

**PEMANFAATAN SERBUK BIJI ALPUKAT (*Persea americana*)
SEBAGAI BIOKOAGULAN UNTUK MENURUNKAN
PARAMETER PENCEMAR PADA AIR LIMBAH
PEMOTONGAN IKAN DI PASAR AL-MAHIRAH
LAMDINGIN BANDA ACEH**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

**RIDHA ALFAT ALDANI
NIM. 200702020
Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2026 M / 1448 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

PEMANFAATAN SERBUK BIJI ALPUKAT (*Persea americana*) SEBAGAI BIOKOAGULAN UNTUK MENURUNKAN PARAMETER PENCEMAR PADA AIR LIMBAH PEMOTONGAN IKAN DI PASAR AL-MAHIRAH LAMADINGIN BANDA ACEH

TUGAS AKHIR

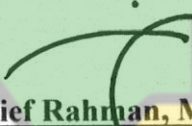
Diajukan Kepada Fakultas Sains dan
Teknologi Universitas Islam Negeri
(UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar
Sarjana (S1) Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:
RIDHA ALFAT ALDANI
NIM. 200702020
Mahasiswa Fakultas Sains dan
Teknologi Program Studi Teknik
Lingkungan

Disetujui untuk dimunaqasyahkan oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Arief Rahman, M.T.
NIP. 198903102019031012


Ir. Muhammad Haikal, S.T., M.Sc.
NIP. 199502252025051003

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan


Husnawati Yahya, M.Sc.
NIP. 198311092014032002

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN SERBUK BIJI ALPUKAT (*Persea americana*) SEBAGAI BIOKOAGULAN UNTUK MENURUNKAN PARAMETER PENCEMAR PADA AIR LIMBAH PEMOTONGAN IKAN DI PASAR AL-MAHIRAH LAMDINGIN BANDA ACEH TUGAS AKHIR

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

Pada Hari/Tanggal: Senin, 27 Juli 2026
Senin, 12 Shafar 1448

di Darussalam, Banda aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,

Sekretaris,

Arief Rahman, M.T.
NIP. 198903102019031012

Ir. Muhammad Haikal, S.T., M.Sc.
NIP. 199502252025051003

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc., IPM., APEC Eng.
NIP. 198207312014031001

Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
NIP. 198302022015031002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Prof. Dr. G. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU.
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ridha Alfat Aldani
NIM : 200702020
Fakultas/Prodi : Fakultas Sains Dan Teknologi/Teknik Lingkungan
Judul : Pemanfaatan Serbuk Biji Alpukat (*Persea americana*)
Sebagai Biokoagulan Untuk Menurunkan Parameter
Pencemar Pada Air Limbah Pemotongan Ikan Di Pasar Al-
Mahirah Lamdingin Banda Aceh

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi ini, saya:

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

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya tulis saya dan telah melalui pembuktian yang dipertanggung-jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar aturan yang berlaku di Fakultas Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

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

Banda Aceh, 27 Juli 2026

Yang Menyatakan,



Ridha Alfat Aldani
200702020

ABSTRAK

Nama : Ridha Alfat Aldani
NIM : 200702020
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pemanfaatan Serbuk Biji Alpukat (*Persea americana*)
Sebagai Biokoagulan Untuk Menurunkan Parameter
Pencemar Pada Air Limbah Pemotongan Ikan Di Pasar Al-
Mahirah Lamdingin Banda Aceh
Pembimbing 1 : Arief Rahman, M.T.
Pembimbing 2 : Ir. Muhammad Haikal, S.T., M.Sc.
Kata Kunci : Air Limbah Pemotongan Ikan, Biokoagulan, *Chemical Oxygen Demand* (COD), Koagulasi-Flokulasi, Serbuk Biji Alpukat, *Total Suspended Solid* (TSS).

Air limbah pemotongan ikan mengandung bahan organik dan padatan tersuspensi yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak diolah sebelum dibuang. Penelitian ini bertujuan mengetahui kemampuan serbuk biji alpukat (*Persea americana*) sebagai biokoagulan dalam menurunkan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), kekeruhan, dan pH pada air limbah pemotongan ikan di Pasar Al-Mahirah Lamdingin Banda Aceh, serta menganalisis pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap efektivitas proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan parameter pencemar. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan uji *jar test* pada variasi dosis 0 g/L, 0,5 g/L, 1 g/L, 1,5 g/L dan 2 g/L serta kecepatan pengadukan cepat 120 rpm dan 150 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serbuk biji alpukat efektif sebagai biokoagulan. Penurunan COD optimum terjadi pada dosis 1 g/L dengan kecepatan 120 rpm, yaitu dari 644 mg/L menjadi 225 mg/L dengan efisiensi 65,06%. Penurunan TSS dan kekeruhan optimum diperoleh pada dosis 1,5 g/L, sedangkan nilai pH tetap berada pada kisaran baku mutu (6–9). Variasi kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap efektivitas proses koagulasi-flokulasi. Dengan demikian, serbuk biji alpukat berpotensi menjadi biokoagulan alami yang efektif, ramah lingkungan, dan ekonomis dalam pengolahan air limbah pemotongan ikan.

ABSTRACT

Name : Ridha Alfat Aldani
Student ID : 200702020
Study Program : Environmental Engineering
Title : Utilization of Avocado Seed Powder (*Persea americana*) as a Biocoagulant to Reduce Pollutant Parameters in Fish Processing Wastewater at Al-Mahirah Market, Lamdingin, Banda Aceh
Advisor 1 : Arief Rahman, M.T.
Advisor 2 : Ir. Muhammad Haikal, S.T., M.Sc.
Keywords : Avocado Seed Powder, Biocoagulant, Chemical Oxygen Demand (COD), Coagulation-Flocculation, Fish Processing Wastewater, Total Suspended Solids (TSS).

Fish processing wastewater contains organic matter and suspended solids that can pollute the environment if discharged without proper treatment. This study aimed to evaluate the effectiveness of avocado seed powder (*Persea americana*) as a natural biocoagulant in reducing Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), turbidity, and pH in fish processing wastewater from Al-Mahirah Market, Lamdingin, Banda Aceh. In addition, this study analyzed the effect of different rapid mixing speeds on the effectiveness of the coagulation-flocculation process in removing pollutants. The research employed an experimental method using a jar test with biocoagulant dosages of 0 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L, 1.5 g/L, and 2 g/L, combined with rapid mixing speeds of 120 rpm and 150 rpm. The results showed that avocado seed powder was effective as a natural biocoagulant. The optimum COD removal was achieved at a dosage of 1 g/L with a rapid mixing speed of 120 rpm, reducing COD from 644 mg/L to 225 mg/L with a removal efficiency of 65.06%. The optimum reduction of TSS and turbidity was obtained at a dosage of 1.5 g/L, while the pH remained within the wastewater quality standard range (6–9). The variation in rapid mixing speed affected the effectiveness of the coagulation-flocculation process. Therefore, avocado seed powder has the potential to be used as an effective, environmentally friendly, and economical natural biocoagulant for the treatment of fish processing wastewater.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil Alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Swt. Karena berkat rahmat, karunia dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pemanfaatan Serbuk Biji Alpukat (*Persea americana*) Sebagai Biokoagulan Untuk Menurunkan Parameter Pencemar Pada Air Limbah Pemotongan Ikan Di Pasar Al-Mahirah Lamdingin Banda Aceh”. Selawat serta salam semoga senantiasa terucapkan kepada junjungan Nabi Muhammad saw. yang telah membawa umatnya dari alam kebodohan menuju alam yang penuh ilmu pengetahuan. Proposal Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan pada Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Penulis juga menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua yaitu Ayahnda Husaini, Ibunda Yuheldan dan Saudara kandung penulis yang telah memfasilitasi dan memotivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak 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 Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc., selaku Sekretaris Prodi Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Bapak Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T., M.Sc., IPM., APEC Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Penguji I pada pelaksanaan sidang Tugas Akhir penulis.
5. Bapak Arief Rahman, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dan kesulitan dalam penulisan tugas akhir.
6. Bapak Ir. Muhammad Haikal, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-

Raniry yang telah membimbing dan mengarahkan penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

7. Bapak Teuku Muhammad Ashari, M.Sc., selaku dosen penguji II dalam pelaksanaan sidang skripsi penulis.
8. Seluruh dosen Progam Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, atas ilmu dan bantuan yang telah diberikan selama masa studi.
9. Ibu Firda Elvisa, S.E. selaku Staf Administrasi Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membantu dalam proses administrasi selama perkuliahan berlangsung.
10. Ibu Nurul Huda, S.Pd., selaku laboran Prodi Teknik Lingkungan yang telah banyak membantu dala pengurusan pelaksanaan peneliian di laboratorium.
11. Elsa Yolanda Aldani, Tasya Nur Izzah Aldani, Al-hadi Kamal Aldani dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan semangat, doa dan dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
12. Seluruh teman-teman Teknik Lingkungan angkatan 2020 dan semua pihak terlibat yang telah membantu penulis dalam proses penulisan Tugas Akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca, terutama sebagai bahan pengembangan pengetahuan bagi penulis sendiri. Penulis juga sangat terbuka terhadap saran dan kritik yang bersifat membangun untuk perbaikan tugas akhir ini.

Banda Aceh, 27 Juli 2026

Ridha Alfat Aldani

DAFTAR ISI

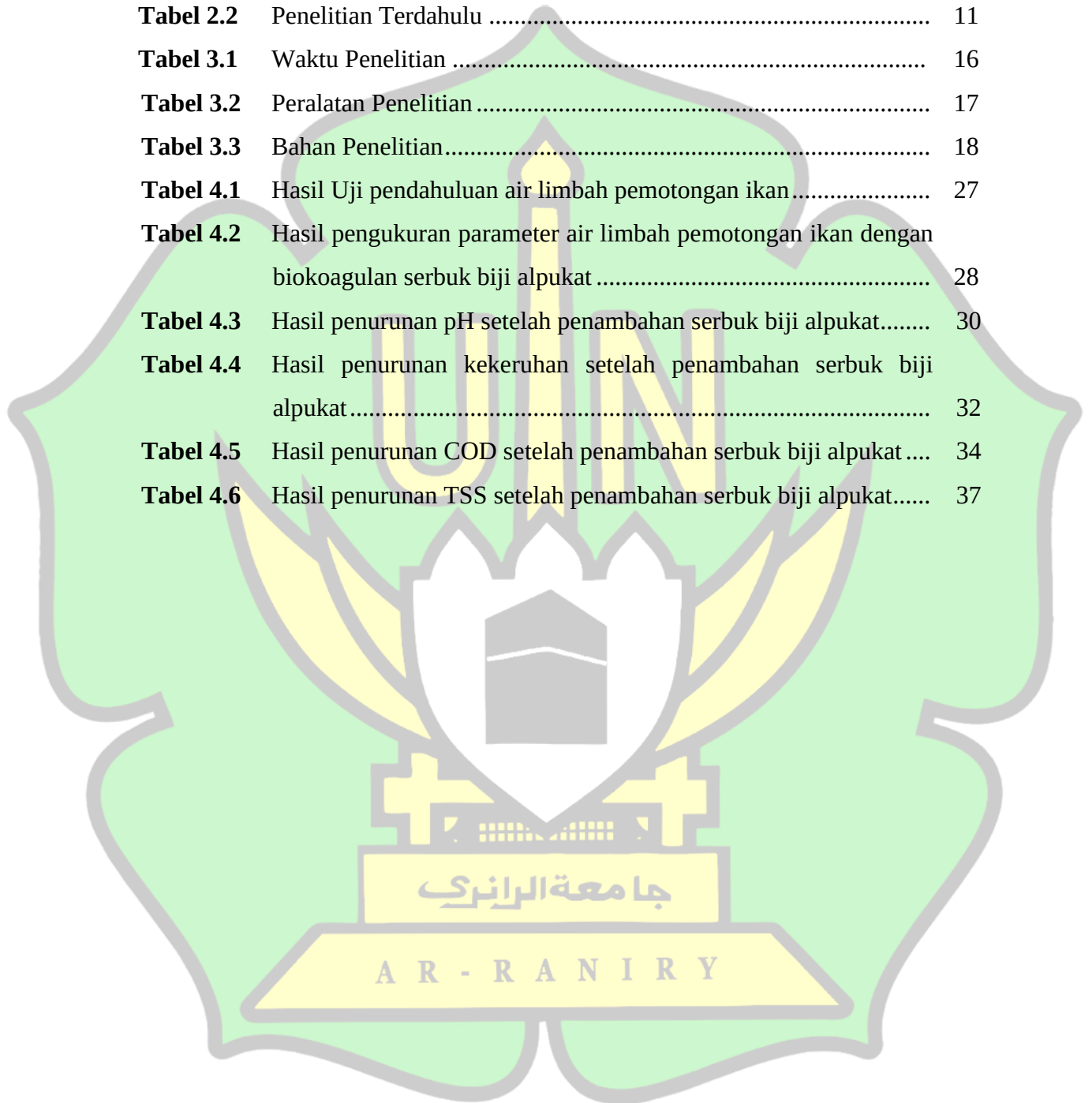
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Air Limbah Pengolahan Ikan.....	5
2.2 Baku Mutu Air Limbah Pengolahan Ikan.....	5
2.3 Dampak Air Limbah Pengolahan Ikan Terhadap Lingkungan.....	5
2.4 Parameter Analisis.....	6
2.4.1 <i>Potential Hydrogen (pH)</i>	6
2.4.2 <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	6
2.4.3 Kekeruhan.....	6
2.4.4 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	7

2.5 Koagulasi dan Flokulasi	7
2.5.1 Mekanisme koagulasi dan flokulasi	7
2.5.2 Faktor yang mempengaruhi proses koagulasi dan flokulasi.....	8
2.6 Koagulan Alami.....	8
2.7 Biji Alpukat	9
2.7.1 Morfologi Alpukat.....	10
2.8 Penelitian Terdahulu.....	11
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Tahapan Umum	15
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.3 Variabel Penelitian	16
3.3.1 Variabel Bebas.....	16
3.3.2 Variabel Terikat.....	17
3.4 Alat dan Bahan	17
3.4.1 Alat-alat yang digunakan.....	17
3.4.2 Bahan yang digunakan	18
3.5 Lokasi dan Cara Pengambilan Sampel	18
3.5.1 Lokasi Pengambilan Sampel	18
3.5.2 Cara Pengambilan Sampel.....	20
3.6 Tahapan Pengujian	20
3.7 Pembuatan Koagulan Biji Alpukat.....	21
3.8 Pengujian Koagulasi dan Flokulasi	22
3.9 Pengujian Sampel	22
3.9.1 Pengujian pH	22
3.9.2 Pengujian <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	23
3.9.3 Pengujian Kekeruhan.....	24

