

**PENGOLAHAN AIR LIMBAH PASAR IKAN DENGAN
MEMANFAATKAN CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara
granosa*) SEBAGAI BIOKOAGULAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

ELSYA FARADILLA

NIM. 200702035

Mahasiswa Fakultas Sains Dan Teknologi

Program Studi Teknik Lingkungan



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

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR
PENGOLAHAN AIR LIMBAH PASAR IKAN DENGAN
MEMANFAATKAN CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara*
***granosa*) SEBAGAI BIOKOAGULAN**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:
ELSYA FARADILLA
NIM. 200702035
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui untuk Dimunagasyahkan Oleh:


Pembimbing I


Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901

Pembimbing II


Husnawati Yahya, M.Si.
NIDN. 2009118301

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan


Husnawati Yahya, M.Si.
NIDN. 2009118301

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
PENGOLAHAN AIR LIMBAH PASAR IKAN DENGAN
MEMANFAATKAN CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara*
***granosa*) SEBAGAI BIOKOAGULAN**

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 Gelar Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Kamis/19 Desember 2024
Kamis/17 Jumadil Akhir 1446 H
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua

Sekretaris

Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901

Husnawati Yahya, M.Si.
NIDN. 2009118301

Penguji I

Penguji II

Dr. Khairun Nisah, M.Si.
NIDN. 2016027902

Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
NIDN. 2002028301

Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Elsy Faradilla
NIM : 200702035
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Skripsi : Pengolahan Air Limbah Pasar Ikan Dengan
Memanfaatkan Cangkang Kerang Darah
(*Anadara granosa*) Sebagai Biokoagulan

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

1. Karya tulis ini dikerjakan sendiri dan mampu untuk bertanggung jawab atas apa yang ditulis;
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya pribadi, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari dosen pembimbing;
3. Tidak menggunakan karya-karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin dari pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi data dan memalsukan data penelitian;
5. Tidak melakukan plagiasi terhadap data orang lain.

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

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

Banda Aceh, 4 Desember 2024

Yang menyatakan,



Elsya Faradilla
NIM. 200702035

ABSTRAK

Nama : Elsy Faradilla
NIM : 200702035
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pengolahan Air Limbah Pasar Ikan Dengan Memanfaatkan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Sebagai Biokoagulan
Tanggal Sidang : Desember 2024
Jumlah Halaman : 85
Pembimbing I : Arief Rahman, M.T.
Pembimbing II : Husnawati Yahya, M.Sc.
Kata Kunci : Air limbah pasar ikan, biokoagulan cangkang kerang darah, koagulasi-flokulasi dan dosis optimum.

Air limbah pasar ikan memiliki tingkat COD, TSS, dan lemak yang tinggi, yang jika tidak diolah dapat mencemari lingkungan dan membahayakan organisme akuatik. Salah satu metode pengolahan yang efektif adalah koagulasi-flokulasi menggunakan biokoagulan dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan biokoagulan cangkang kerang darah dalam menurunkan parameter kualitas air seperti pH, COD, TSS, dan kekeruhan pada air limbah pasar ikan. Penelitian ini menggunakan metode koagulasi-flokulasi dengan variasi dosis biokoagulan sebesar 0 g, 10 g, 20 g, 30 g, 40 g, dan 50 g per liter air limbah. Proses pengadukan dilakukan dalam dua tahap, yaitu pengadukan cepat pada 120 rpm dan 150 rpm selama 2 menit, diikuti pengadukan lambat pada 30 rpm selama 30 menit, dengan waktu pengendapan selama 60 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis optimal untuk penurunan COD dan TSS adalah 30 g pada kecepatan pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm, dengan efisiensi penurunan COD sebesar 82% dan TSS sebesar 73,4%. Sementara itu, dosis optimal untuk mengurangi kekeruhan adalah 40 g dengan efisiensi penurunan sebesar 42,9%. Hasil ini mengindikasikan bahwa biokoagulan berbahan dasar cangkang kerang darah sudah efektif untuk mengolah air limbah pasar ikan Al-Mahirah.

ABSTRACT

Name : Elsy Faradilla
Student ID : 200702035
Department : Environmental Engineering
Title : Wastewater Treatment of Fish Market Using Extract from Blood Cockle Shells (*Anadara granosa*) as a Bio-Coagulant
Date of Session : December, 2024
Number of Page : 85
Advisor I : Arief Rahman, M.T.
Advisor II : Husnawati Yahya, M.Sc.
Keyword : Fish market wastewater, blood cockle shell bio-coagulant, coagulation-flocculation, optimum dosage

Fish market wastewater has high levels of COD, TSS, and fat, which, if left untreated, can pollute the environment and harm aquatic organisms. One effective treatment method is coagulation-flocculation using a bio-coagulant derived from blood cockle shells (*Anadara granosa*). This research aims to evaluate the ability of the bio-coagulant made from blood cockle shells to reduce water quality parameters such as pH, COD, TSS, and turbidity in fish market wastewater. The study employs the coagulation-flocculation method with bio-coagulant dosages of 0 g, 10 g, 20 g, 30 g, 40 g, and 50 g per liter of wastewater. The mixing process is conducted in two stages: rapid mixing at 120 rpm and 150 rpm for 2 minutes, followed by slow mixing at 30 rpm for 30 minutes, with a settling time of 60 minutes. The results indicate that the optimal dosage for reducing COD and TSS is 30 g at a rapid mixing speed of 150 rpm and a slow mixing speed of 30 rpm, achieving COD reduction efficiency of 82% and TSS reduction efficiency of 73.4%. Meanwhile, the optimal dosage for turbidity reduction is 40 g, with a reduction efficiency of 42.9%. These findings demonstrate that the bio-coagulant derived from blood cockle shells is effective in treating wastewater from the Al-Mahirah fish market.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah Swt. yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan kepada penulis hingga saat ini, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Pengolahan Air Limbah Pasar Ikan Dengan Memanfaatkan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Sebagai Biokoagulan”. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memenuhi syarat kurikulum pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulis tidak lupa untuk mengirimkan *shalawat* dan salam kepada Nabi besar Muhammad Saw. yang mengubah umat manusia dari dunia kebodohan menjadi dunia yang penuh dengan pengetahuan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan pertolongan dan petunjuk Allah Swt..

Dengan penuh rasa syukur, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya tercinta (Ayahanda Samsul Bahari dan Ibunda Fatimah). Terima kasih atas doa yang tiada henti, kasih sayang yang tulus, serta dukungan moral dan materi yang senantiasa menguatkan langkah saya. Semua pencapaian ini tidak akan terwujud tanpa kehadiran dan pengorbanan kalian. Semoga keberhasilan ini menjadi kebahagiaan dan kebanggaan bagi kita bersama. Penulis mengucapkan terima kasih atas berbagai bantuan, dorongan, arahan, inspirasi, dan doa yang telah diberikan selama penelitian dan pengerjaan tugas akhir ini, oleh karena itu penulis tidak lupa untuk mengucapkan terima kasih. Terimakasih penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc. selaku koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dan selaku Dosen Pembimbing Akademik Program Studi Teknik Lingkungan atas segala arahan dan bimbingannya.

3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Bapak Arief Rahman, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Multifungsi Prodi Teknik Lingkungan dan Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingannya dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc. selaku Dosen pembimbing II yang telah berkenan memberikan ilmu dan solusi kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry atas segala arahan dan bimbingannya.
7. Ibu Firda Elvisa, S.E., dan Ibu Nurul Huda, S.Pd., yang telah membantu dalam proses administrasi
8. Seluruh teman-teman Teknik Lingkungan yang senantiasa kebersamai, memberikan bantuan dan semangat kepada penulis.
9. Kepada seseorang dengan NIM. 200303022 yang selalu menemani dalam keadaan suka maupun duka, yang telah memberikan motivasi dan dukungan penuh pada saat proses pengerjaan Tugas Akhir ini. Terima kasih telah ikut membantu dan meluangkan waktunya kepada penulis untuk melewati hari-hari yang tidak mudah ini.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam proses penulisan proposal penelitian yang tidak dapat disebut satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna sehingga sangat perlu diuji dalam seminar. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak yang membangun dalam penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Banda Aceh, 4 Desember 2024

Elsya Faradilla

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Air Limbah Pasar Ikan	6
2.2 Parameter Analisis.....	8
2.2.1 <i>Potential Hydrogen</i> (pH).....	8
2.2.2 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	8
2.2.3 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	9
2.2.4 Kekeruhan	9
2.3 Pengolahan Air Limbah Pasar Ikan.....	10
2.3.1 Koagulasi	10
2.3.2 Flokulasi.....	11
2.3.3 Faktor yang Mempengaruhi Proses Koagulasi dan Flokulasi	11
2.4 Koagulan	12
2.4.1 Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>)	12
2.4.2 Limbah Cangkang Kerang Dimanfaatkan Sebagai Biokoagulan	13
2.5 Metode <i>Jar Test</i>	14

2.6	Hasil Telaah Pustaka Penelitian	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		17
3.1	Tahapan Umum Penelitian	17
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	22
3.3.1	Alat-Alat	22
3.3.2	Bahan	23
3.4	Variabel Penelitian	23
3.5	Pengambilan Sampel	24
3.5.1	Lokasi Pengambilan Sampel	24
3.5.2	Metode Pengambilan Sampel	24
3.6	Prosedur Penelitian	25
3.6.1	Preparasi Sampel Cangkang Kerang Darah	25
3.6.2	Proses Eksperimen Koagulasi Flokulasi	26
3.7	Pengujian Sampel	27
3.7.1	Pengujian <i>Potential Hydrogen</i> (pH)	27
3.7.2	Pengujian <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	28
3.7.3	Pengujian <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	30
3.7.4	Pengujian Kekeruhan	31
3.8	Analisis Data	33
3.9	Uji Pendahuluan	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Pengaruh Dosis dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penurunan Parameter Air Limbah Pasar Ikan	35
4.1.1	Pengaruh Dosis dan Variasi Kecepatan Terhadap Penurunan Nilai pH	38
4.1.2	Pengaruh Dosis dan Variasi Kecepatan Terhadap Penurunan Nilai COD	40
4.1.3	Pengaruh Dosis dan Variasi Kecepatan Terhadap Penurunan Nilai TSS	43

4.1.4	Pengaruh Dosis dan Variasi Kecepatan Terhadap Penurunan Nilai Kekeruhan.....	46
4.2	Kemampuan Cangkang Kerang Darah Sebagai Biokoagulan.....	49
4.2.1	Penurunan Kadar COD Pada Air Limbah Pasar Ikan.....	51
4.2.2	Penurunan Kadar TSS Pada Air Limbah Pasar Ikan	53
4.2.3	Penurunan Kadar Kekeruhan Pada Air Limbah Pasar Ikan..	54
BAB V PENUTUP.....		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....		57
LAMPIRAN.....		66



DAFTAR GAMBAR

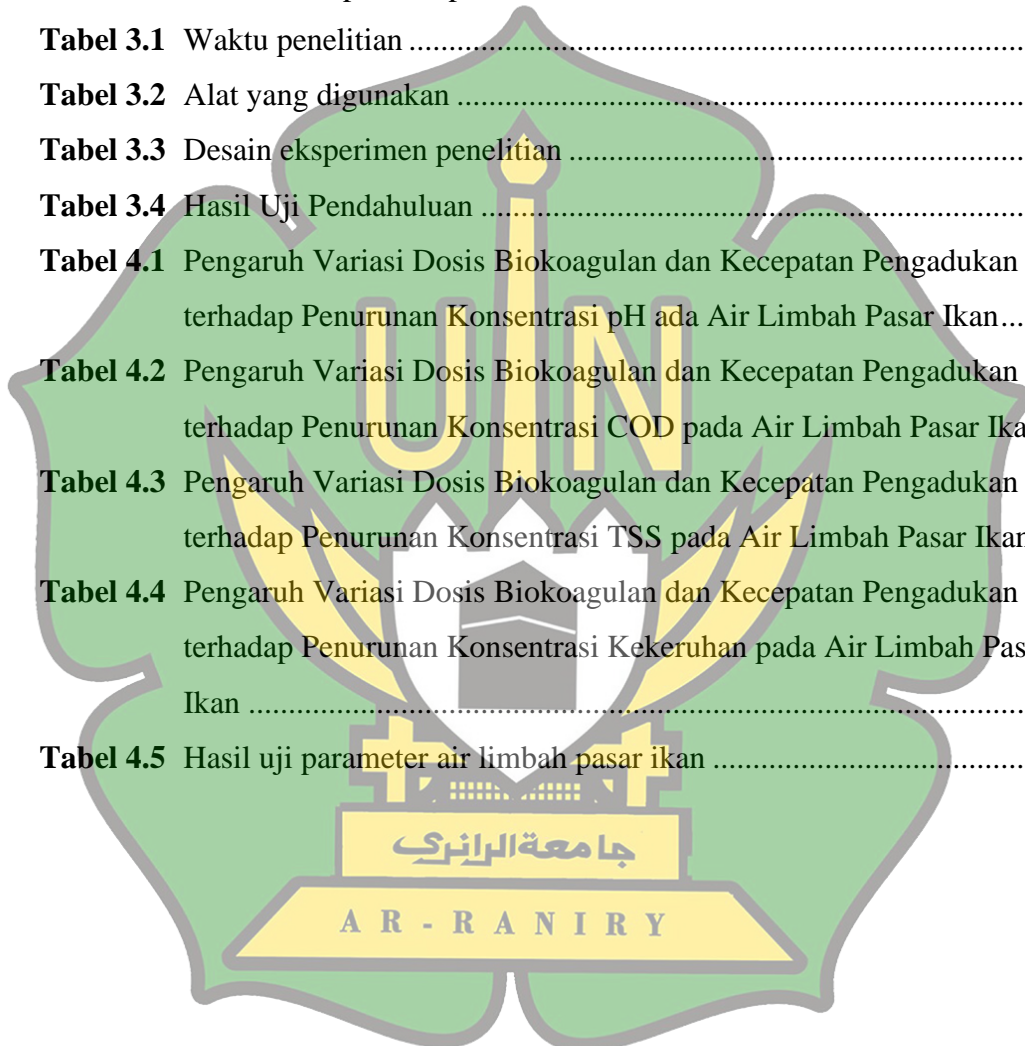
Gambar 2.1	Kerang darah (<i>Anadara granosa</i>)	13
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3.2	Peta lokasi pengambilan sampel air limbah pengolahan ikan	24
Gambar 3.3	Pengambilan sampel air limbah ikan	25
Gambar 3.4	Kondisi saluran pembuangan air limbah ikan di pasar Al-mahirah	25
Gambar 3.5	Pengukuran pH meter	28
Gambar 3.6	Vacum filtrasi.....	30
Gambar 3.7	Spektrofotometri.....	31
Gambar 3.8	Turbidimeter	32
Gambar 4.1	Proses Pengadukan Kecepatan 120 rpm dengan Biokoagulan Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>)	36
Gambar 4.2	Proses Pengadukan Kecepatan 150 rpm dengan Biokoagulan Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>)	36
Gambar 4.3	Proses Pengendapan Air Limbah Pasar Ikan setelah Perlakuan dengan Biokoagulan Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>)	37
Gambar 4.4	Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap penurunan konsentrasi pH.....	40
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan Dosis Biokoagulan dan Variasi Pengadukan Cepat terhadap Penurunan Konsentrasi COD.....	43
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Dosis Biokoagulan dan Variasi Pengadukan Cepat terhadap Penurunan Konsentrasi TSS	45
Gambar 4.7	Grafik Perbandingan Dosis Biokoagulan dan Variasi Pengadukan Cepat terhadap Penurunan Nilai Kekeruhan.....	48
Gambar 4.8	Grafik Perbandingan Penurunan Kadar COD terhadap Efektivitas Cangkang Kerang Darah.....	52
Gambar 4.9	Grafik Perbandingan Penurunan Kadar TSS terhadap Efektivitas Cangkang Kerang Darah.....	53

Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Penurunan Kadar Kekeruhan terhadap Efektivitas Cangkang Kerang Darah..... 54



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Batas baku mutu limbah usaha/kegiatan pengolahan hasil perikanan ..	7
Tabel 2.2	Hasil telaah pustaka penelitian.....	15
Tabel 3.1	Waktu penelitian	21
Tabel 3.2	Alat yang digunakan	22
Tabel 3.3	Desain eksperimen penelitian	26
Tabel 3.4	Hasil Uji Pendahuluan	33
Tabel 4.1	Pengaruh Variasi Dosis Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan terhadap Penurunan Konsentrasi pH ada Air Limbah Pasar Ikan.....	39
Tabel 4.2	Pengaruh Variasi Dosis Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan terhadap Penurunan Konsentrasi COD pada Air Limbah Pasar Ikan .	41
Tabel 4.3	Pengaruh Variasi Dosis Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan terhadap Penurunan Konsentrasi TSS pada Air Limbah Pasar Ikan...	44
Tabel 4.4	Pengaruh Variasi Dosis Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan terhadap Penurunan Konsentrasi Kekeruhan pada Air Limbah Pasar Ikan	47
Tabel 4.5	Hasil uji parameter air limbah pasar ikan	50



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dan bahari terbesar di dunia serta memiliki berbagai macam ekosistem pesisir dan laut, salah satu diantaranya adalah sumber daya perikanan (Djunaidah, 2017). Berdasarkan penjelasan Pusat Data dan Teknologi Informasi Pendidikan dan Kebudayaan (PUSDATIN) Kementerian Kelautan dan Perikanan (2019) menyatakan bahwa, peningkatan konsumsi ikan mengalami kenaikan yang signifikan sehingga menghasilkan jumlah limbah perikanan yang tinggi sekitar 20-30 persen dan akan meningkat setiap tahun sejalan dengan peningkatan produksi. Semakin banyak hasil perikanan, semakin banyak limbah yang dihasilkan dari pasar ikan. Limbah ini bisa berupa padat maupun cair (Widiyanti dkk., 2021).

Limbah merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari berbagai proses industri dan salah satu jenis limbah yang memiliki dampak penting pada lingkungan adalah limbah cair yang mampu mengkontaminasi sungai, air tanah, bahkan mencapai laut (Mustamin dkk., 2020). Air bekas pencucian ikan bisa mencemari lingkungan jika dibuang langsung ke lingkungan tanpa proses pengolahan, menyebabkan bau tidak sedap, pencemaran air, gangguan organisme, kehadiran pathogen serta menjadi sumber penyakit (Afrianisa dan Ningsih, 2021). Salah satu contoh nyata terkait masalah ini ditemukan pada pengusaha kecil dan menengah kesulitan mengelola limbah cair karena biayanya tinggi, sehingga mereka lebih sering langsung membuang limbah tanpa pengolahan (Febrianto dkk., 2016). Selain itu, pada Pasar Al-Mahirah Banda Aceh juga mengalami kejadian yang sama, di mana air limbah yang dibuang langsung ke badan air menyebabkan bau tak sedap di sekitar pasar, mengurangi kualitas lingkungan, dan berpotensi menciptakan masalah di masa mendatang (Raimon dkk., 2023).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Widiyanti dkk (2021) limbah cair yang berasal dari pasar ikan mengandung konsentrasi BOD yang melebihi ambang batas yang ditetapkan sebesar 100 mg/L sebagai nilai maksimum. Selain

BOD, limbah pencucian ikan juga memiliki tingkat COD, TSS, dan lemak yang cukup tinggi. Nilai TSS dianggap tinggi jika melampaui ambang batas maksimum sebesar 30 g. Nilai konsentrasi TSS yang tinggi dalam perairan akan berdampak pada sifat fisik dan kimia air dengan dampak yang bervariasi tergantung pada konsentrasi, durasi, komposisi senyawa kimia dan organisme yang ada dalam ekosistem perairan tersebut. Menurut Agustina dkk. (2016) kandungan TSS dalam limbah pengolahan ikan mencapai 47 mg/L, sementara BOD mencapai 270 mg/L, dan COD sebesar 410 mg/L. Oleh karena itu, air limbah dari pasar ikan perlu ditangani dan salah satu caranya dengan proses koagulasi-flokulasi menggunakan biokoagulan.

