

**PEMANFAATAN EKSTRAK BIJI TREMBESI (*Samanea saman*)
SEBAGAI BIOKOAGULAN ALAMI PADA PENGOLAHAN LIMBAH
CAIR PASAR IKAN**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

**RIZKA HAYATI
NIM. 190702057**

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2024 M/1445 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN EKSTRAK BIJI TREMBESI (*Samanea saman*) SEBAGAI BIOKOAAGULAN ALAMI PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PASAR IKAN

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:

RIZKA HAYATI
NIM. 190702057

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui untuk dimunaqasyahkan Oleh:

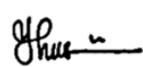
Pembimbing I

Pembimbing II


Arief Rahman M.T.
NIDN. 2016038901


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

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan


Husnawati Yahya, M.Sc
NIDN. 2009118301

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN EKSTRAK BIJI TREMBESI (*Samanea saman*) SEBAGAI BIOKOAGULAN ALAMI PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PASAR IKAN

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 Teknik (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Rabu/ 14 Agustus 2024
Rabu/ 9 Safar 1446 H

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua


Arief Rahman, M.T.
NIDN. 20140038901

Sekretaris


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

Penguji I

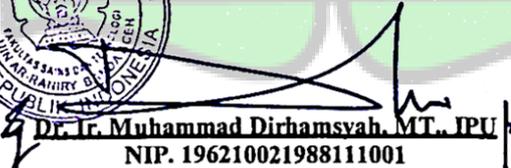

Suardi Nur, ST., M.Sc., Ph.D
NIP/NIDN. 198110102006041006

Penguji II


Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc.
NIDN. 2015118002

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




Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : RIZKA HAYATI

Nim : 190702057

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry

Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Ekstarak Biji Trembesi Sebagai Biokoagulan
Alami Dalam Pengolahan Limbah Cair Pasar Ikan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkankan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang benar ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Banda Aceh, 25 Oktober 2023 Yang menyatakan:



Rizka Hayati

ABSTRAK

Nama : Rizka Hayati
Nim : 190702057
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pemanfaatan Ekstrak Biji Trembesi
(*Samanea saman*) Sebagai Koagulan Alami Pada
Pengolahan Limbah Cair Pasar Ikan
Tanggal Sidang : 14 Agustus 2024
Jumlah Halaman : 72
Pembimbing I : Arief Rahman, S.T., M.T.
Pembimbing II : Dr. Eng. Nur Aida, M.Si.
Kata Kunci : Air limbah pasar ikan, ekstraksi biji trembesi,
koagulasi-flokulasi, dosis optimum, COD, dan TSS.

Limbah cair pasar ikan mengandung bahan organik yang tinggi apabila masuk ke perairan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Salah satu proses pengolahan penurunan parameter air limbah pasar ikan yaitu dengan cara memanfaatkan koagulan alami dari ekstraksi biji trembesi (*Samanea saman*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan, dosis optimum dan efisiensi penurunan ekstrak biji trembesi (*Samanea saman*) sebagai koagulan dalam menurunkan parameter TSS, COD dan Kekeruhan dalam pengolahan limbah cair pasar ikan. Pada pengolahan limbah cair pasar ikan dilakukan dengan proses koagulasi-flokulasi menggunakan metode *jar test*. pada penelitian ini variasi dosis yang digunakan adalah 0 ml, 10 ml, 20 ml, 40 ml, 80 ml, dan 100 ml untuk setiap 1 liter limbah pasar ikan. Kecepatan pengadukan yang digunakan adalah 120 rpm selama 2 menit dilanjutkan dengan pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit lalu diikuti pengendapan selama 60 menit. Hasil menunjukan bahwa dosis optimum biokoagulan ini adalah 40 ml dengan efisiensi penurunan sebesar 89,5 % untuk TSS, efisiensi penurunan sebesar 47,6 % untuk COD pada variasi dosis 80 ml dan efisiensi penurunan sebesar 75,1 % untuk Kekeruhan pada variasi dosis 80 ml. Hal ini menunjukan bahwa koagulan dari ekstrak biji trembesi (*Samanea saman*) mampu menurunkan parameter TSS, COD dan Kekeruhan pada air limbah pasar ikan.

ABSTRACT

Name : Rizka Hayati
Number : 190702057
Study Program : Environmental Engineering
Title : Use of Trembesi Seed Extract (*Samanea saman*) as a natural coagulant in the processing of fish market liquid waste
Hearing Date : August 14, 2024
Number of Pages : 72
Supervisor I : Arief Rahman, S.T., M.T.
Supervisor II : Dr. Eng. Nur Aida, M.Sc.
Keywords : Fish market wastewater, trembesi seed extraction, coagulation-flocculation, optimum dose, COD, and TSS.

*Fish market liquid waste contains high levels of organic matter which, if it enters the waters, causes environmental pollution. One of the processing processes for reducing the parameters of fish market wastewater is by utilizing natural coagulants from the extraction of trembesi (*Samanea saman*) seeds. This research aims to determine the ability, optimum dose and efficiency of reducing trembesi (*Samanea saman*) seed extract as a coagulant in reducing TSS, COD and turbidity parameters in the processing of fish market liquid waste. The processing of fish market liquid waste is carried out using a coagulation-flocculation process using the jar test method. In this study, the various doses used were 0 ml, 10 ml, 20 ml, 40 ml, 80 ml and 100 ml for every 1 liter of fish market waste. The stirring speed used was 120 rpm for 2 minutes followed by slow stirring at 30 rpm for 30 minutes followed by settling for 60 minutes. The results show that the optimum dose of this biocoagulant is 40 ml with a reduction efficiency of 89.5% for TSS, a reduction efficiency of 47.6% for COD at a dose variation of 80 ml and a reduction efficiency of 75.1% for turbidity at a dose variation of 80 ml . This shows that the coagulant from trembesi seed extract (*Samanea saman*) is able to reduce TSS, COD and turbidity parameters in fish market wastewater.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah penulis panjatkan atas syukur pada Allah Swt. Karena dengan rahmat dan izin Allah, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Pemanfaatan Ekstrak Biji Trembesi (*Samanea saman*) Sebagai Koagulan Alami Pada Pengolahan Limbah Cair Pasar Ikan”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. *Shalawat* serta *salam* penulis panjatkan puji syukur kepada Nabi Muhammad saw. keluarga, sahabat serta para pengikut pada jalan Allah.

Terima kasih kepada kedua orang tua saya (Ayahanda M. Yusuf dan Ibunda Halimah) orang yang hebat yang selalu menjadi penyemangat saya, sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memberikan motivasi. Terima kasih selalu berjuang untuk kehidupan saya, untuk semua berkat doa dan dukungan sehingga saya bisa berada di titik ini. Sehat selalu dan hiduplah lebih lama lagi agar selalu ada disetiap perjalanan dan pencapaian hidup saya. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang setulusnya kepada :

1. Bapak Dr.Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T, IPU. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc selaku ketua prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Bapak Arief Rahman, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah berkenan memberikan nasehat serta arahan agar tugas akhir ini tersusun dengan sebaik mungkin.
5. Bapak Dr. Abdullah Mujahid Hamdan M.Sc, selaku Pembimbing Akademik.
6. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry yang

telah berkenan memeberikan informasi dan pengetahuan selama masa perkuliahan saya.

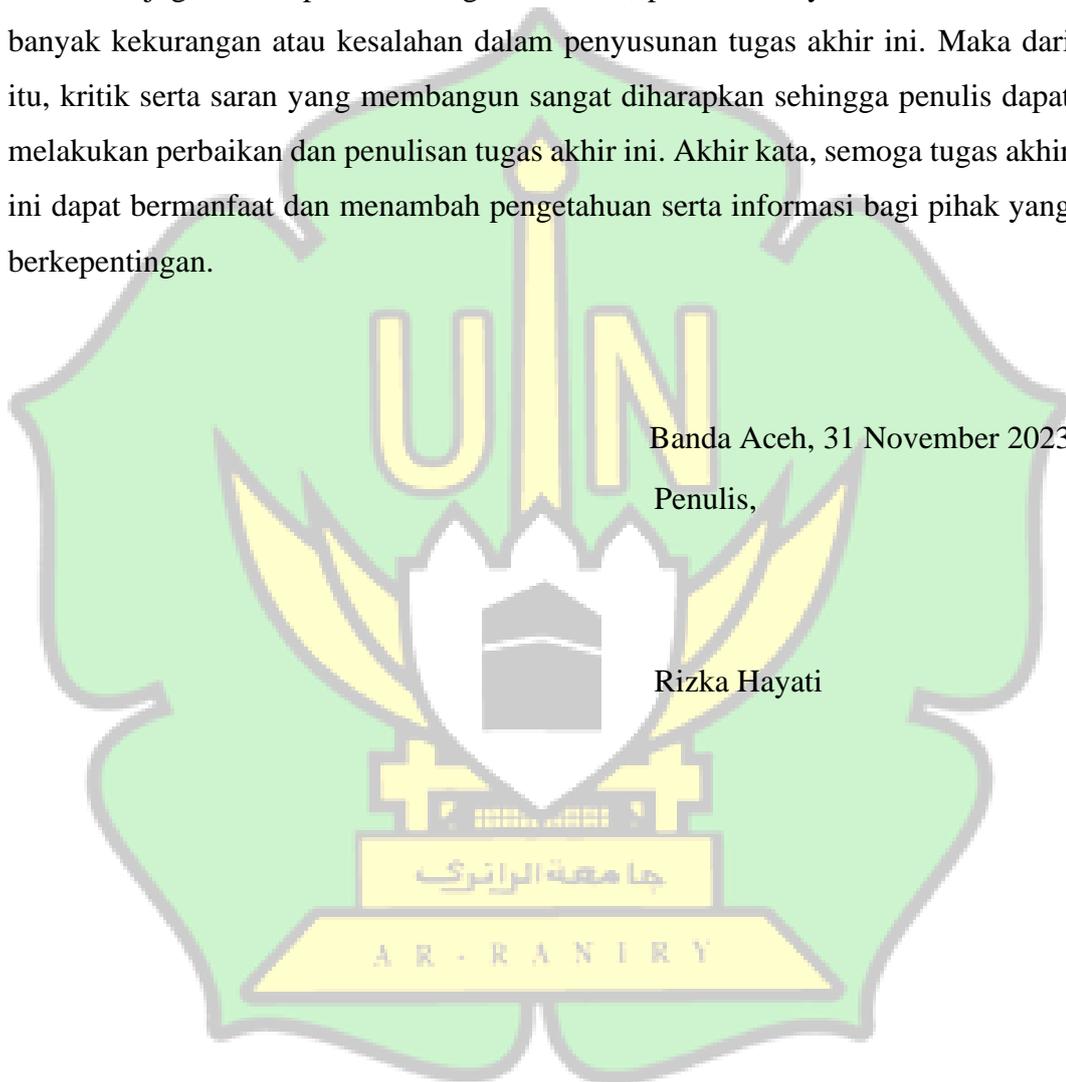
7. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam proses penyusunan tugas akhir yang tidak dapat disebut satu persatu.

Sebagai manusia tentunya kita tidak luput dari kesalahan dan kekeliruan. Demikian juga dalam penulisan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan atau kesalahan dalam penyusunan tugas akhir ini. Maka dari itu, kritik serta saran yang membangun sangat diharapkan sehingga penulis dapat melakukan perbaikan dan penulisan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan serta informasi bagi pihak yang berkepentingan.

Banda Aceh, 31 November 2023

Penulis,

Rizka Hayati



DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Limbah Cair Pengolahan Ikan.....	6
2.2 Baku Mutu Air Limbah.....	6
2.3 Parameter Pencemaran Dalam Limbah Cair Pengolahan Ikan.....	7
2.4 Pengolahan Limbah Cair Pengolahan Ikan.....	9
2.4.1 Koagulasi.....	9
2.4.3 Flokulasi	10
2.5 Biji Trembesi.....	11
2.5.1 Klasifikasi Trembesi (<i>Samanea saman</i>).....	11
2.5.2 Kandungan Nutrisi dalam Biji Trembesi	12
2.5.3 Ekstrak dan Ekstraksi	13
2.6 Hasil Reviu Penelitian Terdahulu	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Tahapan Umum.....	17
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.3 Alat dan Bahan	20

3.3.1	Alat	20
3.3.2	Bahan.....	21
3.4	Variabel Penelitian	21
3.4.1	Variabel Bebas (Independen).....	21
3.4.2	Variabel Terikat (Dependen).....	21
3.4.3	Variabel Kontrol.....	22
3.5	Pengambilan Sampel	22
3.5.1	Lokasi Pengambilan Sampel	22
3.5.2	Teknik Pengambilan Sampel.....	23
3.6	Pengujian Sampel	23
3.6.1	Pengukuran pH (<i>Potential Of Hydrogen</i>).....	23
3.6.2	Pengukuran COD	24
3.6.3	Pengukuran TSS	25
3.6.4	Pengukuran kekeruhan	26
3.7	Proses Koagulasi	27
3.7.1	Proses Pengolahan Koagulan	27
3.7.2	Prosedur Kerja Pembuatan Ekstrak Biji Trembesi.....	28
3.8	Analisis Data	28
3.9	Efisiensi Penurunan.....	29
3.10	Hasil Uji Pendahuluan Pada Limbah Cair Pengolahan Ikan ..	29
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1	Air Limbah Pasar Ikan Sebelum Dilakukan Pengolahan	30
4.2	Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Perubahn Nilai pH Pada Air Limbah Pasar Ikan	31
4.3	Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Penurunan <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i> Pada Air Limbah Pasar Ikan	34
4.4	Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Pada Air Limbah Pasar Ikan ...	37
4.5	Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Penurunan Konsentrasi Kekeruhan Pada Air Limbah Pasar Ikan.....	41
BAB V	PENUTUP	45

5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	52
Lampiran 1. Eksperimen	52
Lampiran 2. Perhitungan TSS	55
Lampiran 3. Perhitungan Efektivitas penurunan parameter COD, TSS, dan kekeruhan.	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Biji Trembesi (<i>Samane saman</i>)	12
Gambar 2.2 Pohon Trembesi	13
Gambar 3.1 Diagram Alir	19
Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Air Limbah Pencucian Ikan Pasar Al-Mahira Lamdingin Kota Banda Aceh	23
Gambar 3.3 Pengambilan Sampel	24
Gambar 3.4 Pengecekan Nilai Ph	25
Gambar 3.5 Proses Pengukuran Parameter COD	26
Gambar 3.6 Turbidimeter	28
Gambar 4.1 Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap penurunan konsentrasi pH	33
Gambar 4.2 Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap penurunan konsentrasi COD	35
Gambar 4.3 Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap efektivitas penurunan konsentrasi COD	36
Gambar 4.4 Penampakan air limbah pasar ikan sebelum dan sesudah penambahan koagulan	38
Gambar 4.5 Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap penurunan konsentrasi TSS	39
Gambar 4.6 Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap efektivitas penurunan konsentrasi TSS	40
Gambar 4.7 Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap penurunan konsentrasi kekeruhan	43
Gambar 4.8 Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap efektivitas penurunan kadar kekeruhan	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan yang Melakukan Satu Jenis Kegiatan Pengolahan	7
Tabel 2.2 Hasil Review Penelitian Terdahulu	16
Tabel 3.1 Waktu Penelitian	19
Tabel 3.2 Alat yang digunakan dalam penelitian	20
Tabel 3.3 Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	21
Tabel 3.4 Hasil Uji Pendahuluan Limbah Cair Pengolahan Ikan.....	29
Tabel 4.1 Hasil uji awal parameter air limbah pasar ikan.	30
Tabel 4.2 Pengaruh variasi dosis ekstrak biji trembesi dan kecepatan pengadukan terhadap penurunan konsentrasi pH pada air limbah pasar ikan.	32
Tabel 4.3 Pengaruh variasi dosis koagulan ekstrak biji trembesi dan kecepatan pengadukan terhadap penurunan konsentrasi COD pada air limbah pasar ikan.....	34
Tabel 4.4 Pengaruh variasi dosis koagulan ekstrak biji trembesi terhadap penurunan konsentrasi TSS pada air limbah pasar ikan	37
Tabel 4.5 Pengaruh variasi dosis koagulan biji trembesi dan kecepatan pengadukan.....	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah penduduk dan pemukiman masyarakat yang semakin pesat berpengaruh terhadap kebutuhan pangan yang berdampak pada jumlah buangan air limbah yang ditimbulkan oleh berbagai aktivitas masyarakat. Limbah adalah sampah atau kotoran yang kehadirannya di lingkungan tidak diinginkan karena dianggap tidak mempunyai nilai ekonomis (Al- Kholif.,2020). Limbah menjadi salah satu penyebab pencemaran lingkungan yang membawa dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat (Al-kholif., 2020). Perkembangan industri perikanan saat ini semakin pesat, karena didukung oleh besarnya potensi sumber daya perikanan di Indonesia. Provinsi Aceh yang memiliki luas laut 295 ribu memiliki potensi perikanan laut yang diperkirakan mencapai 1.800.000 juta ton per tahun, namun produksinya saat ini baru mencapai 10% karena minimnya peralatan penangkapan ikan (Dinas Kelautan dan Perikanan Aceh, 2019).

Salah satu permasalahan yang paling sering muncul dari kegiatan perikanan adalah air sisa pencucian dan pemotongan ikan yang tidak melalui proses pengolahan dibuang langsung ke saluran air yang nantinya menuju ke perairan sehingga menyebabkan pencemaran pada badan air. Para pengolah ikan kurang peduli terhadap dampak buruk yang ditimbulkan dari limbah atau sisa-sisa proses produksi industri perikanan. Sisa pemotongan dan pencucian ikan langsung dibuang ke saluran air dengan anggapan bahwa kotoran tersebut akan hilang dengan terbawa ke badan sungai., selain itu tidak adanya fasilitas pengolahan seperti bak pengolah air limbah juga dapat menambah pencemaran pada perairan (Lestari dkk., 2014). Limbah cair industri perikanan yang tidak diolah terlebih dahulu dan langsung dibuang ke perairan dapat menyebabkan bau yang tidak sedap dan mengakibatkan pencemaran air dan tanah (Salamah & Rahmanto, 2021)

Salah satu metode yang potensial dalam pengolahan limbah cair pengolahan ikan yaitu dengan metode flokulasi-koagulasi. Koagulasi-flokulasi merupakan salah satu proses pengolahan limbah yang digunakan dalam penelitian ini.

