggi. Senyawa organik dalam limbah dapat berupa karbohidrat, protein, dan lemak. Dari senyawa tersebut, protein dan lemak paling banyak terdapat pada limbah cair tahu. Seiring dengan meningkatnya jenis dan kandungan bahan organik, limbah cair tahu mengandung zat-zat yang sulit diurai oleh mikroorganisme sehingga sulit untuk dilakukan pengolahan (Setyawati, 2018).

#### 2.4 Biji Kelor (*Moringa Oleifera*)

Biji kelor dapat digunakan sebagai salah satu koagulan alami yang tersedia secara lokal. Biji kelor yang digunakan sebagai koagulan adalah biji kelor yang matang atau tua yang memiliki kadar air kurang dari 10%. Efektivitas koagulan biji kelor ditentukan oleh kandungan protein kationik. Zat aktif yang terkandung dalam biji kelor yaitu *rhamnossyloxy-benzil-isothiocyanate* (Firmansyah & Sumarni, 2017).



Gambar 2.1 Biji kelor (*Moringa oleifera*)  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022)

Zat aktif tersebut diketahui mampu mengadsorpsi partikel-partikel air limbah industri tahu. Dengan perubahan bentuk menjadi bentuk yang lebih kecil, maka zat aktif dari biji kelor tersebut akan semakin banyak karena luas permukaan biji kelor semakin besar. Apabila kandungan air di dalam biji kelor besar, maka kemampuannya dalam menyerap limbah cair semakin kecil karena zat aktif tersebut

tidak berada di permukaan biji kelor tetapi tertutupi oleh air sehingga kelembaban biji kelor harus kecil (Ayu, 2013).

Ketika bubuk biji kelor dicampur dengan air, protein terlarut membawa muatan positif. Hal ini sangat berguna karena sebagian besar koloid di Indonesia berasal dari bahan organik sehingga memiliki muatan negatif. Ion koagulan yang serupa dengan muatan koloid akan ditolak dan sebaliknya ion yang berbeda muatan akan ditarik. Perbedaan muatan antara koagulan dan koloid inilah yang menjadi dasar proses koagulasi. Semakin tinggi ion dengan muatan yang berbeda, semakin cepat terjadi koagulasi (Bangun dkk, 2013).

Klasifikasi tanaman kelor (*Moringa oleifera*) menurut (Endang, 2020):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angeospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Brassicales
Familia	: Moringaceae
Genus	: <i>Moringa</i>
Spesies	: <i>Moringa oleifera</i>

## 2.5 Komposisi Biji Kelor

Biji kelor (*moringa oleifera seeds*) memiliki kandungan senyawa kimia yang diketahui dapat menurunkan parameter bahaya serta bahan organik yang terkandung dalam limbah cair industri tahu. Senyawa-senyawa organik yang terdapat di dalam air limbah tahu tersebut dapat berupa minyak, lemak, protein dan karbohidrat. Unsur-unsur alami yang terkandung dalam biji kelor dapat dilihat pada Tabel 2.2 (Setyawati, 2018).

Tabel 2.2 Unsur-Unsur Alami Yang Terkandung Per 100 Gram Biji Kelor Kering

Komposisi	Berat	Satuan
Air	4.08 gr	gram
Protein	38.4 gr	gram
Minyak dan Lemak	34.7 %	%
Ekstrak	16.4 gr	gram
Serat	3.5 gr	gram
Abu	3.2 gr	gram

(Sumber: Setyawati, 2018)

## 2.6 Biokoagulan

Biokoagulan merupakan koagulan alami yang memiliki peran dalam proses sedimentasi partikel-partikel kecil yang sulit mengendap. Biokoagulan berfungsi sebagai pengikat kotoran atau partikel-partikel yang terdapat didalam air. Biokoagulan dapat berasal dari berbagai tanaman salah satunya biji kelor. Penurunan parameter berbahaya pada limbah cair industri tahu menggunakan serbuk biji kelor lebih efektif. Biji kelor dapat dimanfaatkan sebagai salah satu koagulan alami yang tersedia secara lokal. Efektivitas koagulan biji kelor ditentukan oleh kandungan protein kationik. Manfaat menggunakan koagulan alami seperti serbuk biji kelor adalah tanaman tersebut mudah ditemukan didaerah iklim tropis. Selain itu, koagulan alami dapat membentuk flok yang lebih kuat terhadap gesekan pada saat aliran turbulen dibandingkan dengan koagulan kimia (Bija dkk, 2020).

## 2.7 Koagulasi dan Flokulasi

Koagulasi adalah proses pengolahan air atau limbah cair dengan cara mendestabilisasi partikel-partikel koloid untuk memisahkan air dengan pengotor yang terlarut didalamnya. Koagulasi juga merupakan proses yang memanfaatkan ion-ion yang memiliki muatan berlawanan dengan muatan partikel koloid yang terdapat pada limbah cair sehingga menghilangkan kestabilan ion. Prinsip dasar proses koagulasi adalah terjadinya gaya tarik menarik antara ion negatif dan positif, yang bertindak sebagai ion negatif adalah partikel-partikel dari zat organik (partikel koloid), bakteri dan mikroflokk (Putra, dkk, 2013).

Sedangkan flokulasi adalah proses lanjutan dari proses koagulasi, dimana mikroflok hasil koagulasi mulai menggumpalkan partikel-partikel koloid menjadi flok yang besar yang dapat diendapkan. Disini dilakukan pengadukan lambat (slow mixing), aliran air harus tenang untuk meningkatkan efisiensi biasanya ditambah dengan senyawa kimia yang mampu mengikat flok-flok. Menurut Ayu (2013), Proses koagulasi dan flokulasi tidak dapat dipisahkan dalam pengolahan limbah cair karena kedua proses ini selalu dilakukan bersama. Mekanisme pembentukan flok-flok pada proses koagulasi-flokulasi terdiri dari tiga tahap yaitu tahap destabilisasi partikel koloid, tahap pembentukan mikrofilik dan tahap pembentukan makrofilik. Tahap pertama dan kedua berlangsung selama proses koagulasi, sedangkan tahap ketiga berlangsung selama proses flokulasi. Pembentukan makrofilik pada proses flokulasi terjadi karena tumbukan-tumbukan antara partikel koloid.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses koagulasi dan flokulasi antara lain derajat keasaman (pH), warna, kekeruhan, karakteristik partikel, temperatur, waktu detensi, komposisi zat kimia dalam air, zeta potensial, jenis koagulan dan flokulan. Sedangkan karakteristik partikel dapat dibedakan menjadi 2 yaitu berdasarkan *water solid interface* dan ukuran partikel (Sutanti & Hartati, 2013).

## 2.8 Parameter

Menurut Lestari (2012), secara umum karakterisasi air limbah atau buangan dapat dibedakan dari sifat kimia, biologi dan fisika. Namun, air limbah industri biasanya hanya terdiri dari karakteristik kimia dan fisika. Parameter yang digunakan untuk menunjukkan karakter air limbah atau buangan industri tahu adalah sebagai berikut:

- Parameter kimia: Dibedakan atas kimia organik dan kimia anorganik. Kandungan organik yaitu BOD, COD, TOC, oksigen terlarut (DO), minyak atau lemak, nitrogen total. Sedangkan kimia anorganik meliputi pH, Pb, Ca, Fe, Cu, Na, Sulfur dan sebagainya
- Parameter fisika: Kekeruhan, suhu, zat padat, bau dan sebagainya.

### 2.8.1 Total Suspended Solid (TSS)

TSS merupakan residu atau padatan tertinggal dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal  $2\mu\text{m}$  atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Padatan tersuspensi berkaitan erat dengan tingkat kekeruhan air. Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat didalam air. Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang terlarut dan tersuspensi. Air akan semakin keruh jika kandungan bahan tersuspensi semakin tinggi (SNI-06-6989.3-2004).

Kebanyakan zat padat yang tersuspensi (tidak terlarut) terbuat dari material organik, bisa melalui bakteri dan alga yang bisa berkontribusi kepada jumlah konsentrasi dari total solid. Zat padat solid ini termasuk apapun yang didalam air ataupun yang mengambang diatas air, dari sedimen, bebatuan dan pasir lalu ke plankton dan alga. Partikel organik dari material dekomposing mempengaruhi konsentrasi Total Suspended Solid ini. Seperti tanaman alga dan kotoran hewan serta manusia. Bahkan zat atau bahan kimia yang ada (selama tidak terlarut) dikategorikan sebagai *suspended solid*. TSS atau Total Zat Padat tersuspensi ini merupakan faktor yang sangat signifikan ketika akan melakukan kegiatan observasi tentang kejernihan air (*water clarity*). Makin banyak zat padat berada, semakin sedikit tingkat kejernihannya (Kenzo, 2019).

### 2.8.2 Derajat Keasaman (pH)

Limbah cair industri tahu cenderung bersifat asam, pada keadaan asam ini akan terlepas zat-zat yang mudah untuk menguap. Hal ini mengakibatkan limbah cair industri tahu mengeluarkan bau busuk. pH sangat berpengaruh pada proses pengolahan air limbah. Pengaruh yang terjadi apabila pH terlalu rendah adalah penurunan oksigen terlarut. Oleh karena itu, sebelum limbah diolah diperlukan pemeriksaan pH serta menambahkan larutan penyangga agar dicapai pH (Wibawarto, 2017).

Derajat keasaman atau pH digunakan untuk menunjukkan tingkat keasaman atau basa pada suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai  $\text{pH} > 7$  menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai  $\text{pH} < 7$  menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan

pH 14 menunjukkan derajat kebasaaan tertinggi. Biasanya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah apabila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah (Ulalopi, 2019).

### 2.8.3 Kekeruhan (Turbiditas)

Kekeruhan adalah sifat optik suatu larutan yang menyebabkan cahaya yang melaluinya terabsorpsi dan terbias. Air dapat dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi, sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan keruh. Air keruh yang tidak tembus pandang dapat dikatakan bahwa air tersebut memiliki tingkat kekeruhan yang sangat tinggi sedangkan air yang tembus pandang memiliki kekeruhan yang rendah. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi pasir halus, tanah liat, lumpur dan bahan-bahan organik (Kautsar, 2015).

Kekeruhan biasanya terdiri dari partikel organik maupun anorganik yang berasal dari DAS (Daerah Aliran Sungai) dan tersuspensi sedimen di dasar perairan. Komponen tambahan dari *suspended solid* ini, tingkat kekeruhannya juga termasuk *Colored Dissolved Organic Matter (CDOM)*, *Fluorescent Dissolved Organic Matter (FDOM)*, atau biasa disebut sebagai material organik berwarna yang terlarut dan material organik berpendar (terang) yang terlarut, dan campuran lainnya. CDOM biasanya disebut dengan *Humic Stain* (noda humus). Menurut Kenzo (2019), Noda Humus bersumber dari warna teh yang diproduksi oleh tanaman yang membusuk dan daun bawah air karena proses pelepasan tannin dan molekul lainnya. Perubahan warna seperti ini biasanya ditemukan didaerah rawa berlumpur, daratan yang terendam air atau daerah air yang karakternya banyak jumlah vegetasi yang membusuk. CDOM ini mengakibatkan air berwarna coklat atau merah, tergantung dari tipe tanaman atau daun yang ada. Zat Terlarut ini mungkin terlalu kecil untuk dihitung sebagai konsentrasi *suspended solid*, tetapi mereka tetap bagian dari perhitungan kekeruhan yang mempengaruhi tingkat kejernihan air.