Koagulasi merupakan proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tidak dapat diendapkan dengan sendirinya dengan menggunakan bahan koagulan (Ekoputri dkk., 2023). Flokulasi merupakan proses penggabungan partikel-partikel kecil menjadi lebih besar yang dihasilkan dari proses koagulasi sehingga dapat mengendap, proses ini terjadi karena pengadukan lambat (Husnah, 2019). Proses koagulasi-flokulasi dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pH, suhu, kekeruhan, ukuran partikel koagulan, dosis koagulan dan kecepatan pengadukan (Bhernama dkk., 2023). Pada proses koagulasi-flokulasi menggunakan bahan kimia atau biologi yang disebut koagulan.

Koagulan yang digunakan dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu koagulan kimia dan koagulan alami. Koagulan kimia cenderung memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Namun, dalam penelitian ini, penulis memilih menggunakan koagulan alami untuk mengolah air limbah pengolahan ikan. Koagulan alami atau sering disebut biokoagulan juga mudah ditemukan karena dapat diperoleh dari sumber-sumber lokal seperti tumbuhan dan hewan (Ro'fa dkk., 2023). Beberapa penelitian telah menunjukkan dan membuktikan bahwa penggunaan koagulan alami telah terbukti efektif dan optimal dalam mengatasi berbagai jenis kontaminan dalam pengolahan air limbah (Ashari dkk., 2021).

Biokoagulan merupakan koagulan alami yang membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil dalam air dengan cara mengikat kotoran atau partikel tersebut sehingga memudahkan partikel untuk mengendap (Bija dkk.,

2020). Biokoagulan memiliki beberapa keuntungan, antara lain aman bagi kesehatan manusia, lebih ekonomis dan mudah didapatkan karena terdapat dari bahan lokal seperti tumbuhan dan hewan (Ro'fa dkk., 2023). Biokoagulan yang digunakan pada penelitian ini berasal dari cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*).

Cangkang kerang darah memiliki senyawa kimia seperti kitin, kalsium karbonat, kalsium hidrosiapatit dan kalsium fosfat (Masindi dan Herdyastuti, 2017). Senyawa ini berperan penting dalam menetralkan muatan partikel koloid dalam air, sehingga partikel-partikel tersebut mudah menggumpal dan mengendap. Penggunaan cangkang kerang sebagai biokoagulan memiliki beberapa keunggulan, seperti ketersediaan yang melimpah, biaya yang ekonomis, dan ramah lingkungan. Dengan demikian, cangkang kerang tidak hanya mengurangi limbah, tetapi juga berkontribusi dalam menghasilkan air bersih yang berkualitas.

Berdasarkan hasil observasi awal yang telah dilakukan di Pasar Al-Mahirah Lamingin, Kota Banda Aceh, didapatkan hasil uji kualitas air limbah pengolahan ikan untuk parameter pH mencapai 7,2, TSS mencapai 430 mg/L, COD mencapai 487 mg/L, BOD mencapai 396,1 mg/L dan kekeruhan mencapai 217 NTU. Hasil nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai parameter pH, TSS, COD dan BOD melewati limbah usaha/kegiatan pengolahan hasil perikanan sebagaimana yang tertera pada PERMEN LHR RI Nomor 5 Tahun 2014.

Penelitian-penelitian terdahulu tentang pemanfaatan limbah cangkang kerang sebagai biokoagulan telah menunjukkan potensi yang menjanjikan dalam pengolahan air limbah. Sebagian besar studi telah mengkaji penerapan cangkang kerang sebagai biokoagulan. Namun, belum ada penelitian yang secara khusus menganalisis potensi cangkang kerang darah dalam mengatasi permasalahan air limbah pasar ikan yang kompleks. Penelitian ini akan mencoba mengeksplorasi kemampuan cangkang kerang darah sebagai biokoagulan untuk mengolah limbah pasar ikan yang kaya akan senyawa organik dan anorganik. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih ramah lingkungan dan

berkelanjutan dibandingkan dengan koagulan kimia konvensional, sekaligus memberikan nilai tambah bagi pemanfaatan limbah kerang yang melimpah.

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian tentang kemampuan cangkang kerang darah sebagai biokoagulan dalam menurunkan COD, TSS dan kekeruhan pada air limbah pasar ikan. Penelitian ini berjudul Pengolahan Air Limbah Pasar Ikan Dengan Memanfaatkan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Sebagai Biokoagulan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah:

1. Bagaimana pengaruh dosis dan variasi kecepatan pengadukan dari biokoagulan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dalam menurunkan nilai parameter TSS, COD dan kekeruhan pada air limbah pasar ikan?
2. Bagaimana persentase penyisihan parameter COD, TSS dan kekeruhan setelah ditambahkan biokoagulan cangkang kerang darah pada air limbah pasar ikan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh dosis dan variasi kecepatan pengadukan dari biokoagulan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dalam menurunkan nilai parameter TSS, COD dan kekeruhan pada air limbah pasar ikan.
2. Untuk mengetahui persentase penyisihan parameter COD, TSS dan kekeruhan setelah ditambahkan biokoagulan cangkang kerang darah pada air limbah pasar ikan.

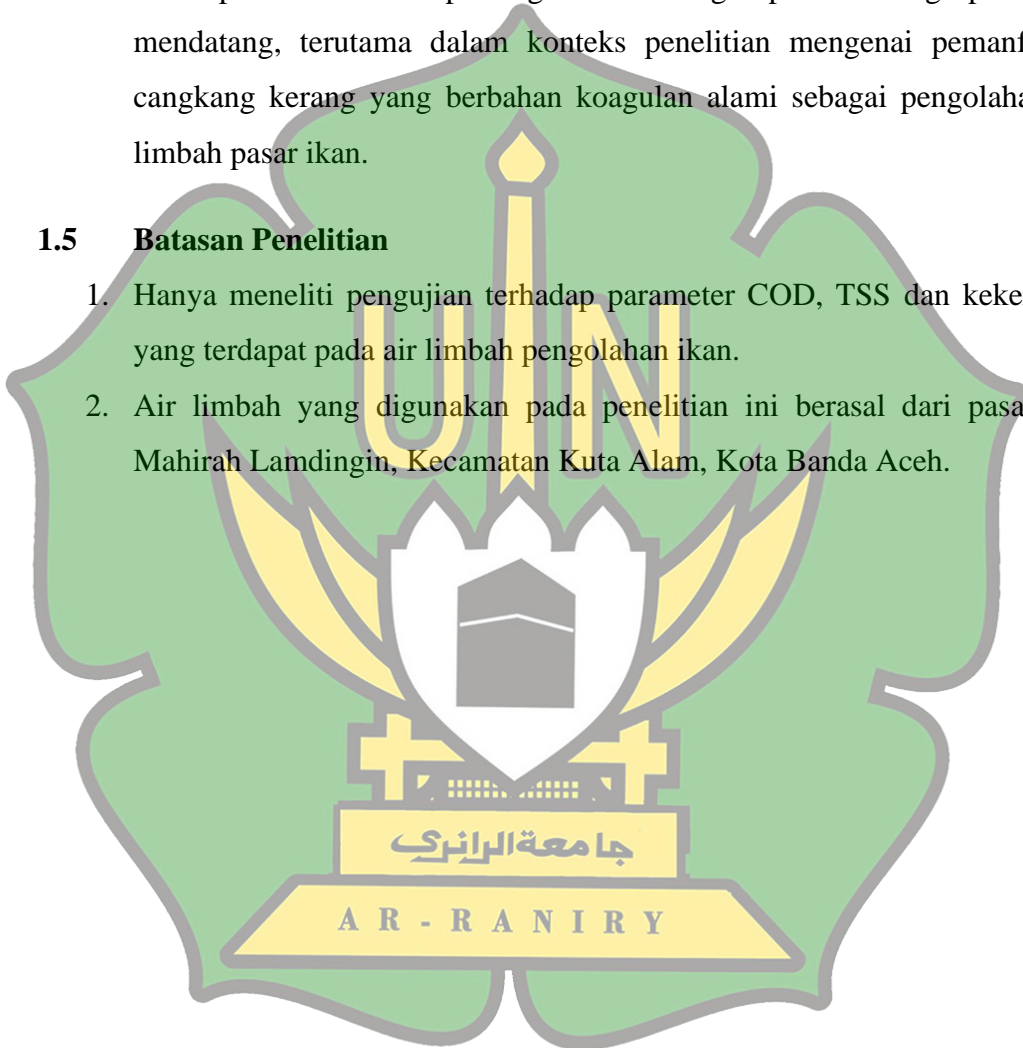
1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai efektivitas pengolahan air limbah pasar ikan menggunakan biokoagulan dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*).
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai panduan bagi penelitian mendatang, terutama dalam konteks penelitian mengenai pemanfaatan cangkang kerang yang berbahan koagulan alami sebagai pengolahan air limbah pasar ikan.

1.5 Batasan Penelitian

1. Hanya meneliti pengujian terhadap parameter COD, TSS dan kekeruhan yang terdapat pada air limbah pengolahan ikan.
2. Air limbah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari pasar Al-Mahirah Lamdingin, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah Pasar Ikan

Limbah merupakan bagian tak terhindarkan dalam operasi industri. Salah satu kategori limbah yang berpotensi penting dalam merugikan lingkungan adalah limbah cair yang memiliki potensi mencemari berbagai ekosistem seperti sungai, air tanah dan bahkan laut (Mustamin dkk., 2020). Menurut Pasetia dkk (2023). berdasarkan karakteristiknya, limbah dapat dikelompokkan menjadi empat jenis, yakni limbah padat, limbah cair, limbah gas, dan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Di Indonesia, masalah yang paling umum terkait dengan jenis limbah adalah limbah cair, yang merupakan hasil buangan cairan dari proses industri dan dapat mencemari lingkungan.

Limbah perikanan berupa limbah cair seringkali langsung dilepaskan ke lingkungan seperti sungai. Tindakan ini dapat mengakibatkan pencemaran atau gangguan pada lingkungan, seperti meningkatnya pertumbuhan tanaman pengganggu, munculnya toksisitas yang berdampak pada kehidupan akuatik, penurunan kadar oksigen terlarut (DO) di dalam ekosistem perairan, mengancam kesehatan masyarakat, dan menghasilkan bau yang mengganggu estetika lingkungan (Pamungkas, 2016). Proses inti dalam pengolahan ikan mencakup tahap penerimaan produk, seleksi (seperti memotong daging ikan, memisahkan filet, menghilangkan sisik, kulit, kepala, dan isi perut), penimbangan, perendaman, serta proses tambahan seperti pengalengan dan pengepakan. Proses pengolahan ini adalah sumber utama limbah, dan jika limbah tersebut dibuang secara langsung akan menyebabkan pencemaran lingkungan di wilayah pesisir dan laut (Agustina dkk., 2016).

Industri pengolahan ikan menggunakan air dalam jumlah besar untuk proses produksinya, sehingga limbah yang dihasilkan oleh industri ini juga memiliki volume yang besar. Selain itu, limbah ini memiliki kadar polutan yang relatif tinggi. Meskipun polutan dalam limbah tersebut berupa bahan organik, namun karena konsentrasinya tinggi dan volumenya besar, maka diperlukan

investasi dan biaya operasional yang signifikan untuk mengolah limbah tersebut hingga mencapai standar mutu yang ditetapkan (Setiyono dan Yudo, 2010). Menurut Marta dkk (2021) limbah cair dari industri pengolahan ikan mengandung berbagai zat, termasuk protein, lemak, nitrat (NO_3), fosfat (PO_4), sulfida (H_2S), amoniak ($\text{NH}_3\text{-N}$), dan klorin bebas. Dampak limbah cair terhadap lingkungan dan industri sangat signifikan, sehingga penting untuk memiliki pemahaman yang kuat tentang prinsip-prinsip teknologi pengolahan limbah cair. Pengolahan air limbah adalah faktor utama dalam menjaga keberlanjutan lingkungan (Oktavia dkk., 2012).

Permasalahan yang seringkali muncul dalam kegiatan perikanan adalah pengabaian terhadap air sisa pencucian dan pengolahan ikan yang dibuang secara langsung ke saluran pembuangan yang kemudian berakhir di perairan sekitar pasar. Para pelaku pengolahan ikan tampaknya kurang memperhatikan limbah atau sisa-sisa proses produksi setelah melakukan aktivitas pengolahan. Mereka secara langsung membuang sisa pengolahan ini ke dalam saluran pembuangan dengan asumsi bahwa limbah tersebut akan terbawa oleh aliran ke sungai (Lestari dkk., 2014). Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku mutu limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan hasil perikanan yang melakukan kegiatan pengolahan gabungan ditampilkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Batas baku mutu limbah usaha/kegiatan pengolahan hasil perikanan

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
TSS	mg/L	100
Sulfida	mg/L	1
Amonia	mg/L	5
Klor bebas	mg/L	1
BOD	mg/L	100
COD	mg/L	200
Minyak-lemak	mg/L	15

(Sumber : PERMEN LH No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Lampiran XIV)

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 yang mengatur tentang Standar Kualitas Air Limbah untuk Usaha/Kegiatan Pengolahan

Hasil Perikanan, terdapat ketentuan bahwa batas untuk parameter air limbah hasil pengolahan perikanan adalah sebagai berikut: TSS tidak boleh melebihi 100 mg/L, COD tidak boleh melebihi 200 mg/L, BOD tidak boleh melebihi 100 mg/L, minyak dan lemak tidak boleh melebihi 15 mg/L, Sulfida dan klorin bebas tidak boleh melebihi 1 mg/L, Amonia tidak boleh melebihi 5 mg/L, dan pH harus berada dalam rentang 6-9. Kuantitas air limbah untuk usaha atau kegiatan pengolahan hasil perikanan yang melibatkan lebih dari satu tahap pengolahan dihitung dengan mengalikan jumlah air limbah dengan jumlah bahan baku (atau produk) yang digunakan dalam setiap tahap pengolahan tersebut.

2.2 Parameter Analisis

Parameter pengujian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah pH, *Total Suspended Solid (TSS)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)* dan kekeruhan.

2.2.1 *Potential Hydrogen (pH)*

Potential Hydrogen (pH) merupakan ukuran yang digunakan untuk mengindikasikan tingkat keasaman atau kebasaan dalam suatu larutan. pH dinyatakan sebagai logaritma dari aktivitas ion hidrogen (H^+) yang larut dalam larutan tersebut. Nilai pH digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik larutan, apakah bersifat asam, netral, atau basa. Secara umum, pH 1 menunjukkan tingkat keasaman yang sangat tinggi, pH 7 menunjukkan tingkat netral, dan pH 14 menunjukkan tingkat kebasaan yang sangat tinggi. Penentuan nilai pH dapat dilakukan melalui metode elektrometrik atau menggunakan indikator warna (Sulistia dan Septisya, 2019). Menurut Ramayanti dan Amna (2019) karakteristik utama dari air limbah adalah nilai pH-nya, yang memengaruhi reaksi-reaksi yang terjadi. Variasi besar dan kecilnya nilai pH dalam limbah dipengaruhi oleh kandungan bahan kimia yang ada di dalamnya, sehingga pH air limbah akan bervariasi sesuai dengan komposisi senyawa kimia yang terkandung di dalamnya.

2.2.2 *Total Suspended Solid (TSS)*

Padatan yang disebut TSS atau total padatan tersuspensi adalah jenis padatan yang terdapat dalam air dan mencakup campuran bahan organik dan anorganik yang bisa disaring menggunakan kertas *millipore* dengan pori

berukuran 0,45 mikrometer. Keberadaan materi tersuspensi ini memiliki efek negatif terhadap mutu air karena menghambat cahaya matahari masuk ke dalam lingkungan air, mengakibatkan tingkat kekeruhan meningkat, dan mengganggu perkembangan organisme produsen (Marta dkk., 2021). Menurut Harahap dkk. (2020) komponen TSS mencakup seperti lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri, dan jamur. Biasanya, TSS dapat dieliminasi melalui proses flokulasi dan penyaringan.

2.2.3 *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD atau Kebutuhan Oksigen Kimia adalah total oksigen yang diperlukan untuk menguraikan semua materi organik yang ada di dalam air. Nilai COD mencakup materi organik yang dapat terurai secara biologis dan yang tidak dapat terurai secara biologis, sehingga nilai COD selalu lebih tinggi daripada nilai BOD (Marta dkk., 2021). Menurut Ain dan Noviana (2019) semakin tinggi nilai COD menunjukkan bahwa jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam limbah lebih banyak. Ini menggambarkan bahwa seiring berjalannya waktu, konsentrasi senyawa organik dalam limbah cair semakin berkurang.

2.2.4 **Kekeruhan**

Kekeruhan merupakan keadaan dimana air mengandung partikel-partikel yang terdispersi, baik yang berasal dari sumber organik maupun anorganik seperti lumpur atau limbah industri. Kondisi ini menghambat sulitnya masuk sinar matahari ke dalam perairan yang berpotensi membahayakan organisme yang hidup didalamnya. Kekeruhan dapat diminimalisasi dengan mengendapkan partikel-partikel penyebabnya (Bija dkk., 2019). Menurut Sayow dkk. (2020) kekeruhan merupakan karakteristik optik air yang dipengaruhi oleh jumlah cahaya yang diserap dan dipantulkan oleh komponen-komponen yang ada didalam air. Tingkat kekeruhan dipengaruhi oleh keberadaan bahan organik dan anorganik yang tersebar dan larut di dalam air. Kadar bahan tersebar ini yang meningkat akan menyebabkan tingkat kekeruhan air menjadi semakin tinggi. Kekeruhan diukur pada air limbah untuk menilai kualitas air, mendeteksi kontaminasi,

mengevaluasi efektivitas pengolahan, melindungi ekosistem, memenuhi standar regulasi, dan mengurangi risiko kesehatan. Hal ini mencerminkan jumlah partikel tersuspensi yang dapat memengaruhi lingkungan dan kehidupan.

2.3 Pengolahan Air Limbah Pasar Ikan

Proses pengolahan limbah cair dapat dilakukan dengan metode fisik, kimia, atau biologi. Pendekatan biologi dalam pengolahan limbah bertujuan untuk mengurangi kandungan tertentu dalam limbah dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme. Mikroorganisme ini menggunakan zat pencemar dalam limbah sebagai sumber energi dan karbon untuk pertumbuhan dan sintesis sel (Marta dkk., 2021). Salah satu alternatif pengolahan air limbah adalah metode koagulasi-flokulasi. Metode ini memisahkan partikel-partikel halus dari air, menghasilkan air yang jernih dan bebas dari partikel solid dan suspensi (Kusuma, 2021). Dalam penelitian ini, cangkang kerang darah digunakan sebagai biokoagulan alami.

2.3.1 Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penambahan dan pengadukan dengan cepat menggunakan koagulan dengan tujuan mendestabilisasi partikel koloid dan padatan tersuspensi (Nugraheni dkk., 2014). Umumnya dalam air limbah terdapat berbagai jenis padatan baik itu terlarut, tersuspensi ataupun terendapkan. Koagulasi merupakan metode umum yang digunakan untuk menghilangkan jenis-jenis padatan tersebut (Ashari dkk., 2021). Kekeruhan dan perubahan warna dalam air akibat adanya materi organik sebagai zat yang mengganggu bisa diminimalkan melalui proses koagulasi (Kusuma, 2021).

Pada tahap koagulasi, koagulan dicampur dengan air limbah atau air baku selama beberapa menit hingga merata. Setelah itu, koloid dalam air limbah atau air baku akan mengalami destabilisasi. Ketika muatan koloid telah hilang atau terjadi interaksi tarik-menarik yang mengarah pada pembentukan gumpalan yang lebih besar. Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan proses koagulasi meliputi suhu air atau limbah, tingkat keasaman (pH), jenis koagulan yang digunakan, konsentrasi ion terlarut, tingkat kekeruhan, dosis koagulan yang ditambahkan, kecepatan pengadukan dan alkalinitas (Rahimah dkk., 2016).