3.9.4 Pengujian <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	24
3.10 Analisis Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Kemampuan Serbuk Biji Alpukat Sebagai Biokoagulan Dalam Menurunkan Parameter Pencemar Air Limbah Pemotongan Ikan	27
4.1.1 Karakteristik Awal Air Limbah Pemotongan Ikan.....	27
4.1.2 Hasil Penelitian.....	28
4.1.3 Kemampuan Serbuk Biji Alpukat dalam Menurunkan Nilai pH ..	29
4.1.4 Kemampuan Serbuk Biji Alpukat dalam Menurunkan Nilai Kekeruhan (NTU).....	31
4.1.5 Kemampuan Serbuk Biji Alpukat dalam Menurunkan Nilai COD	34
4.1.6 Kemampuan Serbuk Biji Alpukat dalam Menurunkan Nilai TSS .	36
4.2 Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan pada Proses Koagulasi Flokulasi terhadap Penurunan Parameter Pencemar Air Limbah Pemotongan Ikan	38
4.2.1 Pengaruh Dosis Biokoagulan dan Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai pH	41
4.2.2 Pengaruh Dosis Biokoagulan dan Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai Kekeruhan (NTU).....	42
4.2.3 Pengaruh Dosis Biokoagulan dan Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai COD.....	43
4.2.4 Pengaruh Dosis Biokoagulan dan Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai TSS ..	44
BAB V PENUTUP	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Yang Belum Memiliki Baku Mutu Air Limbah Yang Ditetapkan	5
Tabel 2.2	Penelitian Terdahulu	11
Tabel 3.1	Waktu Penelitian	16
Tabel 3.2	Peralatan Penelitian	17
Tabel 3.3	Bahan Penelitian.....	18
Tabel 4.1	Hasil Uji pendahuluan air limbah pemotongan ikan.....	27
Tabel 4.2	Hasil pengukuran parameter air limbah pemotongan ikan dengan biokoagulan serbuk biji alpukat	28
Tabel 4.3	Hasil penurunan pH setelah penambahan serbuk biji alpukat.....	30
Tabel 4.4	Hasil penurunan kekeruhan setelah penambahan serbuk biji alpukat.....	32
Tabel 4.5	Hasil penurunan COD setelah penambahan serbuk biji alpukat	34
Tabel 4.6	Hasil penurunan TSS setelah penambahan serbuk biji alpukat.....	37



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Biji Alpukat	10
Gambar 3.1	Diagram Alir	15
Gambar 3.2	Lokasi Pengambilan Sampel	19
Gambar 3.3	Outlet Pembuangan	20
Gambar 3.4	Bak Penampungan	20
Gambar 3.5	Proses pengambilan sampe	20
Gambar 3.6	Diagram Pengujian	21
Gambar 3.7	Pemotongan Biji Alpukat	22
Gambar 3.8	Pengukuran pH	23
Gambar 3.9	Pengujian COD	23
Gambar 3.10	Pengukuran Kekeruhan	24
Gambar 3.11	Penyaringan TSS	25
Gambar 4.1	Nilai pH akhir air limbah setelah penambahan serbuk biji alpukat.....	31
Gambar 4.2	Efektivitas penurunan kekeruhan menggunakan serbuk biji alpukat	33
Gambar 4.3	Efektivitas penurunan COD menggunakan serbuk biji alpukat	35
Gambar 4.4	Efektivitas penurunan TSS menggunakan serbuk biji alpukat	38
Gambar 4.5	Air limbah ikan sebelum proses koagulasi-flokulasi	39
Gambar 4.6	Proses pengadukan kecepatan 120 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan biokoagulan biji alpukat	39
Gambar 4.7	Proses pengadukan kecepatan 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan biokoagulan biji alpukat	40
Gambar 4.8	Proses pengendapan air limbah pasar ikan	40
Gambar 4.9	Pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap pH	41
Gambar 4.10	Pengaruh variasi kecepatan pengadukan kekeruhan	42
Gambar 4.11	Pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap COD	43
Gambar 4.12	Pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap TSS	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemotongan ikan di Pasar Al-Mahirah Lamdingin memiliki peran penting dalam mendukung perekonomian masyarakat di Kota Banda Aceh. Namun aktivitas pemotongan ikan ini juga menghasilkan limbah dalam jumlah besar, baik berupa limbah padat seperti kepala, tulang, kulit, dan isi perut ikan maupun limbah cair berupa darah dan air bekas pencucian ikan (Luhur dkk., 2016). Air limbah tersebut mengandung senyawa organik seperti protein, lemak, ammonia, dan nitrat dalam kadar tinggi yang jika tidak diolah dengan baik dapat menurunkan kualitas air lingkungan dan membahayakan organisme perairan.

Permasalahan utama yang dihadapi sistem pengelolaan air limbah ikan di Banda Aceh sebagian besar air limbah masih dibuang ke drainase tanpa melalui proses pengolahan yang memadai, sehingga berpotensi mencemari lingkungan sekitar dan menimbulkan gangguan kesehatan masyarakat (DLHK Banda Aceh, 2020). Selain itu, keterbatasan teknologi dan biaya menjadi kendala utama dalam penerapan sistem pengolahan air limbah yang efektif di tingkat industri kecil dan menengah. Dalam penilaian kualitas air limbah, parameter penting yang harus diperhatikan adalah nilai COD, kekeruhan, dan TSS. Nilai COD yang tinggi menunjukkan kandungan bahan organik yang sulit terurai, sedangkan nilai TSS yang tinggi menandakan banyaknya partikel tersuspensi dalam air limbah. Ketiga parameter ini harus ditekan agar limbah yang dibuang ke lingkungan tidak menimbulkan dampak negatif (Henny Marlina dkk., 2021).

Pengolahan air limbah yang baik harus memperhatikan parameter kualitas air seperti, COD, TSS, kekeruhan, dan pH. Parameter-parameter tersebut digunakan untuk menilai kualitas air limbah agar memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan sebelum dibuang ke lingkungan. Di Indonesia memiliki standar baku mutu yang telah diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 yang menetapkan batas maksimum COD sebesar 300 mg/L dan TSS 400 mg/L sebelum dibuang ke lingkungan (PERMEN LH No. 5 Tahun 2014)

Upaya pencarian solusi pengolahan limbah yang ramah lingkungan dan ekonomis menjadi sangat penting. Salah satu inovasi yang potensial adalah

pemanfaatan biokoagulan, seperti serbuk biji alpukat untuk menurunkan parameter COD, kekeruhan, dan TSS pada air limbah pengolahan ikan. Biji alpukat merupakan limbah organik yang mudah didapat dan mengandung senyawa aktif seperti tanin, yang efektif dalam proses koagulasi-flokulasi untuk mengendapkan partikel tersuspensi dan bahan organik dalam air limbah. Kandungan tanin pada biji alpukat menjadi komponen utama yang berkontribusi pada proses koagulasi dan flokulasi melalui mekanisme netralisasi muatan dan pembentukan jembatan antara partikel sehingga efektif mengendapkan partikel tersuspensi dan bahan organik dalam air limbah (Payumi dkk., 2025).

Salah satu bahan alami yang berpotensi dimanfaatkan sebagai biokoagulan adalah serbuk biji alpukat (*Persea americana*). Biji alpukat mengandung senyawa aktif, seperti tanin, flavonoid, saponin, dan polifenol, yang mampu membantu proses koagulasi dengan menetralkan muatan partikel koloid sehingga partikel-partikel tersebut dapat bergabung membentuk flok dan lebih mudah mengendap. Selain memiliki potensi sebagai biokoagulan (Rahman, 2022). Pemanfaatan biji alpukat juga dapat meningkatkan nilai guna limbah organik yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal serta menjadi alternatif koagulan yang lebih ramah lingkungan.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemanfaatan biji alpukat (*Persea americana*) sebagai biokoagulan memiliki potensi dalam pengolahan air limbah yang mengandung bahan organik tinggi seperti limbah domestik *grey water* di Banda Aceh menunjukkan dosis optimum serbuk biji alpukat sebesar 0,6 g/L mampu menurunkan COD hingga 160 mg/L dan TSS hingga 22 mg/L (Rahman, 2022).

Penelitian lain pada limbah industri tahu mengungkapkan bahwa kecepatan dan waktu pengadukan koagulasi serta rasio biokoagulan berperan penting dalam menurunkan kadar COD dan TSS secara signifikan, dengan kecepatan pengadukan optimal antara 100–190 rpm dan waktu pengadukan 2–5 menit (Risnawati, 2024). Penelitian oleh (Umayyah, 2024) pada limbah rumah potong hewan (RPH) mengindikasikan bahwa biji alpukat mampu menurunkan parameter COD 44% dan TSS 48,2%. Namun penurunan tersebut masih belum mampu mencapai standar baku mutu yang telah ditetapkan.

Berdasarkan uraian-uraian yang telah disampaikan, penelitian dengan judul “Pemanfaatan Serbuk Biji Alpukat (*Persea americana*) Sebagai Biokoagulan Untuk Menurunkan Parameter Pencemar Pada Air Limbah Pemotongan Ikan Di Pasar Al-Mahirah Lamdingin Banda Aceh” ini penting dilakukan, untuk mengoptimalkan pemanfaatan serbuk biji alpukat sebagai biokoagulan yang efektif, ramah lingkungan, dan ekonomis dalam menurunkan nilai COD, kekeruhan, dan TSS pada air limbah pengolahan ikan di Pasar Al-Mahirah Lamdingin, sehingga dapat memberikan solusi pengolahan limbah yang berkelanjutan dan sesuai dengan standar lingkungan yang berlaku.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini :

1. Bagaimana kemampuan biokoagulan serbuk biji alpukat dalam menurunkan nilai COD, kekeruhan dan TSS serta perubahan nilai pH pada air limbah pemotongan ikan di Pasar Al-Mahirah Lamdingin, Banda Aceh?
2. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap penurunan nilai COD, kekeruhan, dan TSS serta perubahan nilai pH pada air limbah pemotongan ikan di Pasar Al-Mahirah Lamdingin, Banda Aceh?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kemampuan serbuk biji alpukat sebagai biokoagulan dalam menurunkan nilai COD, kekeruhan, dan TSS serta perubahan pH pada air limbah pemotongan ikan di Pasar Al-Mahirah Lamdingin, Banda Aceh.
2. Mengetahui pengaruh variasi kecepatan pengadukan dari biokoagulan serbuk biji alpukat dalam menurunkan kadar COD, kekeruhan dan TSS serta perubahan pH pada pemotongan limbah ikan di pasar Al-Mahirah Banda Aceh.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat di ambil dari penelitian ini adalah :

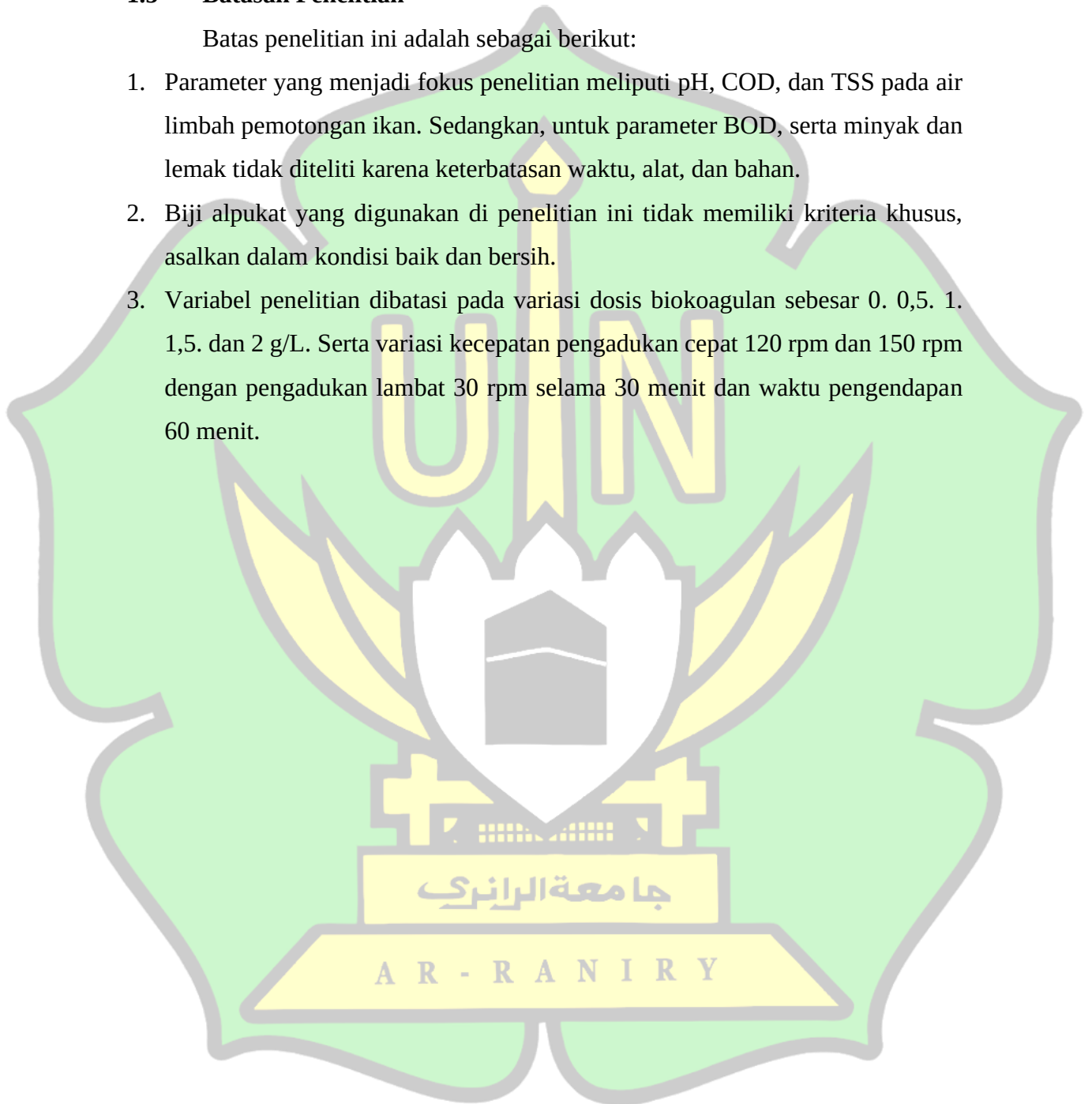
1. Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai efektivitas pengolahan air limbah pasar ikan menggunakan biokoagulan dari serbuk biji alpukat

2. Menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan penelitian mengenai pemanfaatan serbuk biji alpukat sebagai biokoagulan alami pada pengolahan air limbah.