Koagulasi adalah proses penambahan koagulan kedalam suatu larutan dengan tujuan untuk mengkondisikan suspensi koloid dan materi tersuspensi dalam persiapan proses lanjutan yaitu flokulasi. Flokulasi adalah proses pengumpulan partikel-partikel dengan muatan yang tidak stabil yang kemudian saling bertabrakan sehingga membentuk kumpulan partikel-partikel dengan ukuran yang lebih besar, juga dikenal dengan istilah partikel flokulan atau flok (Andiwijaya, 2018).

Koagulasi-flokulasi merupakan salah satu proses pengolahan limbah yang digunakan dalam penelitian ini. Koagulasi adalah proses penambahan koagulan ke dalam suatu larutan dengan tujuan untuk mengkondisikan suspensi, koloid dan materi tersuspensi dalam persiapan proses lanjutan yaitu flokulasi. Flokulasi adalah proses pengumpulan partikel-partikel dengan muatan tidak stabil yang kemudian saling bertabrakan sehingga membentuk kumpulan partikel-partikel dengan ukuran yang lebih besar, juga dikenal dengan istilah partikel flokulan atau flok (Roihatin dan Rizqi, 2015).

Salah satu pengolahan air limbah pasar ikan yaitu dengan koagulasi-flokulasi yang memanfaatkan koagulan. Koagulan adalah zat yang digunakan untuk menghilangkan warna dan kekeruhan dari air baku. Koagulan terdiri dari 2 jenis yaitu koagulan alami dan kimia, salah satu contoh dari koagulan kimia yaitu *Poly Aluminium Chloride* (PAC). Penggunaan koagulan kimia secara terus menerus akan menimbulkan endapan yang sulit ditangani dan dapat mencemari lingkungan, karena koagulan jenis ini tidak mudah terurai. Sehingga diperlukan sistem pengolahan air limbah yang aman bagi kesehatan dan lingkungan. Biokoagulan memiliki banyak keunggulan dalam proses pengolahan limbah, di antaranya mudah diperoleh, ramah lingkungan, lebih ekonomis dan bersifat biodegradable (Nurfitasari, 2021)

Ekstrak biji trembesi (*Samanea saman*) dapat digunakan sebagai koagulan alami karena memiliki kandungan protein yang tinggi. Secara umum biji trembesi mengandung protein sebesar 42,82%, juga mengandung fitokimia seperti *tanin*, *flavonoid*, *steroid*, *saponin*, *cardiac glikosida* dan *terpenoid* (Amanda 2019). Biji trembesi memiliki berbagai macam kandungan zat kimia yang dapat membantu

proses pengolahan air dalam koagulasi flokulasi seperti senyawa tanin. Tanin merupakan senyawa polifenol yang dapat larut dalam air dan mempercepat proses pengendapan, tanin biasanya terdapat pada tanaman (Irianti dkk, 2016). Tanin juga dapat membantu mengurangi kekeruhan karena ia mampu mengadsorpsi air limbah. Selain itu adanya kandungan kalsium juga dapat digunakan sebagai koagulan alami pada biji trembesi, hal ini disebabkan oleh ion Ca^{2+} yang dapat bereaksi dan berikatan dengan protein dan bersama lipid membentuk gumpalan (Ariati dkk, 2017).

Kadar protein yang tinggi merupakan potensi yang perlu didayagunakan terutama biji-bijian yang kaya akan asam amino kationik yang menyusun rantai proteinnya, sehingga dapat berfungsi sebagai koagulan alami, salah satunya adalah biji trembesi (Ariati dkk, 2017). Berdasarkan penelitian Putri dkk (2020), koagulan ekstrak biji trembesi mampu menurunkan kandungan padatan tersuspensi dan zat organik dan organik dalam air buangan pabrik tahu. Dosis efektif yang dapat digunakan adalah 200 ml dengan persentase penurunan TSS, COD dan BOD masing-masing sebesar 83,79%, 79,55% dan 87,54%.

Pada penelitian yang sudah dilakukan oleh Amanda dkk (2019), yang memanfaatkan biji trembesi sebagai koagulan menunjukkan bahwa proses penurunan BOD, COD dan TSS pada pengolahan air limbah tempe menggunakan koagulan biji trembesi akan efektif pada pemberian konsentrasi dan kecepatan optimum pada penurunan BOD 2,2 g/L; 200 rpm hasil penurunan 60,61%, COD dengan konsentrasi 0,7g/L dan kecepatan 220 rpm dengan hasil penurunan 88,96% dan TSS dengan pemberian konsentrasi 1,2 g/L dengan kecepatan 180 rpm hasil penurunan 81,25%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Adira dkk (2020) didapatkan dosis koagulan dari biji trembesi dalam penyisihan kadar kekeruhan optimum berada pada dosis 1 g/L yang mampu menurunkan kadar kekeruhan dari nilai awalnya 176 NTU menjadi 53 NTU dengan persentase 69,88%, parameter pH masih berada pada kadar pH netral (6-9), penyisihan kadar TSS dosis koagulan optimum berada pada 0,8 g/L sebanyak 10 mg/L dari pengujian awal 170 mg/L dengan persentase 94,11% dan dosis optimum penurunan parameter COD juga

berada pada dosis 1 g/L dapat menurunkan nilai COD menjadi 69,8 g/L dengan persentase 81,48%.

Berdasarkan uji pendahuluan sampel air limbah pasar ikan Al-Mahira Lamdingin Kota Banda Aceh, didapatkan kualitas air limbah yaitu parameter TSS mencapai 430 mg/L, COD mencapai 487 mg/L, kekeruhan mencapai 217 *Nephelometric Turbidity Unit* NTU dan *Biochemical Oxygen Demand* BOD mencapai 396,1 mg/L. Hasil tersebut menunjukkan nilai parameter *Chemical Oxygen Demand* COD, dan *Total Suspended Solid* TSS melewati baku mutu yang tertera di peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014, tentang baku mutu air limbah perikanan.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian tertarik melakukan pengujian kemampuan ekstrak biji trembesi (*samanea saman*) sebagai koagulan alami dalam menurunkan kadar pencemaran kekeruhan, TSS, dan COD pada air limbah pasar ikan. Sehingga penelitian ini berjudul Pemanfaatan Ekstrak Biji trembesi (*Samanea saman*) sebagai Koagulan Alami Pada Pengolahan Limbah Cair Pengolahan ikan menggunakan koagulan ekstrak biji trembesi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diperoleh rumusan pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana efektivitas koagulan ekstrak biji trembesi (*Samanea saman*) dalam menurunkan pH, COD, TSS dan kekeruhan pada air limbah pasar ikan?
2. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan pengadukan cepat dari koagulan ekstrak biji trembesi (*Samanea saman*) dalam menurunkan kadar parameter COD, TSS, dan kekeruhan pada air limbah pasar ikan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan efektivitas biokoagulan dari biji trembesi (*Samanea saman*) dalam menurunkan kadar pH TSS, COD, dan kekeruhan pada air limbah pasar ikan.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan pengadukan cepat koagulan

ekstrak biji trembesi (*samanea saman*) dalam menurunkan kadar COD, TSS, dan kekeruhan pada air limbah pasar ikan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan wawasan yang baru dalam memanfaatkan koagulan ekstrak biji trembesi dalam pengolahan limbah cair pasar ikan yang aman secara alami tanpa zat kimia yang lain.
2. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan ilmu dan wawasan baru tentang pengolahan limbah cair perikanan pasar Al-Mahira Lamdingin Kota Banda Aceh menjadi teknik pengolahan limbah cair terbaru.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini adalah:

1. Kemampuan ekstrak biji trembesi pada penelitian ini didapatkan dari hasil persentase penurunan parameter COD, TSS dan kekeruhan pada air limbah pasar ikan.
2. Parameter yang diuji dalam penelitian ini adalah parameter yang tercantum dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2014 dan prosedur kerja merujuk pada SNI 6989.59-2008 untuk metode pengambilan sampel, SNI 06-6989.11- 2004 untuk pengukuran parameter pH, SNI 06-6989.25-2005 untuk pengukuran parameter kekeruhan, SNI 6989.3-2019 untuk pengukuran parameter TSS dan SNI 6989.2-2019 untuk pengukuran parameter COD .

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair Pengolahan Ikan

Limbah cair pengolahan ikan dapat diartikan sebagai limbah yang tersisa dan tidak terpakai dari hasil kegiatan penangkapan, penanganan, dan pengolahan hasil perikanan. Menurut Pemerintah Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, adapun industri dari hasil pengolahan ikan yaitu usaha dan kegiatan di bagian pengolahan hasil perikanan terlibat dalam kegiatan pengalengan, pembekuan, atau olahan tepung ikan. Limbah cair ikan yang dihasilkan industri dalam skala kecil menengah (UKM) setengah daripada nya yang tidak terpakai dengan langsung menuju badan air tanpa penanganan khusus. Pembuangan cairan limbah secara bertumpukan tidak diolah dapat mengakibatkan pencemaran kualitas lingkungan dan berdampak serius (Ambarini, 2016). Jenis limbah utama yang didapatkan dari limbah cair pengolahan ikan adalah darah, kotoran, jeroan, sirip, kepala ikan, cangkang, kulit dan sisa daging.

Limbah cair pasar ikan merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan ikan pada industri maupun pasar tradisional. Terdapat dua tipe limbah cair industri pengolahan ikan yaitu, volume banyak dengan persentase limbah yang rendah volume sedikit dengan persentase limbah yang tinggi. Jenis volume banyak persentase limbah yang rendah terdiri dari air yang digunakan untuk pembongkaran, transportasi, penanganan ikan dari air pencucian. Limbah cair perikanan mengandung bahan organik yang tinggi. Tingkat pencemaran limbah cair industri pengolahan perikanan sangat tergantung pada tipe proses pengolahan dan spesies ikan (Afrianisa dan Ningsih,2021).

2.2 Baku Mutu Air Limbah

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.05 tahun 2014 Baku Mutu Air Limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam media air dan tanah dari suatu usaha atau kegiatan. Berikut ini standar baku mutu limbah usaha atau kegiatan pengolahan hasil perikanan yang

melakukan satu jenis kegiatan pengolahan dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan yang Melakukan Satu Jenis Kegiatan Pengolahan

Parameter	Kegiatan Pembekuan				Kegiatan Pengalengan				Pembuatan Tepung Ikan	
	Kadar (mg/L)	Beban Pencemaran (kg/ton)			Kadar (mg/L)	Beban Pencemaran (kg/ton)			Kadar (mg/L)	Beban Pencemaran (kg/ton)
		Ikan	Udang	Lain-lain		Ikan	Udang	Lain-lain		
pH	6-9									
COD	200	2	6	3	150	2,25	4,5	3	300	3,6
BOD	100	1	3	1,5	75	1,125	2,25	1,5	100	1,2
TSS	100	1	3	1,5	100	1,5	3	2	100	1,2
Klor bebas	1	0,01	0,03	0,015	1	0,015	0,03	0,02	-	-
Sulfida	-	-	-	-	1	0,015	0,03	0,02	1	0,012
Amonia	10	0,1	0,3	0,15	5	0,07	0,15	0,1	5	0,06
Minyak-lemak	15	0,15	0,45	0,225	15	0,225	0,45	0,3	15	0,18
Kuantitas limbah		10	30	15		15	30	20		12

(Sumber: PERMEN LH Nomor 05 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah)

2.3 Parameter Pencemaran Dalam Limbah Cair Pengolahan Ikan

Ada beberapa parameter limbah cair perikanan yang harus memenuhi baku mutu yang berlaku, yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, di antaranya sebagai berikut:

a. pH (*Power Hydrogen*)

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman ataupun tingkat kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Derajat keasaman berpengaruh terhadap daya racun bahan pencemaran dan kelarutan beberapa gas, serta menentukan banyak zat di dalam air. Skala pH berkisar antara 1-14 (Ningrum, 2018). Kadar asam yang terkandung pada suatu larutan akan

mempengaruhi nilai pH. Semakin asam suatu larutan, maka akan semakin kecil pH nya. Untuk mengukur kadar pH dapat dilakukan dengan menggunakan kertas lakmus ataupun pH meter (Azmi dkk., 2016).

b. *COD (Chemical Oxygen Demand)*

Merupakan jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk menyisih bahan-bahan organik secara kimia dalam air. Penurunan COD menekankan kebutuhan oksigen akan kimia dimana senyawa-senyawa yang diukur merupakan bahan-bahan yang tidak dapat dipecah secara biokimia (Nurjanah dkk., 2017). Penurunan konsentrasi COD dalam elektrokoagulasi disebabkan adanya proses oksidasi dan reduksi di dalam reaktor elektrokoagulasi tersebut. Pada elektroda-elektroda terbentuk gas oksigen dan hidrogen yang akan mempengaruhi reduksi COD (Amri dkk., 2020).

c. *TSS (Total Suspended Solid)*

TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan padatan tidak terlarut yang menyebabkan terjadinya kekeruhan air (Santoso dkk., 2017) Berdasarkan sifat fisik kualitas air didasarkan pada jumlah kandungan *Total Suspended Solid (TSS)* pada dasarnya partikel-partikel yang terdapat di dalam air akan menyebabkan air menjadi keruh sehingga perlunya penanganan dalam menangani kekeruhan air yang terjadi (Sarwono dkk., 2017). Tingkat TSS yang tinggi dapat menimbulkan dampak lain seperti tingginya nilai konsentrasi padatan tersuspensi total yang dapat menurunkan aktivitas fotosintesis tumbuhan laut baik yang mikro maupun makro sehingga mengakibatkan oksigen yang dilepaskan tumbuhan menjadi berkurang dan mengakibatkan ikan-ikan menjadi mati. Apabila konsentrasi TSS yang ada pada badan sungai terus bertambah dan mengalir ke lautan lepas dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan turunnya kualitas perairan. Jumlah TSS dapat menunjukkan kondisi sedimentasi pada suatu perairan yang mempunyai konsentrasi TSS yang tinggi cenderung mengalami sedimentasi yang tinggi (Jiyah dkk., 2017).

d. *BOD (Biochemical Oxygen Demand)*

BOD (Biochemical Oxygen Demand) atau kebutuhan oksigen biologis yang dibutuhkan bakteri untuk mengoksidasi zat organik yang ada dalam air baik yang

mudah didegradasi maupun tidak. Organisme yang membutuhkan oksigen tidak dapat hidup dalam perairan yang memiliki konsentrasi BOD yang tinggi karena BOD dengan jumlah yang banyak juga akan mengakibatkan penipisan oksigen (Astuti & Rosemalia, 2022).

e. Kekeruhan

Menurut Effendi (2003) Kekeruhan merupakan sifat optik yang dapat ditentukan dengan banyak atau tidaknya cahaya tersebut yang dapat menembus atau terpancar di dalam air. Tinggi rendahnya kekeruhan pada air berdasarkan jumlah dari partikel-partikel yang suspensi maupun yang larut dalam air. Jika semakin banyaknya kandungan zat organik di dalam air maka semakin tinggi pula nilai kekeruhan air tersebut.

2.4 Pengolahan Limbah Cair Pengolahan Ikan

Pengolahan limbah cair pasar ikan dapat dilakukan dengan beberapa alternatif pengolahan, di antaranya adalah proses koagulasi-flokulasi dengan memanfaatkan ekstrak biji trembesi (*Samanea saman*) sebagai koagulan .

2.4.1 Koagulasi

Koagulasi adalah suatu metode yang dapat digunakan dalam proses penjernihan air. Koagulasi merupakan proses dicampurnya koagulan yang kemudian dilakukan pengadukan secara cepat untuk mendestabilisasi koloid dan solid tersuspensi yang halus serta massa inti partikel yang akan membentuk mikroflok (Syarpin dan Harianto, 2021). Koagulasi merupakan proses pengolahan secara kimia yang menggunakan penambahan bahan kimia tertentu ke dalam air/limbah cair dengan tujuan membuat gumpalan-gumpalan yang mudah mengendap

Proses koagulasi adalah proses adsorpsi oleh pencemaran koagulan terhadap partikel koloid maupun padatan tersuspensi dengan diaduk secara cepat sehingga membentuk gumpalan-gumpalan flok kecil (mikro flok) dan menyebabkan destabilisasi partikel (Zahra, 2021).

2.4.2 Koagulan

Penambahan suatu zat pada proses koagulasi yang membantu proses pengendapan partikel zat tersebut merupakan koagulan (Martina dkk., 2018). Koagulan adalah bahan yang memiliki unsur senyawa kimia diperuntukkan dalam proses koagulasi atau pencampuran yang bertujuan membentuk flok. Koagulan berperan untuk destabilisasi muatan negatif partikel tersuspensi (Effendi dan Harianto, 2017). Umumnya koagulan digunakan pada pengolahan air untuk mengurangi kekeruhan dikarenakan adanya partikel koloid organik maupun anorganik, dapat mengurangi beban pencemar dan mengurangi rasa dan bau yang diakibatkan oleh partikel koloid (Munthe dkk., 2021)

Terdapat dua jenis koagulan yaitu koagulan kimia dan koagulan alami. Koagulan kimia menggunakan bahan kimia yang umumnya mengandung logam, koagulan alami menggunakan bahan yang berasal dari sumber daya alam seperti tanaman, hewan dan mikroorganisme (Martina dkk., 2018). Koagulan kimia seperti tawas, *PAC*, *feri klorida*, *feri sulfate*, dan *polymer kation* sering digunakan dalam industri pengolahan air, meskipun cenderung sering digunakan dibandingkan dengan koagulan alami namun dalam dosis yang dapat menghasilkan endapan yang sulit ditangani (Effendi dan Hariyadi, 2017).