Proses koagulasi dilakukan untuk menghasilkan campuran yang seragam antara koagulan dan air buangan agar menjadi homogen. Menurut Bangun dkk. (2013) prinsip mendasar dalam proses koagulasi adalah adanya interaksi tarik-menarik antara ion-ion negatif di satu sisi dengan ion-ion positif di sisi lainnya. Ion negatif ini dapat berasal dari partikel-partikel yang mengandung zat-zat organik seperti partikel koloid, mikroorganisme dan bakteri.

2.3.2 Flokulasi

Flokulasi merupakan unit pengolahan air yang menggunakan pengadukan lambat untuk mencegah pecahnya flok akibat tekanan berlebihan, sehingga perlu memperhatikan perbedaan ketinggian air di setiap kompartemen (Kusumadewi dkk., 2022). Tujuan dari proses flokulasi adalah untuk membentuk partikel dengan cara menggabungkannya menjadi agregat yang dapat dipisahkan terutama melalui proses sedimentasi. Sedimentasi merupakan proses dimana partikel-padatan yang tersuspensi akan mengendap ke bagian bawah akibat pengaruh gaya gravitasi, sementara cairan dengan densitas lebih rendah akan tetap berada di bagian atas. Agregasi flok-flok kecil menjadi flok-flok yang lebih besar terjadi melalui tumbukan akibat proses pengadukan yang lambat. (Arifin dkk., 2019).

Mekanisme kerja flokulasi ditandai dengan penggabungan flok-flok kecil yang terbentuk dari koagulasi menjadi lebih besar, sehingga partikel-partikel dapat diendapkan lebih efektif. Partikel-partikel kecil bergabung melalui interaksi antar molekul, membentuk struktur yang stabil. Pengadukan lambat diperlukan untuk menjaga kestabilan dan memungkinkan pengendapan. Flokulasi meningkatkan efisiensi pengolahan air limbah dengan mengurangi kekeruhan serta meningkatkan penyisihan Total Suspended Solid (TSS) dan Biological Oxygen Demand (BOD) (Kusuma, 2021).

2.3.3 Faktor yang Mempengaruhi Proses Koagulasi dan Flokulasi

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efektivitas proses koagulasi seperti tingkat keasaman limbah, suhu, tingkat kekeruhan, jenis dan jumlah koagulan yang digunakan dan durasi serta intensitas pengadukan (Hidayati dkk., 2018).

2.4 Koagulan

Koagulan merupakan bahan kimia yang memiliki kemampuan untuk menetralkan muatan koloid dan menghubungkan partikel tersebut sehingga dapat membentuk flok atau gumpalan dengan mudah (Hanifah dkk., 2020). Menurut Nasrulloh dkk. (2021). Koagulan berperan dalam mengikat partikel atau kontaminan yang ada dalam air, kemudian diikuti oleh flokulan untuk menggabungkan partikel yang telah terikat menjadi gumpalan yang lebih besar sehingga memudahkan proses pengendapan.

Koagulan yang sering digunakan adalah garam-garam aluminium seperti aluminium sulfat dan PAC (*polyaluminium chloride*) FeCl_3 dan FeSO_4 . Tetapi, beberapa penelitian telah mencatat bahwa aluminium dalam bentuk senyawa alum dapat menjadi pemicu penyakit Alzheimer (Hendrawati dkk., 2013). Oleh karena itu, sangat penting untuk dilakukan pemanfaatan koagulan yang berasal dari bahan alami, salah satunya seperti cangkang kerang darah. Selain mengurangi dampak terhadap lingkungan, penggunaan koagulan dari cangkang kerang juga merupakan pilihan yang sangat terjangkau dan mudah ditemukan.

Menurut Poerwanto dkk. (2015) salah satu pilhan pengganti penggunaan koagulan sintetik adalah dengan memanfaatkan biokoagulan yang berasal dari sumber-sumber alam. Penggunaan koagulan sintetik selain berdampak negatif pada kesehatan juga tidak ekonomis. Maka alternatif penggunaan koagulan alami yang berasal dari sumber-sumber alam menjadi pilihan yang lebih baik. Polimer koagulan alami mampu membentuk flok yang lebih tahan terhadap gesekan saat aliran turbulen dibandingkan dengan koagulan sintesis. Selain itu, koagulan alami mudah ditemukan karena dapat diambil dari tumbuhan dan hewan lokal (Rehansyah dkk., 2017)

2.4.1 Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Kerang adalah makanan yang sangat populer di Kota Banda Aceh dan salah satu jenisnya adalah kerang darah. Menurut Hidayah dkk., (2022) kerang darah (*Anadara granosa*) adalah jenis moluska *bivalve* yang termasuk dalam keluarga *Arcidae*. Cangkang kerang darah mengandung senyawa kimia seperti kitin, karbonat, kalsium hidrosiapatit, kalsium fosfat, kadar alvonoid, kadar

fenolik dan antioksidan (Masindi dan Herdyastuti, 2017). Cangkang kerang sangat bermanfaat jika dikelola dengan baik (Jusnidar dkk., 2020).

Dalam penelitian yang telah dilakukan oleh Zahra (2021) yang menggunakan cangkang kerang darah sebagai biokoagulan, disebutkan bahwa koagulan kitosan mampu mengurangi konsentrasi TSS pada dosis optimum 200 mg/l, pH optimum 5, dan waktu pengendapan optimum selama 30 menit, mengubah konsentrasi TSS awal dari 198,4 mg/l menjadi 40 mg/l. Sementara itu, biokoagulan serbuk cangkang kerang darah pada dosis optimum 75 mg/L, pH optimum 4, dan waktu pengendapan optimum selama 30 menit mampu mengurangi konsentrasi TSS dari 118,8 mg/L menjadi 20 mg/L. Dalam hal kekeruhan, koagulan kitosan memiliki dosis, pH, dan waktu pengendapan optimum yang sama dengan parameter TSS, berhasil mengurangi kekeruhan dari 23,73 NTU menjadi 4,45 NTU. Biokoagulan serbuk cangkang kerang darah juga memiliki dosis, pH, dan waktu pengendapan optimum yang sama dengan parameter TSS, mengurangi kekeruhan dari 30,2 NTU menjadi 8,02 NTU.



Gambar 2.1 Kerang darah (*Anadara granosa*)
Sumber: Tribunjabar

2.4.2 Limbah Cangkang Kerang Dimanfaatkan Sebagai Biokoagulan

Menurut Andika dan Safarizki (2019) bagian dari kerang yang tidak dapat dimakan adalah kulit kerang, sehingga biasanya hanya dibiarkan menumpuk sebagai limbah rumah tangga. Kerang darah (*Anadara granosa*) memiliki berbagai kegunaan, salah satunya adalah diolah sebagai pangan, yang menyebabkan produksi limbah berupa cangkang kerang darah yang cukup besar. Penggunaan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) masih terbatas, misalnya

sebagai bahan baku untuk souvenir dan pembuatan kapur sirih. Senyawa kimia yang terdapat dalam cangkang kerang meliputi kitin, kalsium karbonat, kalsium hidroksiapatit, dan kalsium fosfat. Sebagian besar cangkang kerang mengandung kitin, yang merupakan polisakarida alami dengan banyak aplikasi, termasuk sebagai bahan pengikat, emulsifier dan adsorben (Afranita dkk., 2014).

Kitin memiliki sifat bioaktif, *biodegradabel* dan liat, juga memiliki kemampuan untuk mengikat oksigen dalam air limbah yang dapat mempertahankan kelangsungan mikroorganisme dalam air limbah dan berkontribusi terhadap sifat polielektrolit kation. Oleh karena itu, dalam pengolahan air limbah, kitin memiliki potensi besar sebagai koagulan alami yang lebih ramah lingkungan, karena tidak mengandung bahan berbahaya dan mudah terurai secara alami (Nugraheni dkk., 2014). Menurut Rachmadianty dkk. (2021) Kitin menempati peringkat kedua setelah selulosa sebagai salah satu komponen organik yang paling melimpah dalam alam. Kitin banyak ditemukan di dalam kulit atau cangkang hewan laut seperti cumi-cumi (40%), udang (42-57%), kepiting (50-60%), dan kerang (14-35%). Manfaat kitin sangat luas dan telah ditemukan dalam berbagai bidang seperti kesehatan, pangan, lingkungan, tekstil, kosmetik, dan berbagai bidang lainnya.

2.5 Metode Jar Test

Jar test merupakan sebuah uji skala laboratorium yang digunakan untuk mengidentifikasi kondisi operasi yang optimal dalam proses pengolahan air dan air limbah. Pendekatan ini memungkinkan penentuan nilai pH yang tepat, variasi dalam penggunaan koagulan dan polimer, kecepatan pengadukan yang sesuai, serta variasi jenis koagulan atau polimer dalam konteks laboratorium untuk memprediksi kebutuhan sebenarnya dalam pengolahan air. Metode jar test mensimulasikan tahap koagulasi flokulasi guna menghilangkan zat padat yang tersuspensi dan materi organik yang terlarut dalam air (Wardhani dkk., 2014).

Jar test merupakan proses pengambilan sampel yang bertujuan untuk menentukan dosis ideal dalam penggunaan koagulasi dan flokulasi dalam pemrosesan air limbah (Wathoni dkk., 2021). Menurut Pratiwi dkk. (2022)

Metode *jar test* melibatkan penambahan koagulan ke dalam sampel air yang kemudian diaduk di dalam laboratorium bertujuan untuk mensimulasikan kondisi pengadukan. Perangkat ini memungkinkan pengukuran efektivitas intensitas dan durasi pengadukan yang dapat mempengaruhi ukuran flok dan kepadatan. Selain itu, perangkat ini juga dapat digunakan untuk menguji beberapa variasi dosis koagulan dengan mengatur kecepatan dan waktu pengadukan.

2.6 Hasil Telaah Pustaka Penelitian

Pada tugas akhir ini akan ditinjau beberapa hasil dari penelitian terdahulu untuk dijadikan sebagai referensi yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir ini. Penelitian terdahulu didapatkan melalui studi literatur, jurnal dan hasil tugas akhir terdahulu yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Hasil telaah pustaka penelitian

No	Judul/Pengarang	Objek penelitian	Hasil penelitian
1	Pemanfaatan cangkang kerang darah (<i>Anadara granosa</i>) sebagai koagulan alami dalam menurunkan kadar TSS dan kekeruhan (Zahra, R. N., 2021)	Cangkang kerang darah (<i>Anadara granosa</i>).	Hasil penelitian menemukan bahwa: Pengolahan dengan cangkang kerang darah sebagai koagulan alami yang mengandung CaCO_3 dan kitin, dapat menurunkan TSS dan kekeruhan. Kitosan 200 mg/L pada pH 5 bisa membersihkan 80% TSS dan 81% kekeruhan. Sementara, serbuk cangkang kerang darah 75 mg/L pada pH 4 membersihkan 76% TSS dan kekeruhan. Tawas 200 mg/L pada pH 6 bisa membersihkan 95% TSS dan 97% kekeruhan.
2	Pengolahan Air Limbah Pasar Al Mahira Lamdingin Banda Aceh Menggunakan Modifikasi Biofilter Kaldness K1 dan Coral Sand (Raimon dkk., 2023)	Air limbah pasar Al Mahira Lamdingin Banda Aceh	Hasil penelitian menemukan bahwa: Pengolahan air limbah menggunakan modifikasi <i>biofilter Kaldness K1</i> dan <i>Coral Sand</i> efektif untuk memurnikan air limbah. Penurunan TSS, BOD, dan COD selama 2 hari masing-masing mencapai 98.3%, 98.7%, dan 75.4%, menjadikan metode ini sangat efektif untuk pengolahan air limbah di Pasar Al-Mahirah Lamdingin, Banda Aceh.
3	Pemanfaatan limbah	Limbah	Hasil penelitian menemukan

	cangkang kerang darah sebagai bio-koagulan untuk penjernihan air tanah terpolusi (studi kasus: selindung) (Evi. J., dkk. 2020)	cangkang kerang darah	bahwa: Air bersih masih menjadi masalah di beberapa daerah di Indonesia, termasuk Selindung, Kota Pangkalpinang. Salah satu solusinya adalah menggunakan cangkang kerang yang mengandung CaCO_3 sebagai CaO untuk biokoagulan. Penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak CaO yang digunakan, semakin jernih air yang dihasilkan.
4	Pemanfaatan cangkang kerang sebagai koagulan alami penjernih air melalui pemberdayaan kelompok ibu rumah tangga desa mattirowalie (Jusnidar., dkk. 2020)	Cangkang kerang sebagai penjernih air	Hasil penelitian menunjukkan bahwa: Cangkang kerang yang biasanya tidak dimanfaatkan ternyata bisa digunakan untuk menjernihkan air keruh, membantu menyediakan air bersih yang memenuhi standar kesehatan. Karena cangkang kerang banyak tersedia dan mudah ditemukan, mengolahnya menjadi penjernih air bisa menjadi sumber penghasilan bagi warga.
5	Penurunan warna pada air limbah tekstil menggunakan serbuk cangkang kerang darah (<i>Anadara Granosa</i>) dan analisisnya dengan metode spektrofometri <i>uv-visible</i> (Rustiana. T., dkk. 2022)	Serbuk cangkang kerang darah (<i>Anadara granosa</i>)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa: Penelitian menggunakan adsorpsi dengan kalsium karbonat dari cangkang kerang darah menunjukkan bahwa konsentrasi 1% dengan waktu kontak 40 menit dapat menurunkan warna limbah hingga 87,44%.
6	Pengaruh Penambahan Flokulan dan Koagulan Menggunakan Metode <i>Jar Test</i> Terhadap Kualitas Air Baku (Wathoni, A.Z. dkk., 2021)	Air baku	Hasil penelitian menunjukkan bahwa: <i>jar test</i> dapat menurunkan kekeruhan hingga 95% dan pH hingga 10%, dengan uji statistik menunjukkan pengaruh signifikan pada pH dan kekeruhan, namun tidak pada konduktivitas.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

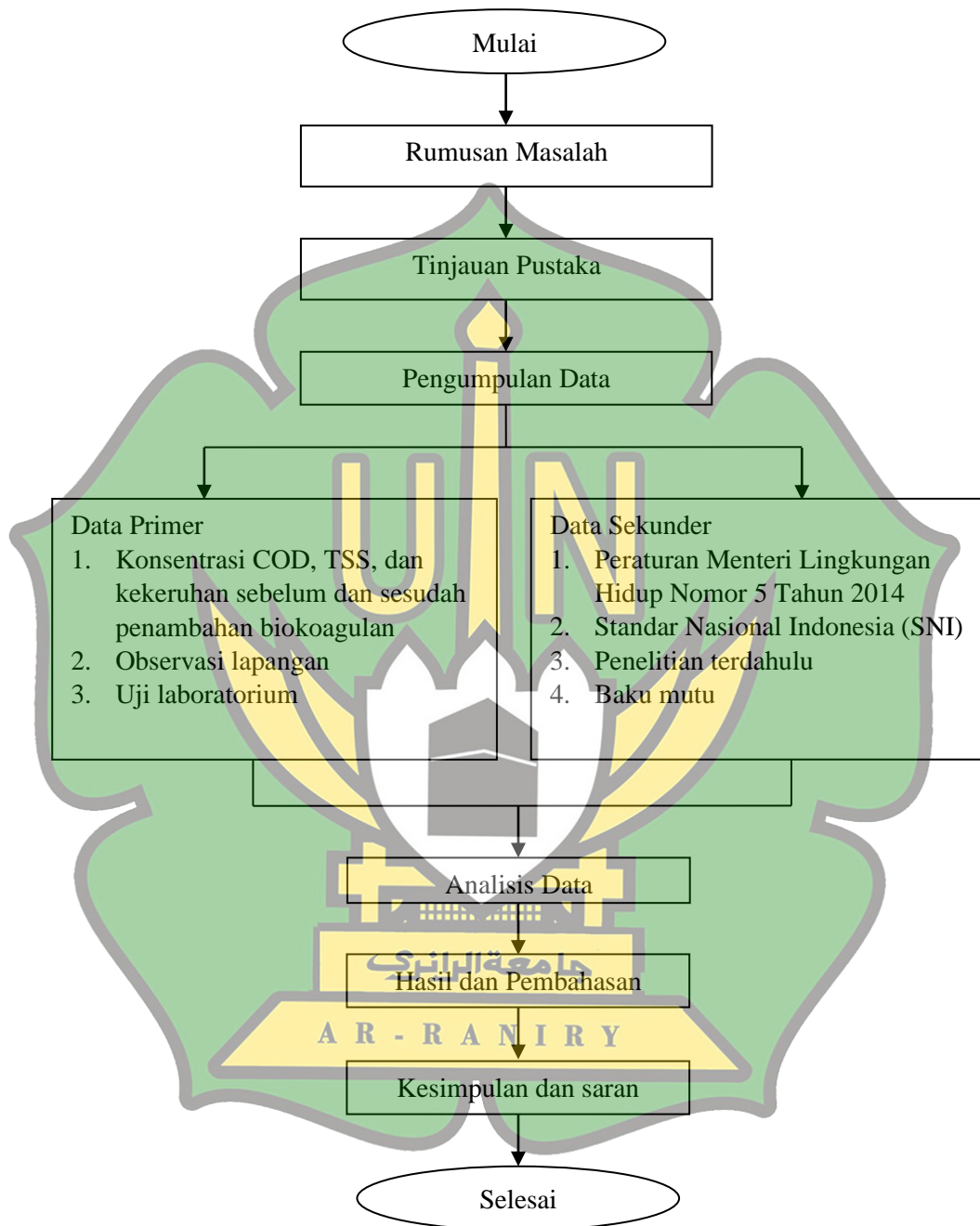
3.1 Tahapan Umum Penelitian

Tahapan penelitian secara umum dibagi menjadi beberapa tahap yang dapat dijelaskan secara detail, yaitu sebagai berikut:

1. Tahap Identifikasi Masalah. Tahapan ini bertujuan untuk mengenali masalah yang terkait dengan pengolahan air limbah ikan berdasarkan pengamatan dan fakta yang dikumpulkan.
2. Tahap Studi Literatur. Tahapan ini merupakan langkah awal yang dilakukan untuk memperoleh informasi guna meningkatkan pemahaman, serta mengumpulkan data terkait penelitian yang dilakukan.
3. Tahap Observasi Awal. Tahapan ini mempunyai tujuan untuk memahami kondisi lapangan dalam proses jual beli dan pengolahan ikan dengan mengunjungi lokasi tempat pengambilan sampel.
4. Tahap Persiapan. Tahapan ini berfokus pada persiapan alat dan bahan yang diperlukan agar penelitian berjalan lebih efisien dan sistematis.
5. Tahap Pengambilan Sampel. Tahapan ini bertujuan untuk melakukan analisis awal terhadap pH, COD, dan TSS dalam air limbah ikan serta sebagai pembanding terhadap sampel yang telah diolah.
6. Tahap Pembuatan Biokoagulan. Tahapan ini melibatkan proses pembuatan biokoagulan dari limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dengan menggunakan serbuk dari cangkang tersebut.
7. Tahap Uji Sampel. Tahapan ini dilakukan dengan menggunakan biokoagulan dari cangkang kerang darah, guna menilai efektivitasnya dalam mengurangi parameter terutama polutan dalam limbah cair.
8. Tahap Analisis Sampel. Analisis keseluruhan sampel pH, COD, dan TSS dilakukan di laboratorium. Jika tidak ada perubahan signifikan dalam parameter setelah pengolahan, maka dosis biokoagulan dapat ditingkatkan dengan variasi waktu tertentu.

9. Tahap Analisis Data dan Hasil. Tahap ini dilakukan setelah semua analisis sampel selesai.
10. Tahap Penarikan Kesimpulan. Tahap ini merupakan tahap akhir untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh. Tahapan kerja dapat dilihat pada Gambar 3.1 diagram alir penelitian.