1.5 Batasan Penelitian

Batas penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Parameter yang menjadi fokus penelitian meliputi pH, COD, dan TSS pada air limbah pemotongan ikan. Sedangkan, untuk parameter BOD, serta minyak dan lemak tidak diteliti karena keterbatasan waktu, alat, dan bahan.
2. Biji alpukat yang digunakan di penelitian ini tidak memiliki kriteria khusus, asalkan dalam kondisi baik dan bersih.
3. Variabel penelitian dibatasi pada variasi dosis biokoagulan sebesar 0. 0,5. 1. 1,5. dan 2 g/L. Serta variasi kecepatan pengadukan cepat 120 rpm dan 150 rpm dengan pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit dan waktu pengendapan 60 menit.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah Pengolahan Ikan

Air limbah dari pengolahan ikan adalah limbah cair yang berasal dari berbagai tahap dalam proses pengolahan ikan, seperti pencucian bahan baku, pembersihan isi perut ikan, pemasakan, serta pembersihan area pabrik. Limbah ini biasanya mengandung kadar bahan organik yang tinggi, termasuk protein, amonia, fosfat, dan partikel tersuspensi, yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan benar. Limbah tersebut menimbulkan bau tidak sedap serta berdampak negatif pada kualitas air dan ekosistem di sekitarnya. Oleh sebab itu, pengolahan air limbah pengolahan ikan sangat penting untuk menurunkan konsentrasi pencemar seperti COD, amonia, dan TSS agar sesuai dengan standar baku mutu lingkungan yang berlaku, sekaligus mencegah kerusakan lingkungan dan risiko kesehatan bagi masyarakat (Kurnia & Purwanti, 2023)

2.2 Baku Mutu Air Limbah Pengolahan Ikan

Adapun baku mutu air limbah industri pengolahan ikan mengacu pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Republik Indonesia No. 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah (Lampiran XLVII) dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Yang Belum Memiliki Baku Mutu Air Limbah Yang Ditetapkan

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
TSS	mg/L	400
COD	Mg/L	300
Kekeruhan	NTU	-

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

2.3 Dampak Air Limbah Pengolahan Ikan Terhadap Lingkungan

Pembuangan air limbah dari industri pengolahan ikan dalam jumlah besar tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Hal ini meliputi kerusakan estetika lingkungan dan penurunan kualitas air permukaan seperti sungai, sehingga air tersebut tidak memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan. Selain itu, kandungan zat pencemar dalam limbah menyebabkan berkurangnya kadar oksigen di perairan, yang

berdampak buruk pada kehidupan biota air. Penurunan kualitas air juga berpengaruh pada kesehatan masyarakat yang mengandalkan air tersebut untuk kebutuhan sehari-hari, sehingga berpotensi menimbulkan berbagai penyakit (Jannah dkk., 2020). Selain itu, sisa limbah ikan yang membusuk menghasilkan bau tidak sedap di sekitar sungai dan lingkungan sekitarnya, yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti sesak napas dan alergi.

2.4 Parameter Analisis

Beberapa parameter yang diamati dalam pengolahan kualitas air limbah industri pengolahan ikan sebagai berikut:

2.4.1 Potential Hydrogen (pH)

pH menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Nilainya dihitung dari konsentrasi ion hidrogen (H^+) yang ada dalam larutan. Melalui nilai ini, sifat larutan dapat diketahui apakah bersifat asam, netral, atau basa. Umumnya, pH bernilai 1 menunjukkan larutan sangat asam, pH 7 bersifat netral, dan pH 14 menandakan larutan sangat basa. Pengukuran pH dapat dilakukan dengan metode elektrometri atau menggunakan indikator warna (Sulistia & Septisya, 2020).

2.4.2 Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik dalam air secara kimiawi. Nilai COD yang tinggi menandakan tingginya kadar bahan organik yang dapat menyebabkan penurunan oksigen terlarut di perairan, sehingga berdampak pada kualitas lingkungan (Saputri dkk., 2023).

2.4.3 Kekeruhan

Kekeruhan adalah salah satu parameter penting dalam penilaian kualitas air yang menunjukkan banyaknya partikel tersuspensi yang menghalangi penetrasi cahaya. Tingkat kekeruhan dinyatakan dalam satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Semakin tinggi nilai NTU maka semakin rendah tingkat kejernihan air. Pengukuran kekeruhan umumnya dilakukan menggunakan alat nephelometer atau turbidimeter, yang mengukur intensitas cahaya yang tersebar oleh partikel di dalam air (Harun dkk., 2025). Kekeruhan air dapat berasal dari adanya materi organik dan anorganik yang terlarut dalam air, seperti lumpur dan limbah industri (Irawan & Sari, 2022).

2.4.4 Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) adalah partikel padat yang tersuspensi dalam air, meliputi lumpur, tanah liat, oksida logam, ganggang, dan mikroorganisme yang tidak larut sehingga menyebabkan kekeruhan pada limbah cair. Dalam limbah dari industri pengolahan ikan, TSS menjadi parameter penting karena konsentrasi yang tinggi dapat mengurangi kualitas air dengan menghambat penetrasi cahaya dan mengganggu proses fotosintesis di ekosistem perairan. Kondisi ini berpotensi merusak lingkungan akuatik dan mengancam kelangsungan organisme yang hidup di dalamnya. Oleh karena itu, pengendalian kadar TSS sangat krusial untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan mencegah dampak pencemaran yang merugikan (Liku dkk., 2022).

2.5 Koagulasi dan Flokulasi

Koagulasi merupakan suatu proses dalam pengolahan air atau air limbah yang melibatkan penambahan bahan kimia khusus yang disebut koagulan. Fungsi utama koagulan ini adalah untuk mengikat partikel-partikel kecil seperti kotoran, zat terlarut, dan partikel tersuspensi yang berukuran sangat halus sehingga membentuk gumpalan-gumpalan yang lebih besar yang disebut flok. Pembentukan flok ini memudahkan proses pemisahan partikel tersebut dari air melalui pengendapan atau penyaringan. Dengan demikian, koagulasi berperan penting dalam meningkatkan efisiensi pengolahan air, mengurangi kekeruhan, serta menurunkan kandungan zat pencemar sehingga air menjadi lebih bersih dan aman untuk digunakan (Rafif dkk., 2024).

2.5.1 Mekanisme koagulasi dan flokulasi

Proses koagulasi diawali dengan pencampuran koagulan ke dalam air limbah dan dilakukan pengadukan cepat untuk menghasilkan campuran yang homogen. Proses ini bertujuan membentuk gumpalan awal (flok) secara merata. Selanjutnya, tahap flokulasi dilakukan dengan pengadukan lambat agar flok-flok kecil yang terbentuk dapat saling bergabung menjadi flok yang lebih besar dan stabil. Pemisahan partikel koloid terjadi karena penambahan koagulan yang berperan sebagai elektrolit, menetralkan muatan negatif partikel sehingga menghilangkan gaya tolak-menolak. Setelah muatan netral, terjadi gaya tarik

menarik antar partikel yang memicu terbentuknya flok besar. Proses ini mempermudah flok mengendap dari air limbah melalui sedimentasi (Faryandi, 2020).

2.5.2 Faktor yang mempengaruhi proses koagulasi dan flokulasi

Menurut (Yana dkk., 2019) proses koagulasi dan flokulasi terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan diantaranya:

a. Jenis Koagulan

Jenis koagulan akan mempengaruhi mekanisme destabilisasi partikel koloid. Hal ini disebabkan karena setiap koagulan memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Pemilihan jenis koagulan berdasarkan pada pertimbangan segi ekonomis dan daya efektivitas dalam membentuk flok

b. Dosis Koagulan

Dosis koagulan yang tepat sangat penting untuk pembentukan inti flok yang baik. Dosis yang kurang atau berlebih dapat menyebabkan flokulasi tidak efektif.

c. *Power of Hydrogen* (pH)

Setiap jenis koagulan memiliki pH optimum berbeda. Proses koagulasi berjalan efektif pada pH tertentu yang sesuai dengan karakteristik koagulan yang digunakan. pH yang tidak sesuai dapat menurunkan efisiensi koagulasi dan flokulasi.

d. Tingkat Kekeruhan (NTU)

Pada air dengan kekeruhan rendah, pengumpalan partikel sulit terjadi. Sebaiknya pada kekeruhan tinggi proses penggumpalan berlangsung lebih cepat.

e. Kecepatan Pengadukan

Tujuan pengadukan adalah untuk mencampurkan koagulan ke dalam air, dalam pengadukan hal-hal yang perlu diperhatikan adalah harus benar-benar merata. Kecepatan pengadukan sangat berpengaruh terhadap pembentukan flok, ketika pengadukan terlalu lambat maka akan mengakibatkan lambatnya pembentukan flok dan sebaliknya apabila pengadukan terlalu cepat berakibat pecahnya flok yang telah terbentuk.

2.6 Koagulan Alami

Biokoagulan atau koagulan alami, merupakan senyawa bermuatan positif yang berasal dari sumber hayati dan memiliki kemampuan untuk mendestabilisasi

partikel koloid dalam air limbah. Dengan terjadinya destabilisasi ini, partikel-partikel pencemar dapat menggumpal dan dipisahkan, sehingga air limbah menjadi lebih aman untuk dibuang ke lingkungan. Kandungan seperti protein, tanin, dan pektin dalam biokoagulan berperan sebagai polielektrolit alami yang fungsinya menyerupai koagulan kimia dalam menurunkan parameter fisik dan kimia air limbah. Penggunaan biokoagulan juga menawarkan sejumlah keunggulan, antara lain lebih ramah lingkungan, bahan bakunya mudah didapat, biaya lebih ekonomis, serta bersifat terurai (Airun, 2020).

2.7 Biji Alpukat

Biji alpukat merupakan bagian inti dari buah *Persea americana* yang terletak di tengah daging buahnya, dengan bentuk yang umumnya bulat, berukuran cukup besar, dan memiliki tekstur keras. Selama ini, biji alpukat kerap dianggap sebagai limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal. Namun, berdasarkan berbagai penelitian, biji ini ternyata berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan alami yang bermanfaat. Hal ini disebabkan oleh kandungan senyawa bioaktif di dalamnya, seperti tanin, flavonoid, dan saponin, yang diketahui memiliki kemampuan sebagai koagulan untuk membantu proses pengolahan air limbah secara ramah lingkungan (Azhar Amsal dkk., 2022).

Kandungan utama dalam biji alpukat yang berfungsi sebagai biokoagulan pada pengolahan air limbah adalah senyawa tanin. Senyawa tanin ini memiliki kemampuan untuk mengikat partikel kotoran dan mendukung proses koagulasi flokulasi, sehingga efektif dalam mengurangi parameter pencemar seperti TSS kekeruhan dan COD pada air limbah (Risnawati, 2024). Kandungan total tanin pada biji alpukat berbeda-beda tergantung pada jenis dan kondisi biji alpukat. Biji alpukat kering memiliki kandungan total tanin sebesar 117 mg/kg, sedangkan biji alpukat segar mengandung tanin sebesar 41 mg/kg (Malangngi dkk., 2012).

Selain tanin, biji alpukat juga mengandung senyawa kimia lain yang mendukung aktivitas biokoagulan, seperti senyawa fenolik dan metabolit sekunder yang berkontribusi pada kemampuan pengendapan partikel kotoran dalam air limbah. Penggunaan biji alpukat sebagai biokoagulan menawarkan alternatif ramah lingkungan dibandingkan koagulan kimia sintetis (Pramesti, 2019). Gambar biji alpukat dapat dilihat dalam Gambar 2.1



Gambar 2.1 Biji Alpukat
(Sumber: bskdn.kemendagri.go.id)

2.7.1 Morfologi Alpukat

Tanaman alpukat (*Persea americana*) merupakan tanaman berkayu yang dapat tumbuh hingga mencapai tinggi 3–10 m. Tanaman ini memiliki ranting yang tegak dan berbulu halus, dengan daun berbentuk lonjong hingga elips yang tersusun rapat pada ujung ranting. Permukaan daun muda umumnya sedikit berbulu, kemudian menjadi licin ketika telah dewasa. Bunga alpukat tersusun dalam bentuk malai yang muncul di dekat ujung ranting, berukuran sekitar 1–1,5 cm, berwarna kekuningan, dan memiliki benang sari yang tersusun dalam empat lingkaran. Buah alpukat umumnya berbentuk lonjong hingga bulat, berwarna hijau kekuningan, serta memiliki satu biji berbentuk bulat yang terletak di bagian tengah buah (Kuswandi dkk., 2017). Klasifikasi tumbuhan buah alpukat yaitu sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledoneae
Ordo : Laurales
Famili : Lauraceae
Genus : *Persea*
Spesies : *Persea americana*

2.8 Penelitian Terdahulu

Berikut ini merupakan penelitian terdahulu yang dilakukan terkait yang menggunakan biji alpukat (*Persea americana*) sebagai biokoagulan, dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Penulis dan Tahun	Judul	Parameter	Hasil Penelitian
1	Irsam Rahman, 2022	Pemanfaatan Biji Alpukat (<i>Persea americana</i> mill) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik (<i>Grey Water</i>) Di Gampong Ateuk Pahlawan Kota Banda Aceh	pH, TSS, COD	Dosis optimum serbuk biji alpukat sebesar 0,6 g/L dapat menurunkan pH hingga 6,3, TSS menjadi 22 mg/L dan COD menjadi 160 mg/L pada limbah cair domestik
2	Umayyah, 2024	Pemanfaatan Biji Alpukat (<i>Persea americana</i> Mill) Melalui Proses Koagulasi-Flokulasi Untuk Menurunkan Parameter COD dan TSS Pada Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH)	COD, TSS, pH	Efektivitas terbaik penurunan parameter berbeda-beda, pada COD dosis yang optimal untuk penurunan adalah 2 gram, sedangkan untuk TSS dosis yang optimal 1,5 gram
3	Jusra Risnawati, 2024	Pemanfaatan Ekstrak Biji Alpukat (<i>Persea americana</i> Mill.) sebagai Biokoagulan pada Pengolahan Air Limbah Industri Tahu	TSS, TDS, Kekeruhan, COD	Ekstrak biji alpukat mampu menurunkan TSS sebesar 82,52%, kekeruhan 93,62%, TDS 89,24%, dan COD 7,62% pada

				kondisi operasi optimum
4	Robiah dkk. 2026	Pembuatan Koagulan Alami dengan Proses Maserasi untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu	pH, kekeruhan, COD, TSS	Ekstrak biji alpukat hasil maserasi efektif menurunkan COD menjadi 221 mg/L, TSS menjadi 166 mg/L, dan kekeruhan menjadi 17,2 NTU pada kondisi optimum, sehingga berpotensi digunakan sebagai koagulan alami pada pengolahan limbah cair industri tahu.
5	Fauzia, 2023	Analisis Penggunaan Biokoagulan Biji Alpukat (<i>Persea americana</i>), Biji Salak (<i>Salacca zalacca</i>), dan Kulit Jeruk (<i>Citrus sinensis</i>) pada Limbah Cair Beton	pH, kekeruhan, alkalinitas, dan kesadahan	Biokoagulan biji alpukat dosis 1,5 g efektif menurunkan indeks pencemaran 35,22%, pH 64,24%, kekeruhan 33,71%, alkalinitas 90,35%, dan kesadahan 70,62%, sehingga berpotensi sebagai biokoagulan ramah lingkungan.
6	Adinda dkk. 2025	Efektivitas Kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Bioadsorben Biji Alpukat dan Kulit Durian dalam Menyisihkan Kromium Limbah Pencucian Sablon	Kromium (Cr)	Kombinasi koagulasi-flokulasi dan bioadsorben biji alpukat efektif menurunkan Cr sebesar 98,18%, dengan konsentrasi akhir 0,0186 mg/L.