2.4.3 Flokulasi

Proses penggumpalan partikel-partikel yang muatannya tidak stabil yang kemudian saling membentuk partikel-partikel dengan ukuran yang lebih besar yang disebut makro flok merupakan proses flokulasi (Rusydi dkk., 2017).

Flokulasi adalah proses pengolahan air dengan mengadakan kontak di antara partikel-partikel koloid yang sudah mengalami destabilisasi sehingga partikel-partikel kecil yang saling bertabrakan akan menghasilkan partikel koloid yang lebih besar, hal ini bertujuan untuk memudahkan proses pengendapan dengan pengadukan lambat (Zahra, 2021).

Flokulasi dilakukan dengan pengadukan lambat terhadap larutan yang sudah di koagulasi atau sudah terdapat mikroflok yang kemudian akan menghasilkan

makroflok atau partikel-partikel yang besar dengan begitu akan mengendap lebih cepat (Loli dan Pambudi,2020). Menurut Rahimah dkk. (2016), terdapat dua jenis proses flokulasi yaitu:

a. Flokulasi Perikinetik

Flokulasi ini merupakan proses terbentuknya flok yang dipengaruhi adanya gerak thermal (panas) atau dikenal dengan gerak *Brown*. Partikel-partikel koloid pada air akan bergerak secara acak dikarenakan adanya tumpukan partikel air yang mengakibatkan pembentukan antar partikel yang sangat kecil $1 < 100$ mili mikro (Rusydi dkk., 2017).

b. Flokulasi Ortokinetik

Flokulasi ini merupakan proses pembentukan flok yang diakibatkan adanya gerak media (air) seperti pengadukan. Kecepatan aliran cairan akan berubah terhadap waktu dan tempat yang mengakibatkan perbedaan kecepatan aliran sehingga menimbulkan kontak atau tumbukan antara partikel-partikel sehingga menghasilkan flok Rahimah dkk. (2016).

2.5 Biji Trembesi

2.5.1 Klasifikasi Trembesi (*Samanea saman*)



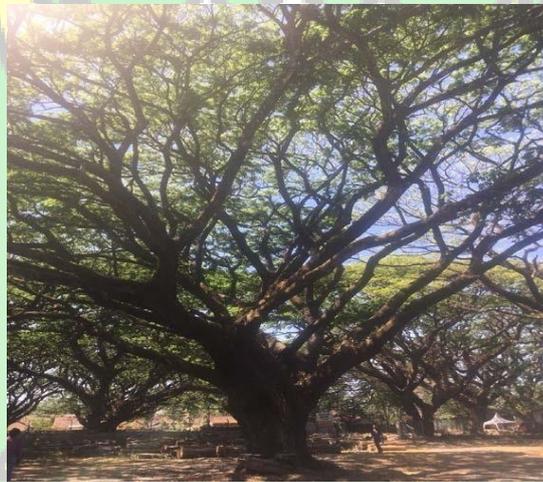
Gambar 2 1. Biji Trembesi (*Samanea saman*)
(Sumber :Wijaya dan Djuardi, 2015)

Tumbuhan trembesi (*Samanea saman*) merupakan tanaman pelindung yang mempunyai manfaat, untuk menyerap air tanah yang kuat sehingga tajuknya sering meneteskan air. Di beberapa daerah di Indonesia tanaman pohon trembesi sering disebut sebagai kayu ambon (Melayu), trembesi munggur, munggur, meh (Jawa), ki hujan (Sunda). Ki hujan berasal dari daerah tropika di Amerika Latin: Venezuela, Meksiko Selatan, Peru dan Brazil. Jenis ini dimasukkan ke Tanah Melayu sebagai

pohon peneduh pada tahun 1876 oleh para penjajah. Sekarang banyak dijumpai di Asia Selatan dan Tenggara, Kepulauan Pasifik termasuk Hawaii. Pohon ini diberi nama genus *Samanea* dan oleh penulis lain diberi nama *Albizia* (Ramadani, 2016).

Trembesi atau pohon ki hujan, merupakan tanaman pelindung yang mempunyai banyak manfaat, sebagaimana dinyatakan oleh Ramadani, (2015) taksonomi tumbuhan trembesi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: Spermatophyta (Tumbuhan menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: Magnoliopsida (Berkeping dua/dikotil)
Sub Kelas	: Rosidae
Ordo	: Fabales
Famili	: fabaceae (alt. Mimosaceae)
Genus	: <i>Samanea</i>



Gambar 2.2 Pohon Trembesi
(Sumber :Wijaya dan Djuardi, 2015)

2.5.2 Kandungan Nutrisi dalam Biji Trembesi

Tanaman Trembesi (*Samanea saman*) atau nama lainnya yaitu *rain tree* merupakan tanaman penghijauan atau tanaman peneduh atau pelindung jalan yang biasa ditemui di trotoar jalan. Biji trembesi memiliki berbagai macam kandungan zat kimia dan logam yang dapat membantu proses koagulasi flokulasi.

Biji trembesi (*Samanea saman*) memiliki kadar protein yang tinggi yaitu sebesar 21,55%. Dan juga mengandung fitokimia seperti tanin 0,86 mg/g, flavonoid 1,00 mg/g dan saponin 28,46 mg/g (Uzoukwu dkk., 2020). Protein yang terkandung dalam biji trembesi berperan sebagai polielektrolit alami dimana protein pada biji trembesi memiliki muatan positif sehingga dapat berikatan dengan partikel-partikel muatan negatif dan menyebabkan partikel tersebut terdestabilisasi dan membentuk partikel yang ukurannya lebih besar sehingga dapat mengendap dengan baik (Hendrawati dkk., 2018)

Biji trembesi dapat dimanfaatkan sebagai koagulan alami. Hal ini disebabkan karena pada biji trembesi mengandung tanin dan kalsium. Selain itu biji trembesi juga memiliki kandungan fitokimia seperti *tanin, flavonoid, steroid, saponin, cardiac, glikosida* dan *terpenoid*. Menurut (Kristianto 2020) menyatakan bahwa polong trembesi mengandung senyawa tanin sebesar 7,9%. Tanin atau sering disebut juga *tannic acid* adalah senyawa polifenol yang larut dalam air dan sering terkandung pada tanaman, serta dapat mempercepat proses pengendapan. Tanin merupakan bahan aktif yang dimanfaatkan sebagai koagulan alami. Tanin atau dikenal sebagai asam tanat merupakan polifenol yang larut di dalam air yang banyak mengandung fungsional seperti hidroksil dan karboksil.

2.5.3 Ekstrak dan Ekstraksi

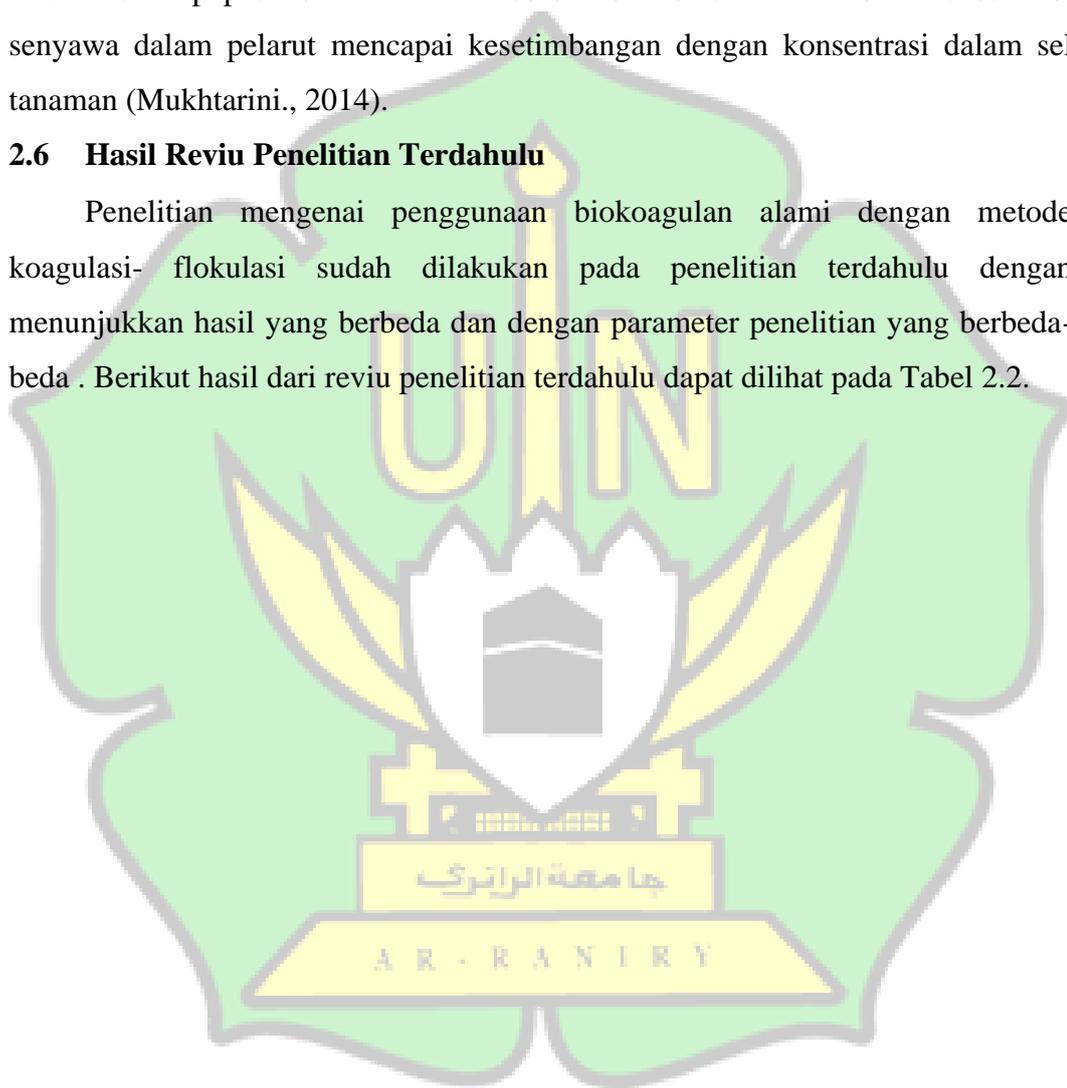
Ekstrak merupakan substansi tebal yang diperoleh dengan mengekstraksi senyawa aktif dari tumbuhan atau hewan menggunakan pelarut yang cocok. Kemudian pelarut diuapkan dan sisa massa atau serbuk yang tersisa diolah hingga memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan.

Ekstraksi adalah proses pemindahan suatu zat atau solut larutan asam atau padatan ke dalam pelarut tertentu. Metode ini bertujuan untuk memisahkan komponen-komponen dalam campuran berdasarkan perbedaan kelarutannya. Menurut Aji dkk (2018) menyatakan bahwa ada dua macam jenis ekstraksi, antara lain ekstraksi padat-cair (*leaching*) dan ekstraksi cair-cair. Ekstraksi padat-cair (*leaching*), yaitu melibatkan pemisahan solute dari padatan inert yang tidak dapat larut. Sedangkan pada ekstraksi padat-cair, langkah utama melibatkan kontak antara

padatan dan terlarut, diikuti dengan pemisahan larutan dari padatan inert. Pelarut yang dipilih harus mampu melarutkan solut dalam padatan inert. Selama proses ekstraksi padat-cair, pelarut mencampur dengan padatan inert sehingga permukaan padatan dilapisi oleh pelarut. Salah satu metode ekstraksi adalah maserasi, yang dimana teknik ekstraksi serbuk tanaman dan pelarut sesuai dimasukkan ke dalam wadah tertutup pada suhu kamar. Proses ekstraksi dihentikan saat konsentrasi senyawa dalam pelarut mencapai kesetimbangan dengan konsentrasi dalam sel tanaman (Mukhtarini., 2014).

2.6 Hasil Reviu Penelitian Terdahulu

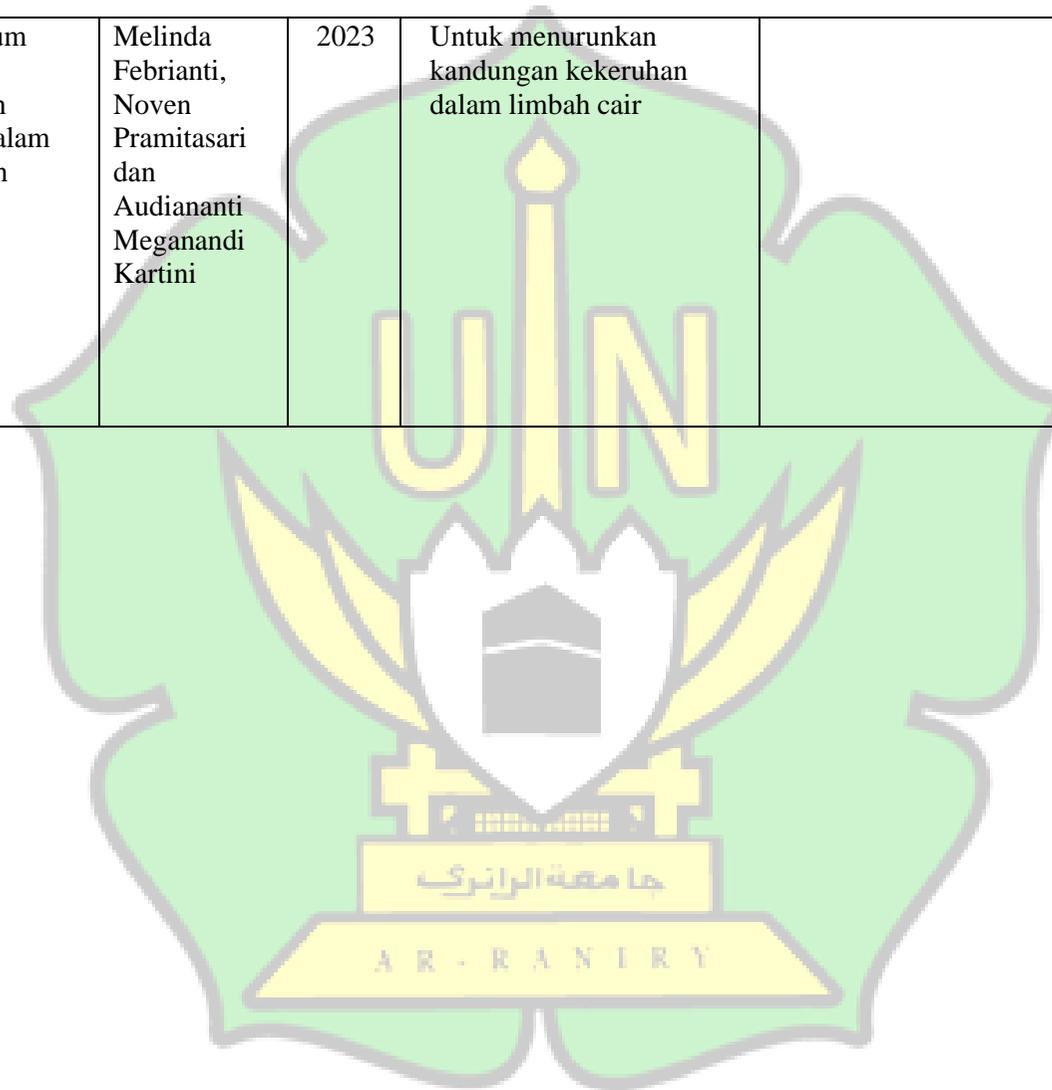
Penelitian mengenai penggunaan biokoagulan alami dengan metode koagulasi- flokulasi sudah dilakukan pada penelitian terdahulu dengan menunjukkan hasil yang berbeda dan dengan parameter penelitian yang berbeda-beda . Berikut hasil dari reviu penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.2.