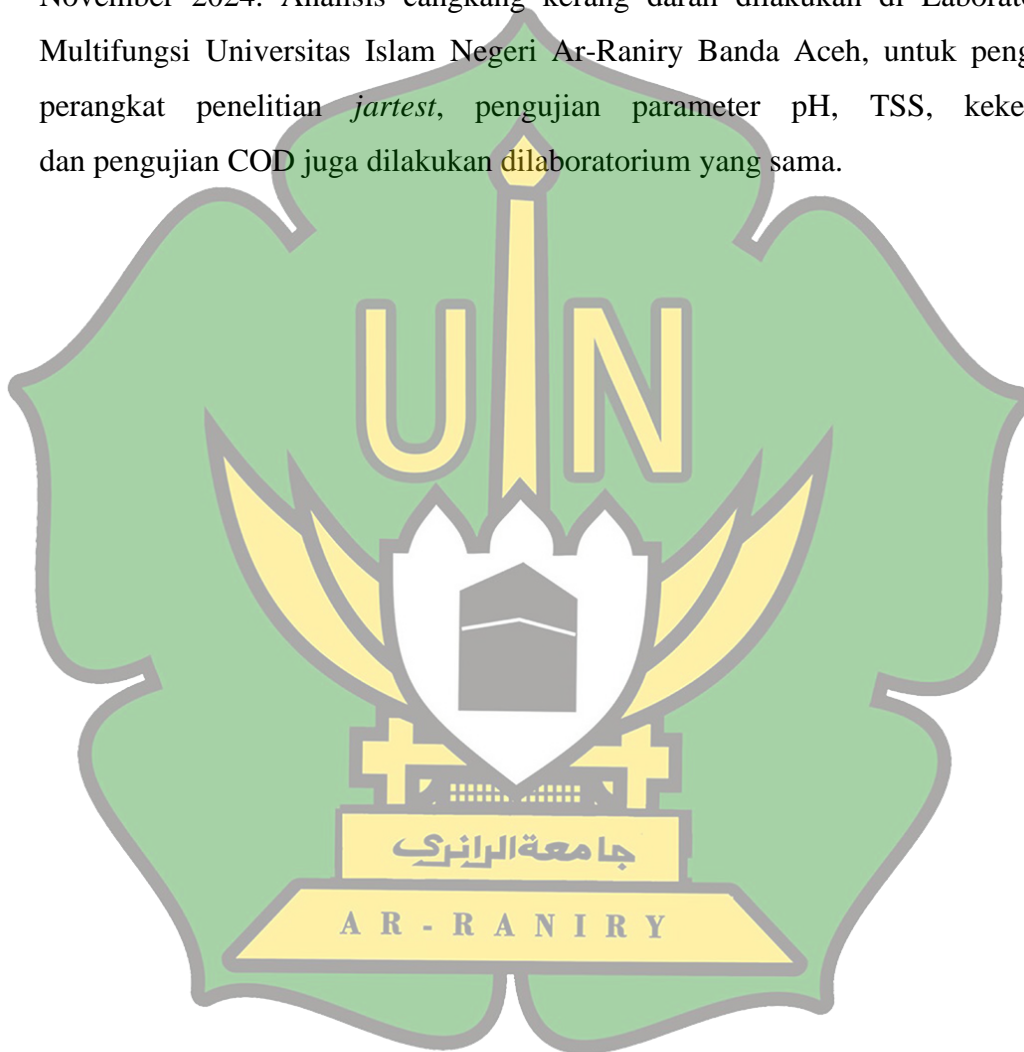




Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

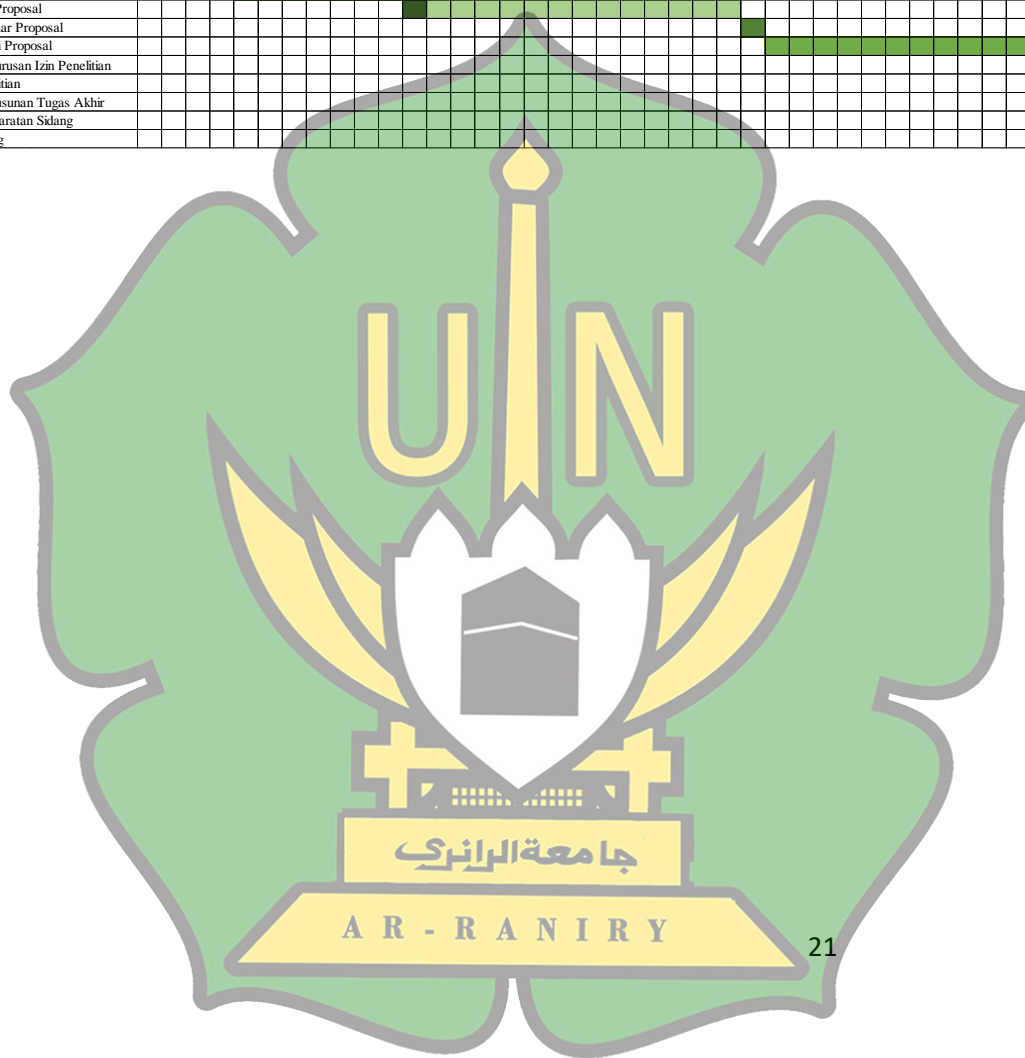
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Oktober 2023 dan berlangsung hingga November 2024. Analisis cangkang kerang darah dilakukan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, untuk pengujian perangkat penelitian *jartest*, pengujian parameter pH, TSS, kekeruhan dan pengujian COD juga dilakukan di laboratorium yang sama.



Tabel 3.1 Waktu penelitian

Waktu Penelitian	Waktu Penelitian 2023-2024																																																																			
	September				Oktober				November				Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus				September				Oktober				November				Desember							
	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	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																																																																				
Acc Proposal																																																																				
Seminar Proposal																																																																				
Revisi Proposal																																																																				
Pengurusan Izin Penelitian																																																																				
Penelitian																																																																				
Penyusunan Tugas Akhir																																																																				
Persyaratan Sidang																																																																				
Sidang																																																																				



3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat-Alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai bahan pengukuran ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Alat yang digunakan

No	Nama alat	Kegunaan
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 berat sampel
9	Oven	Sebagai alat pemanasan dan menghilangkan kadar air pada sampel
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	<i>Sieve shaker</i>	Untuk menyaring material sampel dari cangkang kerang
22	Jeriken	Sebagai wadah air limbah ikan
23	Gayung	Untuk pengambilan sampel

3.3.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, antara lain: serbuk cangkang kerang darah (*Anadara granosa*), air limbah pasar ikan Al-Mahirah, $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 , kertas saring (*whatman* no. 42), larutan etanol 96% dan aquadest.

3.4 Variabel Penelitian

a. Variabel Bebas (Independen)

Variabel independent adalah faktor-faktor yang memiliki pengaruh atau menyebabkan perubahan pada variabel dependen. Dalam penelitian ini, variabel independent terdiri dari dosis koagulan dan tingkat kecepatan pengadukan yang tinggi. Variasi dosis koagulan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 0 g, 10 g, 20 g, 30 g, 40 g, dan 50 g. Sedangkan variasi waktu koagulasi flokulasi yang digunakan ada dua yaitu untuk pengadukan cepat 120 rpm selama 2 menit dan pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit, serta pengadukan variasi waktu kedua yakni 150 rpm selama 2 menit dan diikuti dengan 30 rpm selama 30 menit.

b. Variabel Terikat (Dependen)

Variabel dependen merujuk pada variabel yang diukur untuk mengetahui dampak yang diberikan oleh variabel bebas (*independent*). Dalam penelitian ini variabel terikat yaitu parameter pH, TSS, COD, dan kekeruhan.

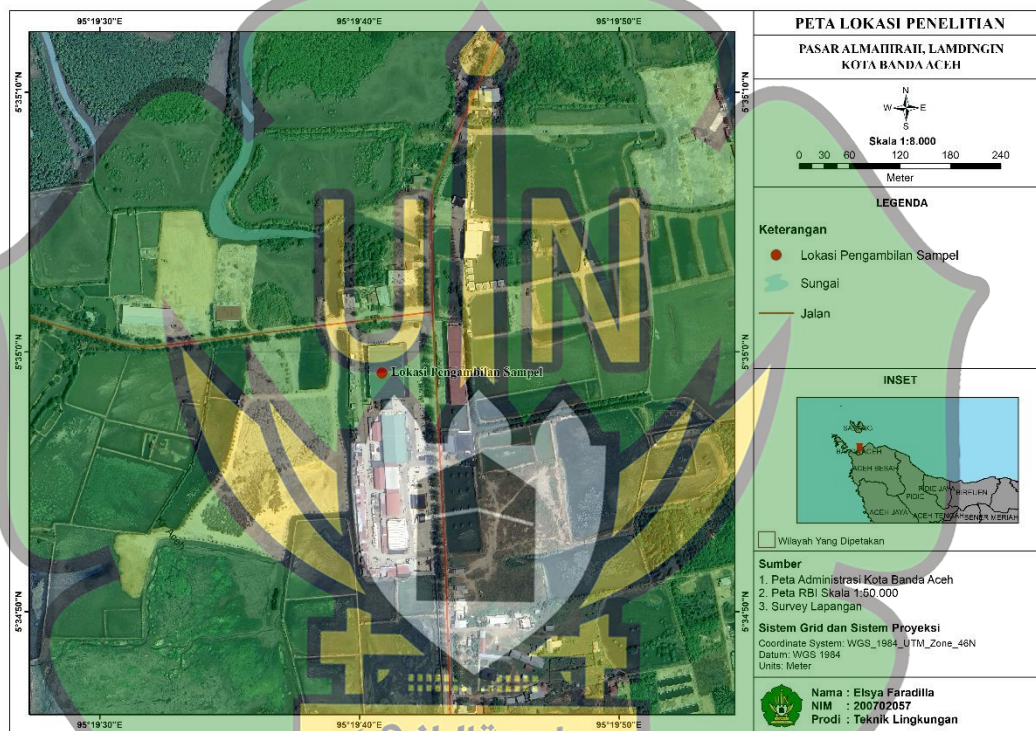
c. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang digunakan untuk mengevaluasi keterkaitan antara variabel independen dan variabel dependen. Dalam penelitian ini, variabel kontrol terdiri dari biokoagulan yang berasal dari cangkang kerang darah, air limbah dari pasar ikan di pasar Al-Mahirah Banda Aceh, dan metode eksperimen yang diterapkan menggunakan metode *jar test*.

3.5 Pengambilan Sampel

3.5.1 Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel air limbah ikan diperoleh langsung dari pasar ikan pasar Al-Mahira yang berada di Desa Lamdingin, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh. Lokasi pengambilan sampel air limbah ikan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Peta lokasi pengambilan sampel air limbah pengolahan ikan
 A R -Sumber : Google Earth

3.5.2 Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah menggunakan metode *grab sample* (sesaat) mengacu pada SNI 6989.59;2008, dimana sampel air limbah diambil pada saat itu saja di Pasar Al-Mahirah Lamdingin, Kota Banda Aceh. Sampel diambil langsung dari saluran pembuangan air limbah ikan dengan menggunakan gayung gagang panjang kemudian air limbah pasar ikan dimasukkan ke dalam jerigen sebanyak 10 liter. Setelah semua bahan telah dikumpulkan, langkah berikutnya dilakukan uji coba *jar test*, analisis kemampuan biokoagulan, penentuan dosis optimum, dan analisis efektivitas dalam mengurangi

kandungan pH, TSS, COD dan kekeruhan menggunakan biokoagulan. Pengambilan sampel air limbah pasar ikan dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Pengambilan sampel air limbah ikan



Gambar 3.4 Kondisi saluran pembuangan air limbah ikan di pasar Al-mahirah

3.6 **Prosedur Penelitian**

3.6.1 **Preparasi Sampel Cangkang Kerang Darah**

Cangkang kerang darah yang telah diambil dari tempat makan sate rebus dicuci hingga bersih, lalu dikeringkan dengan menjemurkan di bawah sinar matahari dan di oven selama 24 jam dengan suhu 105° C. Setelah mengering, cangkang ditumbuk menggunakan lesung hingga benar-benar hancur, kemudian

serbuk cangkang disaring menggunakan ayakan 100 mesh. Cangkang kerang darah yang telah dihaluskan kemudian di timbang dengan timbangan analitik dan dibagi varian massa serbuknya menjadi 0 g, 10 g; 20 g; 30 g; 40 g; dan 50 g.

3.6.2 Proses Eksperimen Koagulasi Flokulasi

Tahapan eksperimen koagulasi flokulasi dengan cara *jar test* mengacu pada SNI 19-6449-2000 yang mencakup beberapa langkah. Berikut adalah langkah-langkah tersebut:

1. Siapkan alat *jar test*, *beaker glass* dan koagulan/biokoagulan yang akan digunakan
2. Air limbah pasar ikan diambil sebanyak 1000 ml dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* untuk setiap tes
3. Diberi dosis koagulan pada tiap-tiap beaker glass yaitu 0 g, 10 g, 20 g, 30 g, 40 g, dan 50 g
4. Dilakukan pengadukan cepat pada kecepatan 120 rpm dan 150 rpm selama 2 menit
5. Dilakukan pengadukan lambat pada kecepatan 30 rpm selama 30 menit
6. Pengadukan di hentikan dan biarkan flok mengendap selama 60 menit
7. Setelah mengendap, diambil sampel dari bagian atas *beaker glass* untuk dilakukan analisis parameter. Bandingkan kekeruhan dari setiap sampel untuk menentukan dosis koagulan yang menghasilkan kekeruhan terendah
8. Dari hasil pengamatan, tentukan dosis koagulan yang memberikan hasil terbaik dalam mengurangi kekeruhan

Tabel 3.3 Desain eksperimen penelitian

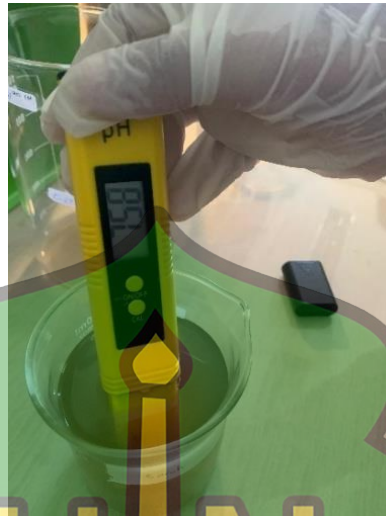
	Variasi dosis (g)	Pengadukan cepat	Pengadukan lambat	Waktu pengendapan (menit)
Sampel air limbah pengolahan ikan 1 liter	0 10 20 30 40 50	120 Rpm dan 150 Rpm (selama 2 menit)	30 Rpm (selama 30 menit)	60 menit

3.7 Pengujian Sampel

3.7.1 Pengujian *Potential Hydrogen* (pH)

Pengukuran nilai pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter tipe HI 9813-5 sesuai dengan standar SNI 6989.11-2019. Proses ini melibatkan beberapa langkah, yaitu sebagai berikut:

- Kalibrasi alat pH meter
 1. Memasukkan elektroda ke dalam larutan penyangga pH 7,0 dan diaduk elektroda dengan lembut. Kemudian atur perangkat hingga skala pH menunjukkan angka 7,0
 2. Ulangi langkah sebelumnya dengan merendam elektroda dalam larutan penyangga pH 7,0
 3. Tunggu sekitar satu menit hingga larutan penyangga sesuai dengan suhu pengukuran
- Pengujian pH:
 1. Dilepaskan penutup pelindung elektroda pH meter
 2. Dibilas elektroda dengan air aquades atau air suling lalu dikeringkan dengan tisu
 3. Dihidupkan perangkat dengan menekan tombol “ON-OFF” pada pH meter
 4. Dimasukkan elektroda ke dalam *beaker glass* yang berisi sampel air limbah pengolahan ikan hingga mencapai batas dalam larutan sampel dan tunggu hingga pembacaan pH stabil
 5. Diulangi langkah 2-4 pada *beaker glass* berikutnya hingga *beaker glass* yang ke-6
 6. Dicatat hasil pengukuran yang muncul di layar pH meter
 7. Dimatikan alat setelah selesai digunakan. Gunakan air aquades untuk membersihkan elektroda dan dikeringkan elektroda dengan kertas tisu. Dituangkan aquades ke dalam penutup pelindung dan segera ditutup dengan penutup pelindung.



Gambar 3.5 Pengukuran pH meter

3.7.2 Pengujian *Total Suspended Solid* (TSS)

Pengujian *Total Suspended Solid* (TSS) mengacu pada pedoman (SNI 6989.3:2019). Peralatan yang digunakan terdiri dari desikator yang berisikan silika gel, oven yang dioperasikan dalam rentang suhu antara 103°C hingga 105°C, timbangan analitik dengan akurasi 0,1 mg, pengaduk magnetik, pipet volume, gelas ukur, cawan aluminium, cawan porselen (cawan Gooch), penjepit, kaca arloji, dan pompa vakum. Sementara itu, bahan yang diperlukan melibatkan penggunaan kertas saring *Whatman* No.42, air suling, serta sampel air limbah pengolahan ikan.

- Persiapan Kertas Saring
 1. Diletakkan kertas saring diatas peralatan filtrasi, kemudian vakum diaktifkan dan dialirkan 20 mg/l air suling ke dalam wadah pencucian. Proses penyedotan dilanjutkan hingga seluruh kelebihan air dihilangkan, setelah itu vakum dimatikan dan pencucian dihentikan.
 2. Kertas saring dipindahkan dari peralatan filtrasi ke dalam wadah timbang berbahan aluminium
 3. Dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C hingga 105°C selama satu jam, kemudian didinginkan dalam desikator sebelum diukur beratnya

4. Diulangi langkah pada poin 3 hingga diperoleh berat yang konsisten atau hingga perubahan beratnya kurang dari 4% dari berat sebelumnya atau kurang dari 0,5 mg.