7	Siva Hiyaul dkk, 2025	Efektivitas Gabungan Biji Asam Jawa dan Biji Alpukat sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Parameter Limbah Cair Tahu	COD, TSS, dan pH	Gabungan biji asam jawa dan biji alpukat efektif sebagai biokoagulan, dengan penurunan COD 69% dan TSS 88%, sehingga berpotensi sebagai koagulan alami ramah lingkungan.
8	Khatarina Hartini, 2025	Pemanfaatan Biji Alpukat (<i>Persea americana</i> Mill.) sebagai Biokoagulan pada Pengolahan Limbah Laundry di Perumahan Bumi Cikarang Asri	BOD dan Fosfat	Penelitian menunjukkan bahwa biokoagulan biji alpukat mampu menurunkan kadar BOD dan fosfat pada limbah laundry, serta diperoleh dosis optimum yang efektif dalam proses koagulasi-flokulasi sehingga berpotensi sebagai koagulan alami untuk pengolahan limbah laundry.
9	Wijayanti (2025)	Pengolahan Air Gambut Menggunakan Biji Alpukat (<i>Persea americana</i> Mill.) Sebagai Koagulan Alami	Kekeruhan dan TDS	Biji alpukat sebagai biokoagulan mampu menurunkan kekeruhan dan TDS pada air gambut. Variasi dosis, pH, waktu, dan kecepatan pengadukan memengaruhi

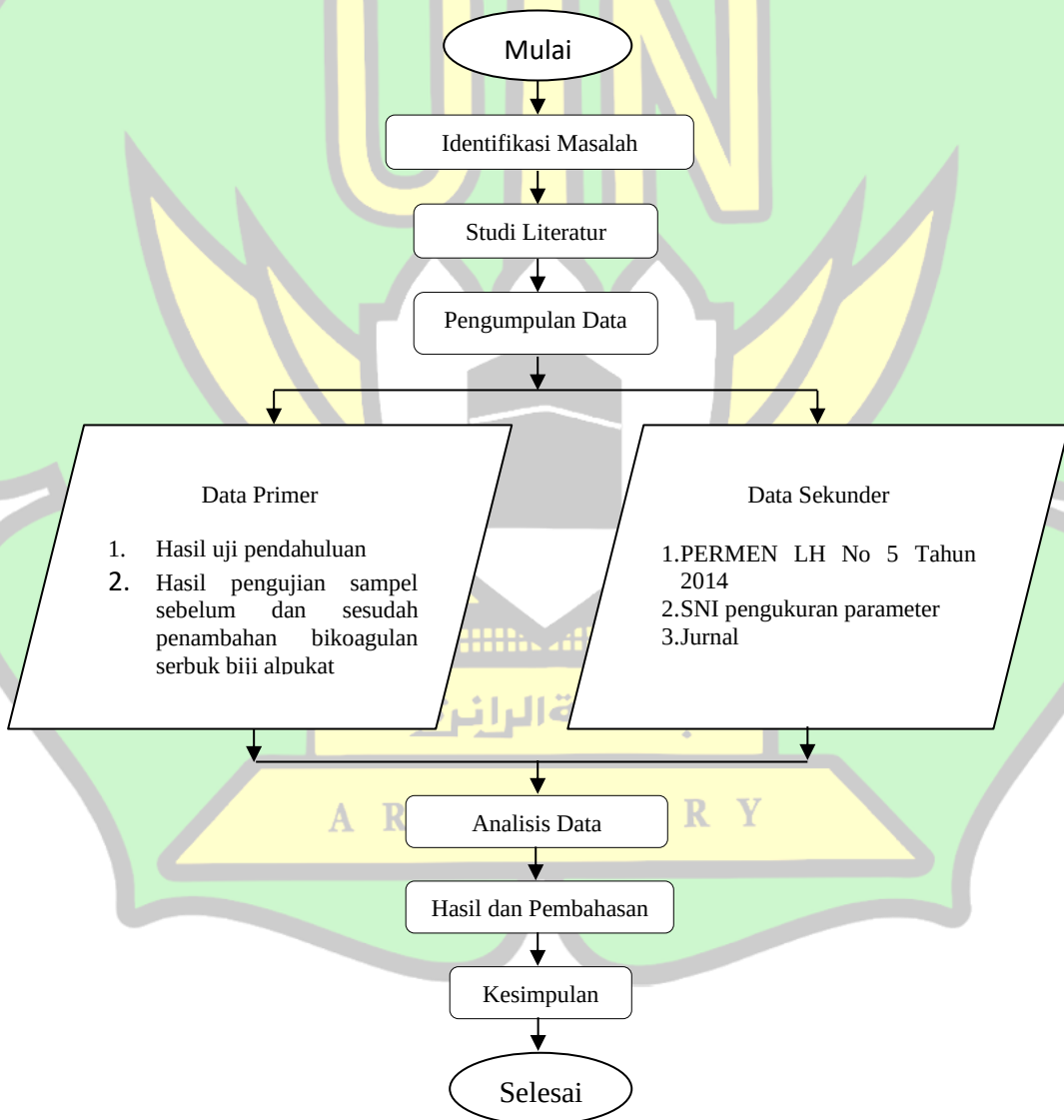
				pembentukan flok serta efektivitas proses koagulasi.
10	Zourif dkk, 2024	Biji Alpukat sebagai Koagulan Alami untuk Menyisihkan Zat Warna dan Kekeruhan pada Air Limbah: Optimasi Box-Behnken, Pemanfaatan Berkelanjutan, dan Evaluasi Ekonomi	Metilen biru, kristal violet, dan kekeruhan	Serbuk biji alpukat terbukti efektif sebagai biokoagulan dalam proses koagulasi-flokulasi. Pada kondisi optimum, biokoagulan mampu menyisihkan methylene blue sebesar 94,34%, crystal violet sebesar 95,28%, dan kekeruhan sebesar 99,64%, sehingga berpotensi digunakan dalam pengolahan air limbah

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Umum

Adapun penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Tahapannya diawali dengan identifikasi masalah dan studi literatur, setelah itu dilakukan observasi awal ke lokasi pengambilan sampel penelitian dan uji pendahuluan. Kemudian biji alpukat diolah menjadi koagulan dan digunakan pada uji penurunan parameter kualitas air limbah. Hasil pengujian kemudian dianalisis hingga diperoleh kesimpulan. Tahapan proses yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Seluruh rangkaian kegiatan eksperimen dimulai dari proses persiapan bahan, pembuatan serbuk biji alpukat sebagai koagulan, hingga proses uji kinerja koagulasi-flokulasi menggunakan metode jar test. Penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 15 Oktober 2025 hingga 10 November 2025, yang mencakup tahap persiapan, pelaksanaan percobaan, serta pengumpulan dan analisis data.

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

Tahapan Penelitian	Waktu Penelitian 2025-2026										
	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jul
Pengajuan Judul											
Penyusunan Proposal											
Uji Pendahuluan											
Acc Proposal											
Seminar Proposal											
Revisi Proposal											
Penelitian											
Penyusunan Tugas Akhir											
Sidang											

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas yaitu variabel yang dapat mempengaruhi perubahan terhadap variabel terikat. Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebasnya adalah dosis koagulan dan variasi kecepatan pengadukan. Variasi dosis koagulan yang digunakan pada penelitian ini yaitu 0, 0.5, 1, 1.5, dan 2 g/L. Sedangkan untuk

kecepatan pengadukan dibagi menjadi dua kecepatan di *beaker glass* pertama 120 rpm selama 2 menit dan di *beaker glass* kedua 150 rpm selama 2 menit, kemudian di kecepatan lambat dilakukan 30 rpm selama 30 menit dengan waktu pengendapan 60 menit. Penambahan biokoagulan akan dilakukan jika dengan dosis tersebut penurunan parameter belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang terjadi atau dipengaruhi oleh variabel bebas seperti COD, TSS, Kekeruhan, dan pH

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat-alat yang digunakan

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Peralatan Penelitian

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Jerigen	Sebagai wadah penyimpanan sampel air limbah
2	Oven	Untuk mengeringkan
3	<i>Beaker Glass</i>	Menampung, mencampur atau memanaskan larutan
4	<i>Blender</i>	Menghaluskan Bahan
5	Corong	Membantu menuangkan cairan ke wadah yang sempit
6	pH Meter	Mengukur derajat keasaman larutan
7	<i>Stopwatch</i>	Mengukur waktu
8	Erlenmeyer	Menampung dan mencampur larutan dengan ringan
9	Inkubator COD	Untuk memanaskan sampel pada suhu tertentu
10	Ayakan 100 <i>mesh</i>	Menyaring serbuk menjadi seragam
11	Pipet Volume	Mengambil larutan dalam jumlah tertentu
12	Neraca Analitik	Menimbang barang secara presisi
13	Labu Ukur	Mengencerkan larutan hingga volume tertentu
14	Tabung Reaksi	Mencampur, menampung atau memanaskan larutan dalam volume kecil
15	Vacum Filtrasi	Mempercepat proses penyaringan
16	Heating Block	Menghangatkan sampel pada suhu yang stabil
17	Gelas ukur	Mengukur volume cairan
18	Pisau	Memotong biji alpukat
19	<i>Jar Test</i>	Untuk pengadukan sampel dengan kecepatan tertentu

20	COD Meter	Mengukur kadar COD pada limbah
21	Turbidimeter	Mengukur kekeruhan

3.4.2 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3

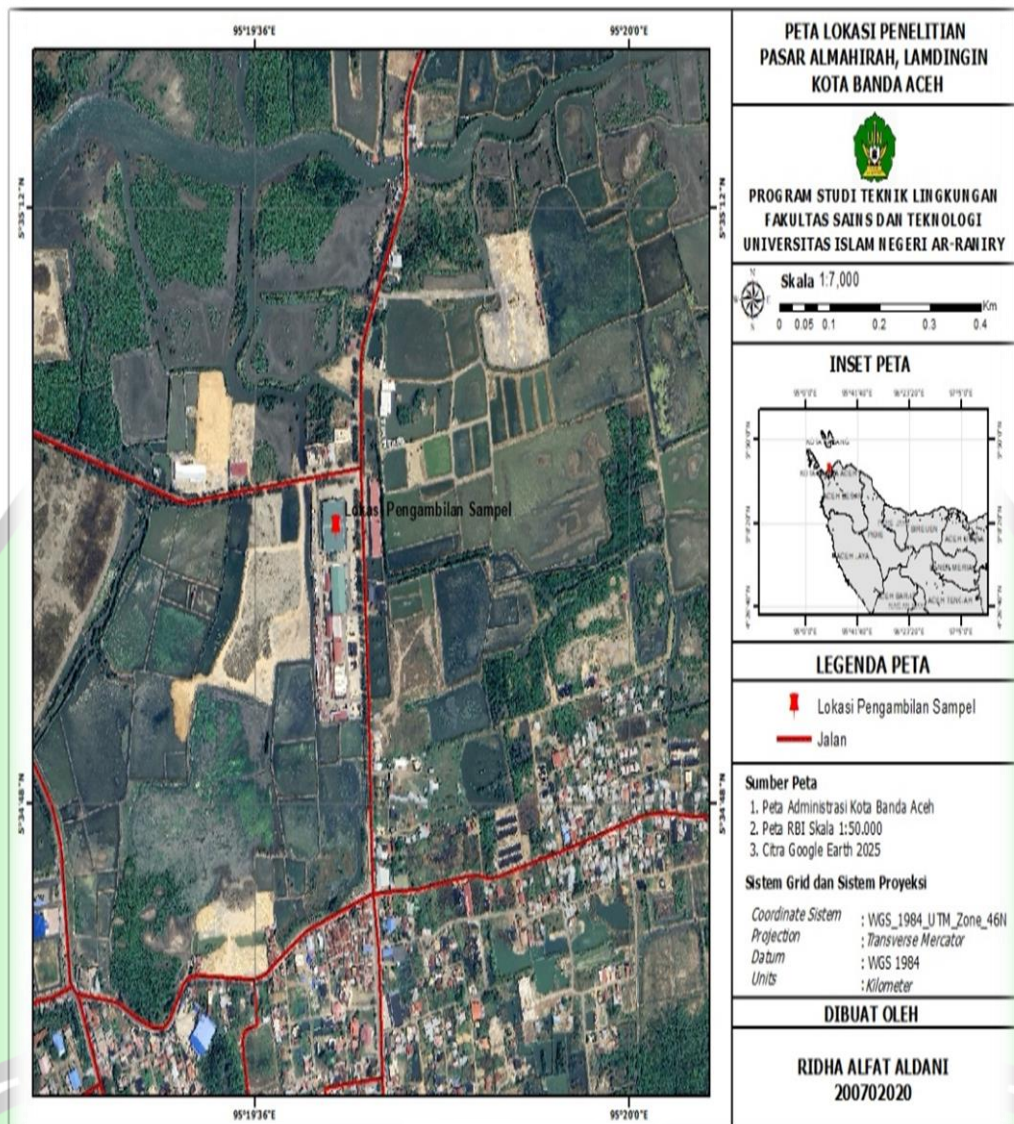
Tabel 3.3 Bahan Penelitian

No	Bahan	Kegunaanya
1	Air limbah pemotongan ikan	Sebagai sampel utama yang akan diuji dalam penelitian
2	Biji alpukat	Sebagai biokoagulan
3	Aquades	Sebagai pelarut, pengencer dan bahan pencucian alat laboratorium
4	K ₂ Cr ₂ O ₇ (Kalium dikromat)	Digunakan sebagai reagen dalam COD karena senyawa ini merupakan oksidator kuat yang mengoksidasi bahan organik dalam sampel.
5	H ₂ SO ₄ (Asam sulfat)	Digunakan dalam uji COD bersama K ₂ Cr ₂ O ₇ untuk menciptakan kondisi asam kuat yang diperlukan agar proses oksidasi bahan organik berjalan optimal.
6	Kertas saring Whatman NO. 42	Digunakan untuk menyaring endapan hasil koagulasi sebelum dilakukan pengujian

3.5 Lokasi dan Cara Pengambilan Sampel

3.5.1 Lokasi Pengambilan Sampel

Penelitian ini dilakukan pada Pasar Al-Mahirah Lamdingin Kota Banda Aceh yang terletak di Jl. Syiah Kuala, Lambaro Skep, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh. Gambar 3.2



Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel air limbah pada penelitian ini diambil dari bak penampungan sementara yang terdapat di area pasar ikan Al-Mahirah Lamdingin, Banda Aceh. Bak penampung tersebut terbuat dari beton sederhana dan hanya berfungsi sebagai penampungan sementara. Dari hasil pengamatan kondisi bak terlihat kurang terawat di dalamnya terdapat endapan lumpur, sampah, serta air yang keruh dan menimbulkan bau tidak sedap, sehingga limbah berpotensi mencemari lingkungan. Bak yang terdapat di pasar Al-Mahirah dapat dilihat di Gambar di bawah ini:



Gambar 3.3 Outlet Pembuangan



Gambar 3.4 Bak Penampungan

3.5.2 Cara Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 6989.59:2008) menggunakan teknik *grab sampling*, sampel diambil secara langsung dari saluran outlet dengan menggunakan gayung dan dimasukkan kedalam jerigen sebanyak 10 liter, lalu dilakukan uji analisis di laboratorium.