### 2.8.4 Chemical Oxygen Demand (COD)

COD adalah kebutuhan oksigen kimia untuk mengurai seluruh bahan organik yang terdapat dalam limbah cair. Apabila kandungan senyawa organik maupun anorganik cukup besar, maka oksigen terlarut di dalam air menjadi nol,

sehingga ikan-ikan, tumbuhan air dan hewan air lainnya yang membutuhkan oksigen tidak memungkinkan hidup pada perairan tersebut (Royani, 2021).

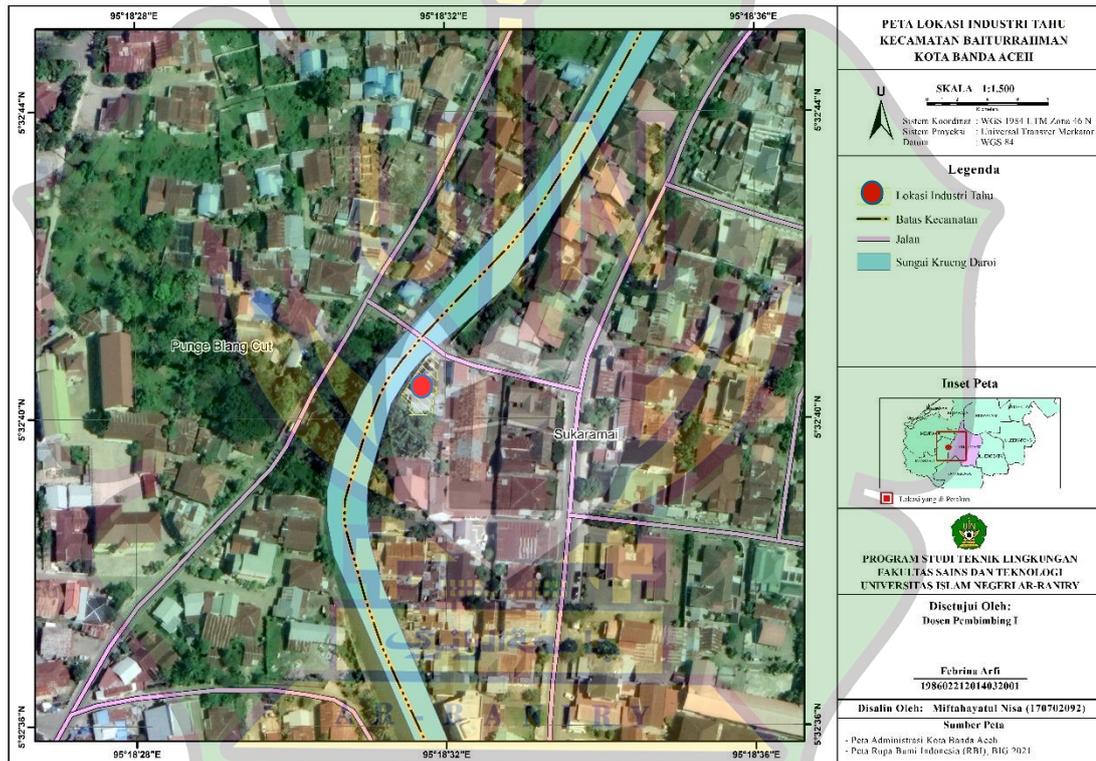
Jumlah oksigen terlarut di air merupakan faktor penting pada kehidupan air. Penyebab berkurangnya jumlah oksigen terlarut di air disebabkan oleh *effluen* (keluaran) limbah industri, limpasan kegiatan pertanian dan kegiatan perkotaan, dan lain-lain. Standar kualitas air untuk oksigen terlarut ditetapkan oleh peraturan untuk menjaga kehidupan air. Banyak danau dan sungai yang berada pada suatu negara tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan (Kenzo, 2019).



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

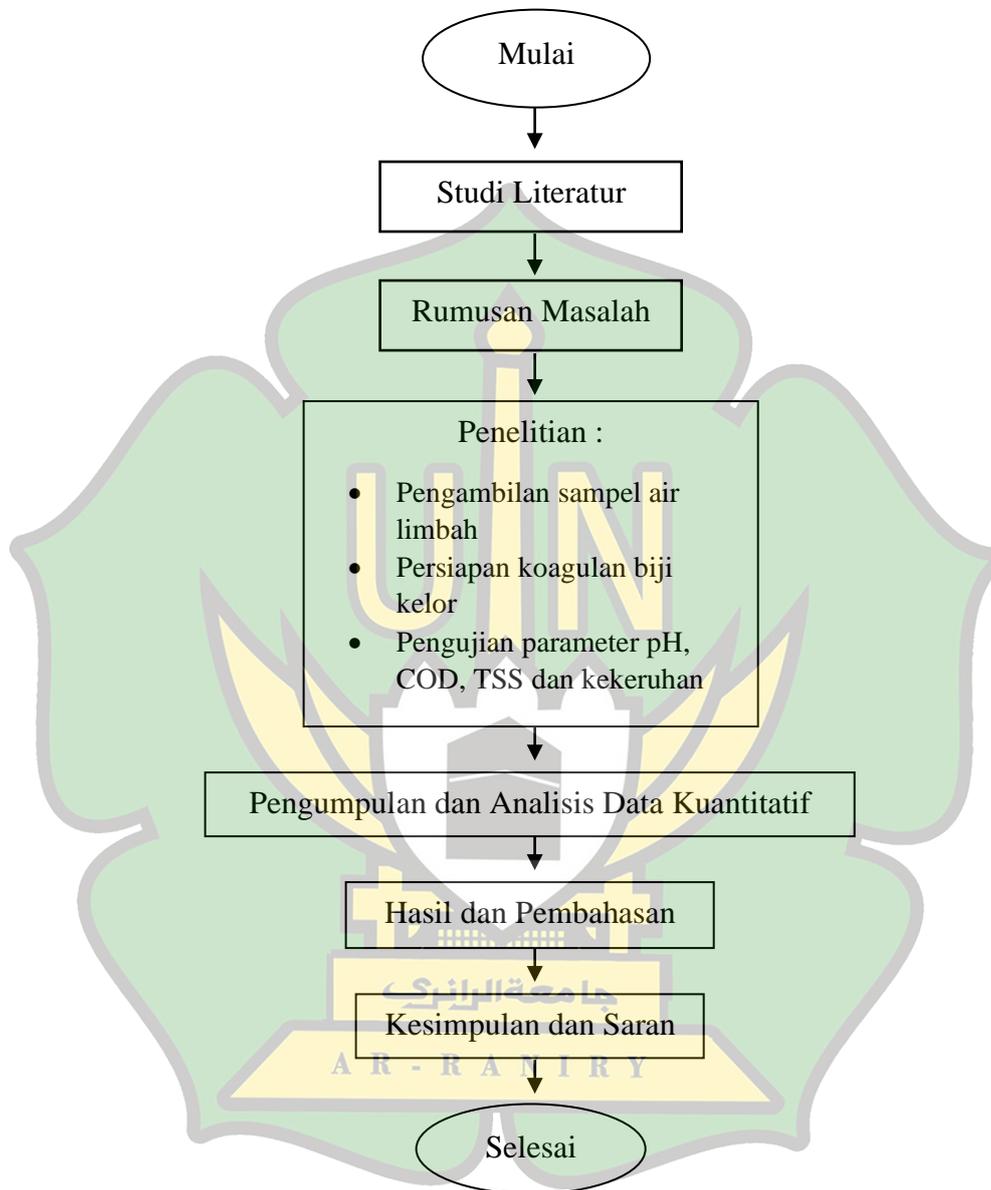
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada bulan Mei 2022. Pengambilan sampel limbah cair tahu berlokasi di Industri Tahu yang berada di desa Punge Blang Cut, Kecamatan Jaya Baru, Kota Banda Aceh dan pengambilan tanaman biji kelor berlokasi di kampung halaman yaitu desa Lhok Awe Teungoh, Kabupaten Bireuen. Peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Limbah Cair Industri Tahu  
(Sumber: Google Earth, 2021)

### 3.2 Tahapan Umum Tugas Akhir

Penulisan tugas akhir ini memiliki proses yang dituangkan dalam bagan alir pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Tahapan Penulisan Tugas Akhir

### 3.3 Jenis Penelitian

Adapun jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan dua macam variabel yaitu variabel terikat dan bebas. Variabel bebas berupa variasi konsentrasi tanaman biji kelor yang telah dihaluskan dan variabel terikat yaitu berupa limbah cair tahu.

### 3.3.1. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang akan diurai dalam penulisan penelitian ini sebagai berikut:

1. Data kualitatif yaitu data yang didapatkan berbentuk keterangan seperti bagaimana kemampuan sebuah tanaman dalam mengurangi zat pencemarnya.
2. Data kuantitatif yaitu data yang berbentuk laporan yang tertulis, seperti tingkat baku mutu pencemaran.

Sumber data yang digunakan dalam penulisan proposal ini sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan dari hasil observasi lingkungan secara langsung dengan panduan yang telah disiapkan.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari hasil laporan yang tertulis dan juga dari informasi tentang tanaman yang akan digunakan dalam penelitian ini.

## 3.4 Alat dan Bahan

### 3.4.1 Alat

Adapun alat-alat yang digunakan yaitu *Jar test Flocculator VELP 4*, gayung, wadah atau botol, blender elektrik *panasonic*, oven Memmert, gelas *beaker* Pyrex, ayakan 100 mesh, timbangan analitik Matrix, multiparameter Hanna, COD meter PL02B-COD, BOD meter HI 98186, turbidimeter 2100Q *Portable* dan *Milwaukee* MW100 Pro pH meter.

### 3.4.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan yaitu limbah cair tahu sebanyak 5000 ml, akuades,  $H_2SO_4$ , sebanyak 3,5 mL,  $K_2Cr_2O_7$  sebanyak 1,5 mL dan biji kelor 200 g dari Desa Lhok Awe Teungoh, Kabupaten Bireuen sebagai biokoagulan.

## 3.5 Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel limbah cair tahu dilakukan dengan metode sampel sesaat (*grab sample*) yaitu air limbah diambil langsung saat itu juga pada lokasi tertentu. Pengambilan sampel air limbah tahu diambil secara langsung pada outlet Industri Tahu, Desa Punge Blang Cut, Kecamatan Jaya Baru, Kota Banda

Aceh pada pukul 10:00-11:00 WIB. Sampel air limbah tahu ditampung menggunakan gayung kemudian dimasukkan kedalam wadah atau botol sebanyak 5000 mL (SNI 6989.59.2008 bagian 59 tentang metode pengambilan contoh air limbah).

### 3.6 Tahapan Penelitian

#### 3.6.1 Persiapan Biokoagulan

Sebelum melakukan penelitian lebih lanjut, dilakukan pembuatan biokoagulan biji kelor yaitu pertama biji kelor yang sudah matang dan coklat dikupas dan dikeringkan. Kemudian biji kelor yang telah kering dihaluskan menggunakan blender lalu diayak dengan ayakan 100 mesh. Selanjutnya biji kelor yang telah halus kemudian dikeringkan dalam oven panas dengan suhu 105 °C selama 30 menit untuk menghomogenkan dan menurunkan kadar airnya hingga konstan kurang 10 %. Serbuk biji kelor sudah siap digunakan sebagai koagulan (Wibawarto, 2017).