- Cara Kerja

1. Dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring lalu basahi saringan dengan sedikit air suling
2. Diaduk sampel air limbah pengolahan ikan dengan pengaduk magnetik agar mendapatkan hasil yang homogen
3. Diambil air limbah pengolahan ikan menggunakan pipet volume dengan volume tertentu selama pengadukan masih berlangsung
4. Dicuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, lalu biarkan mengering sempurna dan lanjutkan proses penyaringan dengan vakum selama 3 menit untuk memastikan penyaringan yang sempurna. Sampel dengan kandungan padatan terlarut tinggi memerlukan lebih banyak pencucian.
5. Dipindahkan kertas saring secara perlahan dari peralatan penyaringan dan memasukkannya ke dalam wadah timbang aluminium sebagai penyangga
6. Dikeringkan kertas saring dalam oven selama 1 jam pada suhu 103°C hingga 105°C. Setelah itu, didinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu sebelum dilakukan penimbangan
7. Diulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator hingga diperoleh berat yang stabil atau hingga perubahan berat kurang dari 4% dari berat sebelumnya atau kurang dari 0,5 mg. Proses penyaringan TSS menggunakan *Vacum filtrasi* 3 tempat



Gambar 3.6 *Vacum filtrasi*

Perhitungan untuk mengukur kadar TSS menurut SNI 6989.3:2019.

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{(w_1 - w_0) \times 1000}{v}$$

Dimana:

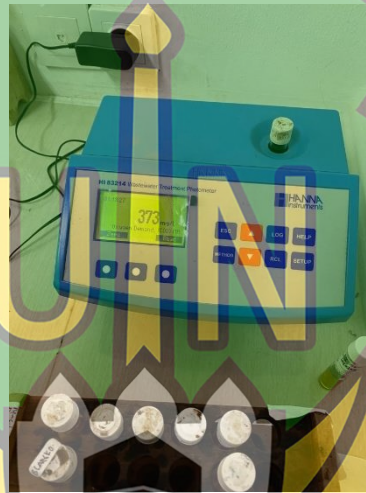
- W_0 = berat media penimbang yang berisi media penyaring awal (mg)
- W_1 = berat media penimbang yang berisi media penyaring dan residu kering (mg)
- V = volume contoh uji (ml)
- 1000 = konversi mililiter ke liter.

3.7.3 Pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD) mengacu pada standar SNI 6989.73: 2019. Untuk melakukan pengujian ini, digunakan peralatan seperti pipet tetes, karet *bulb*, gelas ukur, pipet ber-skala, dan buret. Sementara itu, bahan yang diperlukan termasuk larutan Ferro Ammonium Sulfat (FAS), asam sulfat (H_2SO_4), dan kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).

- Cara Kerja
 1. Dimasukkan sampel air limbah pengolahan ikan kedalam *Erlenmeyer*
 2. Digunakan pipet volume sebanyak 10 ml untuk dimasukkan kedalam *Erlenmeyer* yang berbeda
 3. Ditambahkan larutan kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) dengan konsentrasi 0,025N sebanyak 5 ml ke dalam sampel, kemudian ditambahkan 10 ml asam sulfat pekat. Selanjutnya, *Erlenmeyer* ditutup dengan kaca arloji dan dibiarkan selama 30 menit

4. Setelah 30 menit, campuran diberi tambahan 7,5 ml air destilasi (aquadest) dan 3 tetes indikator ferroin. Campuran tersebut diaduk secara perlahan untuk homogenisasi
5. Selanjutnya, campuran tersebut dititrasi menggunakan larutan Ferro Ammonium Sulfat (FAS) hingga warnanya berubah dari hijau menjadi oranye. Selama titrasi volume larutan FAS diamati dan di catat.



Gambar 3.7 Spektrofotometri

Perhitungan untuk mengukur COD, dapat dilihat pada rumus dibawah ini:

$$\text{Efektivitas Penurunan COD (\%)} = \frac{\text{kadar COD awal} - \text{kadar COD akhir}}{\text{kadar COD awal}} \times 100$$

3.7.4 Pengujian Kekeruhan

Kekeruhan dapat diukur menggunakan perangkat turbidimeter. Satuan pengukuran kekeruhan adalah *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU), sesuai dengan panduan SNI 06-6989.25-2005 tentang cara uji kekeruhan dengan Nefelometer. Perangkat turbidimeter yang digunakan pada penelitian ini adalah turbidimeter TU-2016 dan berikut adalah langkah-langkah penggunaannya:

- Kalibrasi perangkat:
 1. Keluarkan kedua botol kalibrasi dan buka tutupnya untuk mengidentifikasi nilai 0 NTU dan 100 NTU
 2. Menyalakan perangkat (*Power ON*), lalu masukkan botol kalibrasi dengan nilai 0 NTU kedalam turbidimeter. Pastikan tanda putih pada botol sejajar

dengan tanda putih pada perangkat, kemudian tekan tombol secara perlahan dan tutup

3. Tekan tombol *test/call* dan tahan hingga angka 000 muncul dilayar monitor
4. Tekan tombol *test/call* sekali lagi hingga muncul angka 100 dilayar monitor. Ganti botol kalibrasi 0 NTU dengan botol kalibrasi 100 NTU, pastikan tanda putih sesuai lalu ditekan dengan lembut dan tutup perangkat turbidimeter
5. Tekan tombol *test/call* sampai angka 00 muncul, kemudian tekan *test/call* sekali lagi dengan perlahan hingga muncul angka 000
6. Selanjutnya, tekan tombol *Hold* dua kali sampai muncul pesan “Clr”. Jika “Clr” sudah muncul maka perangkat sudah siap untuk digunakan dalam pengujian sampel
 - Pengujian kekeruhan
 1. Dibersihkan botol atau wadah sampel hingga kering, lalu masukkan ke dalam turbidimeter
 2. Ditekan tombol test dan hasil kekeruhan akan ditampilkan di layar monitor
 3. Dicatat hasil nilai kekeruhannya.



Gambar 3.8 Turbidimeter

3.8 Analisis Data

Persentase pengurangan konsentrasi kekeruhan, TSS, COD dan BOD dapat dihitung dengan membandingkan nilai awal konsentrasi kekeruhan, TSS, COD dan BOD sebelum melalui proses koagulasi-flokulasi serta sedimentasi dengan nilai akhir konsentrasi kekeruhan, TSS, COD dan BOD setelah proses tersebut. Penurunan tersebut kemudian disajikan dalam bentuk grafik guna menggambarkan sejauh mana efektivitas penyesihannya

$$\% P = \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \times 100$$

Keterangan:

% P : Persentase penurunan

C_o : Konsentrasi awal (mg/L)

C_e : Konsentrasi setelah pengolahan (mg/L)

3.9 Uji Pendahuluan

Berdasarkan hasil uji pendahuluan, air limbah pengolahan ikan di Pasar Almahirah Lamdingin belum memiliki Instalasi Pengolahan (IPAL). Air limbah dari hasil kegiatan pengolahan ikan langsung dibuang ke saluran drainase sehingga menyebabkan bau yang tidak sedap. Selain itu, air limbah yang dibuang langsung ke badan air tersebut juga melewati batas baku mutu limbah usaha/kegiatan pengolahan hasil perikanan sebagaimana yang tertera pada PERMEN LH RI Nomor 5 Tahun 2014. Hasil uji pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hasil Uji Pendahuluan

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji Pendahuluan	Baku Mutu
1	pH	-	7,2	6-9
2	TSS	mg/L	430	100
3	COD	mg/L	487	200
4	BOD	mg/L	396,1	100

Sumber : Hasil uji laboratorium, 2023

Adapun tujuan dari uji pendahuluan ini adalah untuk mengetahui apakah konsentrasi pH, TSS, COD dan BOD dalam air limbah pengolahan ikan di Pasar Almahirah Lamdingin memenuhi standar baku mutu atau tidak. Langkah ini

merupakan langkah permulaan yang harus diselesaikan oleh peneliti sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Dosis dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penurunan Parameter Air Limbah Pasar Ikan

Proses koagulasi-flokulasi pada air limbah ikan dilakukan dengan metode *jar test* menggunakan biokoagulan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*). Biokoagulan dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) bekerja dengan menetralkan muatan partikel koloid, sehingga mempermudah pembentukan flok yang dapat mengendap. Melalui mekanisme netralisasi muatan, adsorpsi, dan pengikatan partikel, biokoagulan ini mampu mengurangi COD, TSS dan kekeruhan secara signifikan. Sebagai bahan alami, biokoagulan ini juga ramah lingkungan, tidak beracun, dan mudah terurai sehingga bisa menjadi alternatif yang berkelanjutan dibandingkan koagulan kimia sintetis. Efektivitasnya dipengaruhi oleh parameter seperti pH, dosis, dan durasi pengolahan, sehingga pengaturan yang tepat sangat penting untuk hasil yang optimal.

Proses koagulasi-flokulasi dilakukan dengan dua variasi pengadukan cepat, yaitu 120 rpm dan 150 rpm selama 2 menit, serta pengadukan lambat dengan kecepatan 30 rpm selama 30 menit, diikuti dengan pengendapan selama 60 menit untuk setiap sampel. Variasi pengadukan ini bertujuan untuk mengoptimalkan pembentukan flok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengendapan semakin jernih filtrat yang dihasilkan, hal ini sesuai dengan penelitian Aditya dkk, (2022). Proses koagulasi-flokulasi dengan pengadukan cepat dan lambat dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1 Proses Pengadukan Kecepatan 120 rpm dengan Biokoagulan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*)



Gambar 4.2 Proses Pengadukan Kecepatan 150 rpm dengan Biokoagulan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*)



Gambar 4.3 Proses Pengendapan Air Limbah Pasar Ikan setelah Perlakuan dengan Biokoagulan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Proses koagulasi dan flokulasi merupakan metode yang sangat penting dilakukan dalam pengolahan air limbah untuk menghilangkan jumlah partikel tersuspensi dan koloid. Pada tahap koagulasi ditambahkan biokoagulan dari cangkang kerang darah untuk menetralkan partikel sehingga partikel kecil mulai bergabung menjadi gumpalan. Selanjutnya dalam proses flokulasi, gumpalan tersebut diperbesar menjadi flok yang lebih berat melalui pengadukan perlahan. Setelah proses ini flok dipisahkan melalui tahap sedimentasi atau pengendapan selama 1 jam sehingga menghasilkan air yang lebih jernih. Air yang telah melalui proses ini memiliki kadar partikel tersuspensi dan koloid yang jauh lebih rendah, sehingga lebih aman untuk dibuang ke lingkungan atau digunakan kembali setelah pengolahan lanjutan. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Lepongbulan dkk, (2017) yang menyatakan bahwa air limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan. Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan senyawa protein dan lemak dalam air limbah ikan.

4.1.1 Pengaruh Dosis dan Variasi Kecepatan Terhadap Penurunan Nilai pH

Tingkat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi proses koagulasi dan flokulasi. Jika pH air terlalu asam atau terlalu basa proses pembentukan flok tidak akan berjalan optimal sehingga mengakibatkan rendahnya kualitas air yang dihasilkan (Ningsih & Harmawan, 2022). Pengukuran pH bertujuan untuk mengetahui sejauh mana penambahan koagulan mempengaruhi tingkat keasaman larutan. Hal ini penting untuk mengevaluasi kinerja koagulan dan mengoptimalkan proses pengolahan air. Dalam penelitian ini koagulan yang digunakan adalah serbuk dari cangkang kerang darah dengan menggunakan variasi dosis yaitu 0 g, 10 g, 20 g, 30 g, 40 g dan 50 g serta variasi pengadukan cepat dilakukan pada kecepatan 120 dan 150 rpm selama 2 menit, serta pengadukan lambat dilakukan pada kecepatan 30 rpm selama 30 menit dan dilakukan pengendapan selama 60 menit.

Adapun nilai pH awal yang diperoleh dari air limbah pasar ikan sebelum ditambahkan koagulan mempunyai pH sebesar 7,8. Nilai yang diperoleh telah memenuhi persyaratan baku mutu air limbah sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014, khususnya untuk usaha pengolahan hasil perikanan. Berdasarkan hasil pengujian pada proses koagulasi flokulasi dengan *jar test* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

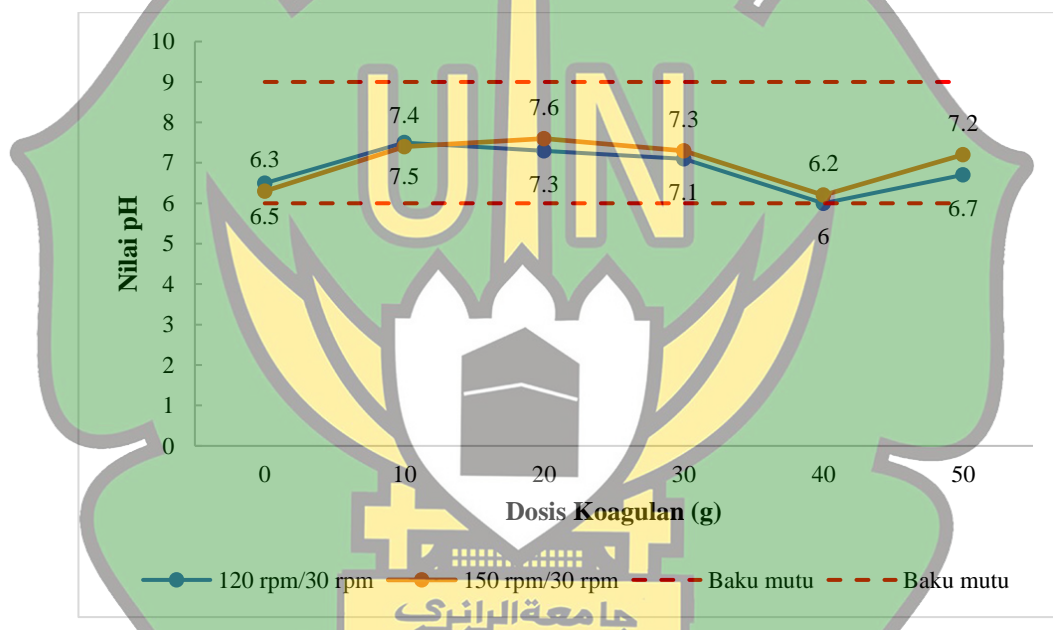
Tabel 4.1 Pengaruh Variasi Dosis Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan terhadap Penurunan Konsentrasi pH ada Air Limbah Pasar Ikan

Dosis (g)	Kecepatan Pengadukan	Nilai pH awal	Nilai pH akhir	Baku mutu
0	120 rpm/30 rpm	7,8	6.5	6-9
10			7.5	
20			7.3	
30			7.1	
40			6	
50			6.7	
0	150 rpm/30 rpm	7,8	6.3	
10			7.4	
20			7.6	
30			7.3	
40			6.2	
40			6.2	
50			7.2	

Berdasarkan Tabel 4.1, nilai pH awal sebelum perlakuan yaitu sebesar 7,8, sedangkan pH akhir tanpa penambahan biokoagulan dengan kecepatan pengadukan cepat 120 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm turun menjadi 6,5. Ini menunjukkan adanya penurunan pH selama perlakuan kontrol dan uji awal. Namun, setelah penambahan biokoagulan dari cangkang kerang darah sebanyak 30 g dengan variasi pengadukan yang sama, pH naik menjadi 7,1. Nilai pH dikatakan optimum ditandai dengan angka yang muncul tidak terlalu jauh dari pH netral (pH 7), dimana pada penelitian ini penurunan pH paling optimum terjadi pada dosis 50 g untuk pengadukan 120 rpm dengan nilai pH yaitu sebesar 6,7. Penurunan pH ini dipengaruhi oleh rasio biokoagulan, di mana semakin banyak biokoagulan yang digunakan, semakin rendah nilai pH. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Kinanti (2023) yang menunjukkan bahwa pH akan menurun seiring peningkatan dosis koagulan, karena semakin banyak senyawa kimia yang terpecah di dalam air, meningkatkan ion terionisasi dan mendekati pH netral. Semakin besar dosis koagulan, semakin tinggi kandungan H⁺ dalam larutan karena proses hidrolisis.

Pada pengadukan cepat dengan kecepatan 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm, nilai pH tanpa penambahan biokoagulan dari cangkang kerang

darah adalah 6,3. Ketika dosis biokoagulan sebesar 10 g ditambahkan, terjadi kenaikan pH menjadi 7,4, namun pada dosis 20 g, nilai pH naik kembali menjadi 7,6. Penurunan pH paling signifikan terjadi pada dosis 50 g, yaitu menjadi 7,2. Perubahan nilai pH pada air limbah setelah penambahan biokoagulan dikarenakan hasil interaksi berbagai faktor seperti karakteristik koagulan, proses pengolahan air serta kondisi lingkungan seperti suhu dan pencemaran. Berikut merupakan perubahan nilai pH pada air limbah pasar ikan setelah proses koagulasi-flokulasi dengan berbagai dosis biokoagulan dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik perbandingan dosis koagulan dan variasi pengadukan cepat terhadap penurunan konsentrasi pH

Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa setiap variasi dosis memiliki nilai pH yang berbeda, namun semuanya masih berada dalam rentang aman sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014. Nilai pH yang tinggi sekitar 9,0 atau 9,5 dapat meningkatkan konsentrasi amonia yang bersifat toksik dan dapat mengganggu kehidupan organisme di perairan (Hamonangan & Yuniarto, 2022).

4.1.2 Pengaruh Dosis dan Variasi Kecepatan Terhadap Penurunan Nilai COD

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi limbah organik dalam air melalui reaksi kimia (Andika dkk.,

2020). Jika konsentrasi bahan organik dalam air limbah rendah maka kadar COD juga akan berkurang karena sebagian besar zat organik dioksidasi oleh $K_2Cr_2O_7$ dalam kondisi asam mendidih yang optimal. Konsentrasi COD awal pada limbah cair dari pasar ikan Al-Mahirah adalah 1.540 mg/l, yang melebihi batas yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014. Proses koagulasi-flokulasi menggunakan metode *jar test* dengan variasi dosis dan kecepatan pengadukan berhasil menurunkan konsentrasi COD pada limbah cair. Penurunan konsentrasi COD setelah perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

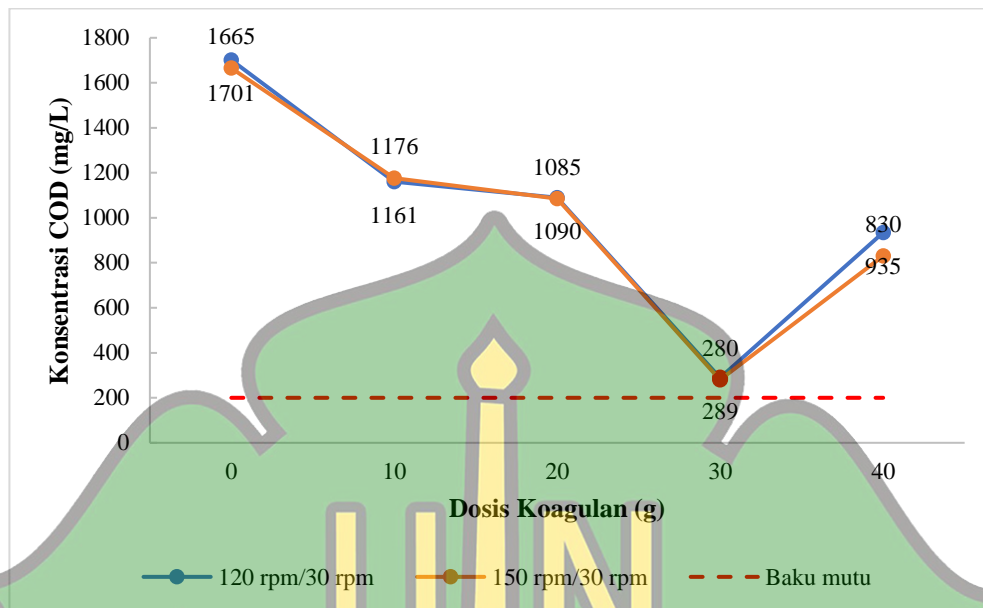
Tabel 4.2 Pengaruh Variasi Dosis Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan terhadap Penurunan Konsentrasi COD pada Air Limbah Pasar Ikan

Dosis (g)	Kecepatan Pengadukan	Kadar COD awal (mg/L)	Kadar COD akhir (mg/L)	Efisiensi (%)	Baku mutu
0	120 rpm/30 rpm	1.540	1.701	-0.104	200
10			1.161	24.6	
20			1.090	30	
30			289	81.2	
40			935	39.2	
50			790	48.7	
0	150 rpm/30 rpm	1.540	1.665	-0.081	200
10			1.176	23.6	
20			1.085	29.5	
30			280	82	
40			830	46.1	
50			656	57.4	

Berdasarkan Tabel 4.2, setelah proses koagulasi dan flokulasi terjadi kenaikan pada nilai COD untuk dosis 0 g menjadi 1.701 mg/L dengan kecepatan pengadukan cepat 120 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm. Peningkatan nilai COD sebelum penambahan biokoagulan juga bisa disebabkan karena proses pengadukan sehingga beberapa partikel senyawa organik mengalami pemecahan sehingga kadar COD lebih tinggi dari sebenarnya. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Islamawati dkk, (2018) yang menyatakan bahwa pengadukan tanpa penambahan biokoagulan dengan kecepatan tertentu dapat memengaruhi nilai COD, karena proses pengadukan tersebut meningkatkan suplai oksigen, sehingga menyebabkan kandungan oksigen meningkat. Pada penambahan dosis 10 g, 20 g,

dan 30 g, kadar COD kembali menurun hingga hasil kadar COD yang paling optimum didapat pada dosis 30 g yaitu sebesar 289 mg/L. Namun pada dosis koagulan 40 g, kadar COD kembali naik hingga 935 mg/L dan kadar COD kembali turun pada dosis 50 g sebesar 790 mg/L. Kenaikan ini disebabkan oleh pemberian dosis yang berlebihan, yang mengakibatkan air limbah menjadi jenuh karena flok-flok yang terbentuk telah habis, sehingga koagulan justru meningkatkan kadar COD (Santoso dkk., 2024). Penambahan bahan organik dalam limbah cair juga membutuhkan lebih banyak oksigen untuk mengoksidasi bahan-bahan tersebut, sehingga oksigen terlarut dalam air limbah berkurang (Fadzry dkk., 2021).