Tabel 2.2 Hasil Reviu Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis	Tahun	Tujuan	Variabel	Kesimpulan
1.	Pemanfaatan Ekstrak Biji Trembesi sebagai Koagulan dalam Menurunkan Kandungan Padatan Tersuspensi dan Zat <i>Organik</i> Air Buangan Produksi Tahu	Oktafia Putri W, Iva Rustanti dan Marlik	2020	Menganalisis kemampuan biokoagulan ekstrak biji Trembesi dalam menurunkan kandungan padatan.	Kandungan padatan tersuspensi , kandungan zat <i>organic</i> (COD dan BOD)	Koagulan ekstrak biji trembesi mampu menurunkan kandungan TSS, COD dan BOD. Dalam hal ini dosis efektif yang digunakan adalah 200m/L dengan persentase penurunan kandungan TSS 83,79%, COD 79,55%, BOD 87,54%.
2.	Penurunan kadar Besi (Fe), Kromium (Cr), COD dan BOD Limbah Cair Laboratorium dengan Pengenceran, Koagulasi dan Adsorpsi	Indah Nurhayati, Sela Vigiani dan Dian Majid	2020	Mengkaji pengaruh debit aliran dan waktu operasi terhadap penurunan Fe, Cr, COD dan BOD	Kualitas air, kecepatan air mengalir	Proses adsorpsi yang dilakukan secara <i>continue</i> dapat memperkecil debit dan memperbesar tingginya Fe, Cr, COD dan BOD.
3.	Pemanfaatan Biji Trembesi sebagai Koagulan Alami untuk menurunkan BOD, COD, TSS dan Kekeruhan pada Pengolahan Limbah Cair Tempe	Yessinta Trizna, Isa Marufi, Anita Dewi	2019	Menganalisis perbedaan kadar BOD, COD, TSS dan kekeruhan yang dikontakkan dengan biji trembesi	Kontak biji trembesi , dan tidak kontak dengan biji trembesi	Terdapat perbedaan kelompok yang tidak dikontakkan dengan biji trembesi terhadap penurunan BOD, COD, TSS dan Kekeruhan

4.	Dosis koagulan optimum pada proses koagulasi flokulasi menggunakan koagulan serbuk biji dalam menurunkan kekeruhan	Melinda Febrianti, Noven Pramitasari dan Audiananti Meganandi Kartini	2023	Untuk menurunkan kandungan kekeruhan dalam limbah cair		Hasil penelitian menunjukkan bahwa serbuk biji hanjeli sebagai koagulan dalam pengolahan air mampu menurunkan kekeruhan dari 50 NTU menjadi 10,47 NTU
----	--	---	------	--	--	---



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

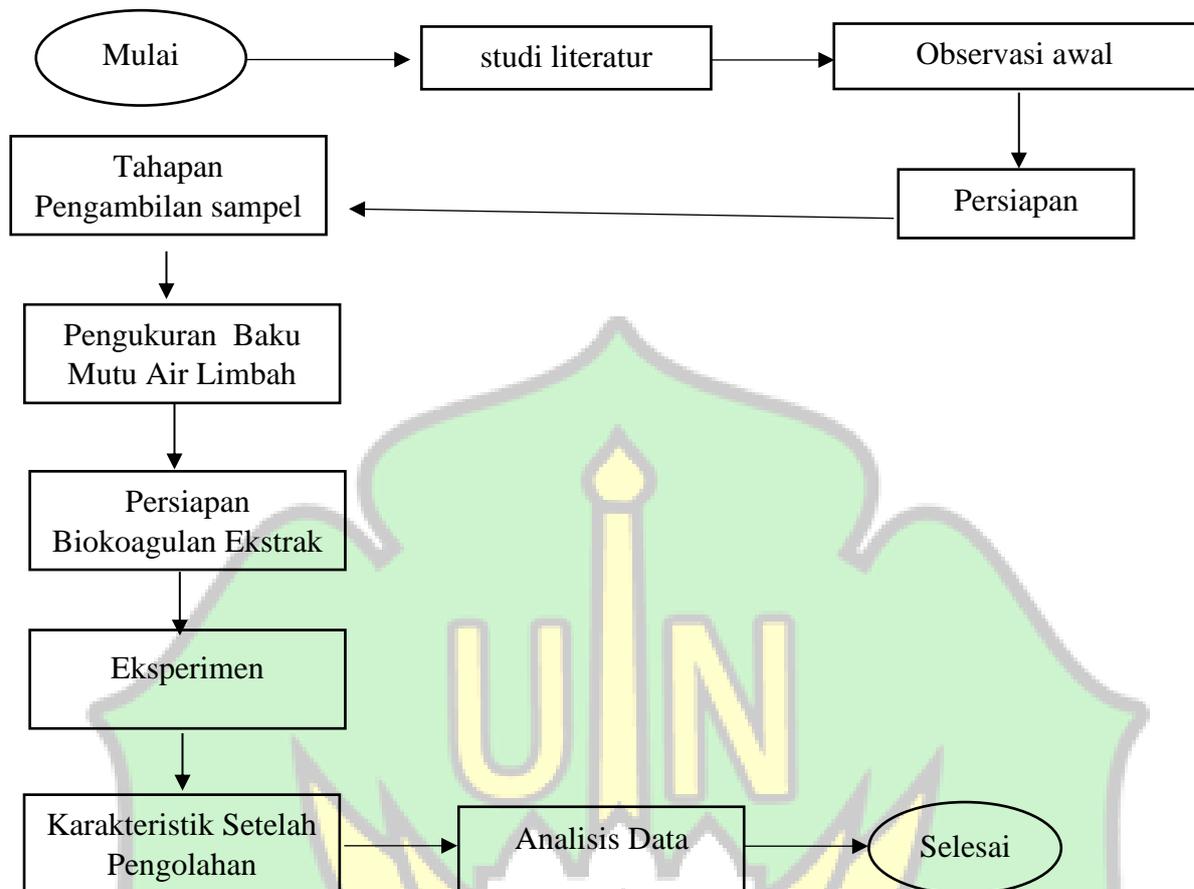
3.1 Tahapan Umum

Adapun jenis Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan menggunakan sampel limbah cair pasar ikan. Tahapan kerja yang digunakan pada penelitian ini dimulai dari studi literatur, mengidentifikasi masalah pencemaran..

Selanjutnya dilanjutkan dengan pengumpulan biji trembesi yang berlokasi di lingkungan kampus UIN Ar-Raniry dan dilanjutkan dengan pembuatan koagulan ekstrak biji trembesi. Setelah itu dilanjutkan dengan pengambilan sampel limbah cair pasar ikan yang ada di pasar Al- Mahira Lamdingin dan dilakukan uji pendahuluan sampel yang bertujuan untuk analisis awal kandungan air limbah dari pasar Al-Mahira Lamdingin Kota Banda Aceh untuk parameter pH, COD, TSS, dan kekeruhan. Selanjutnya dilanjutkan dengan pengujian biokoagulan ekstrak biji trembesi terhadap sampel. Analisa awal ini bertujuan untuk mengetahui dari nilai parameter sebelumnya dilakukan perlakuan sebagai nilai perbandingan terhadap sampel yang telah mengalami perlakuan.

Kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data berupa data primer dan data primer dan sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari lokasi penelitian atau subjek penelitian. Sedangkan data sekunder adalah data dikumpulkan dari data yang telah ada sebelumnya dari sumber lain. Kemudian tahapan analisis data menggunakan analisis deskriptif, analisis deskriptif menggambarkan hasil uji laboratorium. Data disajikan secara deskriptif dalam bentuk grafik data tersebut bisa dipahami dan bermanfaat untuk solusi permasalahan, terutama menjadi informasi yang bisa dipergunakan dalam mengambil kesimpulan.

Pada tahap akhir dilakukan penarikan kesimpulan yang merupakan tahapan menjawab pertanyaan dalam penelitian ini yang dijelaskan berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, dan penelitian dinyatakan selesai. Tahapan kerja dapat dilihat pada Gambar 3.1.



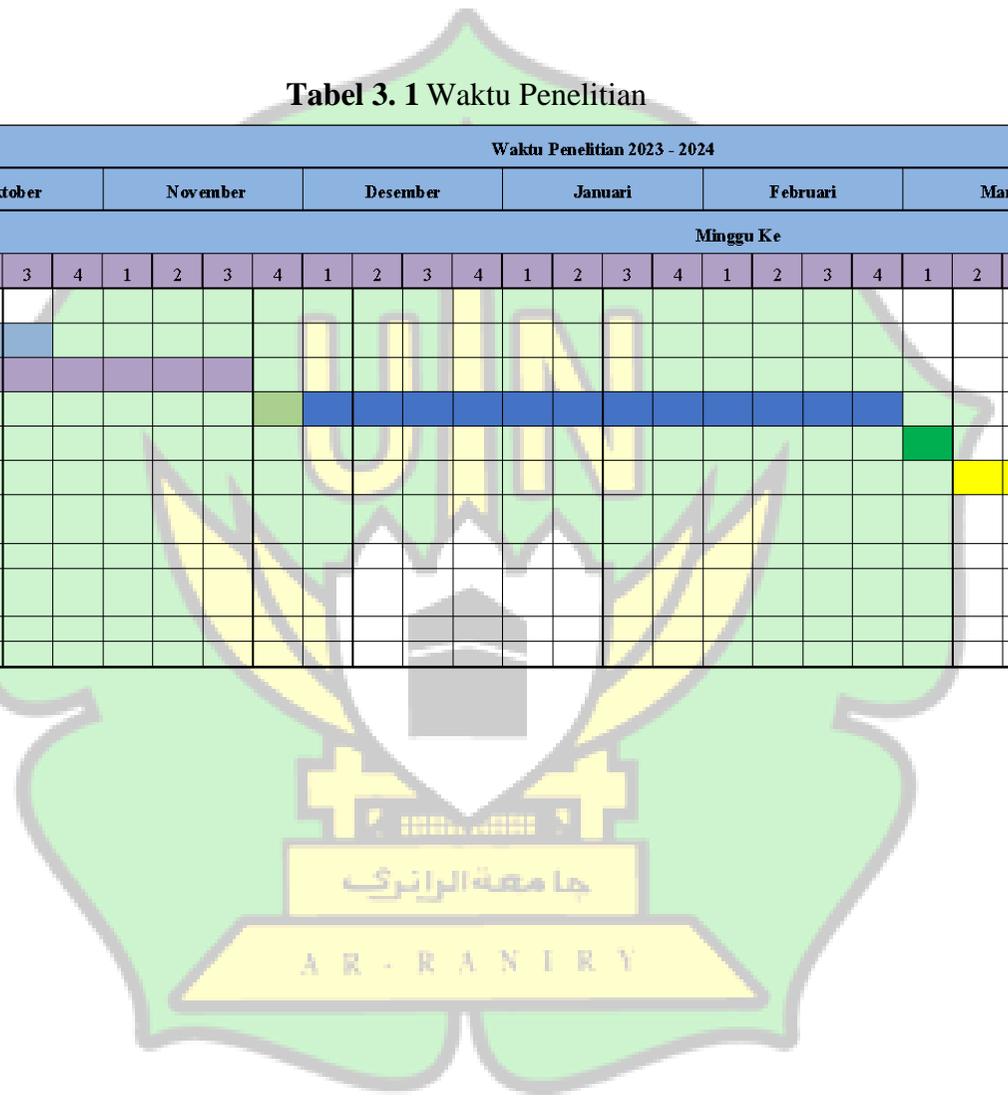
Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung pada bulan Oktober 2023 sampai bulan April 2024. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian

Waktu Penelitian	Waktu Penelitian 2023 - 2024																																			
	September				Oktober				November				Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei			
	Minggu Ke																																			
	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
Pengajuan Judul	■																																			
Uji Pendahuluan					■	■	■																													
Penyusunan Proposal					■	■	■	■	■	■	■	■																								
Ace Proposal									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
Seminar Proposal																					■															
Revisi Proposal																						■	■													
Pengurusan Izin Penelitian																																				
Penelitian																																				
Penyusunan Tugas Akhir																																				
Persyaratan Sidang																																				
Sidang																																				



3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Nama Alat	Keguna an
1	<i>Jar test</i>	Untuk menentukan dosis optimum
2	Spektrofotometer	Alat ukur absorbansi sampel
3	pH meter	Alat ukur pH
4	COD meter	Alat ukur COD
5	Turbidimeter	Alat ukur kekeruhan
6	<i>Magnetic stirrer</i>	Untuk mengaduk larutan
7	<i>Hot plate</i>	Untuk memanaskan sampel
8	Timbangan analitik	Untuk menimbang
9	Oven	Sebagai alat pengering
10	Desikator	Untuk menstabilkan suhu
11	Vakum filtrasi	Alat uji TSS
12	Kaca arloji	Sebagai wadah dalam proses penimbangan
13	Labu ukur	Sebagai wadah larutan
14	Corong	Untuk memasukkan larutan ke wadah
15	Pipet ukur	untuk memindahkan larutan ke dalam wadah
16	Tabung reaksi	Sebagai wadah larutan
17	Erlenmeyer	Sebagai wadah
18	<i>Beaker glass</i>	Sebagai wadah sampel
19	Pipet volume	Untuk mengambil larutan
20	Karet bulb	Untuk menyedot larutan
21	Toples	Sebagai wadah limbah sisik ikan
22	Jeriken	Sebagai wadah limbah cair ikan
23	Gayung	Untuk pengambilan sampel

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas (Independen)

Variabel bebas (independen) merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen (terikat) (Hanifah dkk., 2020). Variabel independen dalam penelitian ini adalah dosis koagulan. Variasi dosis koagulan yang digunakan adalah 0 ml, 10 ml, 20 ml, 40 ml, 80 ml dan 100 ml. Sedangkan variasi kecepatan pengadukan cepat yang digunakan yaitu 120 rpm dan 150 rpm.

3.4.2 Bahan

Bahan yang diperlukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3. 3 Bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Nama Bahan	Kegunaan
1.	Air limbah pasar ikan	Sebagai sampel
2.	Biji trembesi	Sebagai pengekstrakan
3.	NaOH 30% dan HCl 1.25	Sebagai zat pereaksi
4.	HCl 1.25 N	Zat yang digunakan dalam proses Demineralisasi
5.	Aquades	Untuk sterilisasi alat dan larutan
6.	Aluminium foil	Untuk menutupi permukaan beaker glass pada proses pemanasan
7.	Kertas lakmus	Untuk menguji pH larutan
8.	Kertas saring whatman No. 41 dan 42	Untuk menyaring zat padat dari cairan
9.	H ₂ SO ₄	Sebagai zat penurun pH sampel
10.	K ₂ CrO	Sebagai zat oksidator sampel

3.4.3 Variabel Terikat (Dependen)

Variabel terikat (dependen) adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Pada penelitian ini yang merupakan variabel dependen adalah TSS, COD ,pH, dan kekeruhan.

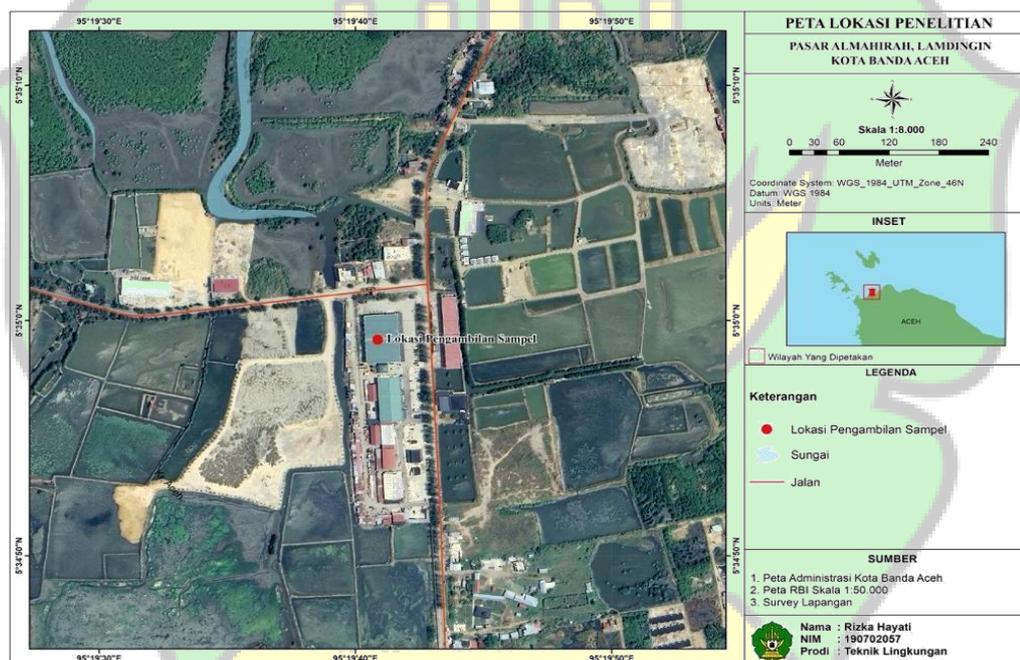
3.4.4 Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang mengatur bagaimana pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah ekstrak biji trembesi, limbah cair pasar ikan Al-Mahirah.

3.5 Pengambilan Sampel

3.5.1 Lokasi Pengambilan Sampel

Limbah cair pencucian ikan diperoleh dari pasar Al- Mahira Lamdingin Kota Banda Aceh. Limbah pencucian ikan pada pasar Al-Mahira merupakan hasil dari pencucian dan pemotongan ikan. Pada penelitian ini penulis mengambil sampel uji yang berasal dari industri perikanan yaitu merupakan limbah cair pencucian ikan yang kemudian akan diuji dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Air Limbah Pasar Ikan Pasar Al-Mahira Lamdingin Kota Banda Aceh.

3.5.2 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan metode yang disebut dengan *grab sampling* atau sesaat di pasar tradisional Al- Mahirah Lamdingin, Banda Aceh. Sampel limbah cair pasar ikan diambil pada saluran air buangan sampel diambil dengan cara memanfaatkan gayung yang bertangkai dan dimasukkan kedalam wadah dengan kapasitas 10 L dengan ketentuan (SNI 6989.59:2008). Setelah sampel diperoleh, maka selanjutnya akan dilakukan percobaan *jar test* untuk menganalisis kemampuan koagulan alami dalam menurunkan kadar pH, COD, BOD, TSS dan kekeruhan.



Gambar 3.3 Pengambilan Sampel

3.6 Pengujian Sampel

3.6.1 Pengukuran pH (*Potential Of Hydrogen*)

Pengukuran pH (derajat keasaman) merujuk pada SNI 06-6989.11-2004 dan prosedur pengujian pH meter adalah:

- A. Persiapan kalibrasi pH meter
 1. Direndamkan elektroda dalam larutan penyangga pH 7,0 dan elektroda diaduk secara perlahan hingga skala pH menunjukkan pH 7,0.
 2. Diulangi kembali prosedur tersebut kemudian ditunggu sekitar satu menit sampai didapatkan larutan
 3. Penyangga yang sesuai dengan suhu pengukuran.
- B. Pengujian pH
 1. Dilepaskan tutup pelindung elektroda
 2. Dibilas elektroda dengan air suling dan dikeringkan menggunakan tisu.

3. Dihidupkan alat dengan menekan tombol ON-OFF pada alat pH meter.
4. dicelupkan elektroda ke dalam beaker glass yang berisi sampel limbah cair pasar ikan dan tunggu sesaat hingga menunjukkan pembacaan yang tetap.
5. Diulangi tahap 2-4 pada *beaker glass* kedua sampai kelima.
6. Dicatat hasil pembacaan pH meter yang akurat pada tampilan pH meter.
7. Dibilas kembali elektroda pH meter dengan aquades dan keringkan dengan tisu, matikan alat serta disimpan. Proses pengecekan pH dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Pengecekan Nilai pH

3.6.2 Pengukuran COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Berdasarkan SNI 06-6989.2-2004 pengukuran COD dapat dilakukan menggunakan COD meter. Cara pengujian COD meter dapat dilakukan dengan cara:

1. Dimasukkan sampel limbah pasar ikan sebanyak 2,5 mL kedalam tabung COD
2. Lalu dimasukkan 1,5 larutan $K_2Cr_2O_7$ dan ditambahkan larutan H_2SO_4 sebanyak 10 ml.
3. Tabung ditutup dan digoyangkan sampai homogen dan letakkan tabung COD pada *blok digester* yang telah dipanaskan pada suhu $150\text{ }^\circ\text{C}$ selama 2 Jam.
4. Tabung diangkat dari *blok digester* dan diletakkan di rak pendingin selama 15 menit.