#### 3.6.2 Pembuatan Dosis Koagulan

Biji kelor yang sudah dihaluskan ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk dibagi menjadi beberapa dosis yaitu 5 g, 10 g, 15 g, 20 g dan 25 g. Kemudian 5000 mL sampel air limbah tahu dimasukkan ke masing-masing gelas beker sebanyak 1000 mL yang telah dimasukkan konsentrasi (Putra, 2013). Variasi dosis koagulan biji kelor dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1 Variasi Dosis Koagulan

Variasi Dosis	Pengadukan Cepat	Pengadukan Lambat	Waktu Pengendapan
5 g	125 rpm	30 rpm	60 menit
10 g			
15 g			
20 g			
25 g			

### 3.6.3 Pengujian Sampel

Pengujian sampel dilakukan dengan metode koagulasi dan flokulasi. Serbuk biji kelor yang telah dikeringkan dengan suhu 105°C dimasukkan ke dalam 1000 mL air limbah tahu dengan masing-masing konsentrasi yaitu 5 g, 10 g, 15 g, 20 g dan 25 g. Kemudian sampel diaduk cepat selama 3 menit (125 rpm) dan pengadukan lambat selama 30 menit (30 rpm). Setelah pengadukan, sampel diendapkan selama 60 menit. Kemudian hasil diambil dan dilakukan pengukuran COD, pH, kekeruhan dan TSS (Putra, 2013).

### 3.6.4 Pengujian TSS

Berdasarkan (SNI 6989.3:2019) untuk dapat mengetahui padatan tersuspensi total pada air limbah tahu dapat dilakukan secara gravimetri. Sampel yang sudah homogen disaring menggunakan media penyaring yang telah ditimbang. Residu yang tertinggal pada media penyaring dikeringkan pada kisaran suhu 103°C – 105°C hingga mencapai berat tetap. Kenaikan berat saringan mewakili Padatan Tersuspensi Total (TSS).

1. Bahan
  - a. Media penyaring *microglass fiber filter* dengan ukuran porositas 0,7 µm sampai dengan 1,5 µm.
  - b. Aquades
2. Peralatan yang digunakan
  - a. Desikator yang berisi desikan.
  - b. Oven untuk pengoperasian pada kisaran suhu 103°C sampai dengan 105°C.
  - c. Timbangan analitik dengan keterbacaan 0,1 mg.
  - d. Pipet volumetrik atau gelas ukur.
  - e. Media penimbang (kaca arloji atau cawan petri).
  - f. Cawan kaca masir atau cawan *gooch*
  - g. Pinset
  - h. Sistem vakum
3. Persiapan media penyaring atau cawan *gooch*.
  - a. Diletakkan media penyaring pada peralatan filtrasi. Pasang sistem vakum, hidupkan pompa vakum kemudian bilas media penyaring dengan air bebas mineral 20 mL. Lanjutkan penghisapan hingga tiris, matikan pompa vakum.

- b. Dipindahkan media penyaring dari peralatan filtrasi ke media penimbang. Jika digunakan cawan *gooch* dapat langsung dikeringkan.
  - c. Dikeringkan media penimbang atau cawan *gooch* yang berisi media penyaring dalam oven pada suhu  $103^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam. Selama pengerjaan pengeringan, oven tidak boleh dibuka tutup.
  - d. Didinginkan media penimbang atau cawan *gooch* dalam desikator kemudian timbang.
  - e. Diulangi langkah pada butir c) dan d) sampai diperoleh berat tetap (catat sebagai A).
4. Prosedur kerja
- a. Dilakukan penyaringan dengan peralatan penyaring. Basahi media penyaring dengan sedikit air bebas mineral
  - b. Diaduk contoh uji hingga diperoleh contoh uji yang homogen, kemudian ambil contoh u secara kuantitatif dengan volume tertentu dan masukkan ke dalam media penyaring. Nyalakan sistem vakum. jika proses penyaringan membutuhkan waktu lebih dari 10 menit, maka kurangi volume contoh uji. Volume contoh uji yang diambil harus menghasilkan berat residu kering antara 2,5 mg sampai 200 mg.
  - c. Dibilas media penyaring 3 kali dengan masing-masing 10 mL air bebas mineral, lanjutkan penyaringan dengan sistem vakum hingga tiris. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
  - d. Dipindahkan media penyaring (*glass-fiber filter*) secara hati-hati dari peralatan penyaring ke media penimbang (cawan petri). Jika menggunakan cawan *gooch*, pindahkan cawan dari rangkaian alatnya. Gunakan penjepit (pinset) untuk memindahkan media penyaring dari peralatan.
  - e. Dikeringkan media penimbang atau cawan *gooch* yang berisi media penyaring dalam oven minimal selama 1 jam pada kisaran suhu  $103^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $105^{\circ}\text{C}$ , dinginkan dalam desikator dan timbang. Selama pengerjaan pengeringan, oven tidak boleh dibuka tutup.
  - f. Diulangi langkah e sampai diperoleh berat tetap (catat sebagai  $W_1$ ).
  - g. Dihitung TSS dan laporkan hasil pengujian sesuai formulir yang berlaku.
5. Perhitungan

Hitung TSS sesuai rumus berikut.:

$$\text{TSS (g/L)} = \frac{A-B}{V} \times 1000$$

Keterangan:

A adalah berat media penimbang yang berisi media penyaring dan residu kering

B adalah berat media penimbang yang berisi media penyaring awal (g)

1000 adalah konversi mililiter ke liter

V adalah volume contoh uji (mL)

### 3.6.5 Pengujian Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan (SNI 06.6989.11.2004) untuk dapat mengetahui derajat keasaman (pH) pada air limbah dapat dilakukan dengan menggunakan pH meter dan teknik pengukuran pH berdasarkan pengukuran aktifitas ion hidrogen secara potensiometri/elektrometri.

#### 1. Bahan larutan penyangga (*buffer*)

Larutan penyangga 4,7 dan 10 yang siap digunakan dan ada dipasaran atau dapat juga dibuat dengan cara berikut :

##### a. Larutan penyangga, pH 4,004 (25°C)

Ditimbang 10,12 g kalium hidrogen ptalat,  $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ , dilarutkan dalam 1000 mL akuades.

##### b. Larutan penyangga pH 6,863 (25°C) Ditimbang 3,387 g kalium dihidrogen fosfat, $\text{KH}_2\text{PO}_4$ dan 3,533 g dinatrium hidrogen fosfat, $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , dilarutkan dalam 1000 mL akuades.

##### c. Dilarutkan 2,092 g natrium *hydrogen* karbonat, $\text{NaHCO}_3$ dan 2,640 g natrium karbonat $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , dilarutkan dalam 1000 mL akuades.

#### 2. Peralatan yang digunakan

- a. pH meter
- b. Pengaduk magnetik
- c. Timbangan analitik
- d. Gelas piala 250 mL.
- e. Kertas tisu
- f. Termometer

3. Persiapan pengujian
  - a. Dilakukan kalibrasi alat pH meter dengan larutan penyangga
  - b. Untuk contoh uji yang mempunyai suhu tinggi, dikondisikan contoh uji sampai dengan suhu kamar
4. Prosedur kerja
  - a. Dikeringkan dengan kertas tisu lalu dibilas elektroda dengan air suling
  - b. Dibilas elektroda dengan contoh uji
  - c. Dichelupkan elektroda kedalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap
  - d. Dicatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan alat pH meter.

### 3.6.6 Pengujian Kekeruhan (Turbiditas)

Berdasarkan (SNI 06.6989.25.2005) untuk menentukan kekeruhan air dan air limbah dapat menggunakan nefelometer dengan satuan NTU (*Nephelometer Turbidity Unit*).

- a. Bahan
  - a. Air suling
  - b. Larutan I  
Dilartkan 1,00 g hidrazin sulfat ( $(\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dengan air suling dan diencerkan menjadi 100 mL dalam labu ukur.
  - c. Larutan II  
Dilartkan 10,00 g heksa metilen tetramine ( $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ ) dengan air suling dan diencerkan menjadi 100 mL dalam labu ukur.
  - d. Suspensi kekeruhan dengan 4000 NTU  
Dicampurkan 5,0 mL larutan I dan 5,0 mL larutan II ke dalam labu ukur 2100 mL. didiamkan selama 24 jam pada suhu  $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$
  - e. Suspensi baku kekeruhan 40 NTU  
Diencerkan 10 mL suspensi induk kekeruhan 4000 NTU menjadi 1000 mL dengan akuades.
- b. Peralatan yang digunakan
  - a. Nefelometer
  - b. Botol semprot
  - c. Gelas piala

- d. Neraca analitik
  - e. Pipet volume 5 mL dan 10 mL
  - f. Labu ukur 100 mL dan 1000 mL
- c. Prosedur kerja
- Kalibrasi nefelometer
- a. Dioptimalkan nefelometer untuk pengujian kekeruhan, sesuai petunjuk penggunaan alat
  - b. Dimasukkan suspensi baku kekeruhan (misal 40 NTU) ke dalam tabung pada nefelometer, pasang tutupnya
  - c. Dibiarkan alat menunjukkan nilai pembacaan sampai stabil
  - d. Atur alat sehingga menunjukkan angka kekeruhan larutan baku (misal 40 NTU)
- Penetapan contoh uji
- a. Dicuci tabung nefelometer dengan air suling
  - b. Dikocok contoh uji dan dimasukkan contoh ke dalam tabung pada nefelometer, pasang tutupnya
  - c. Dibiarkan alat sampai menunjukkan nilai pembacaan yang stabil
  - d. Dicatat nilai kekeruhan contoh yang diamati.

### 3.6.7 Pengujian COD

Berdasarkan (SNI 6989.2.2009) COD diuji untuk pengujian kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dalam air limbah dengan reduksi  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  secara spektrofotometri pada kisaran nilai COD 100 mg/L – 900 mg/L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 420 nm.

1. Pembuatan larutan baku kalium dikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 0,1 N (digestion solution).
  - a. Dilarutkan 4,903 g  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  yang telah dikeringkan pada suhu  $150^\circ\text{C}$  selama 2 jam ke dalam 500 mL air suling.
  - b. Ditambahkan 167 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dan 33,3 g  $\text{HgSO}_4$ .
  - c. Dilarutkan dan dinginkan pada suhu ruang dan diencerkan sampai 1000 mL.
2. Pembuatan larutan pereaksi asam sulfat
 

Dilarutkan 10,12 g serbuk atau kristal  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  ke dalam 1000 mL  $\text{HgSO}_4$  pekat. Diaduk hingga larut.
3. Pembuatan indikator ferroin

Dilarutkan 1,485 g 1,10 *phenanthrolin monohidrat* dan 0,695 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   $\text{HgSO}_4$  dalam air bebas organik dan diencerkan sampai 100 mL.