Pada kecepatan pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm untuk dosis 0 g juga mengalami hal yang sama seperti pada kecepatan 120 rpm dimana kadar COD mengalami peningkatan menjadi 1.665 mg/L. Namun, pada dosis 10 g, 20 g, dan 30 g, nilai COD kembali menurun hingga penurunan paling signifikan terjadi pada dosis 30 g yaitu sebesar 280 mg/L. Penambahan biokoagulan pada dosis 40 g menyebabkan penurunan konsentrasi COD dari 1.540 mg/L menjadi 830 mg/L dan pada dosis 50 g mengalami penurunan kembali yaitu sebesar 656 mg/L. Kecepatan pengadukan dalam proses koagulasi sangat memengaruhi efektifitas pencampuran koagulan dengan air limbah yang dapat membantu menyebarkan koagulan secara merata sehingga partikel koloid dapat terdestabilisasi secara optimal. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada kecepatan pengadukan yang lebih tinggi nilai COD memiliki efisiensi paling optimum. Hal ini juga terkait penelitian oleh Kusuma, (2021) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan maka semakin efektif proses koagulasi karena pengadukan membantu pencampuran koagulan ke dalam air limbah, mendestabilisasi partikel, dan membentuk flok-flok. Penyisihan kadar COD dengan variasi dosis dapat dilihat pada grafik di Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Dosis Biokoagulan dan Variasi Pengadukan Cepat terhadap Penurunan Konsentrasi COD

Berdasarkan Gambar 4.5, terdapat penurunan konsentrasi COD pada dosis 30 g dari 1.540 mg/L menjadi 289 mg/L dengan kecepatan pengadukan 120 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm. Sementara itu, pada pengadukan dengan kecepatan 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm, nilai COD turun menjadi 280 mg/L pada dosis yang sama. Penurunan ini disebabkan oleh penambahan biokoagulan dalam proses koagulasi-flokulasi. Hal ini juga dilihat berdasarkan penelitian oleh Amalia dkk, (2024) yang menyatakan bahwa biokoagulan efektif dalam mengikat partikel tersuspensi dan pengikatan ini menyebabkan muatan partikel menjadi tidak stabil sehingga menghasilkan gaya tarik-menarik antar partikel yang berbeda. Gumpalan flok yang terbentuk selama proses koagulasi-flokulasi akan mengendap dengan cepat dan stabil, sehingga mengurangi kandungan zat tersuspensi. Jika kandungan zat tersuspensi menurun, maka nilai COD pada limbah cair juga akan berkurang (Pangestu dkk., 2021).

4.1.3 Pengaruh Dosis dan Variasi Kecepatan Terhadap Penurunan Nilai TSS

Total Suspended Solid (TSS) merupakan partikel padat yang tidak larut dan mengendap dalam waktu singkat. Limbah cair pasar ikan Al-Mahirah

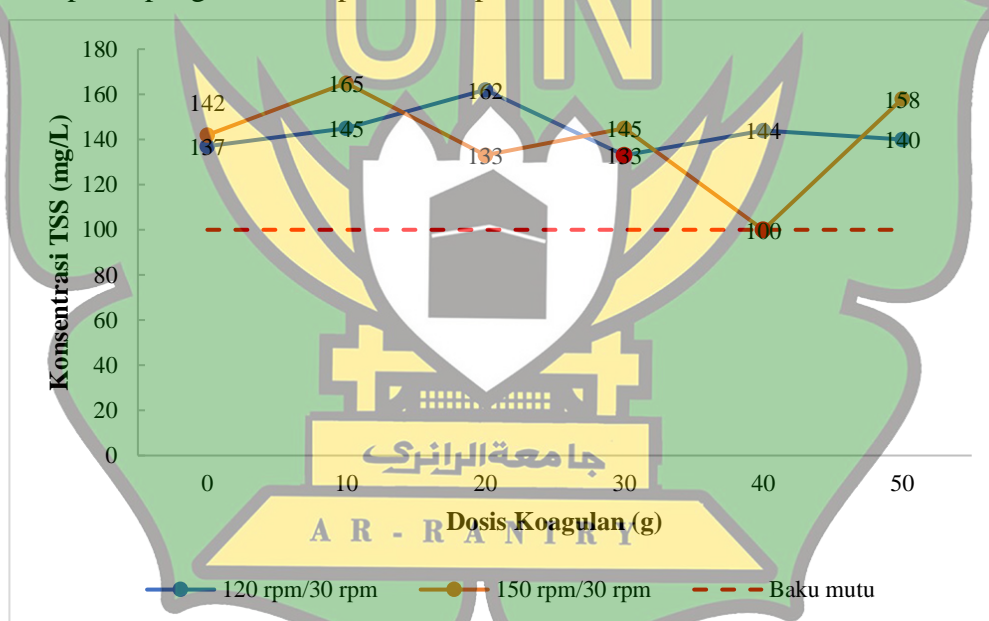
diketahui memiliki konsentrasi TSS sebesar 377 mg/L, jauh di atas baku mutu yang ditentukan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014, yaitu sebesar 100mg/L. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas biokoagulan dari cangkang kerang darah dalam menurunkan kadar TSS melalui proses koagulasi-flokulasi. Hasil pengujian dengan berbagai kecepatan pengadukan disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengaruh Variasi Dosis Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan terhadap Penurunan Konsentrasi TSS pada Air Limbah Pasar Ikan

Dosis (g)	Kecepatan Pengadukan	Kadar TSS awal (mg/L)	Kadar TSS akhir (mg/L)	Efisiensi (%)	Baku mutu
0	120 rpm/30 rpm	377	137	63,6	100
10			145	61,5	
20			162	57	
30			133	64,7	
40			144	61,8	
50			140	62,8	
0	150 rpm/30 rpm	377	142	62,3	
10			165	56,2	
20			133	64,7	
30			145	61,5	
40			100	73,4	
50			158	58	

Berdasarkan Tabel 4.3, hasil pengujian awal menunjukkan kadar TSS sebesar 377 mg/L, dengan penurunan konsentrasi TSS pada variasi dosis 0 g menjadi 137 mg/L saat menggunakan pengadukan cepat 120 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm. Penurunan ini terjadi karena proses koagulasi yang menggunakan cangkang kerang darah. Koagulan mengikat polutan dalam air limbah, sehingga partikel yang awalnya stabil menjadi tidak stabil dan menciptakan gaya tarik yang menyebabkan pembentukan gumpalan yang akhirnya mengendap (Ramayanti dan Amna, 2019). Pada penambahan dosis biokoagulan 10 g, terjadi peningkatan konsentrasi TSS menjadi 145 mg/L. Sementara itu, pada dosis 30 g, tercatat penurunan kadar TSS tertinggi menjadi 133 mg/L, dan pada dosis 50 g, konsentrasi TSS meningkat menjadi 140 mg/L.

Pada variasi pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm, tanpa penambahan biokoagulan, kadar TSS pada dosis 0 g dapat diturunkan dari 377 mg/L menjadi 194 mg/L, sedangkan dengan penambahan 10 g menjadi 142 mg/L. Namun, pada dosis biokoagulan 40 g, terjadi penurunan konsentrasi TSS tertinggi hingga 100 mg/L. Sebaliknya, pada dosis 50 g, kadar TSS meningkat menjadi 158 mg/L. Kenaikan ini disebabkan oleh restabilisasi partikel koloid akibat dosis yang berlebihan. Muatan negatif partikel koloid dalam air limbah berubah menjadi positif karena penyerapan dari dosis yang terlalu banyak, sehingga menghasilkan gaya tolak-menolak antar partikel koloid yang memiliki muatan serupa (Fachrul dkk., 2020). Penyisihan kadar TSS dengan variasi kecepatan pengadukan dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Dosis Biokoagulan dan Variasi Pengadukan Cepat terhadap Penurunan Konsentrasi TSS

Pada Gambar 4.6 terlihat adanya fluktuasi TSS, yaitu penurunan dan kenaikan. Penurunan konsentrasi terbesar terjadi pada kecepatan pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan penambahan dosis 40 g. Kecepatan pengadukan 150 rpm lebih efektif dibandingkan 120 rpm dalam mengurangi *Total Suspended Solids* (TSS) pada air limbah dikarenakan peningkatan energi pencampuran membantu menyebarkan biokoagulan secara merata, mendestabilisasi partikel koloid, dan mempercepat pembentukan

mikroflok. Kondisi ini menciptakan interaksi lebih intensif antara biokoagulan dan partikel limbah, menghasilkan flok yang lebih besar dan stabil untuk diendapkan. Hal ini juga terkait penelitian oleh Kinanti, (2023) yang menyatakan bahwa peningkatan kecepatan pengadukan yang mendukung proses koagulasi-flokulasi sehingga dapat mempengaruhi pembentukan flok jika terlalu tinggi, flok yang terbentuk bisa pecah, sementara jika terlalu lambat, pembentukan flok berlangsung lebih lambat (Azizah dkk., 2021).

Dosis optimum untuk menurunkan konsentrasi TSS pada limbah cair di pasar ikan Al-Mahirah tercapai pada dosis 40 g, di mana konsentrasi awal 377mg/L turun menjadi 100 mg/L. Pada tingkat penurunan ini, kadar TSS sudah memenuhi standar baku mutu yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Usaha dan/atau Kegiatan yang Belum Memiliki Baku Mutu Air Limbah, yaitu sebesar 100 mg/L.

4.1.4 Pengaruh Dosis dan Variasi Kecepatan Terhadap Penurunan Nilai Kekeruhan

Kekeruhan dan *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan salah satu parameter yang berhubungan dengan cahaya yang masuk ke dalam perairan, yang dapat mengganggu proses fotosintesis. Kekeruhan memengaruhi tingkat kesuburan perairan, di mana nilai kekeruhan yang rendah berarti produktivitas perairan juga rendah. Menurut (Suryono dan Pramusinto, 2016), kekeruhan disebabkan oleh zat koloid yang mengapung dan terpecah menjadi potongan-potongan sangat kecil. Selain itu, bahan organik halus, lumpur, tanah, atau benda terapung yang tidak dapat mengendap juga menjadi penyebabnya. Dalam penelitian ini, tingkat kekeruhan diolah melalui proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan cangkang kerang darah. Kekeruhan pada air limbah pasar ikan tidak termasuk dalam baku mutu air limbah berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014. Oleh karena itu, pengujian kekeruhan hanya dilakukan untuk melihat efektivitas biokoagulan dalam menurunkan kekeruhan sebelum dan sesudah proses koagulasi-flokulasi. Hasil penurunan kadar kekeruhan pada limbah cair pasar ikan Al-Mahirah setelah proses

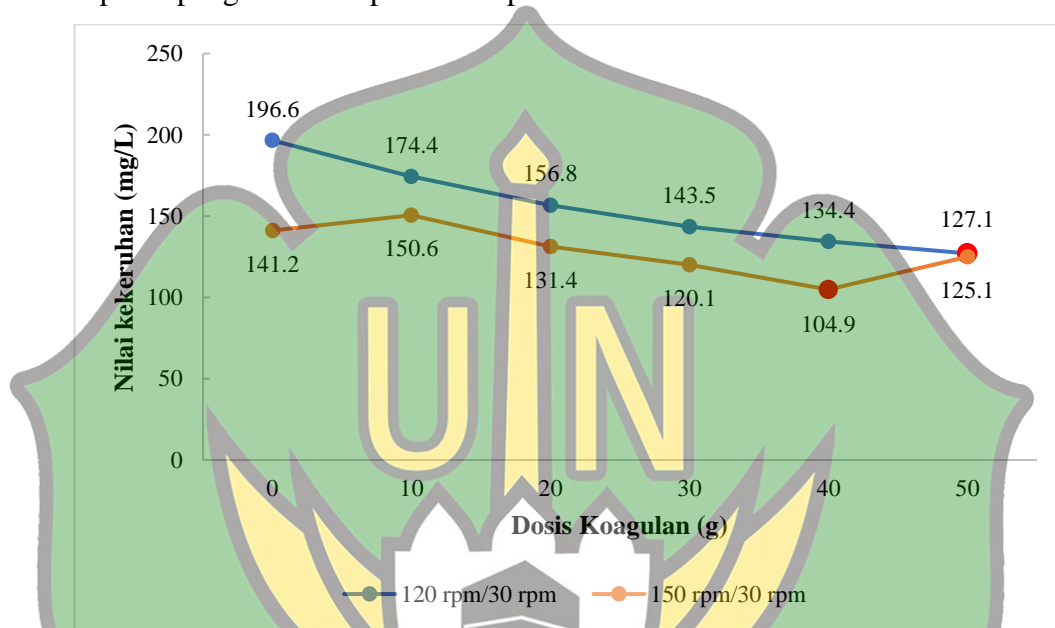
koagulasi-flokulasi dengan berbagai kecepatan pengadukan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengaruh Variasi Dosis Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan terhadap Penurunan Konsentrasi Kekeruhan pada Air Limbah Pasar Ikan

Dosis (g)	Kecepatan Pengadukan	Kadar kekeruhan awal (mg/L)	Kadar kekeruhan akhir (mg/L)	Efisiensi (%)	Baku mutu
0	120 rpm/30 rpm	184	196.6	-0.068	-
10			174.4	5	
20			156.8	14.7	
30			143.5	22	
40			134.4	27.1	
50			127.1	31	
0	150 rpm/30 rpm	184	141.2	23.2	-
10			150.6	18.1	
20			131.4	28.5	
30			120.1	34.7	
40			104.9	42.9	
50			125.1	32	

Berdasarkan Tabel 4.4, terlihat bahwa setelah perlakuan dengan dosis biokoagulan 0 g pada kecepatan pengadukan cepat 120 rpm dan lambat 30 rpm menunjukkan bahwa tingkat kekeruhan meningkat dari 184 NTU menjadi 196,6 NTU, hal ini dikarenakan pengadukan tanpa koagulan akan membuat air limbah menjadi lebih keruh karena partikel-partikel kecil tidak dapat mengendap (Morosanu dkk., 2021). Setelah penambahan biokoagulan sebanyak 10 g nilai kekeruhan terjadi penurunan menjadi 174,4 NTU dan pada dosis seterusnya kekeruhan akan terus menurun hingga didapatkan dosis optimum pada kekeruhan dengan pengadukan 120 rpm yaitu pada dosis 50 g dengan nilai kekeruhan sebesar 127,1 NTU dengan efisiensi penurunan sebanyak 31%. Pada variasi kecepatan pengadukan cepat 150 rpm dan lambat 30 rpm dengan dosis 0 g, kekeruhan berkurang hingga 141,2 NTU. Namun setelah penambahan dosis 10 g, kekeruhan mengalami peningkatan sebesar 150,6 NTU. Peningkatan kekeruhan setelah penambahan biokoagulan kemungkinan terjadi akibat dosis yang terlalu rendah dan air limbah sangat pekat yang mengandung berbagai zat organik maupun anorganik sehingga partikel-partikel koloid tidak cukup terdestabilisasi untuk

membentuk flok yang efektif (Ardiansyah & Wikaningrum, 2023). Nilai kekeruhan paling optimum tercapai pada dosis 40 g yaitu 104,9 NTU dengan efisiensi penurunan sebanyak 42,9%. Penyisihan kekeruhan berdasarkan variasi kecepatan pengadukan dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Dosis Biokoagulan dan Variasi Pengadukan Cepat terhadap Penurunan Nilai Kekeruhan

Berdasarkan Gambar 4.7, penurunan kekeruhan pada air limbah pasar ikan setelah penambahan biokoagulan dari cangkang kerang darah menunjukkan bahwa biokoagulan tersebut efektif dalam mengikat partikel tersuspensi di air limbah. Biokoagulan bekerja dengan cara membantu partikel kecil yang tersuspensi menggumpal menjadi partikel yang lebih besar sehingga lebih mudah mengendap. Efek ini menghasilkan air yang lebih jernih dan mengurangi kekeruhan secara signifikan. Semakin rendah nilai kekeruhan maka semakin sedikit jumlah partikel tersuspensi didalam air sehingga kualitas air menjadi baik dan tidak mencemari lingkungan jika dibuang langsung ke lingkungan. Penurunan nilai kekeruhan mencerminkan keberhasilan proses pengolahan dalam menghilangkan partikel-partikel tersebut. Adapun dosis koagulan optimal tercapai pada dosis 40 g dengan kecepatan pengadukan cepat 150 rpm dan lambat 30 rpm yang menghasilkan nilai kekeruhan sebesar 104,9 NTU.

4.2 Kemampuan Cangkang Kerang Darah Sebagai Biokoagulan

Cangkang kerang darah yang digunakan pada penelitian ini sebagai bahan biokoagulan efektif dalam mengurangi bahan pencemar yang ada pada air limbah pasar ikan. Air limbah pasar ikan yang telah diambil dari sumbernya dilakukan pengujian awal terlebih dahulu guna mengukur kualitas air tersebut. Setelah dilakukan uji awal maka dilakukan pengolahan lebih lanjut dengan menggunakan proses koagulasi dan flokulasi. Proses ini melibatkan penambahan koagulan alami dan pengadukan air secara bertahap dengan tujuan untuk membuat partikel-partikel yang ada dalam air limbah menggumpal dan mengendap sehingga mudah dipisahkan dari air limbah. Kualitas air yang diuji meliputi tingkat keasaman (pH), jumlah zat padat yang tersuspensi (TSS), kebutuhan oksigen kimia (COD), dan tingkat kekeruhan. Hasil pengujian ini kemudian dibandingkan dengan standar kualitas air limbah yang telah ditetapkan pemerintah. Hasil pengujian parameter dan uji awal pada air limbah pasar ikan dapat dilihat pada Tabel 4.5.