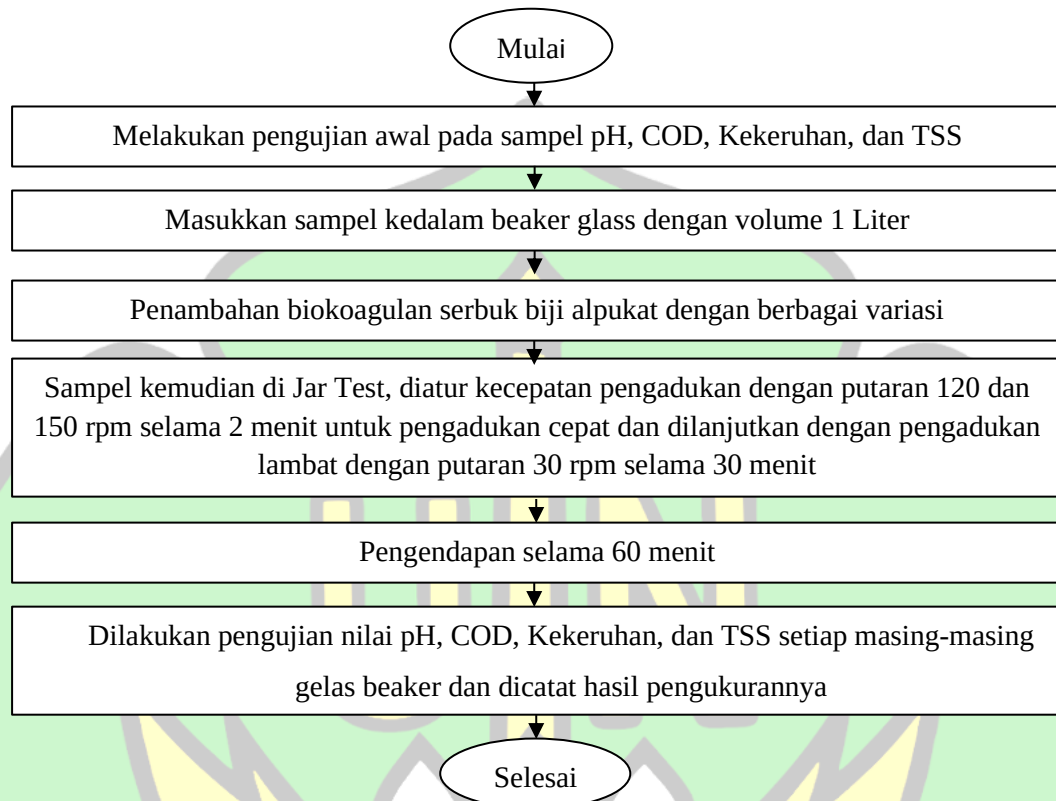


Gambar 3.5 Proses pengambilan sampel

3.6 Tahapan Pengujian

Tahapan pengujian dimulai dengan pengambilan sampel air limbah. Selanjutnya dilakukan persiapan biokoagulan, kemudian ditambahkan dosis koagulan serbuk biji alpukat sesuai dengan dosis yang telah ditentukan, kemudian

dilakukan proses *jar test* yang meliputi tahap koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi. Setelah itu dilakukan pengukuran parameter sesuai diagram alir pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Diagram Pengujian

3.7 Pembuatan Koagulan Biji Alpukat

Persiapan biokoagulan pada penelitian ini merujuk pada penelitian (Rahman, 2022), dengan langkah sebagai berikut :

1. Biji buah alpukat yang akan digunakan sebagai biokoagulan diambil di tempat usaha penjual jus sebanyak 1 kg yang berada di Gampong Rukoh, kemudian dicuci bersih dan diiris tipis, setelah itu biji alpukat di oven pada suhu 50 °C selama 24 jam untuk menghilangkan kadar air dalam biji,
2. Biji alpukat yang telah dikeringkan kemudian diblender hingga menjadi serbuk halus. Setelah biji alpukat halus, disaring dengan ayakan ukuran 100 mesh.
3. Biji alpukat yang telah diayak disimpan ke dalam tempat penyimpanan dan akan digunakan sebagai biokoagulan untuk pengujian



Gambar 3.7 Pemotongan Biji Alpukat

3.8 Pengujian Koagulasi dan Flokulasi

Pengujian koagulasi-flokulasi dilakukan berdasarkan SNI 1-6449:2000 tentang metode pengujian koagulasi dan flokulasi dengan cara *jar test*. Meliputi langkah-langkah berikut:

1. Sampel air limbah pemotongan ikan dimasukkan ke dalam 10 *beaker glass* masing-masing 1000 mL
2. Biokoagulan biji alpukat ditambah sebanyak 0, 0.5, 1, 1.5, dan 2 g/L
3. Sampel kemudian di *jar test*, diatur kecepatan pengadukan dengan putaran 120 dan 150 rpm selama 2 menit untuk pengadukan cepat dan dilanjutkan dengan pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit, kemudian dilakukan proses pengendapan selama 60 menit.
4. Dilakukan pengujian nilai pH, COD, dan TSS setiap masing-masing *beaker glass* dan dicatat hasilnya

3.9 Pengujian Sampel

3.9.1 Pengujian pH

Pengukuran pH dilakukan sebanyak dua kali, yaitu sebelum dan sesudah penambahan koagulan pada air limbah pemotongan ikan. Prosedur pengukuran pH sesuai (SNI 06- 6989.11-2019) sebagai berikut:

1. Dilakukan kalibrasi alat pH meter dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat setiap melakukan pengukuran.
2. Dikeringkan dengan tisu dan dibilas elektroda dengan aquades.
3. Dichelupkan elektroda ke dalam contoh uji sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang stabil.

4. Dicatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan pH meter.



Gambar 3.8 Pengukuran pH

3.9.2 Pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (COD) dilakukan berdasarkan (SNI 6989.2:2019) tentang air dan air limbah - bagian 2:

1. Sampel air limbah pemotongan ikan di masukkan ke dalam tabung reaksi 2,5 mL, ditambahkan 1,5 mL larutan campuran $K_2Cr_2O_7$ dan 3,5 mL larutan H_2SO_4 ditambahkan ke dalam tabung reaksi.
2. Tabung ditutup dan dikocok perlahan sampai homogen.
3. Diambil COD Reaktor, ditekan tombol start dan ditunggu suhu naik sampai $150^{\circ}C$.
4. Tabung COD dimasukkan ke dalam reaktor COD dengan temperatur $150^{\circ}C$ selama 2 jam.
5. Tabung COD didinginkan, kemudian dilakukan pengukuran sampel menggunakan COD Meter.



Gambar 3.9 Pengujian COD

3.9.3 Pengujian Kekeruhan

Pengukuran kekeruhan dilakukan berdasarkan SNI 06.6968.25.2005 kekeruhan air atau air limbah diukur menggunakan alat turbidimeter. Satuan untuk menyatakan kekeruhan adalah NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*).

1. Kalibrasi alat dilakukan menggunakan larutan standar 0 NTU, 100 NTU, 800 NTU, dan 1000 NTU ke dalam turbidimeter, kemudian hasil turbiditas standar dibaca yang tertera pada tampilan turbidimeter.
2. Tabung turbidimeter dibilas menggunakan aquades dan sampel dimasukkan kedalam tabung turbidimeter.
3. Ditunggu beberapa saat kemudian hasil pembacaan angka dibaca pada tampilan turbidimeter



Gambar 3.10 Pengukuran Kekeruhan

3.9.4 Pengujian *Total Suspended Solid* (TSS)

Pengukuran *Total Suspended Solid* (TSS) dilakukan berdasarkan (SNI 6989.3:2019) tentang air dan air limbah - bagian 3:

Persiapan Kertas Saring: **A R - R A N I R Y**

1. Kertas saring diletakkan pada peralatan filtrasi kemudian dicuci menggunakan air suling.
2. Kertas saring dipindahkan dari peralatan filtrasi dan dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C sampai dengan 105°C selama 1 jam.
3. Kertas saring didinginkan dalam desikator kemudian timbang sampai diperoleh berat konstan.

Tahapan Pengujian:

1. Sampel air limbah pemotongan ikan diaduk untuk memperoleh sampel yang lebih homogen.
2. Sampel air limbah pemotongan ikan dipipet dengan volume 100 mL kemudian disaring menggunakan pompa vacuum.
3. Kertas saring dipindahkan secara hati-hati dari peralatan penyaring.
4. Kertas saring dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C selama 1 jam.
5. Kertas Saring didinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
6. Kadar TSS dihitung dalam mg/L, dengan perhitungan:

$$TSS (mg/L) = \left(\frac{(A - B) \times 1000}{Volume\ uji\ (mL)} \right)$$

Keterangan :

A = Berat kertas saring = residu kering (mg)

B = Berat kertas saring



Gambar 3.11 Penyaringan TSS

3.10 Analisis Data

Nilai persentase penurunan COD, Kekeruhan, dan TSS diperoleh dengan membandingkan nilai konsentrasi pH, COD, Kekeruhan, dan TSS sampel awal sebelum adanya perlakuan proses koagulasi dan flokulasi dengan hasil setelah adanya perlakuan proses koagulasi dan flokulasi :

$$\% \text{Persentase penurunan} = \left(\frac{C_o - C_i}{C_o} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

C_o = Konsentrasi awal (mg/L)

C_i = Konsentrasi setelah pengolahan (mg/L)



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kemampuan Serbuk Biji Alpukat Sebagai Biokoagulan Dalam Menurunkan Parameter Pencemar Air Limbah Pemotongan Ikan

4.1.1 Karakteristik Awal Air Limbah Pemotongan Ikan

Sebelum dilakukan perlakuan dengan proses koagulasi dan flokulasi, sampel air limbah pemotongan ikan diuji terlebih dahulu untuk mengetahui karakteristik awalnya. Hasil dari pengujian kekeruhan, pH, COD, dan TSS kemudian dibandingkan dengan Baku Mutu Air Limbah untuk Usaha Dan/Atau Kegiatan Yang Belum Memiliki Baku Mutu Air Limbah Yang Ditetapkan yang tercantum dalam PERMEN LH No 05 Tahun 2014 Lampiran XLVII. Berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan, diperoleh hasil yang tercantum dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Uji pendahuluan air limbah pemotongan ikan

No	Parameter	Satuan	Hasil uji awal	Baku mutu
1	pH	-	7,1	6-9
2	COD	mg/L	644	300
3	TSS	mg/L	442	400
4	Kekeruhan	NTU	120	-

Berdasarkan Tabel 4.1, konsentrasi kekeruhan awal sebesar 120 NTU. Namun, berdasarkan PERMEN LH Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah tidak ada ketentuan untuk parameter kekeruhan, sehingga tidak bisa dibandingkan langsung, melainkan hanya untuk mengevaluasi efektivitas biokoagulan dari biji alpukat dalam mengurangi kekeruhan. Sementara itu untuk parameter pH, nilainya berada dalam rentang baku mutu yaitu antara 6-9 dengan nilai pH awal 7,1. Namun untuk COD dan TSS air limbah dari pemotongan ikan ini melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Menurut PERMEN LH No 05 Tahun 2014 baku mutu COD adalah 300 mg/L dan untuk TSS adalah 400 mg/L. Hasil tersebut menunjukkan bahwa air limbah pemotongan ikan dari pasar Al-Mahirah Kota Banda Aceh, belum memenuhi baku mutu sehingga memerlukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan.

4.1.2 Hasil Penelitian

Hasil pengujian setiap parameter air limbah pemotongan ikan setelah proses koagulasi-flokulasi dapat di lihat pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Hasil pengukuran parameter air limbah pemotongan ikan dengan biokoagulan serbuk biji alpukat

No	Dosis (g/l)	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	Kadar awal	120 rpm/ 30 rpm	150 rpm/ 30 rpm
1	0	7,1	7,1	7	644	504	484	442	326	308	120	94	91
2	0,5		7	6,9		320	281		268	241		90	86
3	1		6,8	6,7		225	243		221	219		77	73
4	1,5		6,6	6,7		242	335		234	206		62	71
5	2		6,7	6,8		380	414		263	238		67	67

Sampel air limbah dari kegiatan pemotongan ikan dalam penelitian ini diambil langsung dari saluran pembuangan Pasar Al-Mahirah, Banda Aceh. Berdasarkan hasil pengamatan air limbah tersebut tampak keruh dan mengeluarkan bau menyengat, limbah yang dihasilkan mengandung berbagai komponen organik seperti sisik, ekor, sirip, jeroan, potongan daging yang tidak dimanfaatkan, lendir, serta lemak ikan. Selain itu tingginya kandungan bahan organik pada air limbah berpotensi mendukung pertumbuhan mikroorganisme, sehingga apabila tidak diolah dengan baik dapat menimbulkan dampak terhadap kualitas lingkungan. Kondisi tersebut mempercepat proses pembusukan, yang kemudian menghasilkan bau tidak sedap (Hidayat, 2023).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai pH awal sampel air limbah berada pada angka 7,1, yang termasuk dalam kategori aman serta sesuai dengan baku mutu yang berlaku. Sementara itu, parameter COD tercatat sebesar 644 mg/L dan TSS sebesar 442 mg/L. Kedua nilai tersebut melebihi ambang batas yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014, yaitu 300 mg/L untuk COD dan 400 mg/L untuk TSS. Adapun parameter kekeruhan tidak dapat dibandingkan dengan standar baku mutu karena peraturan tersebut tidak mencantumkan ketentuan mengenai kekeruhan air limbah. Berdasarkan hasil analisis tersebut, Hasil penelitian menunjukkan bahwa serbuk biji alpukat berpotensi digunakan sebagai biokoagulan dalam pengolahan air limbah pemotongan ikan dalam menurunkan kadar COD, TSS, serta tingkat kekeruhan pada air limbah.

4.1.3 Kemampuan Serbuk Biji Alpukat dalam Menurunkan Nilai pH

Tingkat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor penting yang sangat memengaruhi keberhasilan proses koagulasi dan flokulasi dalam pengolahan air limbah. Jika pH air terlalu asam atau terlalu basa, maka partikel-partikel kecil sulit bergabung membentuk gumpalan (flok) dengan baik. Akibatnya, proses pengendapan tidak berjalan optimal dan kualitas air yang dihasilkan menjadi rendah. Oleh karena itu, menjaga pH tetap berada pada kondisi yang sesuai sangat diperlukan agar proses koagulasi dan flokulasi dapat menghasilkan air yang lebih jernih, bersih, dan aman untuk digunakan kembali ataupun dibuang ke lingkungan (Silvia & Harmawan, 2022).