5. Masukkan tabung ke dalam spektrofotometer kemudian catat hasilnya.



Gambar 3.5 Proses Pengukuran Parameter COD

3.6.3 Pengukuran TSS (*Total Suspended Solid*)

Pengujian TSS yang merujuk pada (SNI 6989.3:2019). Dengan cara:
Penyiapan kertas saring

1. Diletakkan kertas saring pada peralatan filtrasi. Dipasang vakum dan wadah pencuci dengan air suling berlebih 10 mL. Dilanjutkan penyedotan untuk menghilangkan semua sisa air, matikan vakum dan hentikan pencucian.
2. Dipindahkan kertas saring dari peralatan filtrasi ke wadah timbang aluminium
3. Dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C sampai dengan 105°C selama 1 jam, didinginkan dalam desikator kemudian timbang
4. Ulangi langkah pada poin 3 sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

Cara Kerja :

1. Melakukan penyaringan alat vakum dan dibilas saringan dengan aquades.
2. Sampel limbah cair pasar ikan di aduk menggunakan pengadukan yang magnetik untuk mendapatkan sampel yang lebih homogen
3. Di pipet sampel limbah cair pasar ikan dengan volume tertentu lalu diaduk dengan pengadukan magnetik dengan waktu tertentu.
4. Dicuci kertas saring dengan 3 x 10 mL air suling, dibiarkan sampai kering sempurna kemudian penyaringan dengan vakum selama 3 menit untuk

mendapatkan penyaringan yang sempurna.

5. Dipindahkan kertas saring dengan hati-hati dan dipindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga.
6. Dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C dan didinginkan dalam desikator lalu ditimbang serta dicatat hasilnya.

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

Keterangan:

- A = Berat kertas saring berisi zat tersuspensi (mg)
 B = Berat kertas saring kosong (mg)
 V = Volume sampel (ml)

3.6.4 Pengukuran Kekeruhan

Berdasarkan SNI 06.6989.25.2005 kekeruhan air atau air limbah dapat diukur menggunakan alat Turbidimeter. Satuan untuk menyatakan kekeruhan adalah NTU (Nephelometrik Turbidity Unit).

- Kalibrasi Alat
 1. Dikeluarkan kedua botol kalibrasi yaitu 0 NTU, 20 NTU, 100 NTU dan 800 NTU
 2. Ditekan tombol power, dimasukkan botol kalibrasi 0 NTU ke dalam alat turbidimeter
 3. Ditekan tombol call hingga muncul angka 000 pada layar monitor.
 4. Dikeluarkan botol 0 NTU dan diganti dengan botol 20 NTU.
 5. Ditekan tombol call hingga muncul angka kekeruhan baku (20 NTU) pada layar monitor.
 6. Diulangi tahap 4-5 pada botol 100 NTU dan 800 NTU
 7. Dikeluarkan botol dari turbidimeter dan matikan alat.
- Pengajian Kekeruhan
 1. Dicuci tabung nefelometer dengan aquades yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang mungkin masih tersisa sehingga hasil lebih akurat.

2. Dimasukkan sampel air limbah ke dalam botol nefelometer dan dikocok terlebih dahulu dimasukkan ke dalam tabungnya dan kemudian ditutup. Biarkan turbidimeter beberapa saat hingga pembacaannya selesai.
3. Dicatat hasil yang keluar pada turbidimeter.



Gambar 3.6 Turbidimeter

1.7 Proses Koagulasi

1.7.1 Proses Pengolahan Koagulan

Tahapan pada pelaksanaan penelitian adalah dengan menggunakan metode *jar test* sebagaimana dijelaskan pada penelitian (Jannah, 2020):

1. Sampel limbah cair pengolahan ikan dimasukkan ke dalam *beaker glass* sebanyak enam *beaker glass* yang masing-masing 1 L.
2. Kemudian pada tiap-tiap *beaker glass* diberi label 0 ml, 10 ml, 20 ml, 40 ml, 80 ml dan 100 ml sebagai perlakuan pertama.
3. Koagulan biji trembesi ditambahkan ke dalam *beaker glass* sesuai dengan label yang sudah ada pada *beaker glass*.
4. Sampel air limbah diuji *jar test* dengan pengadukan cepat dengan kecepatan 120 Rpm dan 150 Rpm selama 2 menit dan pengadukan lambat selama 30 Rpm selama 30 menit, *jar test dimatikan* dan diendapkan selama 60 menit.
5. Setelah proses *jar test* dan pengendapan, selanjutnya sampel diuji kekeruhan, pH, COD dan TSS untuk menentukan dosis optimum dalam penggunaan koagulan pada parameter

6. Langkah pada penelitian ini direncanakan untuk dapat menilai efektivitas dari ekstrak biji trembesi sebagai koagulan dalam mengatasi limbah pasar ikan (SNI 19-6449:2000)

1.7.2 Prosedur Kerja Pembuatan Ekstrak Biji Trembesi

Proses ekstraksi biji trembesi untuk menghasilkan koagulan memerlukan beberapa langkah diantaranya :

1. Biji trembesi dikeringkan menggunakan oven dengan suhu sekitar 50°C , selama 24 jam kemudian dihaluskan selama 3 menit hingga menjadi serbuk. Kemudian serbuk tersebut diayak menggunakan ayakan 40 mesh sampai mendapatkan serbuk biji trembesi lolos dari ayakan.
2. Biji yang telah dihaluskan diekstraksi menggunakan pelarut etanol hingga menghasilkan larutan ekstrak, dan disaring menggunakan kertas saring whatman nomor 1.
3. Kemudian serbuk dari biji trembesi dievaporasi selama 2 jam 30 menit dengan suhu 40°C .
4. Tahapan selanjutnya adalah pembuatan ekstrak biji trembesi menggunakan metode Maserasi Pembuatan ekstrak biji trembesi menggunakan metode maserasi, serbuk dari biji trembesi yang telah dihaluskan sebanyak 120 gram. Kemudian direndam dengan tambahan larutan etanol 300 ml selama waktu 1 x 24 jam. Selanjutnya disaring untuk memisahkan filtrat dari ampasnya. Filtrat disimpan, sedangkan ampas direndam kembali dengan 300 ml larutan etanol.

1.8 Analisis Data

Persentase penurunan parameter, TSS, COD dan kekeruhan pada limbah cair pasar ikan dengan membandingkan nilai konsentrasi kekeruhan, TSS dan COD pada nilai akhir koagulasi-flokulasi dan sedimentasi pada nilai akhir kekeruhan. Penurunan tersebut kemudian dijadikan dalam bentuk grafis supaya dapat diketahui besarnya penyisihan.

1.9 Efektivitas Penurunan

Untuk mempelajari penurunan kadar pH, COD, TSS dan kekeruhan dengan memanfaatkan biokoagulan dari ekstraksi biji trembesi pada limbah cair pasar ikan di pasar Al-Mahirah, dapat menggunakan persamaan berikut:

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

Keterangan:

% P = Efektivitas Penurunan

C₀ = Konsentrasi awal (mg/l)

C_e = Konsentrasi akhir (mg/l)

1.10 Hasil Uji Pendahuluan Pada Limbah Cair Pengolahan Ikan

Berikut ini hasil uji pendahuluan pada limbah cair pasar ikan Al-Mahira Lamdingin Kota Banda Aceh, pasar tersebut merupakan salah satu pasar ikan yang kualitas dari air limbah yang tidak sesuai dengan Peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014. Hasil uji pendahuluan yang dilakukan pada bulan Oktober dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Hasil Uji Pendahuluan Limbah Cair Pengolahan Ikan

No.	Parameter	satuan	Hasil Uji Pendahuluan	Kadar maksimum (Permen LH 2014)
1.	pH	-	7,2	6-9
2.	COD	Mg/L	487	200
3.	BOD	Mg/L	396,1	100
4.	TSS	Mg/L	430	100
5.	Kekeruhan	NTU		10

(Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2023)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Air Limbah Pasar Ikan Sebelum Dilakukan Pengolahan

Pengolahan limbah cair pasar ikan dilakukan dengan menggunakan proses koagulasi dan flokulasi dalam menyisihkan Nilai pH, COD, TSS, dan Kekeruhan. Metode yang digunakan pada proses koagulasi-flokulasi adalah menggunakan metode *jar test* alat yang digunakan adalah flokulator. Penelitian ini menggunakan berbagai variasi dosis kecepatan pengadukan yang dibutuhkan untuk mencapai efisiensi penurunan dari parameter COD dan TSS yang optimum. Dosis yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0 ml, 10 ml, 20 ml, 40 ml, 80 ml, 100 ml. pengadukan cepat dilakukan dengan kecepatan 150 Rpm dan 120 Rpm dalam waktu 2 menit, dan pengadukan lambat dilakukan dengan kecepatan 30 Rpm selama 30 menit, dan dilanjutkan dengan proses pengendapan selama 60 menit.

Sebelum dilakukannya proses koagulasi flokulasi dapat dilakukan pengujian awal terhadap sampel air limbah pasar ikan. Hasil pengujian parameter pH, COD, TSS, dan Kekeruhan dibandingkan dengan baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan perikanan menurut peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014. Berdasarkan hasil dari uji pendahuluan yang dilakukan pada bulan September 2024 mendapatkan data dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 1 Hasil uji awal parameter air limbah pasar ikan.

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji Pendahuluan	Baku Mutu
1	pH	-	7,4	6-9
2	COD	mg/L	1449	300
3	TSS	mg/L	786	100
4	Kekgeruhan	NTU	99,1	

Berdasarkan tabel 4.1 diperoleh nilai kekeruhan awal yaitu 99,1 NTU, dalam peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 mengenai Baku Mutu Air Limbah bagi usaha atau kegiatan perikanan untuk parameter kekeruhan tidak ditetapkan, oleh karena itu tidak dapat dibandingkan untuk melihat kemampuan koagulan dari ekstrak biji trembesi untuk menurunkan kadar parameter kekeruhan. Untuk nilai parameter COD pada air limbah pasar ikan melebihi baku mutu yang ditetapkan Pemerintah Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 standar baku mutu untuk parameter COD 300 mg/L, untuk parameter TSS nilai kadar awalnya 786. Dalam peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 baku mutunya 100 mg/L, sementara untuk parameter pH berada pada baku mutu antara 6-9 dengan nilai awalnya 7,4. Hal ini menunjukkan air limbah pasar ikan Al-Mahira Lamingin Kota Banda Aceh belum layak untuk dibuang langsung ke lingkungan dikarenakan belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan, sehingga harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu agar limbah yang dibuang tidak mencemari lingkungan.

4.2 Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Perubahan Nilai pH Pada Air Limbah Pasar Ikan

Derajat keasaman pH merupakan salah satu faktor terpenting yang mempengaruhi proses koagulasi dan flokulasi. proses koagulasi yang dilakukan tidak pada rentang pH optimum, maka akan mengakibatkan gagalnya proses pembentukan flok dan rendahnya kualitas air yang dihasilkan. Tujuan pengukuran pH untuk dapat melihat pengaruh koagulan terhadap nilai pH sebelum dilakukannya proses koagulasi dan sesudah proses koagulasi. Dalam penelitian ini koagulan yang digunakan adalah ekstrak dari biji trembesi, menggunakan variasi dosis 0 ml, 10 ml, 20 ml, 40 ml, 80 ml, dan 100 ml serta variasi pengadukan cepat pada 120 Rpm dan 150 Rpm selama 2 menit, kemudian pengadukan lambat selama 30 menit dan setelah pengadukan selesai dilakukannya pengendapan selama 60 menit.

Nilai pH awal dari limbah pasar ikan yang belum di tambah dengan koagulan mempunyai nilai pH sebesar 7,4. Nilai tersebut memenuhi baku mutu sesuai dengan Pemerintah Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi usaha atau kegiatan perikanan yaitu 6-9. Setelah pengujian *jar test* pada

proses koagulasi-flokulasi dan menambahkan ekstraksi biji trembesi maka mempengaruhi nilai pH pada air limbah pasar ikan, dapat dilihat pada tabel di 4.2.

Tabel 4. 2 Pengaruh variasi dosis ekstrak biji trembesi dan kecepatan pengadukan terhadap penurunan nilai pH pada air limbah pasar ikan.

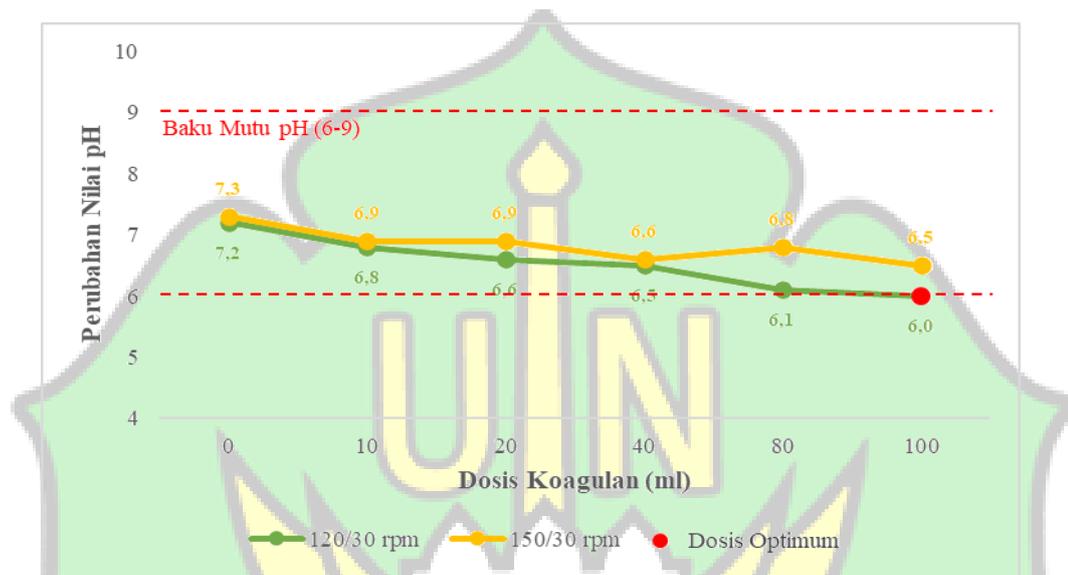
No	Dosis (ml)	Kecepatan Pengadukan	Nilai pH	Nilai pH	Baku mutu
			awal	Akhir	
1.	0			7,2	
2.	10			6,8	
3.	20	120 Rpm		6,6	
4.	40	30 Rpm		6,5	
5.	80			6,1	
6.	100			6,0	
7.	0		7,4	7,3	6-9
8.	10			6,9	
9.	20	150 Rpm		6,9	
10.	40	30 Rpm		6,6	
11.	80			6,8	
12.	100			6,5	

(Sumber: Hasil Pengujian Pada Laboratorium, 2024)

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa parameter pH yang tidak dilakukan penambahan koagulan pada kecepatan pengadukan cepat 120 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm nilai pH berada pada 7,2 dari nilai pH pada saat pengujian awal 7,4. Pada saat ditambahkan ekstraksi biji trembesi sebanyak 10 ml dengan variasi pengadukan cepat 120 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm terjadi penurunan nilai pH menjadi 6,8. Penurunan nilai pH paling rendah berada di variasi ekstraksi 100 ml dengan nilai pH yang didapatkan 6,0 sesuai dengan baku mutu 6-9 menurut Pemerintah Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014.

Pada kecepatan pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm nilai pH yang tidak ditambahkan ekstraksi biji trembesi yaitu 7,3. Pada saat penambahan koagulan ekstrak biji trembesi pada dosis 10 ml, dan 20 ml, terjadi penurunan nilai pH menjadi 6,9, dan nilai pH di variasi 40 ml menjadi 6,6, terjadi peningkatan nilai optimum di variasi dosis 80 ml dengan nilai pH 6,8. Maka semakin banyak ditambahkan koagulan ekstrak biji trembesi nilai dari pH pada air limbah pasar ikan mengalami penurunan mencapai nilai 6,5 yang artinya nilai pH berada di nilai asam lemah, hal ini disebabkan keseimbangan antara ion hidroksida pada

sampel bereaksi dengan karboksil asam amino protein pada koagulan ekstrak biji trembesi yang melepaskan ion H^+ dalam asam lemah. Semakin banyak ditambahkan koagulan ekstrak biji trembesi maka nilai dari pH pada air limbah pasar ikan mengalami penurunan nilai 6,0. Berikut grafik perubahan nilai pH air limbah pasar ikan dari koagulasi-flokulasi dengan variasi dosis koagulan dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap penurunan konsentrasi pH

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat nilai dari parameter pH yang berbeda-beda setiap variasi dosis nilai pH yang sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan. Dosis dari koagulan ekstrak biji trembesi dan kecepatan pengadukan mempengaruhi nilai pH. Nilai pH yang menurun disebabkan karena banyaknya proses pemecahan senyawa kimia di dalam air limbah yang menyebabkan nilai pH netral. Penurunan nilai pH dapat disebabkan oleh ion hidrogen dari asam lemah yang terdapat pada koagulan seimbang dengan ion hidroksida pada sampel. Nilai pH yang memiliki pengaruh besar terhadap tumbuhan dan biota, jadi pH merupakan salah satu parameter yang penting untuk menganalisis karena jika air limbah tersebut memiliki pH yang tinggi atau pH yang rendah, maka dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup yang ada di perairan tersebut.