Tabel 4.5 Hasil uji parameter air limbah pasar ikan

No	Dosis (mg/L)	Parameter Air Limbah											
		pH			COD (mg/L)			TSS (mg/L)			Kekeruhan (NTU)		
		Nilai Awal	120 rpm/30 rpm	150 rpm/30 rpm	Kadar Awal	120 rpm/30 rpm	150 rpm/30 rpm	Kadar Awal	120 rpm/30 rpm	150 rpm/30 rpm	Nilai Awal	120 rpm/30 rpm	150 rpm/30 rpm
1	0	7,8	6,5	6,3	1.540 mg/L	1.701	1.665	377 mg/L	137	142	184 NTU	196,6	141,2
2	10		7,5	7,4		1.161	1.176		145	165		174,4	150,6
3	20		7,3	7,6		1.091	1.085		162	133		156,8	131,4
4	30		7,1	7,3		289	280		133	145		143,5	120,1
5	40		6	6,2		935	830		144	100		134,4	104,9
6	50		6,7	7,2		790	656		140	158		127,1	125,1

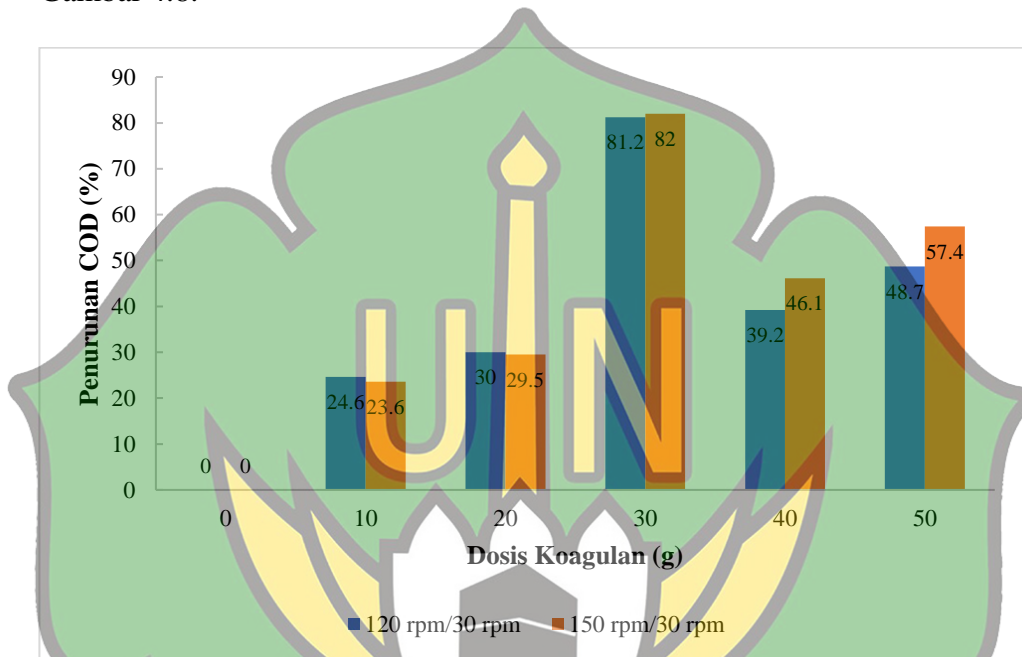


Berdasarkan tabel 4.5, hasil pengujian awal pada air limbah di Pasar Al-Mahirah Lamdingin, Banda Aceh menunjukkan bahwa parameter pH berada dalam batas aman dengan nilai 7,8 sesuai dengan standar yang berlaku. Hal ini dikarenakan pada saat proses pencucian ikan di pasar biasanya menggunakan air bersih yang akan membantu menetralkan pH air limbah. Namun, hasil pengujian COD dan TSS masing-masing adalah 1.540 mg/L dan 377 mg/L yang melebihi batas yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014, di mana standar untuk COD adalah 200 mg/L dan TSS adalah 100 mg/L. Hal ini disebabkan karena limbah pasar ikan banyak mengandung bahan organik dan partikel padat yang berasal dari sisa-sisa ikan dan proses pengolahannya, sehingga menyebabkan kadar COD dan TSS sangat tinggi dan berpotensi mencemari lingkungan. Berdasarkan penelitian Oktavia dkk, (2019) menyatakan bahwa air limbah hasil pencucian ikan memiliki beban organik yang tinggi ditandai dengan warna kecoklatan, kekeruhan, dan bau amis serta kandungan nutrisi yang melimpah. Parameter kekeruhan tidak ada perbandingan yang bisa dilakukan karena standar untuk kekeruhan belum ditetapkan, melainkan hanya dapat dilihat dari seberapa efektif koagulan alami dari cangkang kerang darah dalam menurunkan kadar kekeruhan tersebut. Berdasarkan hasil yang sudah didapatkan menunjukkan bahwa serbuk cangkang kerang darah mampu dan berfungsi sebagai biokoagulan untuk menurunkan kadar COD, TSS, dan kekeruhan.

4.2.1 Penurunan Kadar COD Pada Air Limbah Pasar Ikan

Permasalahan air limbah menjadi salah satu fokus utama dalam pengelolaan lingkungan terutama dalam sektor industri perikanan dan pasar ikan. Air limbah yang tidak diolah dengan baik akan mencemari lingkungan dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Salah satu parameter utama yang sering digunakan untuk mengukur tingkat pencemaran organik dalam air limbah adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD). Tingginya nilai COD menunjukkan adanya konsentrasi bahan organik yang memerlukan pengolahan lebih lanjut agar tidak mencemari lingkungan. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Yustika dkk, (2023) yang menyatakan bahwa nilai COD yang tinggi disebabkan oleh proses degradasi

bahan organik maupun anorganik yang berasal dari limbah yang dihasilkan. Efektivitas penurunan kadar COD setelah proses koagulasi-flokulasi dan penambahan dosis biokoagulan dari cangkang kerang darah dapat dilihat pada Gambar 4.8.



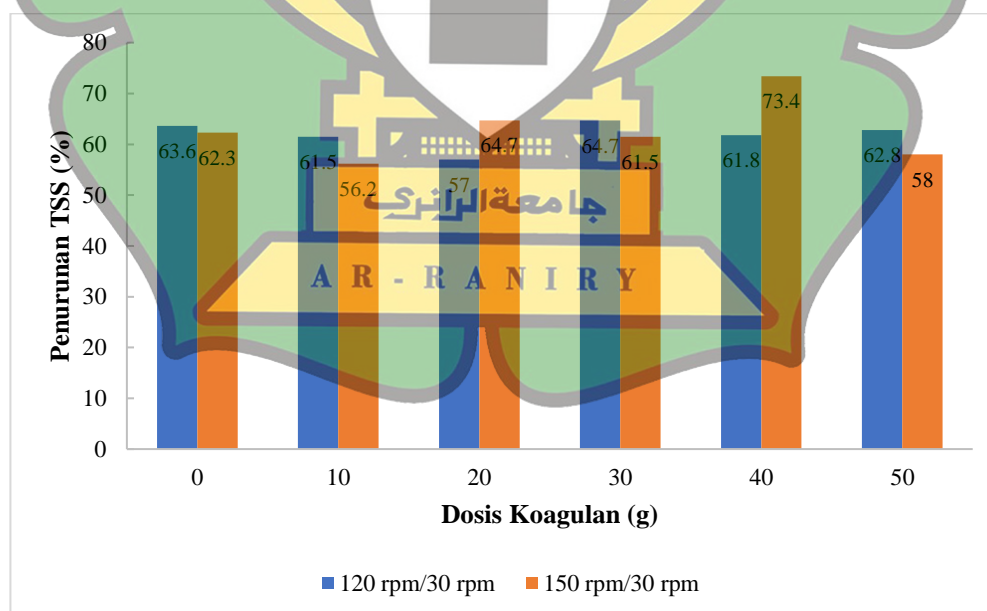
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Penurunan Kadar COD terhadap Efektivitas Cangkang Kerang Darah

Pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa biokoagulan dari cangkang kerang darah efektif dalam menurunkan konsentrasi COD. Konsentrasi penurunan COD tertinggi pada air limbah pasar ikan tercatat pada dosis 30 g dengan pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm, menghasilkan persentase penurunan sebesar 82%. Sedangkan kondisi kontrol dengan kecepatan pengadukan 150 rpm dan 30 Rpm pada dosis 10 g menunjukkan efisiensi penurunan COD yang paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu hanya mampu mengurangi konsentrasi COD sebesar 23,6%. Penurunan nilai COD yang signifikan pada dosis 30 g ini disebabkan karena proses pengadukan yang cukup selama proses koagulasi dan flokulasi sehingga memungkinkan biokoagulan bercampur merata dengan air limbah hingga dapat meningkatkan efisiensi pengikatan dan pengendapan bahan pencemar. Selain itu, penggunaan biokoagulan yang tinggi juga mampu menurunkan nilai COD karena koagulan yang tinggi mampu mengikat lebih banyak partikel pencemar organik dan

anorganik. Hal ini berdasarkan penelitian Afiuddin dkk, (2023) yang menyatakan bahwa jika penggunaan biokoagulan terlalu sedikit maka partikel koloid tidak dapat terikat secara maksimal sehingga mengakibatkan partikel tetap tersuspensi dan proses koagulasi tidak efektif. Namun, pada variasi dosis 50 g, penyisihan kadar COD justru lebih rendah dibandingkan dosis 30 g. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi biokoagulan yang melebihi kondisi optimum, sehingga zat organik yang telah dinetralkan terpecah menjadi partikel berukuran koloid (Zakaria dkk., 2023).

4.2.2 Penurunan Kadar TSS Pada Air Limbah Pasar Ikan

Total Suspended Solids (TSS) merupakan parameter penting yang menunjukkan jumlah partikel padat tersuspensi dalam air limbah. Penelitian ini mengamati tentang efektivitas biokoagulan dari cangkang kerang darah dengan berbagai dosis untuk menurunkan nilai TSS. Efektivitas penurunan kadar TSS setelah proses koagulasi-flokulasi dan penambahan biokoagulan cangkang kerang darah dengan beberapa variasi dosis biokoagulan dapat dilihat pada Gambar 4.9.



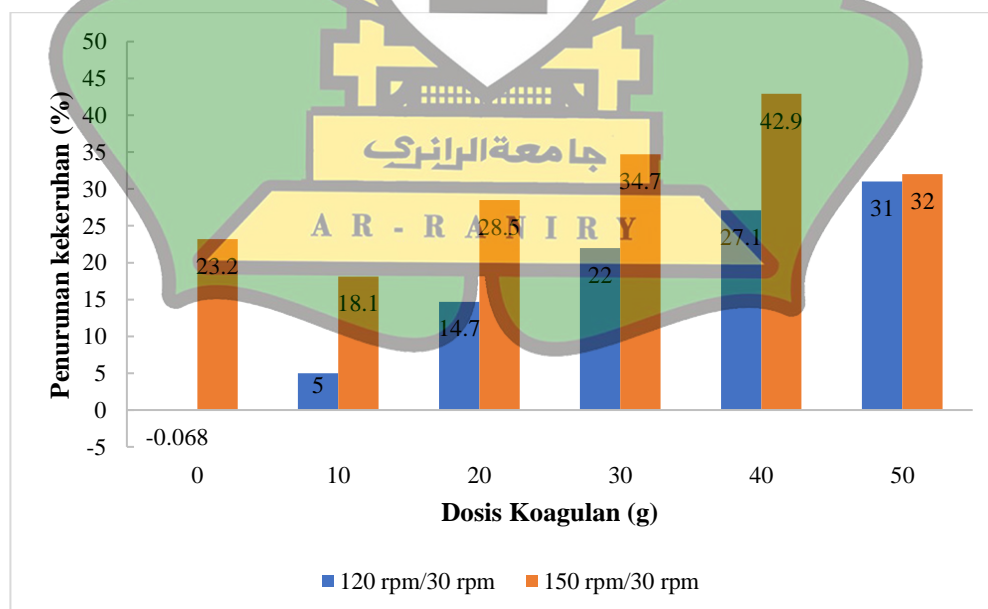
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Penurunan Kadar TSS terhadap Efektivitas Cangkang Kerang Darah

Pada Gambar 4.9 menunjukkan penurunan konsentrasi TSS tertinggi terjadi pada variasi dosis 40 g dengan kecepatan pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm, menghasilkan penurunan konsentrasi TSS sebesar

73,4%. Penurunan terendah terjadi pada variasi dosis 10 g dengan kecepatan pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm, dengan penurunan TSS sebesar 56,2%. Penambahan biokoagulan membantu mengikat bahan pencemar dalam air limbah sehingga menyebabkan partikel menjadi tidak stabil dan menarik satu sama lain dan membentuk flok-flok. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Sisyanreswati dkk, (2014) yang menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi TSS setelah dilakukan koagulasi-flokulasi.

4.2.3 Penurunan Kadar Kekeruhan Pada Air Limbah Pasar Ikan

Kadar kekeruhan pada air limbah dilakukan untuk mengetahui jumlah partikel tersuspensi yang ada di dalam air. Hal ini penting untuk menilai kualitas air dan efisiensi proses pengolahan air limbah. Hal ini juga berdasarkan penelitian Alivia dkk, (2024) yang menyatakan bahwa kekeruhan merupakan ukuran kejernihan air yang dipengaruhi oleh jumlah partikel terlarut di dalamnya, partikel-partikel ini menghalangi penetrasi cahaya matahari ke dalam air. Efektivitas penurunan kadar kekeruhan setelah penambahan biokoagulan terhadap penyisihan kekeruhan dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Penurunan Kadar Kekeruhan terhadap Efektivitas Cangkang Kerang Darah

Gambar 4.10 menunjukkan bahwa dosis optimal untuk menurunkan kekeruhan pada air limbah pasar ikan tercapai dengan penggunaan biokoagulan cangkang kerang darah sebesar 40 g pada kecepatan pengadukan 150 rpm untuk pengadukan cepat dan 30 rpm untuk pengadukan lambat. Pada dosis optimal ini, partikel koloid atau tersuspensi bergabung menjadi partikel yang lebih besar dan mudah mengendap, sehingga kekeruhan dapat berkurang hingga 42,9%. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Syahbilla (2023) yang menyatakan bahwa Penambahan koagulan dalam jumlah yang optimal dapat menetralkan muatan partikel penyebab kekeruhan sehingga memungkinkan untuk saling bergabung dan membentuk flok yang kemudian mengendap. Salah satu faktor penting dalam penurunan kekeruhan adalah waktu pengendapan. Menurut Putri., dkk (2023), semakin lama waktu pengendapan, semakin banyak flok yang terbentuk dan mengendap sehingga meningkatkan persentase penyisihan kekeruhan.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian menunjukkan bahwa variasi dosis dan kecepatan pengadukan biokoagulan cangkang kerang darah berpengaruh signifikan dalam menurunkan parameter TSS, COD, dan kekeruhan pada air limbah pasar ikan. Pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm efektif mengurangi kadar pencemar. Dosis biokoagulan 30 g menghasilkan penurunan COD hingga 280 mg/L. Sementara itu, dosis 40 g merupakan yang paling optimal untuk menurunkan TSS hingga 100 mg/L dan pada kekeruhan dengan dosis 40 g menjadi 104,9 NTU.
2. Hasil penelitian membuktikan bahwa cangkang kerang darah mampu mengurangi nilai COD hingga 82%, TSS sebesar 73,4%, dan kekeruhan sebesar 42,9% pada air limbah pasar ikan.

5.2 Saran

Adapun saran untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini yaitu:

1. Diperlukan penelitian lanjutan dengan pengurangan dosis yang lebih rendah dari dosis biokoagulan cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) yang telah diteliti agar mendapatkan hasil yang lebih efisien untuk parameter COD, TSS dan kekeruhan.
2. Diperlukan penambahan waktu pengendapan lebih lama agar mendapatkan hasil yang lebih optimal pada parameter COD, TSS dan kekeruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, V. R., Budiyo, B., & Joko, T. (2022). Penggunaan Pac Dalam Menurunkan Kadar Bod Limbah Cair Di Rph Penggaron. *Ikesma*, 18(4), 228. <https://doi.org/10.19184/ikesma.v18i4.30305>
- Afiuddin, A. E., Mayangsari, N. E., Astuti, U. P., Apriani, M., Utami, T., & Rodhifatul, N. (2023). Analisa Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) Limbah Laundry Menggunakan Jartest. 2(72), 67–72.
- Afranita, G., Anita, S., & Hanifah, T. A. (2014). Potensi abu cangkang kerang darah (. 01(01), 1–5.
- Afriana, 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. <https://doi.org/10.31284/j.joiche.2021.v1i2.2454>
- Agustina, A., Suprihatin, I. E., & Sibarani, J. (2017). Pengaruh Biofilm Terhadap Efektivitas Penurunan Bod, Cod, Tss, Minyak Dan Lemak Dari Limbah Pengolahan Ikan Menggunakan Trickling Filter. *Cakra Kimia*, 4(2), 137–145.
- Ain, S. Z., & Noviana, L. (2019). Efektivitas Melati Air Dalam Menurunkan Kadar Bod, Cod Dan Tss Pada Air Limbah Laundry. *Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal*, 1(2), 1–14. <https://doi.org/10.36441/seoi.v1i1.167>
- Alivia, S., Winarno, H., Ayuningtyas, E., & Jumiati. (2024). Penurunan Parameter Amonia Dan Kekeruhan Air Limbah Kolam Ikan Dengan Tanaman Hias Iris (Iris Pseudacorus) Dan Melati Air (Echinodorus Palaefolius). *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 24(1), 64–74.
- Amalia, T. R., Maulidya, V., & Sastyarina, Y. (2024). Karakterisasi dan Pengaruh Komposisi Kitosan terhadap Stabilitas Ukuran Nanopartikel Ekstrak Bawang Dayak (*Eleutherine americana Merr .*) menggunakan Metode Gelasi Ionik. 10(1), 68–73.
- Ameilia Rachmadianty, Fika Aryati, Y. S. (2021). Isolasi dan Karakterisasi Kitin

- dari Limbah Cangkang Kerang Asia (*Corbicula fluminea*). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences, April 2021*, 135–138. <http://prosiding.farmasi.unmul.ac.id/index.php/mpc/article/view/416/399>
- Andika, B., Wahyuningsih, P., & Fajri, R. (2020). Penentuan Nilai BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. *Quimica: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 2(1), 14–22. <https://ejurnalunsam.id/index.php/JQ>
- Andika, R., & Safarizki, H. A. (2019). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Dara (*Anadara Granosa*) Sebagai Bahan Tambah Dan Komplemen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *MoDuluS: Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.32585/modulus.v1i1.374>
- Ardiansyah, Z. R., & Wikaningrum, T. (2023). *Optimasi Proses Koagulasi dan Flokulasi pada Pengolahan Primer Air Limbah Kawasan Industri ABC*. VIII(2), 5586–5597.
- Arifin, U. R. S., Jadid, M. M. E., & Widiono, B. (2019). Pengolahan Limbah Air Asam Tambang Emas Dengan Proses Netralisasi Koagulasi Flokulasi. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 5(2), 112–120. <https://doi.org/10.33795/distilat.v5i2.42>
- Ashari, T. M., Harahap, M. R., & Badri, H. (2021). Efektifitas Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica L.*) Sebagai Biokoagulan Menggunakan Metode Kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Filtrasi Terhadap Limbah cair Industri Pengolahan Ikan UD. Nagata Tuna. *Lingkar: Journal of Environmental Engineering*, 2(1), 59–86. <https://doi.org/10.22373/ljee.v2i1.1887>
- Ayu Ridaniati Bangun, Siti Aminah, Rudi Anas Hutahaean, & M. Yusuf Ritonga. (2013). Pengaruh Kadar Air, Dosis Dan Lama Pengendapan Koagulan Serbuk Biji Kelor Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(1), 7–13. <https://doi.org/10.32734/jtk.v2i1.1420>
- Azizah, N., Masrulita, M., Suryati, S., Suryati, S., & Bahri, S. (2021). Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Dosis Penambahan Koagulan Alami dari Selulosa Kulit Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus L*) Terhadap