4. Pembuatan larutan baku *Ferro Ammonium Sulfat* (FAS) 0,05 N
  - a. Ditimbang 19,6 g  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dalam 300 mL air bebas organik.
  - b. Ditambahkan 20 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat.
  - c. Dinginkan serta tepatkan sampai 100 mL.
5. Pembuatan larutan asam sulfamat ( $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$ )

Ditambahkan 10 mg asam sulfamat untuk setiap mg  $\text{NO}_2\text{-N}$  yang ada di dalam contoh uji.
6. Pembuatan larutan baku kalium hidrogen ftalat ( $\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOK}$ , KHP)  $\approx$  COD 500 mg  $\text{O}_2/\text{L}$ 
  - a. Digerus perlahan KHP, lalu dikeringkan sampai berat konstan pada suhu  $110^\circ\text{C}$ .
  - b. Dilarutkan 425 mg KHP ke dalam air bebas organik tepatkan sampai 1000 mL.
  - c. Disimpan dalam keadaan dingin paada temperature  $4^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  dan dapat digunakan selama 1 minggu selama tidak ada pertumbuhan mikroba.
7. Prosedur kerja
  - a. Dipipet volume contoh uji lalu ditambahkan *digestion solution* dan tambahkan larutan pereaksi asam sulfat yang memadai ke dalam tabung atau ampul.
  - b. Ditutup tabung dan dikocok perlahan sampai homogen.
  - c. Diletakkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu  $150^\circ\text{C}$ , dilakukan *digestion* selama 2 jam.
  - d. Didinginkan contoh uji dan larutan kerja yang sudah di refluks sampai suhu ruang.
  - e. Dipindahkan secara kuantitatif contoh uji dari *tube* ke dalam erlenmeyer untuk titrasi.
  - f. Ditambahkan indikator ferroin 1 sampai 2 tetes dan aduk dengan pengaduk magnetik dan sambil dititrasi dengan larutan baku FAS sampai terjadi perubahan warna yang jelas dari hijau-biru menjadi coklat-kemerahan, dicatat larutan baku FAS yang digunakan.

- g. Dilakukan langkah a sampai dengan f terhadap air bebas organik sebagai blanko. Serta dicatat volume larutan FAS yang digunakan.

### 3.7 Metode Pengumpulan Data

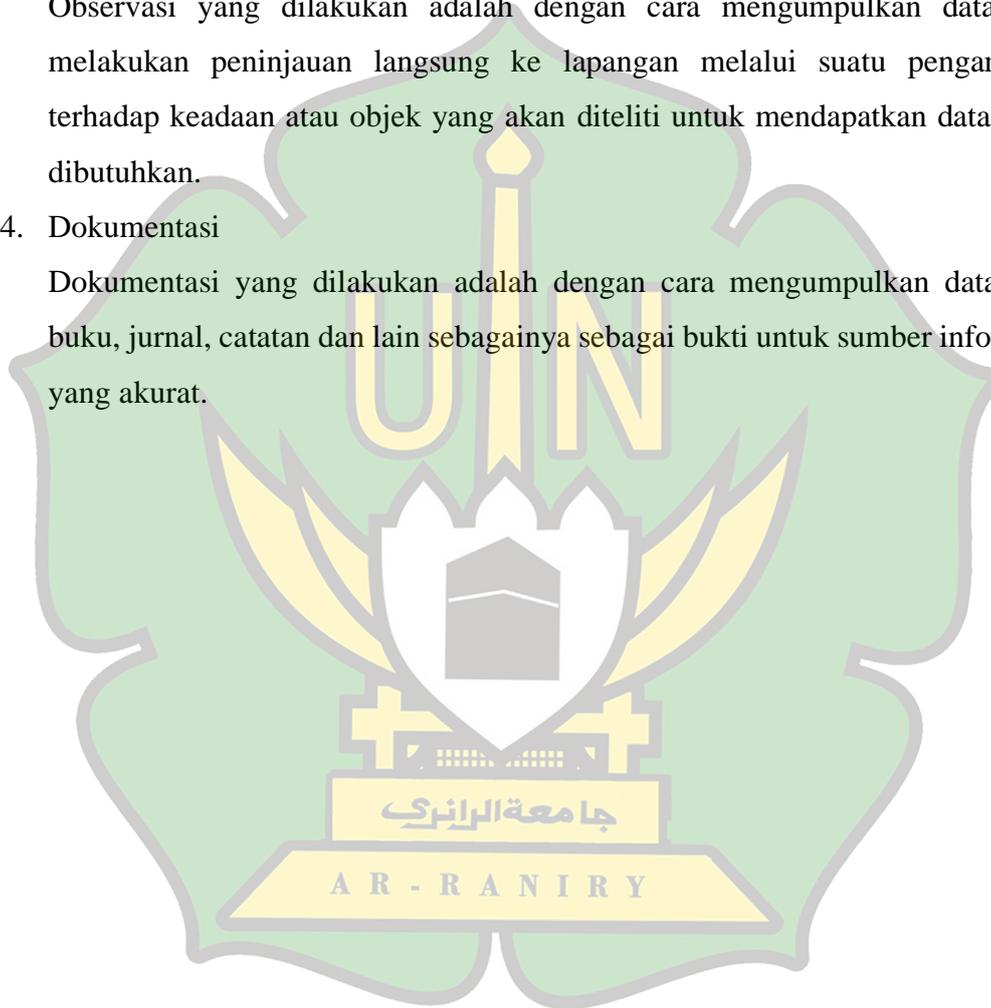
Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan langkah sebagai berikut:

#### 3. Observasi

Observasi yang dilakukan adalah dengan cara mengumpulkan data dan melakukan peninjauan langsung ke lapangan melalui suatu pengamatan terhadap keadaan atau objek yang akan diteliti untuk mendapatkan data yang dibutuhkan.

#### 4. Dokumentasi

Dokumentasi yang dilakukan adalah dengan cara mengumpulkan data dari buku, jurnal, catatan dan lain sebagainya sebagai bukti untuk sumber informasi yang akurat.



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Observasi Lapangan

Pada bulan Mei 2022 dilakukan observasi lapangan di salah satu Industri Tahu yang berada di Kota Banda Aceh dengan tujuan untuk mengumpulkan data, peninjauan langsung ke lapangan serta pengambilan sampel. Industri ini memproduksi 20-25 cetakan tahu per satu kali proses produksi dan menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah cair dan limbah padat. Limbah cair berupa buangan sisa produksi menghasilkan buangan sebesar  $\pm 289$  Liter/hari yang dibuang atau dialirkan langsung ke sungai tanpa pengolahan, sedangkan limbah padat yang berupa sisa ampas dijadikan sebagai bahan dasar membuat oncom dan makanan ternak seperti kerbau dan sapi.

### 4.2 Hasil Penelitian

Hasil pengukuran awal pada limbah cair industri tahu sebelum dilakukan penelitian dapat dilihat pada tabel IV.1. Berdasarkan hasil pengukuran awal yang telah dilakukan, diketahui pH, COD, TSS dan kekeruhan pada limbah cair industri tahu tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Hasil dari pengukuran awal pada limbah cair industri tahu dapat disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Parameter Sebelum Penelitian

No.	Parameter	Hasil Pengukuran	Satuan	Baku Mutu	Keterangan
1	pH	2,8	-	6-9	Tidak memenuhi syarat
2	COD	1.500	mg/L	300	Tidak memenuhi syarat
3	TSS	387	mg/L	200	Tidak memenuhi syarat
4	Kekeruhan	908	NTU	-	-

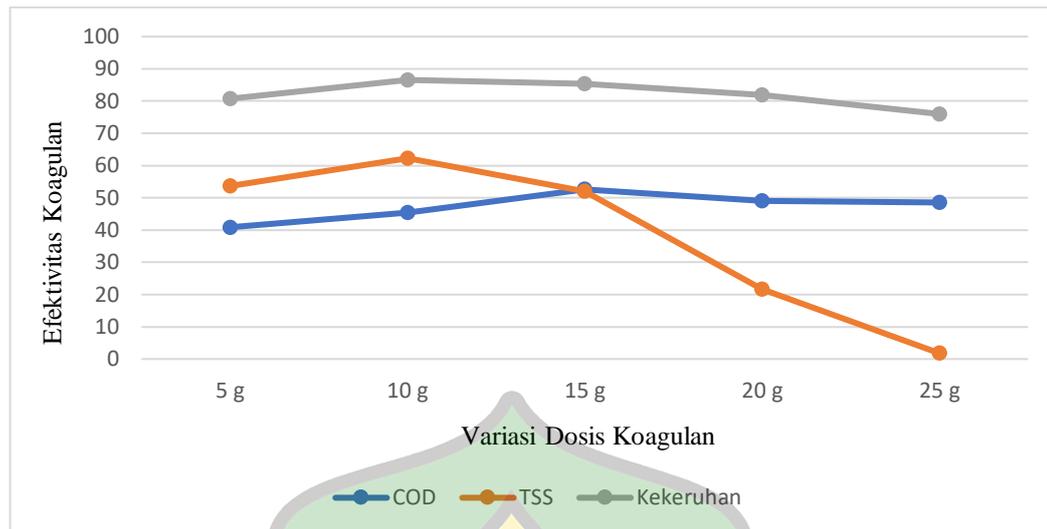
### 4.3 Pembahasan

Pengujian penelitian dilakukan menggunakan proses koagulasi-flokulasi. Pada proses pengolahan limbah cair industri tahu, koagulasi merupakan bagian dari *primary treatment* (pengolahan tahap pertama) yang bertujuan untuk menghilangkan padatan tersuspensi didalam limbah cair. Sedangkan flokulasi merupakan *secondary treatment* (pengolahan tahap kedua) yang bertujuan menghilangkan material organik pada limbah cair, penambahan koagulan dari biji kelor (*Moringa oleifera*) pada limbah cair industri tahu dapat menurunkan parameter yang telah diuji. Hasil dari analisa limbah cair industri tahu tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Penelitian Pengukuran Parameter

Variasi Dosis Koagulan	pH	COD	TSS	Kekeruhan
5 g	4,0	887 mg/L	179 mg/L	175 NTU
10 g	4,3	820 mg/L	146 mg/L	122 NTU
15 g	4,4	711 mg/L	186 mg/L	133 NTU
20 g	5,4	764 mg/L	303 mg/L	165 NTU
25 g	4,2	775 mg/L	394 mg/L	218 NTU

Dari hasil yang diperoleh setelah dilakukan penelitian, dapat dilihat pada tabel diatas bahwa koagulan dari serbuk biji kelor mampu menurunkan kadar pencemar yang terdapat pada limbah cair tahu pada dosis yang berbeda di setiap parameter yang diuji. Koagulan dari serbuk biji kelor divariasikan dalam 5 taraf yaitu 5 g, 10 g, 15 g, 20 g dan 25 g per liter limbah cair industri tahu, dengan ukuran partikel 100 mesh. Kecepatan pengadukan yang dilakukan yaitu 125 rpm selama 3 menit dan pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit, dengan pengendapan selama 60 menit. Hal ini kemungkinan terjadi karena kemampuan dari tanaman biji kelor dalam menurunkan kadar pencemar pada limbah cair industri tahu.