4.3 Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) Pada Air Limbah Pasar Ikan

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik pada air secara kimiawi (Nafisah, 2020). Konsentrasi COD pada limbah pasar ikan Al-Mahira Lamdingin Kota Banda Aceh pada uji pendahuluan mencapai nilai 1449 mg/L, konsentrasi COD melebihi baku mutu limbah yang sudah ditetapkan, hasil dari uji koagulasi-flokulasi dengan menggunakan metode *jar test* dengan menggunakan kecepatan pengadukan 120 rpm dan 150 rpm dapat mempengaruhi penurunan kadar COD pada air limbah pasar ikan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

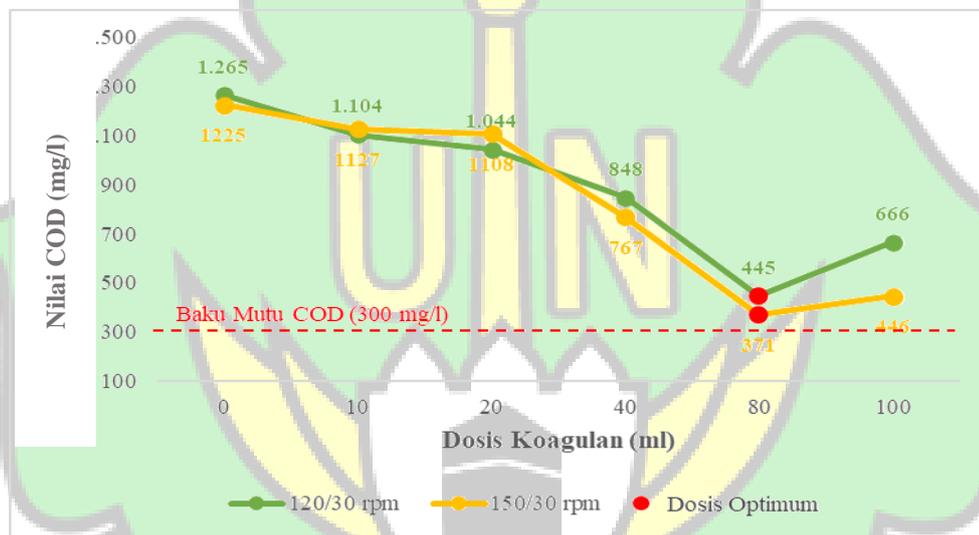
Tabel 4. 3 Pengaruh variasi dosis koagulan ekstrak biji trembesi dan kecepatan pengadukan terhadap penurunan kadar COD pada air limbah pasar ikan

No	Dosis (ml)	Kecepatan Pengadukan	Kadar COD awal	Kadar COD akhir	Efisiensi	Baku mutu
1.	0			1,265	12,6	
2.	10			1,104	23,8	
3.	20	120 Rpm		1.044	27,9	
4.	40	30 Rpm		848	41,4	
5.	80			445	69,2	
6.	100			666	54,1	
7.	0		1449	1.225	13,3	300
8.	10			1.127	22,2	
9.	20	150 Rpm		1.108	23,3	
10.	40	30 Rpm		767	47,6	
11.	80			371	74,3	
12.	100			446	69,2	

(Sumber: Hasil penelitian di laboratorium, 2024)

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dilihat terjadi penurunan nilai parameter COD pada perlakuan kecepatan pengadukan cepat 120 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm, dari nilai kadar COD awal yaitu 1449 mg/L menjadi 1.265 mg/L. Setelah penambahan ekstrak biji trembesi terjadi penurunan nilai COD pada dosis koagulan 20 ml menjadi 1044 mg/L. Kemudian pada dosis koagulan 80 ml terjadi penurunan 445 mg/L, dan pada penambahan dosis 100 ml kadar COD mengalami kenaikan menjadi 665 mg/L.

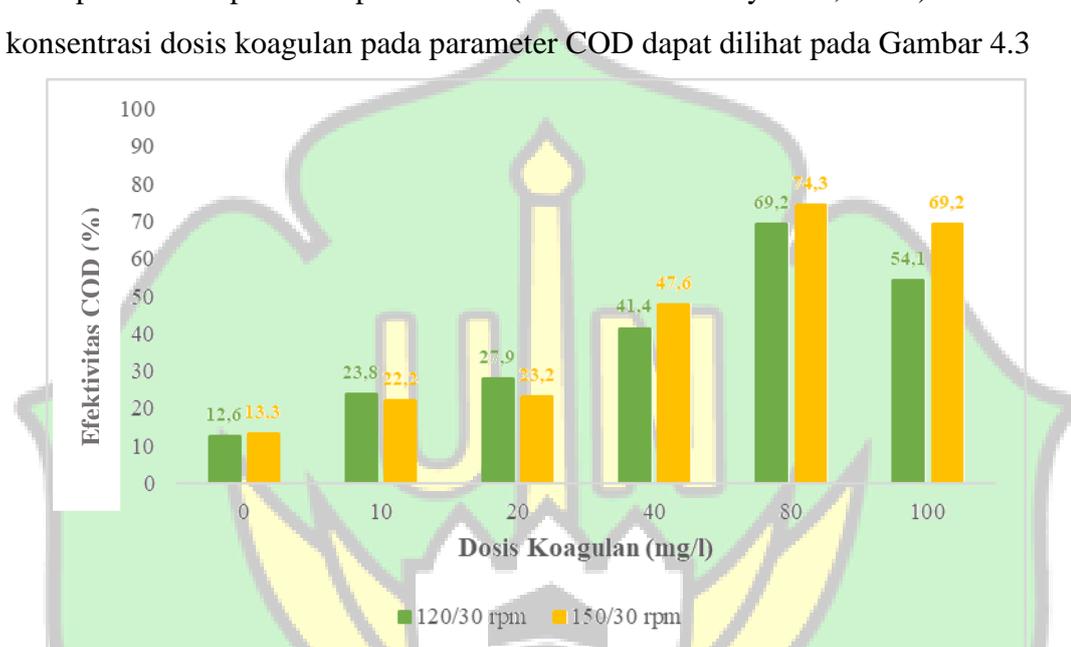
Kecepatan pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm pada perlakuan penurunan konsentrasi COD dengan nilai 1.255 mg/L. Penambahan dosis koagulan 10 ml mengalami penurunan menjadi 1.127 mg/L. Pada penambahan ekstrak koagulan 80 ml mengalami penurunan nilai dengan konsentrasi 371 mg/L. Namun pada penambahan dosis koagulan 100 ml terjadi kenaikan pada nilai COD. Berdasarkan uraian di atas semakin banyak penambahan dosis ekstrak koagulan biji trembesi ke dalam sampel air limbah tidak menjamin penyisihan terhadap karakteristik parameter COD. Penyisihan kadar COD dengan beberapa variasi dosis dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap penurunan kadar COD

Pada Gambar 4.2 terjadi penurunan nilai parameter COD dari kadar awal 1449 mg/L turun menjadi 445 mg/L pada dosis 80 ml dengan kecepatan pengadukan cepat 120 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm, pada pengadukan kecepatan 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm penurunan nilai menjadi 371 mg/L. Dengan banyaknya penambahan dosis koagulan ekstraksi biji trembesi maka terjadi penurunan kadar COD semakin baik hal ini diduga karena koagulan biji trembesi mengandung senyawa protein yang bersifat sebagai polielektrolit. Menurut Adira dkk (2020), bahwa protein dapat berikatan dengan bahan organik dan partikel koloid pada air limbah sehingga dapat menyisihkan nilai COD. Pada penambahan konsentrasi

koagulan dari ekstraksi biji trembesi dengan variasi dosis 100 ml mengalami kenaikan nilai COD. Kenaikan nilai COD dikarenakan meningkatnya zat organik yang ada dalam koagulan ekstraksi biji trembesi yang tidak dapat didegradasi dikarenakan jumlah yang berlebihan di dalam sampel yang dapat mengakibatkan sisa zat organik dan anorganik yang tidak dapat terdegradasi akan terjadi kenaikan nilai pada COD pada sampel limbah (Susilo dan Sulistyawati, 2019) Penurunan konsentrasi dosis koagulan pada parameter COD dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap efektivitas penurunan konsentrasi COD

Pada Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa penurunan konsentrasi parameter COD tertinggi pada dosis 80 ml dengan kecepatan pengadukan 120 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan persen penurunan 74,3 %, dan penurunan COD paling rendah pada variasi dosis 0 dengan persentase 12,6 %. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Putra dkk (2013), dinyatakan bahwa nilai yang efektif apabila dapat menurunkan nilai <50%. Dapat disimpulkan bahwa koagulan dari ekstrak biji trembesi belum efektif untuk menyisihkan konsentrasi COD pada air limbah pasar ikan Al-Mahira Kota Banda Aceh.

4.4 Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Penurunan Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) Pada Air Limbah Pasar Ikan

TSS adalah padatan yang tersuspensi dalam larutan, yang termasuk bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dalam perairan. Kadar TSS adalah salah satu parameter yang dipertimbangkan, terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi nilai TSS yaitu waktu kontak dan tegangan, konsentrasi TSS pada air limbah pasar ikan melebihi baku mutu yang sudah ditetapkan oleh Pemerintah Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014. Tingginya nilai TSS pada air limbah pasar ikan dapat menghambat masuknya sinar matahari ke area air limbah dan menyebabkan terhalangnya proses fotosintesis dan mengakibatkan berkurangnya kadar oksigen dalam air limbah (Winarsih dkk.,2016)

Konsentrasi TSS air limbah pasar ikan Al-Mahira Lamdingin Kota Banda Aceh pada saat pengujian awal yaitu 786 mg/L konsentrasi TSS melebihi baku mutu air limbah pasar ikan yang sudah ditetapkan dengan kadar TSS maksimum 100 mg/L. Dalam penelitian ini analisis TSS untuk melihat seberapa besar penurunan kadar TSS yang ada penambahan ekstrak biji trembesi dalam proses koagulasi-flokulasi. Adapun nilai penurunan parameter TSS setelah melalui proses koagulasi-flokulasi dan pengendapan dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4. 4 Pengaruh variasi dosis koagulan ekstrak biji trembesi terhadap penurunan konsentrasi TSS pada air limbah pasar ikan

No	Dosis (ml)	Kecepatan Pengadukan	Kadar TSS awal (mg/L)	Kadar TSS akhir (mg/L)	Efisiensi (%)	Baku mutu (mg/L)
1.	0			692	11,9	
2.	10			516	34,3	
3.	20	120 Rpm		172	78,1	
4.	40	30 Rpm		82	89,5	
5.	80			279	64,5	
6.	100			444	43,5	
7.	0		786	687	12,5	100
8.	10			476	39,4	
9.	20	150 Rpm		176	77,6	
10.	40	30 Rpm		92	88,2	
11.	80			102	87,1	
12.	100			435	44,6	

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat pada pengujian awal kadar nilai TSS sebesar 786 mg/L dan terjadi penurunan terhadap konsentrasi TSS pada variasi pengadukan cepat 120 Rpm dan pengadukan lambat 30 Rpm dengan perlakuan tanpa penambahan koagulan mendapatkan nilai sebesar 692 mg/L. Penambahan dosis koagulan ekstraksi biji trembesi 10 ml dan 20 ml menjadi penurunan konsentrasi TSS menjadi 276 mg/L dan 176 mg/L. Pada dosis 40 ml terjadi penurunan TSS tertinggi menjadi 92 mg/L. Pada kecepatan pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm tanpa penambahan koagulan, memperoleh konsentrasi awal 786 menjadi 687 mg/L. Penambahan dosis koagulan 40 ml mengalami penurunan konsentrasi TSS paling tinggi dengan nilai 92 mg/L dan terjadi peningkatan pada dosis 80 ml menjadi 102 mg/L hal ini disebabkan adanya pemberian dosis koagulan alami yang terlalu besar, dapat mengakibatkan proses pembentukan koloid bergabung membentuk makroflok, sehingga menyisakan koloid yang lebih sedikit. Namun pemberian dosis di atas kadar optimum menyebabkan terhambatnya proses pembentukan flok (Susilawati, 2022). Berikut perbandingan kenampakan fisik air limbah pasar ikan pada saat perlakuan kontrol dan penambahan koagulan dapat dilihat pada Gambar 4.4

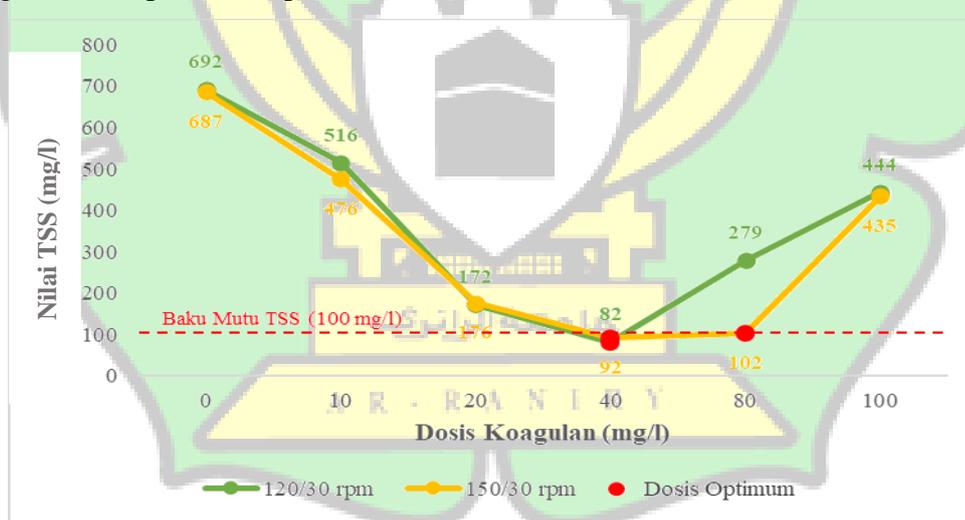


Gambar 4.4 Penampakan air limbah pasar ikan sebelum dan sesudah penambahan koagulan

Pada Gambar 4.4 pada saat penambahan koagulan ekstraksi biji trembesi dosis 40 ml partikel yang terdapat pada air limbah pasar ikan mengalami pengendapan yang bagus. Dapat ditandai dengan perubahan warna pada gambar *beaker glass* yang berisi air limbah pasar ikan. Dimana air limbah yang di *beaker glass* di atas terlihat lebih jernih dan terdapat gumpalan di bagian dasar *beaker glass* dibandingkan dengan

perlakuan kontrol. Pada penambahan dosis 40 ml dan 80 ml terjadinya pembentukan flok yang baik karena koagulan yang pas dan tepat pada dosis tersebut menyebabkan pengotor dari air limbah pasar ikan di serap oleh koagulan dan saling mengikat dan mengendap. Pembentukan flok seperti yang terlihat pada Gambar 4.4. terjadi dikarenakan adanya penambahan koagulan yang mengandung senyawa protein sehingga dapat mengikat partikel-partikel yang bermuatan negatif pada air limbah sehingga partikel-partikel tersebut terdestabilisasi membentuk ukuran partikel yang lebih besar yang dapat terendapkan (Hendrawati dkk.,2013). Oleh karena itu dibutuhkan penambahan dosis koagulan yang tepat untuk mendapatkan hasil yang optimum.

Sedangkan pada perlakuan kontrol tanpa adanya pembubuhan koagulan tetap terjadi penurunan terhadap konsentrasi TSS hal ini terjadi karena adanya proses pengadukan cepat dan pengadukan lambat yang menyebabkan terjadinya pengikatan antar muatan positif dan negatif dalam air sehingga flok mengalami pengendapan. Berikut kadar penyisihan TSS variasi dosis dan kecepatan pengadukan dapat dilihat pada Gambar 4.5.

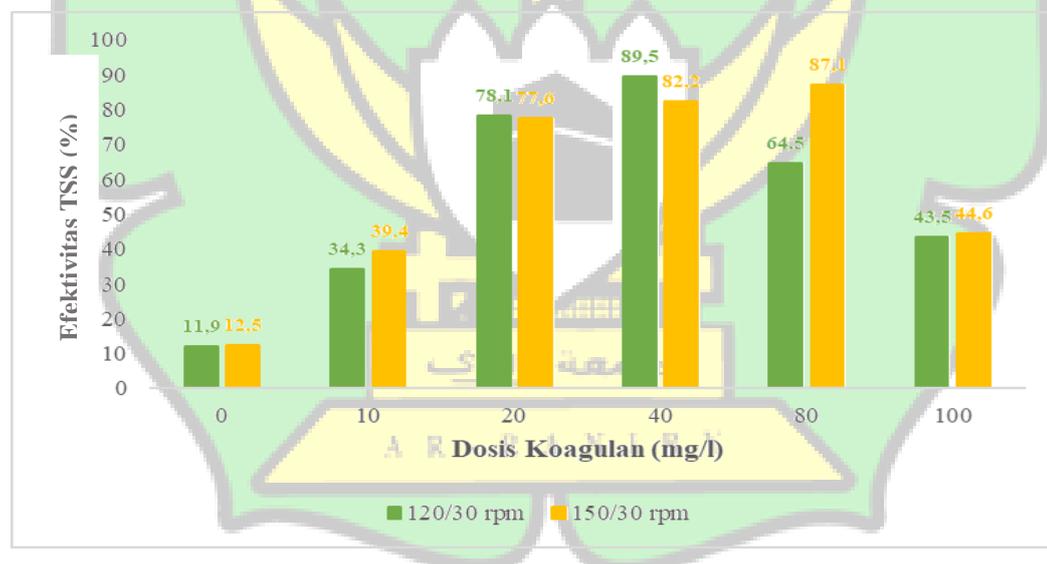


Gambar 4.5 Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap penurunan konsentrasi TSS

Pada Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa terjadinya penurunan dan kenaikan konsentrasi TSS. Penurunan konsentrasi TSS terbesar pada kecepatan pengadukan

cepat 150 Rpm dan pengadukan lambat 30 Rpm dengan pembubuhan dosis koagulan 40 ml. Hal ini dikarenakan semakin tinggi kecepatan pengadukan, semakin baik proses koagulasi-flokulasi yang berlangsung. Berdasarkan penelitian (Angraini dkk., 2016) menyatakan bahwa kecepatan pengadukan juga berpengaruh terhadap proses koagulasi. Kecepatan pengadukan mampu meningkatkan kontak serta tumbukan antar partikel-partikel koloid dengan koagulan sehingga memudahkan penggumpalan flok dan membantu proses pengendapan. Akan tetapi apabila kecepatan pengadukan yang berlebihan menyebabkan flok akan terpecah kembali menjadi partikel-partikel kecil yang mengendap.