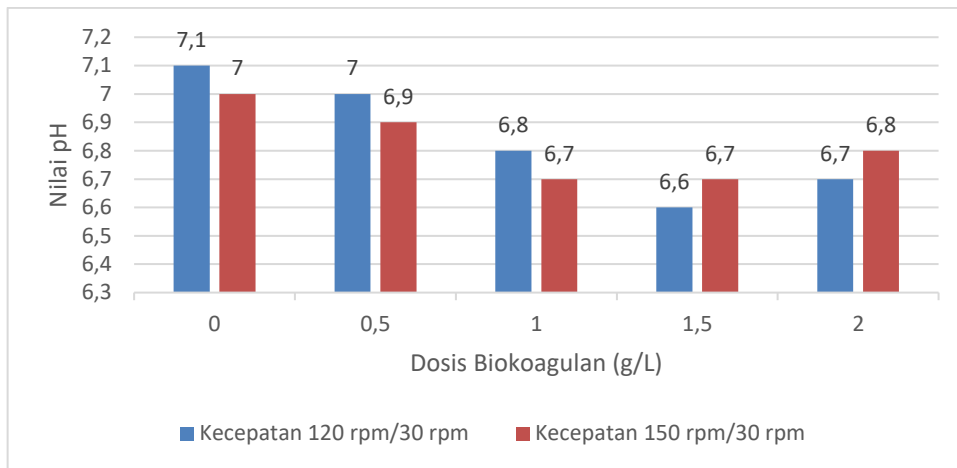
Nilai pH awal air limbah dari Pasar Al-Mahirah sebelum dilakukan perlakuan tercatat sebesar 7,1. Angka ini masih berada dalam kisaran baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Usaha dan/atau Kegiatan yang Belum Memiliki Baku Mutu Air Limbah, yaitu antara 6 hingga 9. Selanjutnya, hasil pengujian proses koagulasi-flokulasi menggunakan metode *jar test* dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil penurunan pH setelah penambahan serbuk biji alpukat

Dosis	Kecepatan Pengadukan	Nilai pH awal	Nilai pH Akhir	Baku Mutu
0	120 rpm/ 30 rpm	7,1	7,1	6-9
0,5			7	
1			6,8	
1,5			6,6	
2			6,7	
0	150 rpm/ 30 rpm		7	
0,5			6,9	
1			6,7	
1,5			6,7	
2			6,8	

Berdasarkan Tabel 4.3 nilai pH awal air limbah pemotongan ikan di Pasar Al-Mahirah sebesar 7,1. Setelah proses koagulasi–flokulasi menggunakan serbuk biji alpukat pada berbagai dosis dan kecepatan pengadukan, nilai pH mengalami sedikit perubahan dan berada pada rentang 6,6–7,0. Penurunan pH yang terjadi menunjukkan bahwa penambahan serbuk biji alpukat memberikan pengaruh terhadap karakteristik kimia air limbah, meskipun perubahan yang dihasilkan relatif kecil.

Nilai pH terendah diperoleh pada dosis 1,5 g/L dengan kecepatan pengadukan 120 rpm yaitu sebesar 6,6. Namun demikian, seluruh hasil pengukuran pH masih berada dalam kisaran baku mutu yang ditetapkan yaitu 6–9. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan serbuk biji alpukat sebagai biokoagulan tidak menyebabkan perubahan pH yang signifikan sehingga kondisi air limbah tetap berada pada rentang yang diperbolehkan.



Gambar 4.1 Nilai pH akhir air limbah setelah penambahan serbuk biji alpukat

Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa peningkatan dosis serbuk biji alpukat cenderung menyebabkan penurunan nilai pH air limbah. Penurunan tersebut diduga terjadi akibat adanya senyawa aktif yang terkandung dalam serbuk biji alpukat yang berinteraksi dengan partikel pencemar selama proses koagulasi-flokulasi. Namun demikian, perubahan yang terjadi relatif kecil sehingga kondisi air limbah tetap berada pada kisaran netral dan memenuhi baku mutu yang berlaku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serbuk biji alpukat tidak memberikan perubahan pH yang terlalu besar, sehingga pH air limbah tetap berada dalam rentang baku mutu yang ditetapkan.

4.1.4 Kemampuan Serbuk Biji Alpukat dalam Menurunkan Nilai Kekeruhan (NTU)

Kekeruhan pada air umumnya disebabkan oleh adanya partikel organik maupun anorganik yang terlarut serta tersuspensi di dalamnya. Partikel tersebut dapat berupa lumpur, plankton, maupun butiran halus lainnya yang mengganggu kejernihan air (Kinanti dkk., 2023). Dalam penelitian ini, tingkat kekeruhan diolah melalui proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan biokoagulan serbuk biji alpukat. Kekeruhan pada air limbah pasar ikan tidak termasuk dalam parameter baku mutu air limbah berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014. Oleh karena itu, pengujian kekeruhan dilakukan semata-mata untuk menilai efektivitas biokoagulan dalam menurunkan tingkat kekeruhan sebelum dan sesudah proses koagulasi-flokulasi. Hasil penurunan kadar kekeruhan pada air limbah pasar ikan Al-Mahirah setelah proses perlakuan dengan serbuk biji alpukat.

Adapun nilai awal kekeruhan pada air limbah pemotongan ikan yaitu sebesar 120 NTU. Hasil uji parameter kekeruhan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

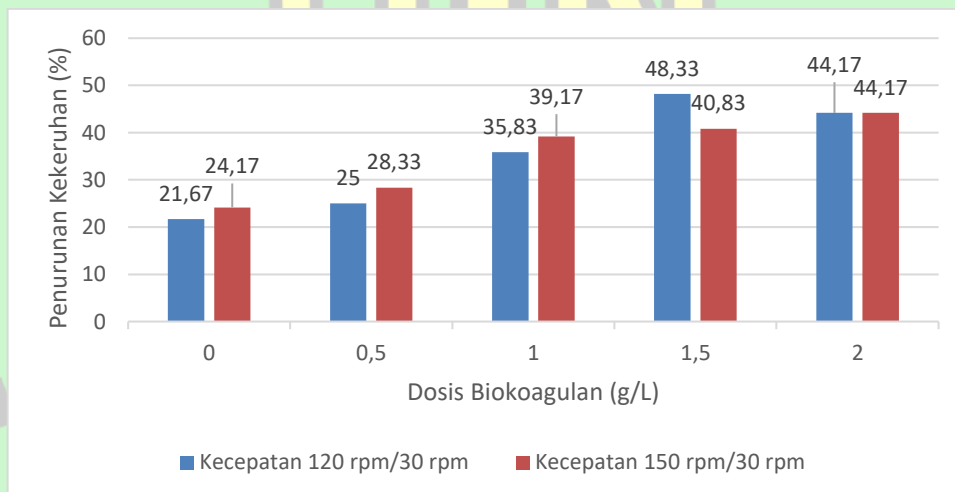
Tabel 4.4 Hasil penurunan kekeruhan setelah penambahan serbuk biji alpukat

Dosis	Kecepatan Pengadukan	Kekeruhan awal	Kekeruhan akhir	Efisiensi (%)
0	120 rpm	120	94	21,67%
0,5			90	25,00%
1			77	35,83%
1,5			62	48,33%
2			67	44,17%
0	150 rpm	120	91	24,17%.
0,5			86	28,33%
1			73	39,17%
1,5			71	40,83%
2			67	44,17%

Berdasarkan Tabel 4.4 nilai kekeruhan awal air limbah pemotongan ikan sebesar 120 NTU. Setelah dilakukan proses koagulasi-flokulasi pada perlakuan kontrol 0 g/L tanpa penambahan biokoagulan, nilai kekeruhan mengalami penurunan. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses pengadukan dan pengendapan yang dilakukan selama pengujian mampu mengurangi sebagian partikel tersuspensi yang terdapat dalam air limbah. Selama proses pengendapan sebagian partikel yang terdapat dalam air berkumpul dan mengendap sehingga nilai kekeruhan menjadi lebih rendah meskipun tanpa penambahan biokoagulan. Penambahan serbuk biji alpukat menghasilkan penurunan kekeruhan yang lebih besar dibandingkan perlakuan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa serbuk biji alpukat memiliki kemampuan sebagai biokoagulan dalam menurunkan kekeruhan air limbah pemotongan ikan. Kemampuan tersebut diduga berasal dari kandungan senyawa aktif dalam biji alpukat yang membantu mengikat partikel-partikel penyebab kekeruhan sehingga partikel tersebut bergabung membentuk flok yang lebih besar dan lebih mudah mengendap (Risnawati, 2024).

Kemampuan serbuk biji alpukat dalam menurunkan kekeruhan

menunjukkan hasil yang berbeda pada kecepatan pengadukan 120 rpm dan 150 rpm. Pada kecepatan 120 rpm proses pembentukan flok diduga berlangsung lebih baik sehingga partikel-partikel penyebab kekeruhan dapat mengendap dengan lebih optimal. Sementara itu pada kecepatan 150 rpm pengadukan yang lebih cepat dapat menyebabkan sebagian flok yang telah terbentuk menjadi pecah kembali. Kondisi tersebut menyebabkan kemampuan penurunan kekeruhan pada 150 rpm sedikit lebih rendah dibandingkan pada 120 rpm. Secara keseluruhan hasil penelitian menunjukkan bahwa serbuk biji alpukat memiliki kemampuan dalam menurunkan kekeruhan air limbah pemotongan ikan melalui proses koagulasi-flokulasi yang ditandai dengan berkurangnya partikel tersuspensi di dalam air. Penyisihan kekeruhan berdasarkan variasi kecepatan pengadukan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Efektivitas penurunan kekeruhan menggunakan serbuk biji alpukat

Berdasarkan Gambar 4.2 efisiensi penurunan kekeruhan cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya dosis serbuk biji alpukat hingga mencapai kondisi optimum. Pada perlakuan kontrol tanpa penambahan biokoagulan kekeruhan tetap mengalami penurunan yang menunjukkan bahwa proses pengadukan dan pengendapan mampu menyisihkan sebagian partikel tersuspensi secara alami. Setelah penambahan serbuk biji alpukat, efisiensi penurunan kekeruhan menjadi lebih tinggi yang menunjukkan bahwa serbuk biji alpukat memiliki kemampuan sebagai biokoagulan dalam menyisihkan partikel penyebab kekeruhan pada air limbah.

Kemampuan penurunan kekeruhan yang diperoleh pada kecepatan pengadukan 120 rpm dan 150 rpm menunjukkan hasil yang berbeda. Kondisi ini diduga karena pembentukan flok pada kecepatan 120 rpm berlangsung lebih stabil sehingga partikel tersuspensi lebih mudah mengendap. Sementara itu, pengadukan yang lebih cepat pada 150 rpm dapat menyebabkan sebagian flok yang telah terbentuk menjadi kurang stabil sehingga efisiensi penyisihan kekeruhan sedikit lebih rendah. Setelah melewati dosis optimum efisiensi penurunan kekeruhan cenderung menurun yang menunjukkan bahwa penambahan biokoagulan secara berlebihan tidak selalu meningkatkan efektivitas proses koagulasi-flokulasi (Habibullah, 2021).

4.1.5 Kemampuan Serbuk Biji Alpukat dalam Menurunkan Nilai COD

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah ukuran banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk memecah bahan organik dalam air dengan bantuan zat kimia. Semakin tinggi nilai COD semakin besar pula jumlah polutan organik yang ada di dalam air. Hal ini berarti kualitas air semakin buruk dan berpotensi mencemari lingkungan.

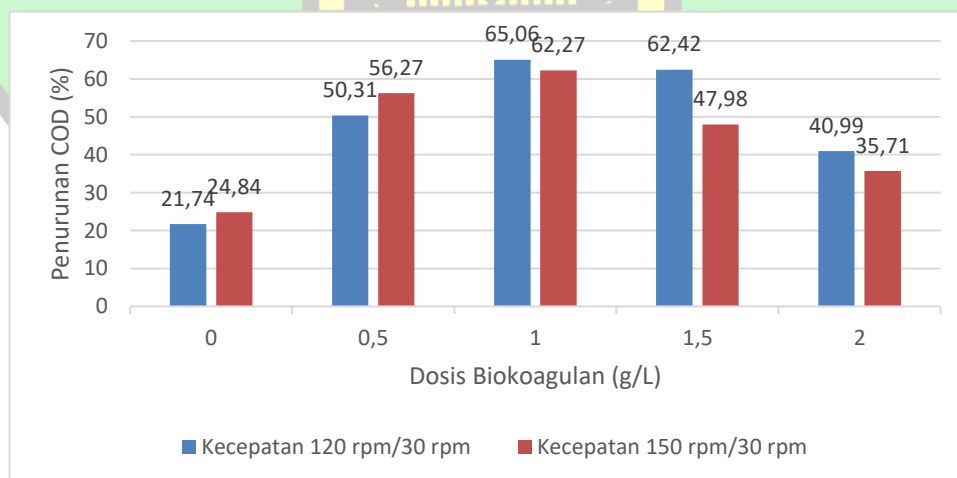
Nilai awal COD pada air limbah ikan di Pasar Al-Mahirah tercatat sebesar 644 mg/L, jauh melebihi batas maksimum yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 Lampiran XLV yaitu 300 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan bahan organik dalam limbah sangat tinggi dan berpotensi mencemari lingkungan. Melalui proses koagulasi-flokulasi dengan metode jar test, yang dilakukan menggunakan variasi dosis serbuk biji alpukat dan kecepatan pengadukan, konsentrasi COD dapat diturunkan. Hasil penurunan COD setelah perlakuan ditampilkan pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil penurunan COD setelah penambahan serbuk biji alpukat

Dosis	Kecepatan Pengadukan	COD awal	COD akhir	Efisiensi (%)	Baku mutu
0	120 rpm	644	504	21,74 (%)	300
0,5			320	50,31 (%)	
1			225	65,06 (%)	
1,5			242	62,42 (%)	
2			380	40,99 (%)	

0	150 rpm		484	24,84 (%)	
0,5			281	56,27 (%)	
1			243	62,27 (%)	
1,5			335	47,98 (%)	
2			414	35,71 (%)	

Berdasarkan Tabel 4.5 nilai COD mengalami penurunan baik pada perlakuan kontrol maupun setelah penambahan serbuk biji alpukat. Penurunan yang terjadi pada perlakuan kontrol menunjukkan bahwa proses pengadukan dan pengendapan mampu mengurangi sebagian bahan pencemar organik yang terdapat dalam air limbah. Setelah ditambahkan serbuk biji alpukat penurunan COD menjadi lebih besar yang menunjukkan bahwa serbuk biji alpukat memiliki kemampuan dalam mengurangi kandungan bahan organik pada air limbah pemotongan ikan. Kemampuan tersebut diduga berasal dari senyawa aktif dalam biji alpukat yang membantu proses koagulasi-flokulasi, sehingga bahan pencemar lebih mudah dipisahkan dari air limbah. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan 120 rpm menghasilkan penurunan COD yang lebih baik dibandingkan 150 rpm. Kondisi ini diduga karena proses pembentukan flok berlangsung lebih optimal sehingga lebih banyak bahan pencemar yang dapat dipisahkan. Namun setelah mencapai dosis optimum efisiensi penurunan COD kembali menurun yang menunjukkan bahwa penambahan biokoagulan dalam jumlah yang berlebihan tidak selalu meningkatkan efektivitas proses pengolahan (Assha dkk., 2025). Penyisihan kadar COD dengan beberapa variasi dosis dapat lihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Efektivitas penurunan COD menggunakan serbuk biji alpukat

Berdasarkan Gambar 4.3 penggunaan serbuk biji alpukat menunjukkan kemampuan dalam menurunkan nilai COD air limbah pemotongan ikan. Pada perlakuan kontrol tanpa penambahan biokoagulan nilai COD tetap mengalami penurunan yang menunjukkan bahwa proses pengadukan dan pengendapan telah membantu mengurangi sebagian bahan pencemar dalam air limbah. Setelah penambahan serbuk biji alpukat, efisiensi penurunan COD meningkat hingga mencapai kondisi optimum. Hal ini menunjukkan bahwa serbuk biji alpukat berperan dalam membantu mengurangi kandungan bahan organik yang terdapat dalam air limbah. Perbedaan hasil pada kecepatan pengadukan 120 rpm dan 150 rpm menunjukkan bahwa kondisi pengadukan turut mempengaruhi efektivitas proses koagulasi-flokulasi. Setelah melewati dosis optimum, efisiensi penurunan COD kembali menurun yang menunjukkan bahwa penambahan biokoagulan dalam jumlah berlebihan tidak selalu menghasilkan penurunan COD yang lebih baik (Afrianisa, 2025).