- Penurunan Kadar TSS dan TDS. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 1(2), 11. <https://doi.org/10.29103/cejs.v1i2.5036>
- Banin, M. M., Yahya, Y., & Nursyam, H. (2021). Pengolahan limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring (Sillago sihama) menggunakan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus* sp. dan *Pseudomonas putida* secara aerob. *Journal of Tropical AgriFood*, 3(1), 49. <https://doi.org/10.35941/jtaf.3.1.2021.6119.49-62>
- Bhernama, B. G., Musfira, N., & Hamdan, A. M. (2023). Efektivitas Biokoagulan Biji Pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap Penurunan Kadar Pencemar pada Limbah. *Amina*, 5(1), 16–25.
- Bija, S., Yulma, Imra, Aldian, Maulana, A., & Rozi, A. (2020). Biochoagulant Synthesis Based on Chitosan from Bandeng Fishing Waste and Its Application of Reduction of BOD and COD Value of Tofu Waste In Tarakan City. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(1), 86–92. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i1.30888>
- Bija, S., Yulma, Y., Imra, I., Aldian, A., & Akbar, A. (2019). Analisa Perubahan Turbiditas Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Kitosan Dari Limbah Sisik Ikan Bandeng. *Jurnal Harpodon Borneo*, 12(1), 42–47. <https://doi.org/10.35334/harpodon.v12i1.1067>
- D. Nugraheni; Sudarno; M. Hadiwidodo. (2014). Cangkang Udang Sebagai Biokoagulan Untuk Penyisihan Turbidity, TSS, BOD, dan COD Pada Pengolahan Air Limbah Farmasi PT. Phapros Tbk, Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(August), 1–10.
- Djunaidah, I. S. (2017). Tingkat Konsumsi Ikan di Indonesia: Ironi di Negeri Bahari. *Jurnal Penyuluhan Perikanan Dan Kelautan*, 11(1), 12–24.
- Ekoputri, S. F., Rahmatunnissa, A., Nulfaidah, F., Ratnasari, Y., Djaeni, M., & Sari, D. A. (2023). Pengolahan Air Limbah dengan Metode Koagulasi Flokulasi pada Industri Kimia. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(1), 7781–7787. <https://doi.org/10.32672/jse.v9i1.715>
- Evi, J., Afriani, F., Rafsanjani, R. A., & Tiandho, Y. (2020). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah Sebagai Bio-Koagulan untuk Penjernihan Air

- Tanah Terpolusi (Studi Kasus : Selindung). *Prosiding Seminar Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat*, 92–94.
- Fachrul, M., Putra, N., & Ningsih, E. (202 C.E.). Kombinasi Koagulan dan Flokulan dalam Pengolaha Air Limbah Industri Farmasi. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VIII 2020 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 339–344.
- Febrianto, J., & Purwanto, M. Yanuar J., R. S. B. W. (2016). Pengolahan Air Limbah Budidaya Perikanan Melalui Proses Anaerob Menggunakan Bantuan Material Bambu. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(2).
- Hamonangan, M. C., & Yuniarto, A. (2022). Kajian Penyisihan Amonia dalam Pengolahan Air Minum Konvensional. *Jurnal Teknik ITS*, 11(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v11i2.85611>
- Hanifah, H. N., Hadisoebroto, G., Turyati, T., & Anggraeni, I. S. (2020). Efektivitas Biokoagulan Cangkang Telur Ayam Ras dan Kulit Pisang Kepok (Musa Balbisiana ABB) dalam Menurunkan Turbiditas, TDS, dan TSS dari Limbah Cair Industri Farmasi. *Al-Kimiya*, 7(1), 47–54.
- Harahap, M. R., Amanda, L. D., & Matondang, A. H. (2020). Analisis Kadar Cod (Chemical Oxygen Demand) Dan Tss (Total Suspended Solid) Pada Limbah Cair Dengan Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *Amina*, 2(2), 79–83.
- Hendrawati, H., Syamsumarsih, D., & Nurhasni, N. (2013). Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica L.*) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus L.*) Sebagai Koagulan Alami Dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah. *Jurnal Kimia VALENSI*, 3(1), 357–370.
- Hidayah, M., Badrudin, R., & Sukiyono, K. (2022). Analisis Fungsi Produksi dan Efisiensi Alokatif Tambak Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Desa Panipahan Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau. *Jurnal Enggano*, 7(1), 65–78.
- Hidayati, N., Setiawan, A., Afiuddin, A. E., & Yulianto, E. (2018). Pengaruh Dosis Koagulan-Flokulan dalam Menurunkan Kandungan Zinc dan Fosfat Di Waste Water Treatment Plant (WWTP) PT POMI. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 2(2010), 119–126.

- Husnah. (2019). Pengaruh Waktu Pengadukan Pelan Pada Koagulasi Air Rawa. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Islamawati, D., Hanani Darundiati, Y., & Astorina Dewanti, N. (2018). Studi Penurunan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) Menggunakan Ferri Klorida (FeCl_3) pada Limbah Cair Tapioka di Desa Ngemplak Margoyoso Pati. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(6)(2356–3346), 69–79.
- Jusnidar, Asfar, A. M. I. A., Asfar, A. M. I. T., Fitriana, I., Avrina, A. V, Melda, & Ruhni. (2020). Pemanfaatan Cangkang Kerang Sebagai Koagulan Alami Penjernih Air Melalui Pemberdayaan Kelompok Ibu Rumah Tangga Desa Mattirowalie. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lancang Kuning*, 1, 106–110.
- Kinanti, U. (2023). *Pemanfaatan Biji Trembesi (Samanea saman) Sebagai Koagulan Alami pada Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH)*.
- Kusuma, D. P. A. (2021). Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi (Studi Kasus Desa Soropadan, Kecamatan Pringsurat, Kabupaten Temanggung). *G-Smart*, 5(2), 99–103.
- Kusumadewi, R. A., Wijayanti, A., Tazkiaturrizki, Adriana, M. C., & Cahyaningrum, N. A. (2022). Penyulhan Pengolahan Air Tanah Dengan Proses Koagulasi, Flokulasi, Dan Sedimentasi Di Kelurahan Kota Bambu Selatan. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(4), 483–498.
- Lepongbulan, W., Tiwow, V. M. A., & Diah, A. W. M. (2017). Analisis Unsur Hara Pupuk Organik Cair dari Limbah Ikan Mujair (*Oreochromis mosambicus*) Danau Lindu dengan Variasi Volume Mikroorganisme Lokal (MOL) Bonggol Pisang. *Jurnal Akademika Kimia*, 6(2), 92.
- Lestari, a.p., H. (2014). Karakteristik dan Toksisitas Limbah Cair dari Kegiatan Perikanan di Pasar Kobong, Semarang Terhadap *Chlorella* sp. *DIPONEGORO JOURNAL OF MAQUARES*, 3, 201–207.
- Masindi, T., & Herdyastuti, N. (2017). Karakterisasi Kitosan dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*). *UNESA Journal of Chemistry*, 6(3), 137–142.

- Morosanu, I., Roman, I., Teodosiu, C., Ciobanu, R., Plavan, O., Gherghel, A., & Al-refai, M. (2021). *Assessment of Coagulation – Flocculation Process Efficiency for the Natural Organic Matter Removal in Drinking Water Treatment*.
- Mustamin, H. A., Larasati, R. P., & Sumada, K. (2020). Studi Kesesuaian Mikroorganisme terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri. *ChemPro*, 1(02), 45–52.
- Nasrulloh, S. Q., Dewi, E. R. S., & Dzakiy, M. A. (2021). Kombinasi Kitosan Cangkang Keong Sawah (*Pila Apullacea*) dan Kerang Darah (*Anadara Granosa*) sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Kadar COD, TSS pada Limbah Cair Batik. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Entrepreneurship VII*, 1(1), 162–168.
- Ngibad, K., Muadifah, A., & Sukmawati, D. A. N. (2023). Aktivitas Antioksidan, Kadar Flavonoid, dan Fenolik Total Cangkang Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*). *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 9(1), 55–62.
- Ningsih, S., & Harmawan, T. (2022). Pengaruh Penambahan $Al_2(SO_4)_3$ Terhadap Derajat Keasaman Air Baku pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Keumueneng Langsa. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 4(1), 20–23.
- Nurul Fadzy, H. H. dan E. E. (2021). Analisis COD, BOD dan DO pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Balai Pengelolaan Infrastruktur Air Limbah dan Air Minum Perkotaan Dinas PUP-ESDM Yogyakarta. *IJCER (International Journal of Chemistry Education Research)*, 5(2), 78–83.
- Oktavia, D. A., Mangunwidjaja, D., Wibowo, S., & Sunarti, T. C. (2012). Pengolahan Limbah Cair Perikanan Menggunakan Konsorsium Mikroba Indegenous Proteolitik dan Lipolitik. *Agrointek*, 6(2), 65–71.
- Oktavia, L., Lingkungan, T., Nahdlatul, U., Sidoarjo, U., Inggris, P. B., Nahdlatul, U., & Sidoarjo, U. (2019). *Studi Efisiensi Reaktor Rapid Sand Filter Dalam Penurunan Cod Pada Air Limbah*. 5(2), 1–5.
- Pamungkas, O. (2016). Studi Pencemaran Limbah Cair dengan Parameter BOD dan pH di Pasar Ikan Tradisional dan Pasar Modern di Kota Semarang.

Jurnal Kesehatan Masyarakat, 4(April), 10.

- Pangestu, W. P., Sadida, H., & Vitasari, D. (2021). Pengaruh Kadar BOD, COD, pH dan TSS Pada Limbah Cair Industri Tahu dengan Metode Media Filter Adsorben Alam dan Elektrokoagulasi. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 6(2), 74–80.
- Pasetia, A. T., Nurkhasanah, S. D., & Sudarminto, H. P. (2023). Proses Pengolahan Dan Analisa Air Limbah Industri Di Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal). *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 6(2), 491–498.
- Poerwanto, D. D., Hadisantoso, E. P., & Isnaini, S. (2015). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Koagulan Alami Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Farmasi. *Al-Kimiya*, 2(1), 24–29.
- Pratiwi, I., Kurniasari, D., & Azaliyah, D. S. (2022). Efektivitas Kulit Udang (*Metapenaeus Monoceros*) Sebagai Biokoagulan Pada Air Sungai Kelekar Menjadi Air Bersih (Studi Kasus : Air Sungai Kelekar Sebagai Air Bersih Di Intake Water Plant Pltgu Indralaya). *Jurnal KINETIKA*, 3(1), 1–11.
- Putri, A. A., Meicahayanti, I., Nugroho, S., Ibrahim, & Zulya, F. (2023). Pengaruh Waktu Kontak serta Jenis Elektroda Al-Al dan Al-Fe pada Elektrokoagulasi dalam Penyisihan Fe dan Mn Air Asam Tambang. *Jurnal Envirotek*, 15(2), 124–128.
- Rahimah, Z., Heldawati, H., & Syaunqiah, I. (2016). Pengolahan Limbah Deterjen Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur Dan Pac. *Konversi*, 5(2), 13.
- Raimon; Elvitriana; Nizar, M. (2023). *Pengolahan Air Limbah Pasar Al Mahira Lamdingin Banda Aceh Menggunakan Modifikasi Biofilter Kaldness K1 dan Coral Sand*. VIII(3), 6674–6679.
- Ramayanti, D., & Amna, U. (2019). Analisis parameter COD (Chemical Oxygen Demand) dan pH (potential Hydrogen) limbah cair di PT. Pupuk Iskandar Muda (PT. PIM) Lhokseumawe. *Quimica: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 1(1), 16–21.
- Rehansyah, M. A., Hs, E., Elystia, S., Bina, K., Jl, W., Soebrantas, H. R., & Baru, S. (2017). *Penyisihan Zat Organik dan Warna Pada Air Gambut dengan*

- Koagulan Alami Campuran (Biji Jagung, Biji Kelor dan Biji Semangka)*. 4(2), 1–9.
- Ro'fa, A., Savira, M., Putri, A., & Syakbanah, N. L. (2023). Analisis Komparasi Penggunaan Biokoagulan dari Ekstrak Biji Kelor dan Biji Asam Jawa pada Limbah Cair Pabrik Tahu APL Nglebur Lamongan. *Tahun*, 7(1), 8–19.
- Santoso, B. A., Apriani, I., & Winardi, W. (2024). Pengaruh Penambahan Koagulan Kapur (CaO) dan Ferri Klorida (FeCl₃) terhadap Konsentrasi Logam Berat dan COD pada Air Limbah Laboratorium. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(2), 385.
- Sayow, F., Polii, B. V. J., Tilaar, W., & Augustine, K. D. (2020). Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu Dan Tempe Rahayu Di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Agri-Sosioekonomi*, 16(2), 245.
- Setiyono, & Yudo, S. (2010). Prototipe Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Pengolahan Ikan Di Kecamatan. *J. Tek. Ling*, 11(1), 7–26.
- Sisyanreswati, H., Oktiawan, W., & Rezagatama, A. (2014). Penurunan Tss, Cod, Dan Fosfat Pada Limbah Laundry Menggunakan Koagulan Tawas Dan Media Zeolit. *Teknik Lingkungan*, 3(4), 1–11. <http://enveng.undip.ac.id>
- Sulistia, S., & Septisya, A. C. (2019). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 12(1), 41–57.
- Suryono, & Pramusinto, K. (2016). Sistem Monitoring Kekeruhan Air Menggunakan Jaringan Wireless Sensor System Berbasis Web. *Youngster Physics Journal*, 5(4), 203–210.
- Syabhilla, O. (2023). *Optimalisasi Penggunaan Serbuk Biji Kelor (Moringa oleifera) Sebagai Koagulan Alami pada Limbsh Cair Industri Tahu*.
- Wardhani, W. K. (2014). *Khitin Cangkang Rajungan (Portunus pelagicus) sebagai Bikoagulan untuk Penyisihan Turbidity, TSS, BOD dan COD pada Pengolahan Air Limbah Farmasi PT. Phapros Tbk, Semarang*.
- Wathoni, A. Z., Ulfindrayani, I. F., & Hidayat, K. (2021). Pengaruh Penambahan Flokulan Dan Koagulan Menggunakan Metode Jar Test Terhadap Kualitas Air Baku. *Industry Xplore*, 5(2), 53–58.

- Widiyanti, A., Laily, D., & Hamidah, N. (2021). Pengolahan Limbah Cair Bekas Pencucian Ikan Menggunakan *Scirpus grossus*. *Journal of Research and Technology*, VII(2460), 61–70.
- Yustika, D., . H. S., . M. O. T., . W. F., & . Y. S. (2023). Penentuan Nilai COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah Fasilitas Pelayanan Kesehatan Rumah Sakit Putri Bidadari Langkat. *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 2(2), 346–348.
- Zahra, R. N. (2021). Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Koagulan Alami dalam Menurunkan Kadar TSS dan Kekeruhan. *Skripsi. FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA*.
- Zakaria, A., Fadela, D. M., Lestari, E. S., Tambunan, J. A. M., Aynuddin, A., Fachrurrazie, F., & Razak, R. S. (2023). Penentuan Kondisi Optimum Koagulan Poli Aluminium Klorida Metode Jar Test Berdasarkan Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah menggunakan Response Surface Method. *Warta Akab*, 47(1), 28–32.



LAMPIRAN

I. Perhitungan TSS

Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai TSS adalah:

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

Keterangan:

A = berat kertas saring berisi zat tersuspensi (mg)

B = berat kertas saring kosong (mg)

V = volume sampel (ml)

- Kadar awal

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(0,2119 - 0,1742) \times 1000}{0,1} \\ &= 377 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

1. Pengadukan 120 rpm/30 rpm

- Perlakuan dengan dosis 0 g

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(0,1879 - 0,1742) \times 1000}{0,1} \\ &= 137 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 10 g

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(0,1887 - 0,1742) \times 1000}{0,1} \\ &= 145 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 20 g

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(0,1904 - 0,1742) \times 1000}{0,1} \\ &= 162 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 30 g

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(0,1875-0,1742) \times 1000}{0,1} \\ &= 133 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 40 g

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(0,1886-0,1742) \times 1000}{0,1} \\ &= 144 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 50 g

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(0,1882-0,1742) \times 1000}{0,1} \\ &= 140 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

2. Pengadukan 150 rpm/30 rpm

- Perlakuan dengan dosis 0 g

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(0,1884-0,1742) \times 1000}{0,1} \\ &= 142 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 10 g

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(0,1907-0,1742) \times 1000}{0,1} \\ &= 165 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 20 g

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(0,1875-0,1742) \times 1000}{0,1} \\ &= 133 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 30 g

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(0,1887-0,1742) \times 1000}{0,1} \\ &= 145 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 40 g

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(0,1842-0,1742) \times 1000}{0,1} \\ &= 100 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- Perlakuan dengan dosis 50 g

$$\begin{aligned} \text{TSS (mg/L)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(0,1900-0,1742) \times 1000}{0,1} \\ &= 158 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

II. Perhitungan Efektivitas Penurunan Parameter COD, TSS dan Kekeruhan

- Menghitung persentase penurunan COD pada dosis optimum (30 g) pada pengadukan 120 rpm/30 rpm

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\% \\ &= \frac{1.540 \text{ mg/L} - 289 \text{ mg/L}}{1.540 \text{ mg/L}} \times 100\% \\ &= 81\% \end{aligned}$$

- Menghitung persentase penurunan COD pada dosis optimum (30 g) pada pengadukan 150 rpm/30 rpm

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\% \\ &= \frac{1.540 \text{ mg/L} - 280 \text{ mg/L}}{1.540 \text{ mg/L}} \times 100\% \\ &= 82\% \end{aligned}$$

- Menghitung persentase penurunan TSS pada dosis optimum (30 g) pada pengadukan 120 rpm/30 rpm

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\% \\ &= \frac{377 \text{ mg/L} - 133 \text{ mg/L}}{377 \text{ mg/L}} \times 100\% \\ &= 65\% \end{aligned}$$

- Menghitung persentase penurunan TSS pada dosis optimum (40 g) pada pengadukan 150 rpm/30 rpm

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\% \\ &= \frac{377 \text{ mg/L} - 100 \text{ mg/L}}{377 \text{ mg/L}} \times 100\% \\ &= 73\% \end{aligned}$$




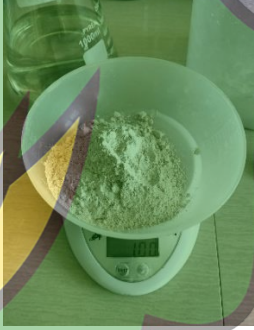


- Menghitung persentase penurunan kekeruhan pada dosis optimum (50 g) pada pengadukan 120 rpm/30 rpm






$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\% \\ &= \frac{184 \text{ NTU} - 134 \text{ NTU}}{184 \text{ NTU}} \times 100\% \\ &= 27\% \end{aligned}$$

- Menghitung persentase penurunan kekeruhan pada dosis optimum (40 g) pada pengadukan 150 rpm/30 rpm

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(C_0 - C_1)}{C_0} \times 100\% \\ &= \frac{184 \text{ NTU} - 104 \text{ NTU}}{184 \text{ NTU}} \times 100\% \\ &= 43\% \end{aligned}$$

III. Dokumentasi Eksperimen

	
<p>Proses pengovenan cangkang kerang darah</p>	<p>Proses penumbukan cangkang kerang</p>
	
<p>Pengayakan serbuk cangkang dengan ukuran 100 mesh</p>	<p>Penimbangan serbuk cangkang</p>
	
<p>Pengambilan air limbah pasar ikan</p>	<p>Proses koagulasi-flokulasi</p>

	
<p>Proses penyaringan TSS menggunakan pompa vakum</p>	<p>Proses penimbangan kertas saring setelah di oven menggunakan timbangan analitik</p>
	
<p>Proses penambahan $K_2Cr_2O_7$ dan H_2SO_4 dalam tabung reaksi</p>	<p>Proses pemanasan COD reaktor</p>
	
<p>Proses pengecekan kekeruhan</p>	