Dosis optimum dalam menurunkan konsentrasi TSS pada air limbah pasar ikan terjadi pada dosis 40 ml sehingga menjadi 92 mg/L, penurunan tersebut sudah memenuhi baku mutu TSS yang telah diterapkan oleh Permen LH No 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah pasar ikan yaitu 100 mg/L. Penyisihan TSS setelah dilakukannya koagulasi-flokulasi dengan menggunakan *jar test* dan pengendapan selama 60 menit dengan variasi dosis koagulan dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap efektivitas penurunan konsentrasi TSS

Pada grafik Gambar 4.6 penurunan konsentrasi TSS tertinggi adalah pada dosis koagulan 40 ml pada pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm yaitu diperoleh penurunan konsentrasi TSS sebesar 87,1%, pada penurunan

tersebut terjadi karena air limbah pasar ikan terserap oleh koagulan ekstraksi biji trembesi. Sedangkan penurunan konsentrasi TSS terendah yaitu pada dosis 0 ml dengan pengadukan cepat 120 Rpm dan pengadukan lambat 30 Rpm diperoleh penurunan TSS mencapai 11,9%. Pemberian dosis koagulan yang terlalu kecil mengakibatkan proses pembentukan flok kurang maksimal, sehingga menyisakan partikel koloid yang lebih banyak. Semakin bertambahnya dosis koagulan yang diberikan, maka partikel koloid yang bergabung membentuk makroflok semakin banyak, sehingga menyisakan koloid yang lebih sedikit. Namun, pemberian dosis di atas kadar optimum menyebabkan terhambatnya proses pembentukan flok.

4.5 Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Penurunan Kadar Kekeruhan Pada Air Limbah Pasar Ikan

Pada penelitian ini untuk tingkat kekeruhan dapat menggunakan pengolah koagulasi-flokulasi dan menggunakan koagulan ekstraksi biji trembesi. Untuk parameter kekeruhan tidak termasuk ke dalam baku mutu air limbah pasar ikan akan tetapi tetap dilakukannya pengujian parameter kekeruhan untuk melihat perubahan pada parameter secara fisik sebelum dilakukannya atau sesudah dilakukannya proses koagulasi-flokulasi pada limbah pasar ikan. Parameter kekeruhan pada air limbah pasar ikan pada saat pengujian pendahuluan mendapatkan nilai 99,1 NTU. Setelah dilakukannya koagulasi-flokulasi menggunakan metode *jar test*, dengan variasi dosis koagulan ekstrak biji trembesi dan kecepatan pengadukan dapat mempengaruhi penurunan terhadap kadar kekeruhan pada limbah pasar ikan Al-Mahira Lamdingin Kota Banda Aceh dapat dilihat pada Tabel 4.5

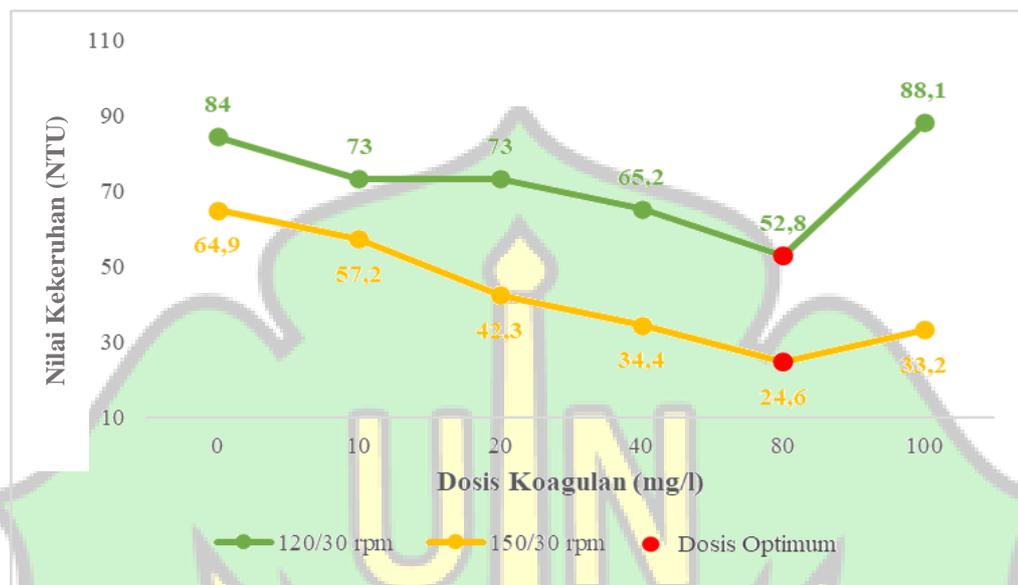
Tabel 4. 5 Pengaruh variasi dosis koagulan biji trembesi dan kecepatan pengadukan terhadap penurunan kadar kekeruhan pada air limbah pasar ikan

No	dosis (ml)	Kecepatan Pengadukan	Kadar Kekeruhan awal(NTU)	Kadar Kekeruhan akhir (NTU)	Efisiensi (%)
1.	0			84,3	14,9
2.	10			73,2	26,1
3.	20	120 Rpm		73,1	26,2
4.	40	30 Rpm		65,2	34,2
5.	80			52,8	46,7
6.	100			88,1	11,0
7.	0		99,1	64,9	34,5
8.	10			57,2	42,2
9.	20	150 Rpm		42,3	57,3
10.	40	30 Rpm		34,4	65,2
11.	80			24,6	75,1
12.	100			33,2	66,4

(Sumber : Hasil pengujian pada laboratorium)

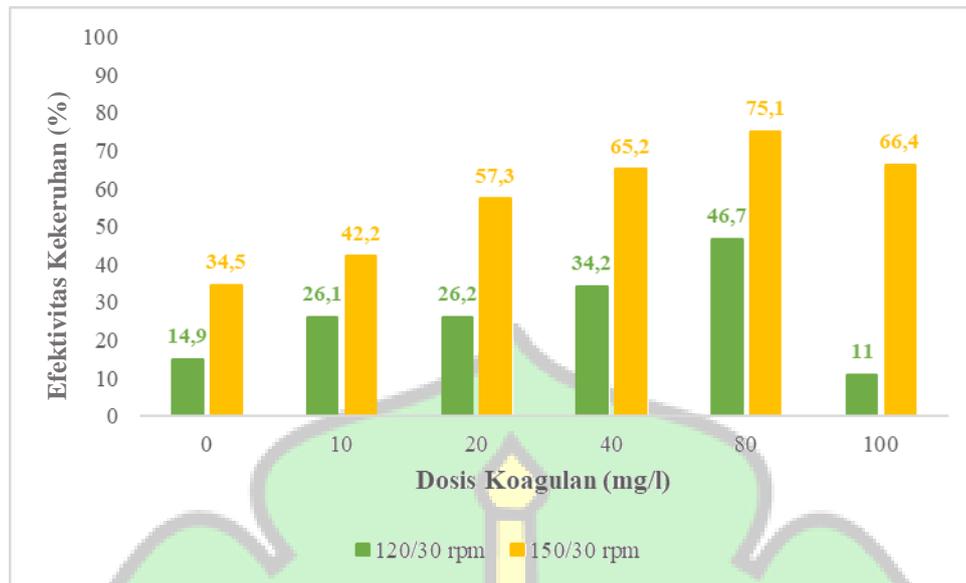
Pada Tabel 4.5 diketahui nilai dari variasi 0 dengan pengadukan cepat 120 rpm dan pengadukan lambat 30 Rpm kadar kekeruhan mengalami penurunan dengan nilai awal 99,1 NTU menjadi 84,3 NTU. Setelah penambahan ekstrak biji trembesi pada variasi 80 ml terjadi penurunan nilai kekeruhan 52,8 NTU, pada dosis 100 ml terjadi kenaikan kekeruhan dengan nilai 88,1 NTU, pada pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm juga mengalami penurunan pada variasi dosis 0 menurunkan kadar kekeruhan sebanyak 64,9 NT, pada penambahan dosis koagulan 80 ml mengalami penurunan nilai kekeruhan yaitu 24,6 NTU, namun pada penambahan dosis koagulan ekstraksi biji trembesi 100 ml mengalami kenaikan nilai kekeruhan sebanyak 33,2 NTU. Menurut Mustafiah dkk (2018), kenaikan nilai kekeruhan dapat terjadi dikarenakan tidak semua partikel koagulan berinteraksi dengan partikel koloid untuk membentuk flok dalam air sehingga koagulan

ekstrak biji trembesi mempengaruhi nilai kekeruhan menjadi lebih tinggi dikarenakan koagulan sudah bertindak sebagai pengotor. Penyisihan kadar kekeruhan dengan beberapa variasi dosis koagulan dari variasi kecepatan pengadukan dan pengadukan lambat dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap penurunan konsentrasi kekeruhan

Dari Gambar 4.7 menunjukkan banyaknya penambahan koagulan ekstrak biji trembesi memberikan hasil yang bagus dalam menggradasikan polutan pada air limbah pasar ikan. Hal ini disebabkan adanya peningkatan dosis koagulan dapat menyebabkan berkurangnya partikel tersuspensi yang ada pada air limbah pasar ikan. Jika dibandingkan dengan grafik penurunan kadar TSS memiliki penurunan grafik yang sama, namun pada dosis koagulan 100 ml terjadi perbedaan karena pada suatu waktu penurunan kadar TSS dan kekeruhan tidak selalu berhubungan secara linier, kadar TSS yang lebih kecil tidak memastikan nilai kekeruhan lebih kecil pula, karena selain padatan tersuspensi penyebab kekeruhan juga terdapat faktor lain yang dapat disebabkan oleh warna atau zat tersuspensi lainnya (Ainurrofiq dkk., 2017). Penyisihan kadar kekeruhan dengan beberapa variasi dosis koagulan dan variasi kecepatan pengadukan dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap efektivitas penurunan kadar kekeruhan.

Dapat dilihat pada Gambar 4.8 dosis optimum pada penurunan limbah pasar ikan pada koagulan dosis 80 ml dengan kecepatan pengadukan 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm, penambahan dosis optimum pada limbah pasar ikan menurunkan kekeruhan Paling besar 75,1 %. Asam amino memiliki muatan positif yang dapat berikatan dengan partikel-partikel muatan negatif dalam air limbah dan menyebabkan partikel-partikel tersebut terdestabilisasi dan membentuk partikel-partikel yang ukurannya lebih besar kemudian dapat terendapkan dengan baik (Ratnayani dkk., 2017). Penurunan parameter kekeruhan dapat dipengaruhi oleh waktu pengendapan, karena semakin lama waktu pengendapan yang diberikan maka semakin banyak endapan yang terbentuk (Adira, 2020). Berdasarkan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa dengan adanya pembubuhan koagulan biji trembesi pada dosis optimum mampu menyisihkan kadar kekeruhan hingga 75,1%. Menurut Putra dkk (2013), menyebutkan bahwa apabila penurunan yang didapatkan >50%, maka dikatakan efektif sebagai koagulan alami. Koagulan alami dari biji trembesi sangat efektif digunakan dalam menyisihkan konsentrasi kekeruhan dikarenakan hasil yang didapatkan >50%.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Efektivitas Kemampuan ekstrak biji trembesi dalam menyisihkan parameter COD, terbesar mencapai 74,3%, pada variasi dosis 80 ml, di kecepatan pengadukan 150/30 rpm, untuk parameter TSS 89,5%, pada variasi dosis 40 ml, di kecepatan pengadukan 120 rpm pengadukan lambat 30 rpm dan efektivitas kekeruhan mencapai 75,1%, pada penambahan dosis koagulan 80 ml, pada kecepatan pengadukan 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm
2. Kecepatan pengadukan cepat yang optimum untuk menurunkan kadar TSS adalah pada kecepatan pengadukan cepat 120 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm, pada penambahan dosis koagulan 40 ml menurunkan kadar TSS menjadi 82 mg/L efisiensi penurunan konsentrasi TSS mencapai 89,5%. Sedangkan untuk parameter COD dan kekeruhan adalah pada kecepatan pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm, pada penambahan dosis 80 ml menurunkan kadar COD 371 mg/L sedangkan untuk parameter kekeruhan menurunkan mencapai 24,6 mg/L pada penambahan dosis 80 ml/L dan menyisihkan konsentrasi kekeruhan mencapai 75,1%.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah

1. Disarankan memvariasi untuk kecepatan pengadukan cepat 200 rpm menggunakan ekstraksi biji trembesi untuk melihat pengaruh efektivitas penyisihan.
2. Sebaiknya melakukan pH *adjustment* sebelum pengolahan koagulasi-flokulasi menggunakan ekstraksi biji trembesi sebagai koagulan pada air limbah pasar ikan untuk mendapatkan pH ideal.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, Y.T., Marufi, I., & Moelyaningrum, A.D. (2019). Pemanfaatan Biji Trembesi (*Samanea Saman*) sebagai Koagulan Alami untuk Menurunkan BOD, COD, TSS dan Kekeruhan pada Pengolahan Limbah Cair Tempe. *Teknologi Pertanian*. 2(3):92-96
- Amri, I., Awalsya, F & Irdoni. (2020). Pengolahan Limbah Cair Industri Pelapisan Logam dengan Proses Elektrokoagulasi secara Kontinu. *Chempublish Journal*. 5(1):15-26.
- Ambarini, N. S. B. (2016). Perlindungan dan Pengembangan Usaha Mikro Kecil Bidang Perikanan sebagai Upaya Pengendalian Pencemaran Wilayah Pesisir dan Laut. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 3(1), 31-50.
- Ariningrum, N. D., Nurjanah, B. A. D., Maulana, M. R., & Harismah, K. (2020). Uji efektivitas gel hand sanitizer sebagai antiseptik tangan berbasis ekstrak daun trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr) dan stevia. Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek) Ke-5.
- Ariati, N. K. (2017). Skrining Potensi Jenis Biji Polong-Polongan (*Famili fabaceae*) dan Biji Labu-Labuan (*Famili cucurbitaceae*) sebagai Koagulan Alami Pengganti Tawa. *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*. 11(2), 135-139.
- Aslamiah, S.S., Yulianti, E., Jannah, A. (2013). Aktivitas Koagulasi Ekstrak Biji Kelor (*Moringan Oleifera L*) dalam laurtan NaCl terhadap Limbah Cair IPALI. PT. Sier Pier Pasuruan, Alchemy., (2):178-183.
- Azmi. (2016). Faktor faktor yang Mempengaruhi Produksi Jeruk Besar (*Citrus Grandis L.Osbeck*) di Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*
- Africanisa, R. D., & Ningsih, E. (2021). Efektivitas Penambahan Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Perikanan. *Journal of Industrial Process and Chemical Engineering (JOICHE)*, 1(2), 64–69.
- Andiwijaya, A. F. (2018). Alternatif Koagulan Alami Sebagai Pengganti atau Pembantu Aluminium Sulfat pada Proses Pengolahan Air Minum. Skripsi

- Astuti, D., & Rosemalia, I. (2022). Review: Penurunan BOD (Biological Oxygen Demand) Limbah Cair Domestik dengan Fitoremediasi. *Jurnal Unitek*, 15(1).
- Adira, R., Ashari, T. M., dan Rahmi, R. (2020). Pemanfaatan Biji Trembesi (*Samanea saman*) Sebagai Biokoagulan pada Pengolahan Limbah Cair Domestik. *AMINA*, 2(3), 1–63.
- Angraini, S., Pinem, J. A., dan Saputra, E. (2016). Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Tekanan Pemompaan pada Kombinasi Proses Koagulasi dan Membran Ultrafiltrasi dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Karet, *Jom FTEKNIK*, 3(1), 1-9.
- Ainurrofiq, M. N., Purwono, dan Hadiwidodo, M. (2017). Studi Penurunan TSS, Turbiditas dan COD dengan Menggunakan Kitosan dari Limbah Cangkang Keong Sawah. *Teknik Lingkungan*, 6(1).
- Aji, M., Nisak, F., & Ika Pratiwi, Y. (2018). Pemanfaatan Limbah Cair Ikan Tuna Terhadap Pertumbuhan Tanaman *Pakchoy Dengan Wick System Hydroponik*. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 3(2), 186–193.
- Al Kholif, M. (2020). Pengelolaan air limbah domestik. Scopindo Media Pustaka.
- Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh.(2021). Kota Banda Aceh Dalam Angka 2021. Banda Aceh: BPS Kota Banda Aceh
- Dinas Kelautan dan Perikanan Aceh (2019). Potensi perikanan yang melimpah
- Effendi H. (2003). Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta : Kanisius.
- Effendi, H., & Hariyadi, S. (2017). *Tamarindus indica Seed as Natural Coagulant for Traditional Gold Mining Wastewater Treatment*. *World Applied Sciences Journal*, 35(3), 330–333.
- Febrianti, M., Pramitasari, N., & Kartini, A. M. (2023). Dosis Koagulan Optimum pada Proses Koagulasi Flokulasi Menggunakan Koagulan Serbuk Biji Hanjeli dalam Menurunkan Kekeruhan. *Dampak*, 20(1), 1-7.
- Hendrawati, Syamsumarsih D. dan Nurhasni. (2018). Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica L.*) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus L*) Sebagai Koagulan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah. *Valensi*, 3(1), 23-25.