4.1.6 Kemampuan Serbuk Biji Alpukat dalam Menurunkan Nilai TSS

Total Suspended Solid (TSS) adalah partikel padatan yang tidak larut, biasanya setara atau lebih besar dari partikel koloid. TSS terdiri dari berbagai material seperti lumpur, tanah liat, oksida logam, sulfida, ganggang, bakteri, dan jamur. Keberadaan TSS yang tinggi dapat menyebabkan terbentuknya endapan lumpur dan menghambat aliran air. Hal ini berdampak negatif terhadap kualitas perairan karena mengganggu ekosistem dan pemanfaatan sumber daya air (Mahayana, 2022).

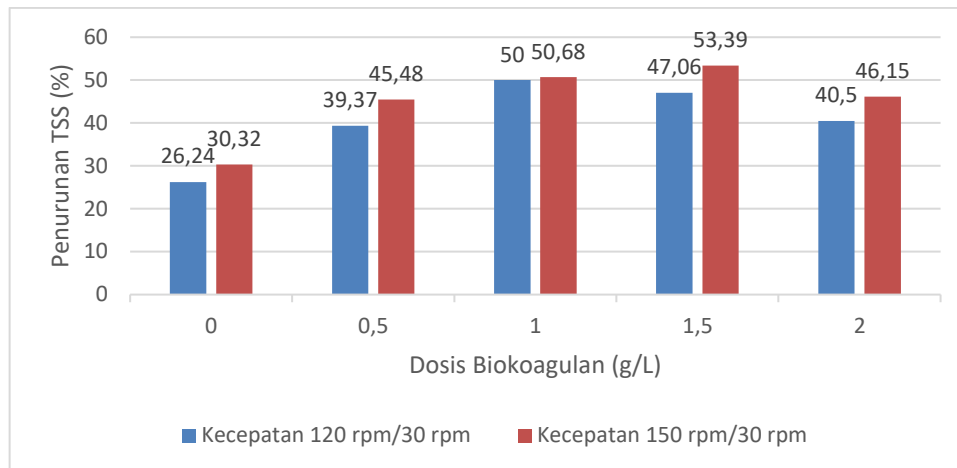
Konsentrasi TSS air limbah pemotongan ikan di Pasar Al-Mahirah pada saat pengujian awal yaitu 442 mg/L. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi TSS telah melebihi baku mutu air limbah yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 Lampiran XLV, dengan standar baku mutu TSS sebesar 400 mg/l. Penelitian ini memanfaatkan biokoagulan dari serbuk biji alpukat untuk menganalisis persentase penurunan kadar TSS dalam air limbah pemotongan ikan melalui proses koagulasi-flokulasi. Adapun hasil penurunan kadar TSS setelah proses koagulasi-flokulasi dengan variasi kecepatan pengadukan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil penurunan TSS setelah penambahan serbuk biji alpukat

Dosis	Kecepatan Pengadukan	TSS awal	TSS akhir	Efisiensi (%)	Baku mutu
0	120 rpm	442	326	26,24	400
0,5			268	39,37	
1			221	50,00	
1,5			234	47,06	
2			263	40,50	
0	150 rpm		308	30,32	
0,5			241	45,48	
1			218	50,68	
1,5			206	53,39	
2			238	46,15	

Berdasarkan Tabel 4.6, penambahan serbuk biji alpukat menunjukkan kemampuan dalam menurunkan kadar TSS air limbah pemotongan ikan. Nilai TSS terendah diperoleh pada dosis 1,5 g/L dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses koagulasi-flokulasi mampu membantu pemisahan padatan tersuspensi dari air limbah sehingga jumlah padatan yang masih berada di dalam air menjadi berkurang. Semakin banyak padatan yang mengendap, maka nilai TSS yang dihasilkan akan semakin rendah.

Hasil penelitian juga menunjukkan adanya perbedaan kemampuan penurunan TSS pada kecepatan pengadukan 120 rpm dan 150 rpm. Kecepatan 150 rpm menghasilkan efisiensi penurunan yang lebih tinggi dibandingkan 120 rpm. Kondisi ini diduga karena pengadukan yang lebih cepat meningkatkan kontak antarpartikel sehingga pembentukan gumpalan padatan berlangsung lebih baik dan lebih mudah mengendap. Namun setelah mencapai dosis optimum efisiensi penurunan TSS kembali menurun yang menunjukkan bahwa penambahan biokoagulan secara berlebihan tidak selalu memberikan hasil yang lebih baik (Fitria dkk., 2024). Dengan demikian serbuk biji alpukat memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar TSS air limbah pemotongan ikan hingga memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Penyisihan kadar TSS dengan variasi kecepatan pengadukan dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Efektivitas penurunan TSS menggunakan serbuk biji alpukat

Berdasarkan Gambar 4.4 serbuk biji alpukat menunjukkan kemampuan dalam menurunkan TSS pada air limbah pemotongan ikan. Nilai efisiensi penurunan TSS yang diperoleh pada setiap perlakuan menunjukkan bahwa penggunaan serbuk biji alpukat mampu membantu proses pengurangan padatan yang masih terdapat dalam air limbah. Berkurangnya kandungan padatan tersebut mengindikasikan bahwa proses koagulasi-flokulasi berlangsung dengan baik sehingga sebagian padatan yang sebelumnya tersuspensi dalam air dapat dipisahkan. Nilai TSS terendah diperoleh pada dosis 1,5 g/L dengan kecepatan pengadukan 150 rpm yang menunjukkan bahwa perlakuan tersebut merupakan kondisi yang paling efektif dalam menurunkan TSS. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan 150 rpm menghasilkan efisiensi penurunan TSS yang lebih tinggi dibandingkan 120 rpm. Kondisi ini diduga karena pengadukan yang lebih cepat meningkatkan frekuensi tumbukan antarpartikel sehingga pembentukan gumpalan padatan berlangsung lebih optimal. Hasil tersebut menunjukkan bahwa serbuk biji alpukat efektif digunakan dalam menurunkan kadar TSS air limbah pemotongan ikan.

4.2 Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan pada Proses Koagulasi Flokulasi terhadap Penurunan Parameter Pencemar Air Limbah Pemotongan Ikan

Proses koagulasi-flokulasi pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode jar test dengan memanfaatkan serbuk biji alpukat sebagai biokoagulan. Variasi kecepatan pengadukan cepat yang digunakan yaitu 120 rpm dan 150 rpm

selama 2 menit, kemudian dilanjutkan dengan pengadukan lambat pada kecepatan 30 rpm selama 30 menit. Setelah proses pengadukan selesai, sampel didiamkan selama 60 menit untuk proses pengendapan.

Variasi kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap proses pembentukan flok dan efisiensi penurunan parameter pencemar. Pengadukan cepat berfungsi untuk menyebarkan koagulan secara merata dan mempercepat tumbukan antar partikel, sedangkan pengadukan lambat membantu pembentukan flok yang lebih besar dan stabil sehingga mudah mengendap (Fitria dkk., 2024). Setelah proses pengendapan selesai dilakukan pengujian kembali terhadap parameter pH, COD, TSS, dan kekeruhan untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap efektivitas proses koagulasi-flokulasi. Setelah proses pengendapan selesai, dilakukan kembali pengujian terhadap parameter pH, COD, TSS, dan kekeruhan untuk menilai efektivitas proses koagulasi-flokulasi dengan variasi kecepatan pengadukan cepat dan lambat dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 4.5 Air limbah ikan sebelum proses koagulasi-flokulasi



Gambar 4.6 Proses pengadukan cepat 120 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan biokoagulan biji alpukat



Gambar 4.7 Proses pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm dengan biokoagulan biji alpukat



Gambar 4.8 Proses pengendapan air limbah pasar ikan

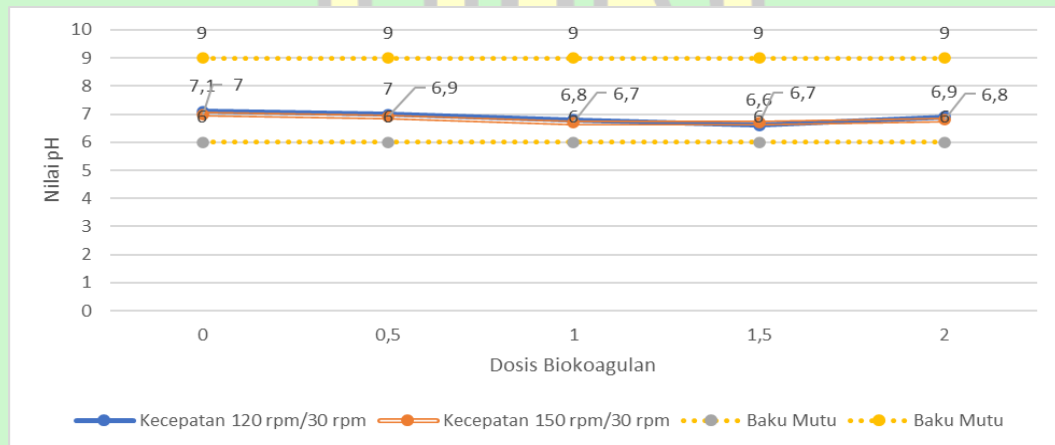
Berdasarkan Gambar 4.5 hingga Gambar 4.8 terlihat tahapan proses koagulasi-flokulasi yang dilakukan pada air limbah pemotongan ikan menggunakan biokoagulan serbuk biji alpukat. Gambar 4.5 menunjukkan kondisi awal air limbah yang masih keruh sebelum perlakuan. Selanjutnya pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 dilakukan proses pengadukan cepat masing-masing 120 rpm dan 150 rpm yang dilanjutkan dengan pengadukan lambat 30 rpm untuk membantu proses pembentukan flok. Setelah proses pengadukan selesai, sampel didiamkan selama 60 menit untuk proses pengendapan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.8.

Selama proses koagulasi-flokulasi, partikel tersuspensi dan koloid dalam air limbah mengalami proses destabilisasi akibat interaksi dengan senyawa aktif yang terkandung dalam serbuk biji alpukat. Partikel yang telah terdestabilisasi kemudian saling bertumbukan dan membentuk flok yang berukuran lebih besar sehingga mudah mengendap pada tahap sedimentasi (Rahman,2022). Terbentuknya flok selama proses pengolahan menunjukkan bahwa biokoagulan serbuk biji alpukat mampu membantu proses penyisihan bahan pencemar dalam air limbah pemotongan ikan. Perbedaan kecepatan pengadukan yang digunakan pada penelitian ini dapat memengaruhi proses pembentukan dan kestabilan flok selama

proses koagulasi-flokulasi. Oleh karena itu, dilakukan analisis lebih lanjut terhadap pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap parameter pH, kekeruhan, COD, dan TSS.

4.2.1 Pengaruh Dosis Biokoagulan dan Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai pH

Nilai pH merupakan salah satu parameter yang dapat dipengaruhi oleh proses koagulasi-flokulasi. Variasi kecepatan pengadukan berpotensi memengaruhi interaksi antara biokoagulan dan partikel pencemar sehingga dapat menyebabkan perubahan nilai pH. Oleh karena itu, dilakukan analisis untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap nilai pH air limbah pemotongan ikan setelah proses pengolahan. Penyisihan pH dapat dilihat Pada Gambar 4.9.



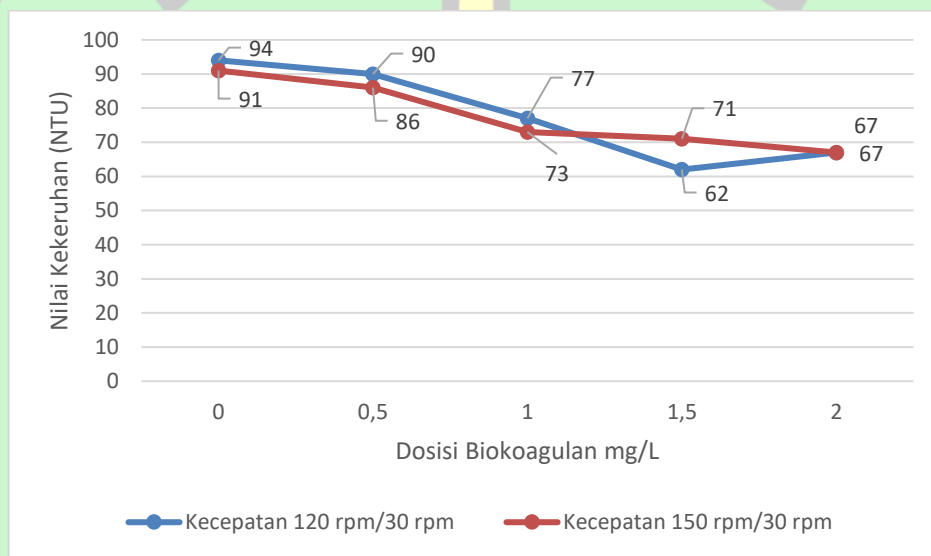
Gambar 4.9 Pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap pH

Berdasarkan Gambar 4.9 terlihat bahwa variasi kecepatan pengadukan memberikan pengaruh yang relatif kecil terhadap perubahan nilai pH. Nilai pH pada seluruh perlakuan masih berada pada rentang 6,6–7,1 sehingga memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Penurunan pH yang terjadi diduga dipengaruhi oleh kandungan senyawa tanin dalam serbuk biji alpukat yang bersifat sedikit asam. Ketika biokoagulan ditambahkan ke dalam air limbah, senyawa tersebut dapat meningkatkan konsentrasi ion H^+ sehingga nilai pH mengalami sedikit penurunan. Namun, perubahan yang terjadi tidak terlalu besar karena pH air limbah masih berada pada kisaran netral. Selain itu, perbedaan nilai pH antara kecepatan pengadukan 120 rpm dan 150 rpm juga relatif kecil, sehingga dapat disimpulkan

bahwa variasi kecepatan pengadukan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan nilai pH air limbah.