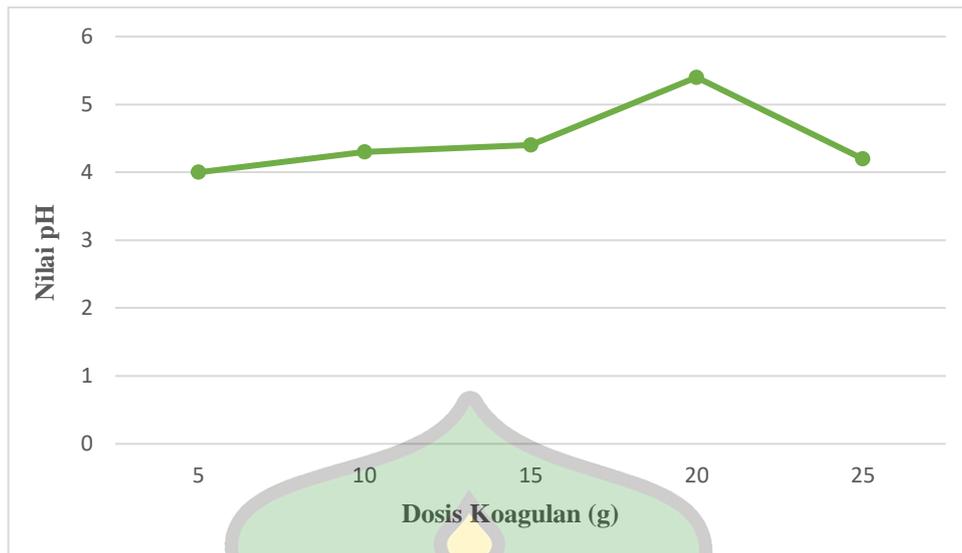


Gambar 4.1 Efektivitas Penurunan Parameter COD, TSS dan Kekeruhan

Setelah dilakukan penelitian, dapat dilihat efektivitas koagulan biji kelor pada gambar 4.1 dengan 5 variasi koagulan serta pengendapan selama 60 menit, mampu memberikan persen reduksi COD sebesar 52,60% pada dosis koagulan 15 g, dosis optimum dalam menurunkan TSS terjadi pada dosis koagulan 10 g dengan persentase 62,27%, hal ini juga sama terjadi pada kekeruhan dimana dosis optimum berada pada variasi dosis koagulan 10 g dengan persentase 86,56%. Meskipun setelah perlakuan terdapat beberapa nilai parameter seperti pH dan COD belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan, akan tetapi proses penurunan yang diuji melebihi 50 %.

#### 4.3.1 Pengaruh Penggunaan Biji Kelor Terhadap Perubahan pH

Berikut pengaruh penggunaan biji kelor terhadap kenaikan parameter pH pada limbah cair industri tahu dapat dilihat pada gambar 4.2.



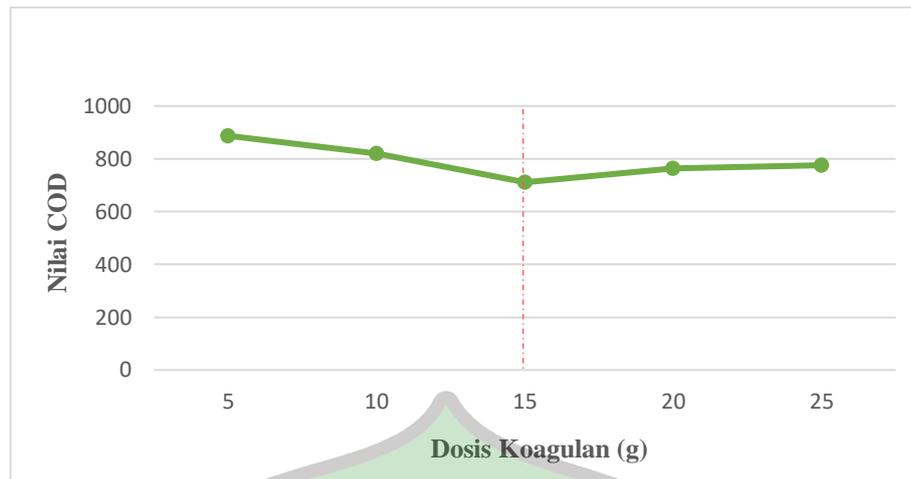
Gambar 4.2 Kenaikan nilai pH pada metode koagulasi flokulasi

Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa serbuk biji kelor mampu menaikkan pH (derajat keasaman) limbah cair industri tahu dengan waktu pengendapan 60 menit dan beberapa variasi dosis koagulan. Sebelum dilakukan penelitian, diketahui pH limbah cair industri tahu 2,8. Optimasi kenaikan pH diperoleh pada dosis biokoagulan 20 g yaitu sebesar 5,4. Hal tersebut membuktikan bahwa pengolahan air limbah cair industri tahu menggunakan tanaman biji kelor dengan perlakuan menggunakan koagulasi flokulasi berlangsung dengan baik dan nilai pH telah mendekati netral.

Menurut Rozanna dkk (2011) bahwa untuk parameter pH pada penambahan biji kelor 25 gram per liter limbah cair ternyata terjadi penurunan pH sebesar 50% dalam hal ini biji kelor tidak mampu menaikkan pH limbah cair tahu yang memiliki tingkat keasaman yang tinggi. Selain itu, waktu pengendapan dan pengadukan juga mempengaruhi kinerja biji kelor dalam proses koagulasi dan flokulasi.

#### 4.3.2 Pengaruh Penggunaan Biji Kelor Terhadap Perubahan COD

Berikut pengaruh penggunaan biji kelor terhadap penurunan parameter COD pada limbah cair industri tahu dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Penurunan nilai COD pada metode koagulasi flokulasi

Berdasarkan hasil eksperimen, pada gambar 4.3 dapat dilihat bahwa penurunan optimum COD limbah cair industri tahu dengan koagulan biji kelor mampu menurunkan COD sebesar 52,60 % pada variasi dosis koagulan 15 g dan 60 menit waktu pengendapan dengan ukuran partikel 100 mesh. Hasil yang diperoleh terbilang jauh diatas baku mutu limbah cair yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Hal ini mungkin terjadi dikarenakan pada waktu pengendapan selama 60 menit tidak semua partikel koagulan bereaksi membentuk flok-flok dalam limbah cair industri tahu.

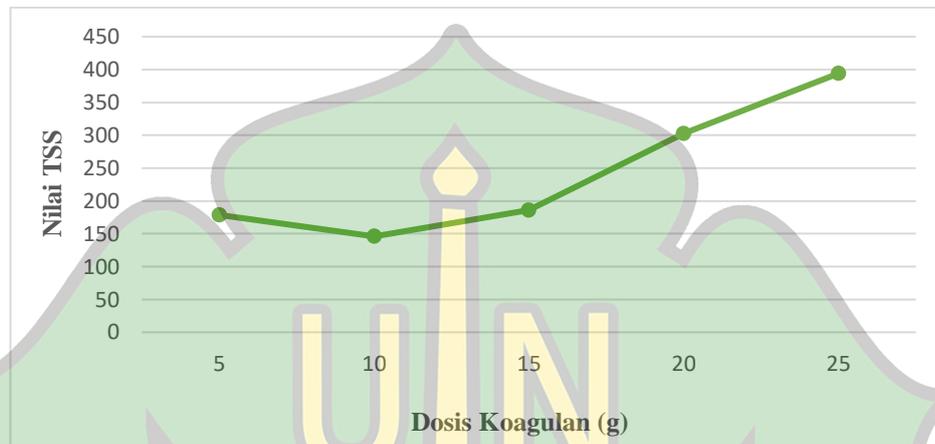
Hal ini sesuai dengan pernyataan Aulia dkk (2016), bahwa efisiensi penurunan kadar parameter COD cenderung menurun disebabkan oleh muatan positif yang berlebih dari bahan koagulan sehingga pengikatan koloid yang mengandung zat organik kurang maksimal. Begitupun sebaliknya penyisihan kadar parameter COD yang kurang maksimal akibat kurangnya muatan positif dalam koagulan akan mengakibatkan tidak terbentuknya flok yang mengandung zat organik, yang bisa mengikat koloid, oleh karena itu hal ini berpengaruh dalam efisiensi penurunan nilai parameter COD pada limbah cair.

Untuk dapat menyisihkan kadar COD yang tinggi pada limbah cair, diperlukan penelitian lebih lanjut dengan unit pengolahan lain seperti biofilter aerobik. Unit ini diketahui dapat memberikan angka penyisihan COD yang lebih besar, sehingga hasil yang diperoleh dapat disesuaikan dengan baku mutu yang

ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

### 4.3.3 Pengaruh Penggunaan Biji Kelor Terhadap Perubahan TSS

Berikut pengaruh penggunaan biji kelor terhadap penurunan parameter TSS pada limbah cair industri tahu dapat dilihat pada gambar 4.4.



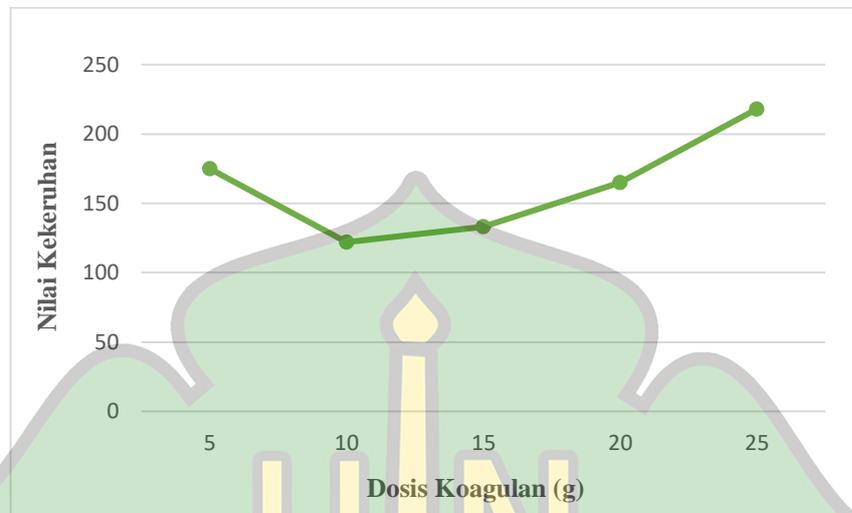
Gambar 4.4 Grafik penurunan nilai TSS pada metode koagulasi flokulasi

Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 4.4 dapat dilihat bahwa yang paling baik menurunkan konsentrasi TSS adalah pada dosis 10 g dengan persentase reduksi yaitu 62,27% dan durasi pengendapan 60 menit serta ukuran partikel 100 mesh. Penurunan parameter TSS juga diperoleh pada variasi dosis biokoagulan 5 g dan 15 g. Pada variasi dosis koagulan 5 g, 10 g dan 15 g hasil eksperimen menunjukkan bahwa parameter TSS memenuhi baku mutu yang ditetapkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

Namun ketika dilakukan penambahan dosis 20 g dan 25 g nilai TSS mengalami kenaikan. Terbentuknya flok terhadap padatan tersuspensi dapat mengakibatkan perubahan berat jenis padatan tersuspensi, sehingga berat jenis air lebih kecil daripada berat jenis padatan tersuspensi mampu mengendap secara gravitasi (Dimas dkk, 2017).

#### 4.3.4 Pengaruh Penggunaan Biji Kelor Terhadap Perubahan Kekeruhan

Berikut pengaruh penggunaan biji kelor terhadap penurunan parameter kekeruhan pada limbah cair industri tahu dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik penurunan nilai kekeruhan pada metode koagulasi flokulasi

Berdasarkan hasil eksperimen pada gambar 4.5 dapat dilihat bahwa serbuk biji kelor mampu menurunkan parameter kekeruhan pada limbah cair industri tahu dengan waktu pengendapan 60 menit. Penyisihan kekeruhan optimum diperoleh pada dosis biokoagulan 10 g yaitu sebesar 86,56 % dengan ukuran partikel 100 mesh. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dimas dkk (2017) bahwa pemberian koagulan pada dosis yang optimum membantu mengikat bahan pencemar lalu membuat partikel-partikel halus penyebab kekeruhan yang tadinya bersifat stabil menjadi tidak stabil muatannya sehingga terjadi gaya tarik menarik menjadi terendapkan membentuk flok. Dengan demikian proses pengendapan partikel koloid pada air keruh berlangsung dengan baik. Terjadinya gaya tarik-menarik ini karena besarnya gaya tolak-menolak lebih kecil dari besarnya gaya tarik-menarik.