- Irianti, F. D. (2016). Pemanfaatan Biji Trembesi (*Samanea saman*) Sebagai Koagulan Alami pada Pengolahan Limbah Cair (*Samanea saman*). Skripsi.
- Jiyah, Bambang Sudarsono & Abdi Sukmono. (2017). Studi Distribusi Total Suspend Solid (TSS) di Perairan Pantai Kabupaten Demak Menggunakan Citra Landsat. *Jurnal Geodesi Undip*. 6(1):41-47
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2014). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Kristianto, H., Jennifer, A., Sugih, A. K., dan Prasetyo, S. (2020). Potensi Polisakarida dari Limbah Buah-buahan Sebagai Koagulan Alami dalam Pengolahan Air dan Limbah Cair: Review. *Jurnal Rekayasa Proses*, 14(2),
- Lestari, A.P., & Ain, C. (2014). Karakteristik dan toksisitas limbah cair dari kegiatan perikanan di pasar kobong, Semarang terhadap *Chlorella Sp.* *Management of Aquatic Resources Journal*. 3(4):201-207
- Martina, A., Santoso, D., & Novianti, J. (2018). Aplikasi Koagulan Biji Asam Jawa dalam Penurunan Konsentrasi Zat Warna Drimaren Red pada Limbah Tekstil Sintetik pada Berbagai Variasi Operasi. *Rekayasa Proses*, 12(2), 98– 103.
- Munthe, S. A., Harianja, P. P., & Brahmana, N. (2021). Analisis Perbandingan Penurunan Kadar BOD Pada Limbah Cair Pencucian Ikan Di Beberapa Pasar Tradisional Kota Medan Dengan Metode Lumpur Aktif Tahun 2020. *Teknologi, Kesehatan Dan Ilmu Sosial*, 3(1), 33–42.
- Mustafiah, M., Darnengsih, D., Sabara, Z., dan Abdul Majid, R. (2018). Pemanfaatan Kitosan dari Limbah Kulit Udang Sebagai Koagulan Penjernihan Air. *Journal Of Chemical Proses Engineering*, 3(1), 21.
- Mukhtarini. (2014). Mukhtarini, “Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif,” *J. Kesehat.*, vol. VII, no. 2, p. 361, 2014. *J. Kesehat.*, VII(2), 361.
- Nur Sulitiyo Budi Ambarini. (2016). Perlindungan dan Pengembangan Usaha Mikro Kecil Bidang Perikanan sebagai Upaya Pengendalian Pencemaran Wilayah Pesisir dan Laut. 3(1):31-5Z

- Nurjanah, S., Zaman, B., & Syakur, A. (2017). Penyisihan BOD dan COD Limbah Cair Industri Karet dengan Sistem Biofilter Aerob dan Plasma Dielectric Barrier Discharge (DBD). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1–14.
- Nafisah, A. (2020). Degradasi Kandungan Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Limbah Tenun Oleh Bakteri Endofit. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Nurhayati, I., Vigiani, S., & Majid, D. (2020). Penurunan Kadar Besi (Fe), Kromium (Cr), COD dan BOD Limbah Cair Laboratorium dengan Pengenceran, Kougulasi dan Adsorpsi. *Ecotrophic*, 14(1), 74-87.
- Oktavianti putri dan Rustanti, malik. (2020). Pemanfaatan Ekstrak Biji Trembesi (*Samanea Saman*) Sebagai Koagulan Dalam Menurunkan Kandungan Padatan Tersuspensi, Dan Zat Organik Air Buangan Produksi Tahu. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 12(2), 38-43.
- Putri, C.I (2020). Pengolahan Air Sungai menjadi Air Bersih dengan Proses Elektroflotasi-Biokoagulasi menggunakan Lidah Buaya (*Aloe Vera*) dan Jagung (*Zea Mays*). Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Putri, W. O., Rustanti, I., & Marlik. (2020). Pemanfaatan Ekstrak Biji Trembesi (*Samanea saman*) Sebagai Koagulan dalam Menurunkan Kandungan Padatan Tersuspensi dan Zat Organik Air Buangan Produksi Tahu. *Jurnal Envirotek*. 12(2). 41-43.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. No.1815,2014 KEMEN LH. Baku Mutu Air Limbah, 52(2), 174–180.
- Putra, R., Buyung, L., Darwis, M., dan Ahmad, M. R. (2013). Pemanfaatan Biji Kelor sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Limbah Cair Industri Tahu dengan Menggunakan Jar test. *Jurnal Teknik Kimia*,2(2).

- Putra, R. S., Iqbal, A. M., Rahman, I. A., dan Sobari, M. (2019). Evaluasi Perbandingan Koadulan Sintesis dengan Koagulan Alami dalam Proses Koagulasi untuk Mengolah Limbah Laboratorium. *Jurnal Mahasiswa*, 11(1), 1–4.
- Ramadani, Suci. Pengaruh Pemberian Pupuk Hijau Cair Kihujan (*Samanea saman*) dan Azolla (*Azolla pinnata*) terhadap Kandungan NDF Dan ADF pada Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*). Diss. 2016.
- Ratnayani, N. K. (2017). Skrining Potensi Jenis Biji Polong-Polongan (Famili fabaceae) dan Biji Labu-Labuan (*Famili cucurbitaceae*) Sebagai Koagulan Alami Pengganti Tawas. *Jurnal Kimia*. 11(1), 15-22.
- Rahimah, Z., Heldawati, H & Syauqiah, L. (2016). Pengolahan Limbah Fetergen dengan Metode Koagulasi-Flokulasi menggunakan Koagulan Kapur dan PAC. *Jurnal Konversi UNLAM*. 5(2):13-19
- Ro'du Dhuha Afrianisa, E. N. (2021). Efektivitas Penambahan Biji Asam Jawa sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Perikanan.
- Rusydi, A. F., Suherman, D., & Sumawijaya, N. (2017). Pengolahan Air Limbah Tekstil Melalui Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Menggunakan Lempung sebagai Penyumbang Partikel Tersuspensi. *Arena Tekstil*, 31(2), 105–114.
- SNI. (2008). SNI.6989.59.2008 metode pengambilan contoh air limbah.
- Siti, Nurjanah., Badrus Zaman & Abdul Syukur. (2017). Penyisihan BOD dan COD Limbah cair Industri Karet dengan Sistem Biofilter Aerob dan Plasma Dielektrik Barrier Bischarge (DBD). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6(1):1-14
- Salamah, U.H., & Rahmanto, T.A. (2021) Pengaruh Media Biofiltrasi Anaerob untuk Mendegradasi COD, TSS dan NH3-N pada Limbah Cair Pencucian Ikan. *ESEC*. 2(1):117-121
- Saptawati Tunik, Ema Dayanti, Fristca Aulia Rachma. (2022). Pemeriksaan Fitokimia Ekstrak Etanol Biji Buah Trembesi. *Science and Community PHarmacy Journal*. 1(2)
- Sarwono, Edhi., dkk. (2017). Penurunan Kadar TSS, BOD, dan Total Coliform Menggunakan Horizontal Roughing Filtration. Universitas Mulawarman.

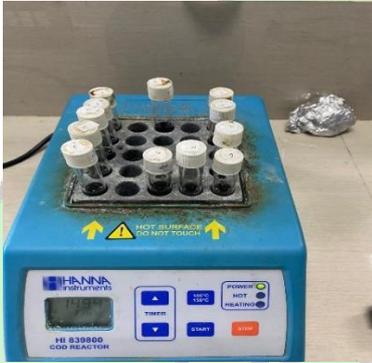
- SNI-6989.2. (2009). Air dan Air Limbah: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi. Sni, 6989.2, 1–16.
- Santoso, A. A., Sudarsono, B., & Sukmono, A. (2017). Analisis Pengaruh Tingkat Bahaya Erosi Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengawan Solo Terhadap Total Suspended Solid (TSS) Di Perairan Waduk Gajah Mungkur. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4), 463–473
- Susilawati. (2020). Pemanfaatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Susuh Kura (*Sulcospira testudinaria*) Sebagai Biokoagulan untuk Menurunkan Kadar TSS dan COD Pada Limbah Cair RPH
- Susilo, N A., dan Sulistyawati, N. (2019). Penggunaan Asam Sulfat Sebagai Aktivator Fly Ash dalam Aplikasi Proses Koagulasi pada Pengolahan Limbah Cair Industri Pulp dan Kertas. *Vokasi Teknologi Industri*. 1(1), 1-9.
- Thi, H., Anh, H., Shamsavari, E., Bott, N. J., & Ball, A. S. 2021. Bioaugmentation of seafood processing wastewater enhances the removal of inorganic nitrogen and chemical oxygen demand. *Aquaculture*, Vol. 542.
- Ummah, I. R. (2017). Efektivitas penggunaan Ekstrak NaCl Biji Trembesi (*Samanea Saman*) sebagai Koagulan air tanah (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Wijaya., & Djuardi (2015). *Samanea saman* (rain tree). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry: *Permanent Agriculture Resources*, 2(1),1-15.
- Winnarsih, Emiyarti, dan Laode, A. (2016). Distribusi Total Suspended Solid Permukaan di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 1(2), 54-59.
- Wijayanti, R. F. A. (2021). Sringking fitokimia ekstrak biji trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr) dengan pelarut aquades (Sampel diambil di halaman Masjid Agung Al-Akbar Jambangan Surabaya) (Doctoral dissertation, Akademi Farmasi Surabaya).
- Yesinta. Tizna isa ., Marufi, I., & Anita. Dewi. (2019). Pemanfaatan biji trembesi (*samanea saman*) sebagai koagulan alami untuk menurunkan bod, cod, tss dan kekeruhan pada pengolahan limbah cair tempe. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 2(3), 92.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Eksperimen

	
Pengambilan sampel	Bak penampungan akhir limbah
	
Penjemuran biji trembesi	Penghalusn biji trembesi
	
Proses pengayakan, saringan 100 mesh	Penimbangan serbuk biji trembesi

	
<p>Pencampuran etanol ke dalam serbuk biji trembesi</p>	<p>Proses penyaringan ekstraksi</p>
	
<p>Ekstraksi biji trembesi dengan berbagai variasi</p>	<p>Proses koagulasi-flokulasi</p>
	
<p>Proses pengendapan selama 60 menit</p>	<p>Limbah pasar ikan setelah perlakuan</p>

	
<p>Proses pengecekan nilai pH</p>	<p>Proses pengujian parameter kekeruhan</p>
	
<p>Pemanasan sampel menggunakan COD reaktor selama 2 jam</p>	<p>Pengecekan nilai COD menggunakan COD meter</p>
	
<p>Penyaringan TSS menggunakan <i>vacum filtrasi 3 places</i></p>	<p>Penimbangan kertas saring TSS menggunakan timbangan analitik</p>

Lampiran 2. Perhitungan TSS

Rumus perhitungan TSS :

$$\text{TSS} = \frac{A-B}{V} \times 1000$$

Keterangan 6:

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

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

V adalah volume contoh uji (L)

1000 adalah konversi milliliter ke liter

- Kadar awal

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{A-B}{V} \times 1000 \\ &= \frac{0,2039 - 0,1253}{0,1} \times 1000 \\ &= 786 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

1. Perhitungan 120 rpm/ 30 rpm

- Perlakuan dengan dosis 0 ml

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{A-B}{V} \times 1000 \\ &= \frac{0,1945 - 0,12353}{0,1} \times 1000 \\ &= 692 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 10 ml

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{A-B}{V} \times 1000 \\ &= \frac{0,1945 - 0,12353}{0,1} \times 1000 \\ &= 516 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 20 ml

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{A-B}{V} \times 1000 \\ &= \frac{0,1425 - 0,1253}{0,1} \times 1000 \\ &= 172 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 40 ml

$$\begin{aligned}
 &= \frac{A-B}{v} \times 1000 \\
 &= \frac{0,1335 - 0,1253}{0,1} \times 1000 \\
 &= 82 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 80 ml

$$\begin{aligned}
 &= \frac{A-B}{v} \times 1000 \\
 &= \frac{0,1532 - 0,1253}{0,1} \times 1000 \\
 &= 279 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 100 ml

$$\begin{aligned}
 &= \frac{A-B}{v} \times 1000 \\
 &= \frac{0,1697 - 0,1253}{0,1} \times 1000 \\
 &= 444 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

2. Pengadukan 150 rpm/30 rpm

- Perlakuan dengan dosis 0 ml

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS per liter} &= \frac{A-B}{v} \times 1000 \\
 &= \frac{0,1940 - 0,1253}{0,1} \times 1000 \\
 &= 687 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 10 ml

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS per liter} &= \frac{A-B}{v} \times 1000 \\
 &= \frac{0,1729 - 0,1253}{0,1} \times 1000 \\
 &= 476 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan dengan dosis 20 ml

$$\begin{aligned}
 \text{Mg TSS per liter} &= \frac{A-B}{v} \times 1000 \\
 &= \frac{0,1429 - 0,1253}{0,1} \times 1000 \\
 &= 176 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan dengan dosis 40 ml

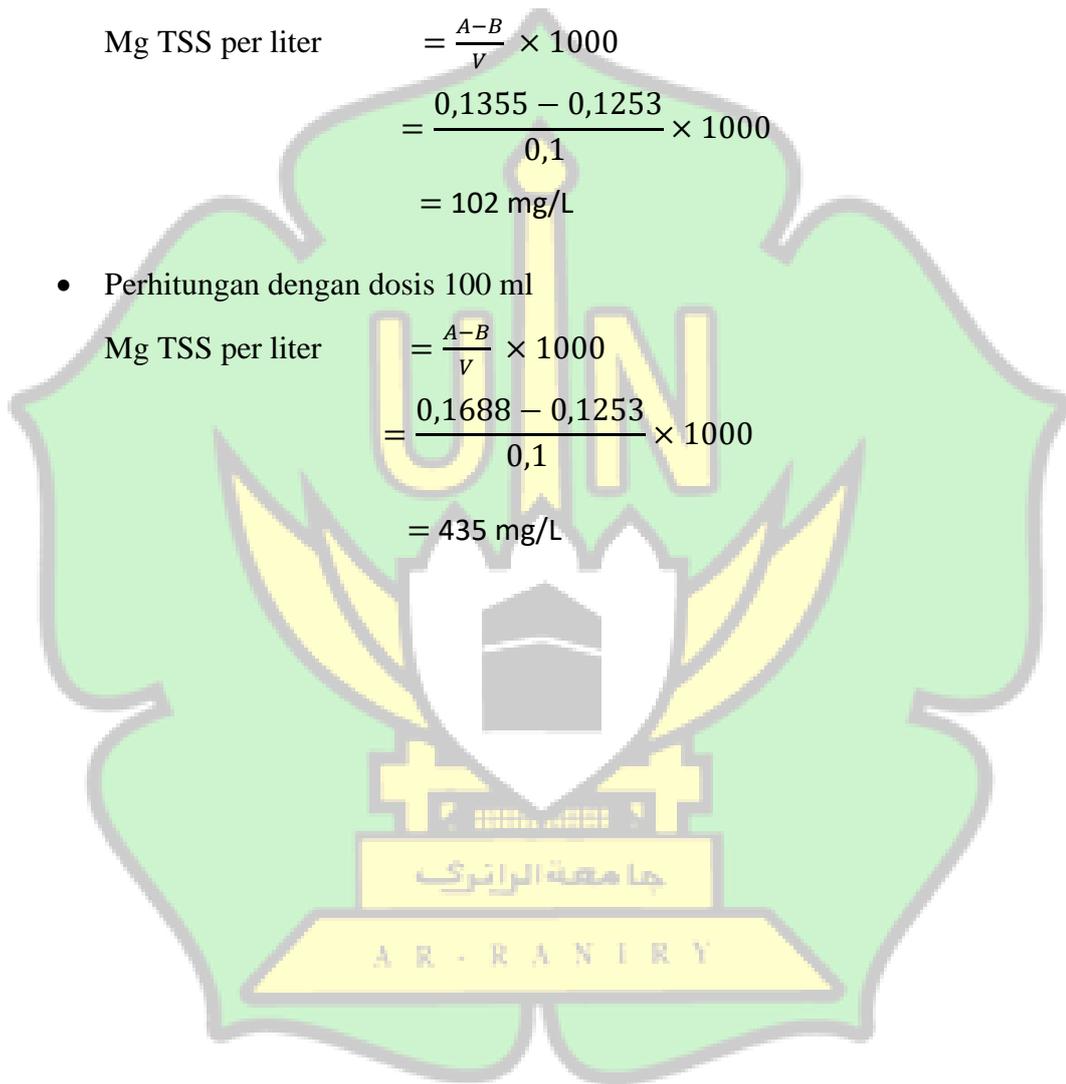
$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{A-B}{V} \times 1000 \\ &= \frac{0,1345 - 0,1253}{0,1} \times 1000 \\ &= 92 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

- Perhitungan dengan dosis 80 ml

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{A-B}{V} \times 1000 \\ &= \frac{0,1355 - 0,1253}{0,1} \times 1000 \\ &= 102 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

- Perhitungan dengan dosis 100 ml

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{A-B}{V} \times 1000 \\ &= \frac{0,1688 - 0,1253}{0,1} \times 1000 \\ &= 435 \text{ mg/L}\end{aligned}$$



Lampiran 3. Perhitungan Efektivitas penurunan parameter COD, TSS, dan kekeruhan.

- **Menghitung persentase penurunan COD pada dosis optimum (80 ml/L) pada pengadukan 120 rpm/30 rpm**

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{c_0 - c_1}{c_0} \times 100\% \\ &= \frac{1449 - 445}{1449} \times 100\% \\ &= 69 \%\end{aligned}$$

- **Menghitung persentase penurunan COD pada dosis optimum (80 ml/L) pada pengadukan 130 rpm/30 rpm**

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{c_0 - c_1}{c_0} \times 100\% \\ &= \frac{1449 - 371}{1449} \times 100\% \\ &= 74 \%\end{aligned}$$

- **Menghitung persentase penurunan kekeruhan pada dosis optimum (80 ml/L) pada pengadukan 120 rpm/30 rpm**

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{c_0 - c_1}{c_0} \times 100\% \\ &= \frac{99,1 - 52,8}{99,1} \times 100\% \\ &= 46,7 \%\end{aligned}$$

- **Menghitung persentase penurunan kekeruhan pada dosis optimum (80 ml/L) pada pengadukan 130 rpm/30 rpm**

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{c_0 - c_1}{c_0} \times 100\% \\ &= \frac{99,1 - 24,6}{99,1} \times 100\% \\ &= 75,1 \%\end{aligned}$$

- **Menghitung persentase penurunan TSS Pada dosis optimum (40 ml/L) pada pengadukan 120 rpm/30 rpm**

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{c_0 - c_1}{c_0} \times 100\% \\ &= \frac{786 - 82}{786} \times 100\% \\ &= 89 \%\end{aligned}$$

- Menghitung persentase penurunan TSS pada dosis optimum (40ml/L) pada pengadukan 130 rpm/ 30 rpm

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{c_0 - c_1}{c_0} \times 100\% \\ &= \frac{786 - 92}{786} \times 100\% \\ &= 88 \%\end{aligned}$$