Menurut Putra dkk. (2013), Dosis koagulan sangat berpengaruh terhadap penyisihan kekeruhan limbah cair industri tahu karena dengan memberikan dosis yang tepat maka penyisihan kekeruhan sampel akan semakin signifikan. Suatu koagulan dikatakan efektif, apabila mampu mengurangi nilai kekeruhan sebesar 50% sehingga koagulan pertikel biji kelor ini merupakan koagulan yang efektif untuk menurunkan kekeruhan limbah cair industri tahu.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian serta analisis yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan mengenai koagulasi flokulasi limbah cair industri tahu menggunakan serbuk biji kelor sebagai berikut:

1. Pengolahan limbah cair industri tahu dengan tanaman biji kelor menggunakan metode koagulasi-flokulasi mampu menaikkan nilai pH dengan persentase efektivitas sebesar 92,85 %, nilai persentase efektivitas COD sebesar 52,60 %, nilai persentase efektivitas TSS sebesar 62,27 %. Sedangkan nilai persentase efektivitas kekeruhan sebesar 86,56 %. Hal ini dapat dikatakan bahwa serbuk biji kelor merupakan koagulan efektif untuk limbah cair industri tahu, hal tersebut terlihat dari penyisihan atau penurunan kadar pH, COD, TSS dan kekeruhan optimum yang diperoleh melebihi 50 %.
2. Penyisihan nilai parameter pada limbah cair industri tahu hampir memenuhi baku mutu yang ditetapkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air dengan dosis optimum yang berbeda-beda pada setiap parameter. Penyisihan yang diperoleh pada eksperimen parameter pH yaitu kenaikan dari 2,8 menjadi 5,4 pada dosis koagulan 20 g, COD mengalami penurunan dari 1500 mg/L menjadi 711 mg/L pada dosis 15 g, TSS memperoleh penurunan yang mencapai baku mutu dimana sebelum eksperimen konsentrasi TSS sebesar 387 mg/L dan setelah dilakukan eksperimen menggunakan koagulan biji kelor mengalami penurunan sebesar 146 mg/L, sedangkan parameter kekeruhan juga mengalami penurunan yang besar dari 908 NTU menjadi 122 NTU.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian yang telah dilakukan, maka yang disarankan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan adanya penambahan variasi kecepatan pengadukan dan waktu pengendapan pada penelitian ini menggunakan metode koagulasi flokulasi.

2. Diperlukan penelitian lanjutan menggunakan metode koagulasi-flokulasi dengan ukuran mesh serbuk biji kelor yang lebih halus untuk mencapai akurasi dalam penyisihan parameter yang di uji.



## DAFTAR PUSTAKA

- A. Haslinah. 2016. Optimalisasi Serbuk Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Koagulan Untuk Menurunkan Turbiditas Dalam Limbah Cair Industri Tahu. *ILTEK J. Teknol*, Vol. 11, No. 02
- Ariyatun, P. Ningrum, Musyarofah & N. Inayah. 2018. Analisis Efektivitas Biji dan Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Untuk Penjernihan Air. *Walisongo J. Chem.*, Vol. 1
- A. S. Nugroho, R. Rahmad, and S. Suhartoyo. 2018. Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Energy Alternatif. *Jurnal Simetris*, Vol. 9, No. 1.
- Ayu, R. Bangun., Siti, A., Rudi, A. Hutahaean., & M. Yusuf Ritonga. 2013. Pengaruh Kadar Air, Dosis dan Lama Pengendapan Koagulan Serbuk Biji Kelor Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 2, No. 1
- Bangun, A. R., Aminah, S., Hutahaean, R. A., & Ritonga, M. Y. 2013. Pengaruh Kadar Air, Dosis dan Lama Pengendapan Koagulan Serbuk Biji Kelor Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2(1). 7
- Banun, D. Probowati., and Burhan. 2011. Studi Penerapan Produksi Bersih Untuk Industri Kerupuk. *Agrointek*, Vol. 5, No. 1
- Endang. C. Purba. 2020. Kelor (*Moringa oleifera* Lam.): Pemanfaatan dan Bioaktivitas. *Jurnal Pro-Life*, Vol. 7, No. 1.
- Firmansyah & Sumarni. 2017. Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Koagulan Alami Dalam Pengolahan Limbah Cair. *Review Jurnal*.
- H. Setyawati, S. S. LA, & S. Andjar Sari. 2018. Penerapan Penggunaan Serbuk Biji Kelor Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Flokulasi Limbah Cair Pabrik Tahu Di Sentra Industri Tahu Kota Malang. *Jurnal Teknik Industri ITN Malang*, Vol. 8, No. 1

- H. Hendrawati, D. Syamsumarsih, and N. Nurhasni. 2013. Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) Sebagai Koagulan Alami Dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah. *Jurnal Kimia Valensi*, Vol. 3, No. 1.
- J. Adack. 2013. Dampak Pencemaran Limbah Pabrik Tahu Terhadap Lingkungan Hidup. *Lex Administratum*, Vol. I, No. 3.
- K. N. Berawi, R. Wahyudo, and A. A. Pratama. 2019. Potensi Terapi *Moringa oleifera* (Kelor) pada Penyakit Degeneratif. *Jurnal Kedokteran universitas Lampung*, vol. 3.
- Lestari, D. E. 2012. *Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Metode Rawa Buatan (Constructed Wetland)*. Skripsi. Makassar: Jurusan Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Alauddin.
- M. Kautsar, R. Rizal Isnanto & E. Didik Widiyanto. 2015. Sistem Monitoring Digital Penggunaan dan Kualitas Kekeruhan Air PDAM Berbasis Mikrokontroler ATmega328 Menggunakan Sensor Aliran Air dan Sensor Fotodiode. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, Vol. 3, No. 1.
- M. Siombo. 2012. *Hukum Lingkungan & Pelaksanaan Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia*. Jakarta: PT. Gramedia.
- P. Coniwanti, I. D. Mertha & D. Epriani. 2013. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dalam Tinjauannya terhadap Turbidity, TSS dan COD. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 19, No. 3.
- R. Putra, B. Lebu, M. H. D. D. Munthe & A. M. Rambe. 2013. Pemanfaatan Biji Kelor sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Limbah Cair Industri Tahu dengan Menggunakan Jar Test. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 2, No. 2.
- Rozanna, S. I., Fenti, K & Devi, C. 2011. Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Biji Kelor (*moringa oleifera lamk*). *Pros. SNTK TOPI*.
- S. Bija., Yulma., Imra., Aldian., M. Akbar & Anhar, R. 2020. Sintesis Biokoagulan Berbasis Kitosan Limbah Sisik Ikan Bandeng dan Aplikasinya Terhadap Nilai BOD dan COD Limbah Tahu Di Kota Tarakan. *JPHPI*. Vol.23, No.1

SNI 06.6989.11.2004 - Pengujian Derajat Kesamaan (pH)

SNI 06.6989.25.2005 - Pengujian Kekeruhan (Turbiditas)

SNI 6989.2.2009 - Pengujian COD

SNI 6989.3:2019 - Pengujian TTS

SNI 6989.59.2008 - Metode Pengambilan Air Sampel

S. Royani, A. S. Fitriana, A. B. P. Enarga & H. Z. Bagaskara. 2021. Kajian Cod dan Bod Dalam Air di Lingkungan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kaliori Kabupaten Banyumas. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, Vol. 13, No. 1.

Wibawarto, D, K., Syafrudin., & Nugraha, W, D. 2017. Studi Penurunan Turbidity, TSS, COD Menggunakan Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Nanobiokoagulan Dalam Pengolahan Air Limbah Domestik (*grey water*). *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol.6, No.1

Z. Ulalopi, S. Luthfiyah & H. G. Ariswati. 2019. Rancang Bangun Alat pH Meter Dilengkapi Dengan Kalibrasi Otomatis. *Pros. Semin. Nas. Kesehat. Poltekkes Kemenkes Surabaya*, Vol. 1, No. 1.



## Lampiran 1. Perhitungan TSS

Rumus perhitungan TSS:

$$\text{TSS (g/L)} = \frac{A-B}{V} \times 1000$$

Keterangan:

A adalah berat media penimbang yang berisi media penyaring dan residu kering

B adalah berat media penimbang yang berisi media penyaring awal (g)

1000 adalah konversi mililiter ke liter

V adalah volume contoh uji (mL)

1. Perhitungan TSS dengan koagulan 5 gr.

$$\begin{aligned} \text{TSS (5 g)} &= \frac{A-B}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(0,1865-0,1686)}{100 \text{ ml}} \times 1000 \\ &= 0,0179 \text{ g} \approx 17,9 \text{ mg} \times 1000 \\ &= \frac{17,900 \text{ mg}}{100 \text{ ml}} \\ &= 179 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

2. Perhitungan TSS dengan koagulan 10 gr.

$$\begin{aligned} \text{TSS (5 g)} &= \frac{A-B}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(0,1832-0,1686)}{100 \text{ ml}} \times 1000 \\ &= 0,0146 \text{ g} \approx 14,6 \text{ mg} \times 1000 \\ &= \frac{14,600 \text{ mg}}{100 \text{ ml}} \\ &= 146 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

3. Perhitungan TSS dengan koagulan 15 gr.

$$\begin{aligned} \text{TSS (5 g)} &= \frac{A-B}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(0,1872-0,1686)}{100 \text{ ml}} \times 1000 \\ &= 0,0186 \text{ g} \approx 18,6 \text{ mg} \times 1000 \end{aligned}$$

$$= \frac{18,600 \text{ mg}}{100 \text{ ml}}$$

$$= 186 \text{ mg/L}$$

4. Perhitungan TSS dengan koagulan 20 gr.

$$\text{TSS (5 g)} = \frac{A-B}{V} \times 1000$$

$$= \frac{(0,1989-0,1686)}{100 \text{ ml}} \times 1000$$

$$= 0,0303 \text{ g} \approx 30,3 \text{ mg} \times 1000$$

$$= \frac{30,300 \text{ mg}}{100 \text{ ml}}$$

$$= 303 \text{ mg/L}$$

5. Perhitungan TSS dengan koagulan 25 gr.

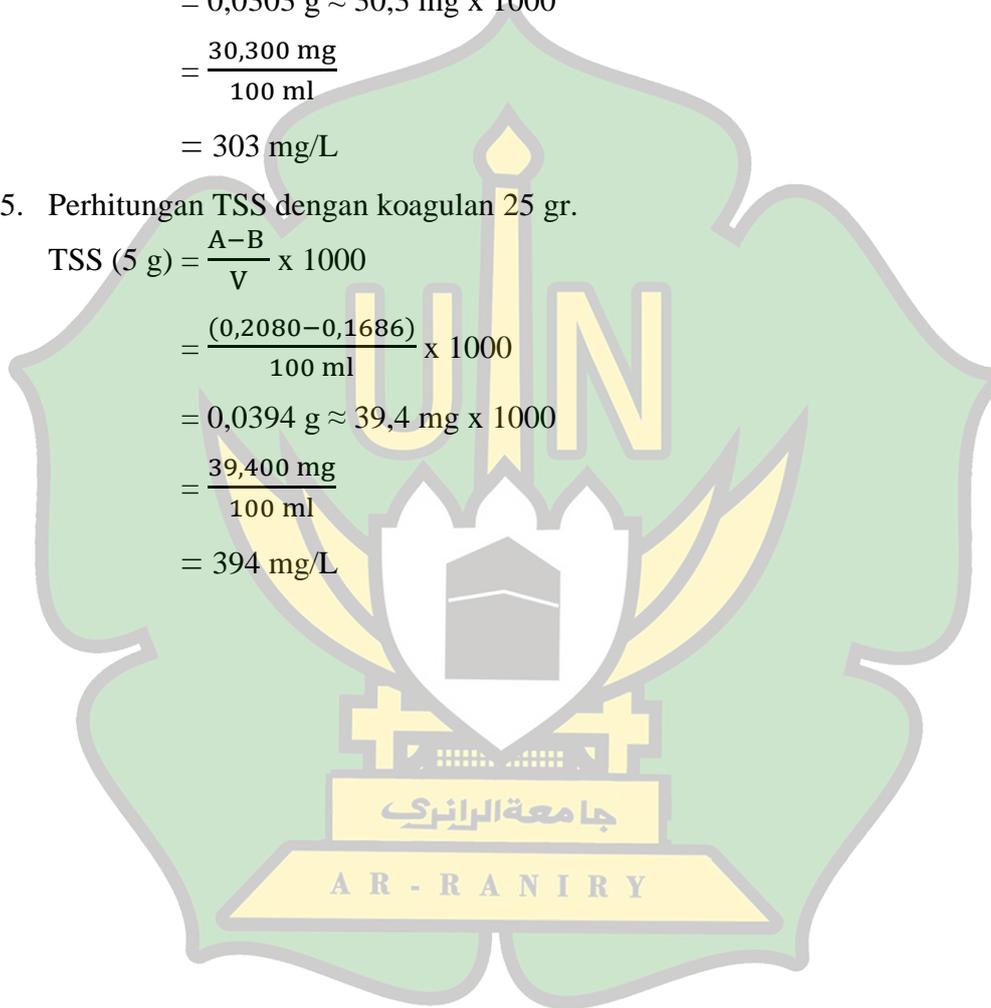
$$\text{TSS (5 g)} = \frac{A-B}{V} \times 1000$$

$$= \frac{(0,2080-0,1686)}{100 \text{ ml}} \times 1000$$

$$= 0,0394 \text{ g} \approx 39,4 \text{ mg} \times 1000$$

$$= \frac{39,400 \text{ mg}}{100 \text{ ml}}$$

$$= 394 \text{ mg/L}$$



## Lampiran 2. Perhitungan Persentase Reduksi Parameter

### A. Efektivitas Penurunan Parameter pH

1. Koagulan 5 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{pH Awal} - \text{pH Akhir})}{\text{pH Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(2,8 - 4)}{2,8} \times 100\% \\ &= 42,85 \% \end{aligned}$$

2. Koagulan 10 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{pH Awal} - \text{pH Akhir})}{\text{pH Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(2,8 - 4,3)}{2,8} \times 100\% \\ &= 53,57 \% \end{aligned}$$

3. Koagulan 15 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{pH Awal} - \text{pH Akhir})}{\text{pH Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(2,8 - 4,4)}{2,8} \times 100\% \\ &= 57,14 \% \end{aligned}$$

4. Koagulan 20 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{pH Awal} - \text{pH Akhir})}{\text{pH Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(2,8 - 5,4)}{2,8} \times 100\% \\ &= 92,85 \% \end{aligned}$$

5. Koagulan 25 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{pH Awal} - \text{pH Akhir})}{\text{pH Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(2,8 - 4,2)}{2,8} \times 100\%$$

$$= 50 \%$$

## B. Efektivitas Penurunan Parameter COD

1. Koagulan 5 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(1.500 - 887)}{1.500} \times 100\%$$

$$= 40,86 \%$$

2. Koagulan 10 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(1.500 - 820)}{1.500} \times 100\%$$

$$= 45,33 \%$$

3. Koagulan 15 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(1.500 - 711)}{1.500} \times 100\%$$

$$= 52,60 \%$$

4. Koagulan 20 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(1.500 - 764)}{1.500} \times 100\%$$

$$= 49,06 \%$$

5. Koagulan 25 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(1.500 - 775)}{1.500} \times 100\%$$

$$= 48,53 \%$$

### C. Efektivitas Penurunan Parameter TSS

1. Koagulan 5 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{TSS Awal} - \text{TSS Akhir})}{\text{TSS Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(387 - 179)}{387} \times 100\%$$

$$= 53,74 \%$$

2. Koagulan 10 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{TSS Awal} - \text{TSS Akhir})}{\text{TSS Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(387 - 146)}{387} \times 100\%$$

$$= 62,27 \%$$

3. Koagulan 15 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{TSS Awal} - \text{TSS Akhir})}{\text{TSS Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(387 - 186)}{387} \times 100\%$$

$$= 51,93 \%$$

4. Koagulan 20 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{TSS Awal} - \text{TSS Akhir})}{\text{TSS Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(387 - 303)}{387} \times 100\%$$

$$= 21,70 \%$$

5. Koagulan 25 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{TSS Awal} - \text{TSS Akhir})}{\text{TSS Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(387 - 394)}{387} \times 100\%$$

$$= 1,80 \%$$

#### D. Efektivitas Penurunan Parameter Kekeruhan

1. Koagulan 5 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(908 - 175)}{908} \times 100\%$$

$$= 80,72 \%$$

2. Koagulan 10 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(908 - 122)}{908} \times 100\%$$

$$= 86,56 \%$$

3. Koagulan 15 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(908 - 133)}{908} \times 100\%$$

$$= 85,35 \%$$

4. Koagulan 20 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(908 - 165)}{908} \times 100\%$$

$$= 81,82 \%$$

5. Koagulan 15 gr, pengadukan cepat 125 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan pengendapan 60 menit.

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{(908 - 218)}{908} \times 100\%$$
$$= 75,99 \%$$



### Lampiran 3. Dokumentasi Eksperimen

	
<p>Penjemuran biji kelor</p>	<p>Biji kelor di blender</p>
	
<p>Biji kelor yang telah di ayak</p>	<p>Penimbangan variasi massa koagulan serbuk biji kelor</p>
	
<p>Sampel Limbah Cair Industri tahu sebelum perlakuan</p>	<p>Proses koagulasi-flokulasi</p>

	
<p>Pengendapan selama 60 menit</p>	<p>Pengukuran parameter pH</p>
	
<p>Pengukuran parameter COD</p>	<p>Filtrasi menggunakan pompa vakum</p>
	
<p>Padatan tersuspensi pada limbah cair industri tahu dan aquades</p>	<p>Pengukuran parameter TSS</p>
	
<p>Pengukuran parameter kekeruhan</p>	<p>Alat ukur parameter kekeruhan</p>

## Lampiran 4. SNI

### Metode Pengambilan Sampel Air Menurut SNI 6989.59.2008

<https://www.slideshare.net/DickdickMaulana/sni-698959-2008-metoda-pengambilan-contoh-air-limbah>

Dalam ilmu lingkungan kita tidak bisa terlepas dari penelitian dan zat kimia. Penelitian ini dilakukan guna mengetahui kandungan unsur kimia/mikroorganisme yang ada pada suatu lokasi yang menjadi tujuan penelitian. Disini saya akan memaparkan beberapa metode yang sering dipakai oleh para ahli sanitarian (specialist kesehatan lingkungan). Metode pengambilan sampel air terdiri dari tiga macam, Compsite sample, Grab Sample, Integrated sample, metode pengambilan sampel inilah yang paling sering digunakan dalam penelitian, baik penelitian kimia maupun penelitian biologis/mikroorganisme.

1. **Sampel Sesaat (Grab Sample)** : Sampel yng diambil secara langsung dr badan air yang sedang dipantau. Sampel ini hanya menggambarkan karakteritik air pada saat pengambilan sampel.
2. **Sampel komposit (Compsite sample)** : Sampel campuran dari beberapa waktu pengambilan. Pengambilan sampel komposit dapat dilakukan secara manual ataupun secara otomatis dgn menggunakan peralatan yang dapat mengambil air pada waktu-waktu tertentu.sekaligus dapat mengukur debit air. Pengambilan sampel secara otomatis hanya dilakukan jika ingi mengetahui gambaran tentang karakteristik kualitas air secara terus-menerus
3. **Sampel gandingan tempat (integrated sample)** : sampel gabungan yang diambil secara terpisah dari beberpa tempat, dengan volume yang sama.

Selain itu ada juga satu metode yang biasa digunakan dalam pengambilan sampel penelitian yaitu:



## Pengujian TSS Menurut SNI 6989.3:2019

<https://labmaniaindonesia.id/update-sni-6989-32019-cara-uji-padatan-tersuspensi-total-total-suspended-solids-tss-secara-gravimetri/>

### B. Bahan

- a. Media penyaring microglass-fiber filter dengan ukuran porositas 0,7  $\mu\text{m}$  sampai dengan 1,5  $\mu\text{m}$ ;
- b. Air bebas mineral.

### C. Peralatan

- a. Desikator yang berisi desikan
- b. Oven, untuk pengoperasian pada kisaran suhu 103 °C sampai dengan 105 °C;
- c. Timbangan analitik dengan keterbacaan 0,1 mg;
- d. Pipet volumetrik atau gelas ukur;
- e. Media penimbang (misalnya kaca arloji atau cawan petri);
- f. Cawan kaca masir atau cawan Gooch atau sistem penyaring vakum;

### E. Persiapan media penyaring atau cawan Gooch

- a. Letakkan media penyaring pada peralatan filtrasi. Pasang sistem vakum, hidupkan pompa vakum kemudian bilas media penyaring dengan air bebas mineral 20 ml. Lanjutkan penghisapan hingga tiris, matikan pompa vakum.
- b. Pindahkan media penyaring dari peralatan filtrasi ke media penimbang. Jika digunakan cawan *Gooch* dapat langsung dikeringkan.
- c. Keringkan media penimbang atau cawan *Gooch* yang berisi media penyaring dalam oven pada suhu 103 °C sampai dengan 105 °C selama 1 jam. Selama pengerjaan pengeringan, oven tidak boleh dibuka tutup.
- d. Dinginkan media penimbang atau cawan *Gooch* dalam desikator kemudian timbang.
- e. Ulangi langkah pada butir c) dan d) sampai diperoleh berat tetap (catat sebagai  $W_0$ ).

### F. Prosedur

- a. Lakukan penyaringan dengan peralatan penyaring. Basahi media penyaring dengan sedikit air bebas mineral
- b. Aduk contoh uji hingga diperoleh contoh uji yang homogen, kemudian ambil contoh u secara kuantitatif dengan volume tertentu dan masukkan ke dalam media penyaring. Nyalakan sistem vakum. Jika proses penyaringan membutuhkan waktu lebih dari 10 menit, maka kurangi volume contoh uji. Volume contoh uji yang diambil harus menghasilkan berat residu kering antara 2,5 mg sampai 200 mg.
- c. Bilas media penyaring 3 kali dengan masing-masing 10 ml air bebas mineral, lanjutkan penyaringan dengan sistem vakum hingga tiris. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- d. Pindahkan media penyaring (glass-fiber filter) secara hati-hati dari peralatan penyaring ke media penimbang (cawan petri). Jika menggunakan cawan Gooch, pindahkan cawan dari rangkaian alatnya. Gunakan penjepit (pinset) untuk memindahkan media penyaring dari peralatan
- e. Keringkan media penimbang atau cawan Gooch yang berisi media penyaring dalam oven minimal selama 1 jam pada kisaran suhu 103 °C sampai dengan 105 °C, dinginkan dalam desikator, dan timbang.

### G. Perhitungan

Hitung TSS sesuai rumus berikut.

$$\text{TSS (mg/l)} = (W1 - W0) \times 1000 / V$$

#### Keterangan:

- W0 adalah berat media penimbang yang berisi media penyaring awal (mg);
- W1 adalah berat media penimbang yang berisi media penyaring dan residu kering (mg);
- V adalah volume contoh uji, (ml);

## Pengujian Derajat Keasaman (pH) Menurut SNI 06.6989.11.2004

<https://fdokumen.com/document/sni-06-698911-2004-ph-meter.html>

### 4.2 Bahan

#### 4.2.1 Larutan penyangga (*buffer*)

Larutan penyangga 4, 7 dan 10 yang siap pakai dan tersedia dipasaran, atau dapat juga dibuat dengan cara sebagai berikut:

- Larutan penyangga, pH 4,004 (25°C).  
Timbangkan 10,12 g kalium hidrogen ptalat,  $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ , larutkan dalam 1000 mL air suling.
- Larutan penyangga, pH 6,863 (25°C).  
Timbangkan 3,387 g kalium dihidrogen fosfat,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan 3,533 g dinatrium hidrogen fosfat,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , larutkan dalam 1000 mL air suling.
- Larutan penyangga, pH 10,014 (25°C).  
Timbangkan 2,092 g natrium hidrogen karbonat,  $\text{NaHCO}_3$  dan 2,640 g natrium karbonat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , larutkan dalam 1000 mL air suling.

### 4.3 Peralatan

- pH meter dengan perlengkapannya;
- pengaduk gelas atau magnetik;
- gelas piala 250 mL;
- kertas tissue;
- timbangan analitik; dan
- termometer.

### 4.4 Persiapan pengujian

- Lakukan kalibrasi alat pH-meter dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat setiap kali akan melakukan pengukuran.
- Untuk contoh uji yang mempunyai suhu tinggi, kondisikan contoh uji sampai suhu kamar.

### 4.5 Prosedur

- Keringkan dengan kertas tisu selanjutnya bilas elektroda dengan air suling.
- Bilas elektroda dengan contoh uji.
- Celupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- Catat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.

## Pengujian Kekeruhan (Turbiditas) Menurut SNI 06.6989.25.2005

<https://www.slideshare.net/miemamk/sni-066989252005-tentang-air-dan-air-limbah-bagian-25-cara-uji-kekeruhan-dengan-nefelometer>

### 3.2 Bahan

- a) air suling yang mempunyai daya hantar listrik kurang dari  $2 \mu\text{S/cm}$ ;
- b) Larutan I  
Larutkan 1,00 g hidrazin sulfat  $((\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{SO}_4)$  dengan air suling dan encerkan menjadi 100 mL dalam labu ukur.
- c) Larutan II  
Larutkan 10,00 g heksa metilen tetramine  $((\text{CH}_2)_6\text{N}_4)$  dengan air suling dan encerkan menjadi 100 mL dalam labu ukur.
- d) suspensi induk kekeruhan 4000 NTU  
Campurkan 5,0 mL larutan I dan 5,0 mL larutan II ke dalam labu ukur 100 mL. Diamkan selama 24 jam pada suhu  $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ .

### 3.3 Peralatan

- a) nefelometer;
- b) gelas piala;
- c) botol semprot;
- d) pipet volume 5 mL dan 10 mL;
- e) neraca analitik; dan
- f) labu ukur 100 mL dan 1000 mL.

### 3.4 Prosedur pengujian

#### 3.4.1 Kalibrasi nefelometer

- a) optimalkan nefelometer untuk pengujian kekeruhan, sesuai petunjuk penggunaan alat;
- b) masukkan suspensi baku kekeruhan (misalnya 40 NTU) ke dalam tabung pada nefelometer. Pasang tutupnya;
- c) biarkan alat menunjukkan nilai pembacaan yang stabil;
- d) atur alat sehingga menunjukkan angka kekeruhan larutan baku (misalnya 40 NTU).

#### 3.4.2 Penetapan contoh uji

- a) cuci tabung nefelometer dengan air suling;
- b) kocok contoh dan masukkan contoh ke dalam tabung pada nefelometer. Pasang tutupnya;
- c) biarkan alat menunjukkan nilai pembacaan yang stabil;
- d) catat nilai kekeruhan contoh yang teramati.

## Pengujian COD Menurut SNI 6989.2.2009

<https://www.slideshare.net/miemamk/sni-698922009-tentang-air-dan-air-limbah-bagian-2-cara-uji-kebutuhan-oksigen-kimiawi-chemical-oxygen-demandcod-dengan-refluks-tertutup-secara-spektrofotometri>

### 3.2 Bahan

- a) air bebas organik;
- b) *digestion solution* pada kisaran konsentrasi tinggi.  
Tambahkan 10,216 g  $K_2Cr_2O_7$  yang telah dikeringkan pada suhu  $150\text{ }^\circ\text{C}$  selama 2 jam ke dalam 500 mL air suling. Tambahkan 167 mL  $H_2SO_4$  pekat dan 33,3 g  $HgSO_4$ . Larutkan dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.
- c) *digestion solution* pada kisaran konsentrasi rendah.  
Tambahkan 1,022 g  $K_2Cr_2O_7$  yang telah dikeringkan pada suhu  $150\text{ }^\circ\text{C}$  selama 2 jam kedalam 500 mL air suling. Tambahkan 167 mL  $H_2SO_4$  pekat dan 33,3 g  $HgSO_4$ . Larutkan, dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.
- d) larutan pereaksi asam sulfat  
Larutkan 10,12 g serbuk atau kristal  $Ag_2SO_4$  ke dalam 1000 mL  $H_2SO_4$  pekat. Aduk hingga larut.  
**CATATAN** Proses pelarutan  $Ag_2SO_4$  dalam asam sulfat dibutuhkan waktu pengadukan selama 2 (dua) hari, sehingga digunakan *magnetic stirrer* untuk mempercepat melarutnya pereaksi.
- e) asam sulfamat ( $NH_2SO_3H$ ).  
Digunakan jika ada gangguan nitrit. Tambahkan 10 mg asam sulfamat untuk setiap mg  $NO_2-N$  yang ada dalam contoh uji.
- f) larutan baku Kalium Hidrogen Ftalat ( $HOOCC_6H_4COOK$ , KHP)  $\approx$  COD 500 mg  $O_2/L$   
Gerus perlahan KHP, lalu keringkan sampai berat konstan pada suhu  $110\text{ }^\circ\text{C}$ . Larutkan 425 mg KHP ke dalam air bebas organik dan tepatkan sampai 1000 mL. Larutan ini stabil bila disimpan dalam kondisi dingin pada temperatur  $4\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$  dan dapat digunakan sampai 1 minggu selama tidak ada pertumbuhan mikroba. Sebaiknya larutan ini dipersiapkan setiap 1 minggu.

### 3.3 Peralatan

- a) spektrofotometer sinar tampak (400 nm sampai dengan 700 nm);
- b) kuvet;
- c) *digestion vessel*, lebih baik gunakan kultur tabung borosilikat dengan ukuran 16 mm x 100 mm; 20 mm x 150 mm atau 25 mm x 150 mm bertutup ulir. Atau alternatif lain, gunakan ampul borosilikat dengan kapasitas 10 mL (diameter 19 mm sampai dengan 20 mm);
- d) pemanas dengan lubang-lubang penyangga tabung (*heating block*);

**CATATAN** Jangan menggunakan oven.

- e) buret;
- f) labu ukur 50,0 mL; 100,0 mL; 250,0 mL; 500,0 mL dan 1000,0 mL;
- g) pipet volumetrik 5,0 mL; 10,0 mL; 15,0 mL; 20,0 mL dan 25,0 mL;
- h) gelas piala;
- i) *magnetic stirrer*; dan
- j) timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg.

### 3.6 Prosedur

#### 3.6.1 proses *digestion*

- a) pipet volume contoh uji atau larutan kerja, tambahkan *digestion solution* dan tambahkan larutan pereaksi asam sulfat yang memadai ke dalam tabung atau ampul, seperti yang dinyatakan dalam tabel berikut:

#### 3.6.2 Pembuatan kurva kalibrasi

Kurva kalibrasi dibuat dengan tahapan sebagai berikut:

- a) hidupkan alat dan optimalkan alat uji spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian COD. Atur panjang gelombangnya pada 600 nm atau 420 nm;
- b) ukur serapan masing-masing larutan kerja kemudian catat dan plotkan terhadap kadar COD;
- a) buat kurva kalibrasi dari data pada butir 3.7.1.b) di atas dan tentukan persamaan garis lurusnya;
- b) jika koefisien korelasi regresi linier ( $r < 0,995$ ), periksa kondisi alat dan ulangi langkah pada butir 3.7.1 a) sampai dengan c) hingga diperoleh nilai koefisien  $r \geq 0,995$ .

#### 3.6.3 Pengukuran contoh uji

##### 3.6.3.1 Untuk contoh uji COD 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L

- a) dinginkan perlahan-lahan contoh yang sudah direfluks sampai suhu ruang untuk mencegah terbentuknya endapan. Jika perlu, saat pendinginan sesekali tutup contoh dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas;
- b) biarkan suspensi mengendap dan pastikan bagian yang akan diukur benar-benar jernih;
- c) ukur serapan contoh uji pada panjang gelombang yang telah ditentukan (600 nm);
- d) hitung kadar COD berdasarkan persamaan linier kurva kalibrasi;
- e) lakukan analisa duplo.

##### 3.6.3.2 Untuk contoh uji COD lebih kecil dari atau sama dengan 90 mg/L

- a) dinginkan perlahan-lahan contoh yang sudah direfluks sampai suhu ruang untuk mencegah terbentuknya endapan. Jika perlu, saat pendinginan sesekali tutup contoh dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas;
- b) biarkan suspensi mengendap dan pastikan bagian yang akan diukur benar-benar jernih;
- c) gunakan pereaksi air sebagai larutan referensi;
- d) ukur serapannya contoh uji pada panjang gelombang yang telah ditentukan (420 nm);
- e) hitung kadar COD berdasarkan persamaan linier kurva kalibrasi;
- f) lakukan analisa duplo.

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

LAMPIRAN XVIII  
 PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP  
 REPUBLIK INDONESIA  
 NOMOR 5 TAHUN 2014  
 TENTANG  
 BAKU MUTU AIR LIMBAH

BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN  
 PENGOLAHAN KEDELAI

Parameter	Pengolahan Kedelai					
	Kecap		Tahu		Tempe	
	Kadar *) (mg/L)	Beban (kg/ton)	Kadar *) (mg/L)	Beban (kg/ton)	Kadar *) (mg/L)	Beban (kg/ton)
BOD	150	1,5	150	3	150	1,5
COD	300	3	300	6	300	3
TSS	100	1	200	4	100	1
pH	6 - 9					
Kuantitas air limbah Paling tinggi (m <sup>3</sup> /ton)	10		20		10	

Keterangan :

- 1) \*)kecuali untuk pH
- 2) Satuan kuantitas air limbah adalah m<sup>3</sup> per ton bahan baku
- 3) Satuan beban adalah kg per ton bahan baku

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP  
 REPUBLIK INDONESIA,

BALTHASAR KAMBUAYA

جامعة الرانيري

AR - RANIRY