4.2.2 Pengaruh Dosis Biokoagulan dan Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai Kekeruhan (NTU)

Kekeruhan menunjukkan banyaknya partikel tersuspensi di dalam air limbah. Proses koagulasi-flokulasi menggunakan serbuk biji alpukat bertujuan untuk menggumpalkan partikel-partikel kecil menjadi flok yang lebih besar sehingga mudah mengendap dan menyebabkan nilai kekeruhan menurun. Penyisihan Kekeruhan dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap kekeruhan

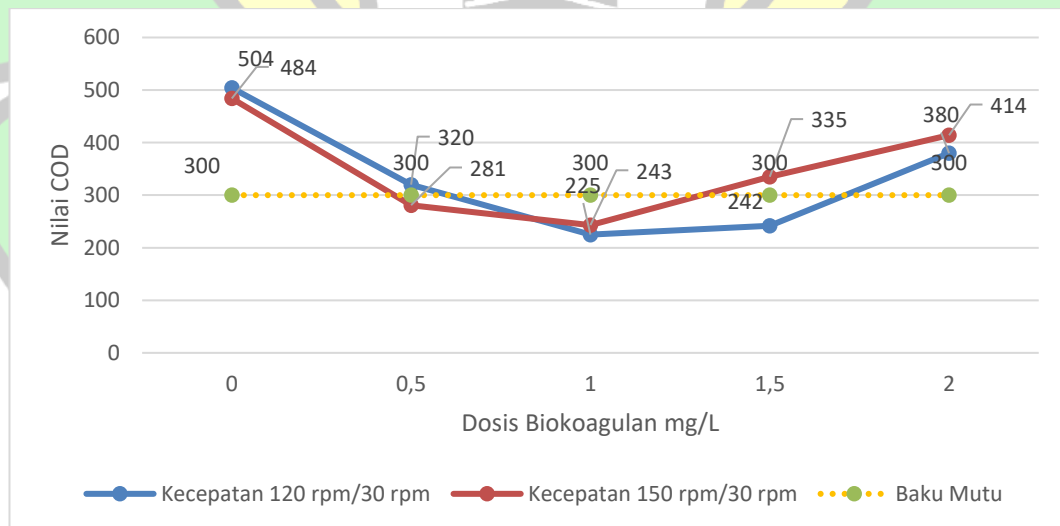
Berdasarkan Gambar 4.10 nilai kekeruhan menunjukkan kecenderungan menurun seiring dengan bertambahnya dosis biokoagulan pada kedua variasi kecepatan pengadukan. Hal ini menunjukkan bahwa proses koagulasi-flokulasi mampu membantu mengurangi partikel penyebab kekeruhan yang terdapat dalam air limbah. Namun, hasil penurunan yang diperoleh pada setiap kecepatan pengadukan menunjukkan adanya perbedaan efektivitas. Pada kecepatan pengadukan 120 rpm, penurunan kekeruhan cenderung lebih baik dibandingkan 150 rpm, dengan hasil terbaik diperoleh pada dosis 1,5 g/L. Kondisi ini diduga karena kecepatan 120 rpm memberikan pencampuran yang cukup untuk mempertemukan partikel dengan biokoagulan tanpa merusak flok yang mulai terbentuk, sehingga partikel penyebab kekeruhan lebih mudah mengendap.

Sebaliknya, pada kecepatan 150 rpm, pengadukan yang lebih cepat dapat menyebabkan sebagian flok yang telah terbentuk menjadi kurang stabil sehingga efisiensi penurunan kekeruhan sedikit lebih rendah.

Namun setelah dosis biokoagulan ditingkatkan menjadi 2 g/L nilai kekeruhan kembali meningkat, hal ini diduga karena jumlah biokoagulan yang ditambahkan telah melebihi kebutuhan partikel pencemar yang terdapat dalam air limbah. Akibatnya sebagian biokoagulan yang tidak berikatan dengan partikel masih berada dalam air dan menyebabkan kekeruhan meningkat kembali. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penambahan biokoagulan dalam jumlah yang lebih banyak tidak selalu menghasilkan penyisihan kekeruhan yang lebih baik (Rafif Permata dkk., 2024).

4.2.3 Pengaruh Dosis Biokoagulan dan Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai COD

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan parameter yang menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik di dalam air limbah. Penurunan nilai COD menunjukkan berkurangnya kandungan bahan organik setelah proses pengolahan menggunakan biokoagulan serbuk biji alpukat. Penyisihan COD dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap COD

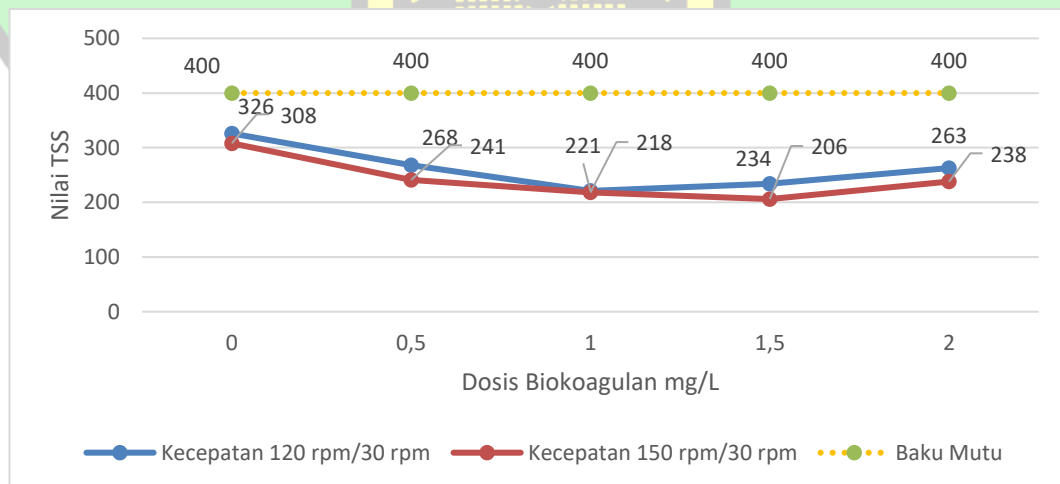
Berdasarkan Gambar 4.11 nilai COD mengalami penurunan hingga mencapai kondisi optimum pada dosis 1 g/L kemudian kembali meningkat pada

dosis yang lebih tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi kecepatan pengadukan mempengaruhi efektivitas proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan kandungan bahan organik pada air limbah pemotongan ikan. Kecepatan pengadukan 120 rpm memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan 150 rpm, kondisi ini diduga karena pencampuran pada 120 rpm mampu mempertemukan biokoagulan dengan bahan pencemar secara lebih efektif sehingga proses pengikatan dan pengendapan berlangsung lebih optimal (Yusindra, 2023).

Setelah dosis biokoagulan ditingkatkan menjadi 1,5 g/L dan 2 g/L nilai COD kembali meningkat pada kedua kecepatan pengadukan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan biokoagulan dalam jumlah yang berlebihan tidak selalu meningkatkan penyisihan bahan organik. Sebagian biokoagulan yang berlebih tidak lagi berperan secara efektif sehingga proses koagulasi-flokulasi menjadi kurang optimal. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa variasi kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap penurunan COD dengan kecepatan 120 rpm memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan 150 rpm.

4.2.4 Pengaruh Dosis Biokoagulan dan Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap Nilai TSS

Total Suspended Solid (TSS) merupakan parameter yang menunjukkan jumlah padatan tersuspensi di dalam air limbah. Penurunan nilai TSS terjadi karena partikel-partikel tersuspensi mengalami penggumpalan menjadi flok yang lebih besar sehingga mudah mengendap selama proses pengolahan. Penyisihan TSS dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap TSS

Berdasarkan Gambar 4.12 terlihat bahwa nilai TSS cenderung menurun setelah penambahan serbuk biji alpukat. Penurunan ini menunjukkan bahwa biokoagulan mampu membantu mengurangi jumlah padatan tersuspensi yang masih terdapat dalam air limbah. Semakin berkurang padatan yang tersuspensi maka nilai TSS yang dihasilkan juga semakin rendah. Nilai TSS terendah diperoleh pada dosis 1,5 g/L dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi tersebut proses penyisihan padatan berlangsung lebih baik dibandingkan perlakuan 120 rpm. Pengadukan yang lebih merata memungkinkan biokoagulan bekerja lebih efektif sehingga jumlah padatan yang masih tersisa di dalam air menjadi lebih sedikit.

Namun setelah mencapai nilai TSS terendah penambahan dosis serbuk biji alpukat tidak lagi menghasilkan penurunan TSS yang lebih besar, sebaliknya nilai TSS kembali mengalami sedikit peningkatan. Kondisi ini menunjukkan bahwa semakin banyak biokoagulan yang ditambahkan tidak selalu memberikan hasil yang lebih baik. Pada dosis tertentu proses penyisihan padatan telah berlangsung secara maksimal sehingga penambahan dosis berikutnya tidak lagi meningkatkan efektivitas pengolahan (Robiah, 2026). Meskipun demikian seluruh nilai TSS yang diperoleh masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan sehingga penggunaan serbuk biji alpukat dengan variasi kecepatan pengadukan yang digunakan tetap memberikan hasil pengolahan yang baik.

Berdasarkan hasil penelitian, variasi kecepatan pengadukan memengaruhi efektivitas proses koagulasi-flokulasi menggunakan serbuk biji alpukat sebagai biokoagulan. Meskipun setiap parameter menunjukkan kondisi optimum yang berbeda, proses pengadukan terbukti berperan dalam meningkatkan pembentukan flok sehingga mampu menurunkan konsentrasi pencemar pada air limbah pemotongan ikan. Dengan demikian pemilihan kecepatan pengadukan yang tepat menjadi salah satu faktor penting dalam meningkatkan kinerja proses koagulasi-flokulasi.

BAB V

PENUTUP

1.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Serbuk biji alpukat (*Persea americana*) terbukti dapat dimanfaatkan sebagai biokoagulan dalam pengolahan air limbah pemotongan ikan melalui proses koagulasi-flokulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serbuk biji alpukat mampu menurunkan nilai COD, TSS, dan kekeruhan, serta mempertahankan nilai pH dalam rentang baku mutu air limbah (6–9). Penurunan optimum COD diperoleh pada dosis 1 g/L yaitu dari 644 mg/L menjadi 225 mg/L dengan efektivitas 65,06%, sedangkan penurunan optimum TSS dan kekeruhan diperoleh pada dosis 1,5 g/L yaitu masing-masing menjadi 206 mg/L dan 62 NTU.
2. Variasi kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap efektivitas proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan parameter pencemar air limbah pemotongan ikan. Kecepatan pengadukan 120 rpm memberikan hasil yang lebih baik dalam menurunkan COD dan kekeruhan, sedangkan kecepatan 150 rpm menghasilkan penurunan TSS yang lebih tinggi. Sementara itu, variasi kecepatan pengadukan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai pH, yang tetap berada dalam rentang baku mutu setelah proses pengolahan.

1.2 Saran

Adapun saran untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini yaitu:

1. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan ekstrak serbuk biji alpukat sebagai biokoagulan.
2. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan metode pH *adjustment* (penyesuaian pH) sebelum proses koagulasi-flokulasi untuk memperoleh kondisi pH optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Airun, N. H. (2020). Pemanfaatan Biji Pepaya (*Carica Papaya L*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. Skripsi, 1–77.
- Assha, S. H., Adzillah, W. N., & Amanah, N. (2025). Efektivitas Gabungan Biji Asam Jawa Dan Biji Alpukat Sebagai Biokoagulan Dalam Menurunkan Parameter Limbah Cair Tahu. 13(2), 108–118.
- Arirahman, I. (2020). Peningkatan kinerja elektroflotasi menggunakan biokoagulan biji alpukat (*Persea americana*) dan kulit buah naga (*Hylocerus polyhizus*) untuk pengolahan limbah laboratorium kimia (Skripsi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta).
- Azhar Amsal, Tika Agustina, Nurhaliza, & Barisah. (2022). Pengolahan Biji Alpukat (*Persea Americana*) Untuk Dijadikan Tepung Sebagai Bahan Dasar Pangan Besar. *Kenanga Journal Of Biological Sciences And Applied Biology*, 2(2), 11–18.
- Faryandi, A. (2020). Proses Koagulasi-Flokulasi Fitoremediasi Dalam Mendegradasi Polutan Pada Limbah Cair Tahu. Tugas Akhir, 10–11.
- Fitria, D., Fadila, M., Mustain, A., & Dandel, B. F. (2024). Penyisihan Parameter Nilai Tss Dan Turbidity Pada Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Krimer. 10(9), 734–742.
- Habibullah. (2021). Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Lidah Buaya (*Aloe Vera*) Dan Biji Kelor (*Moringa Universitas Islam Riau*).
- Harun, F. Z., Rahmawati, F. K., & Umadji, N. I. R. (2025). Analisis Parameter Kekerusihan Pada Sistem Pengolahan Air Baku Di Kota Gorontalo Analysis Of Turbidity Parameters In The Raw Water Treatment System. 3, 1–4.
- Hartini, K. (2025). Pemanfaatan Biji Alpukat (*Persea americana Mill.*) sebagai Biokoagulan pada Pengolahan Limbah Laundry di Perumahan Bumi Cikarang Asri. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, Bekasi.
- Henny Marlina, Qurratul Aini, Hazanul Fuady, Riskan Fauzy, & Hijrah. (2021).

Identifikasi Sistem Pengelolaan Limbah Pada Pasar Ikan Di Kecamatan Baiturrahman Kota Banda Aceh. *Rumoh Journal Of Architecture*, 11(2), 71–76.

Hidayat, D. (2023). Kombinasi Proses Aerasi , Adsorpsi Dan Filtrasi Pada Pengolahan Limbah Cair Ikan Di Pasar Lampulo Kota Banda Aceh.

Irawan, A., & Sari, L. I. (2022). Karakteristik Distribusi Horizontal Parameter Fisika-Kimia Perairan Permukaan Di Pesisir Bagian Timur Balikpapan. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis Nusantara (Nusantara Tropical Fisheries Science Journal)*, 1(1), 21–27.

Jannah, R., Sains, F., Teknologi, D. A. N., Ar-Raniry, U. I. N., & Aceh, B. (2020). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica L.*).

Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. <https://jdih.maritim.go.id/>, 1–83.

Kinanti, U., Rahman, A., & Harahap, J. (2023). Koagulan Alami Pada Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Hewan (Rph). 5(2), 63–71.

Kurnia, S. M., & Purwanti, I. F. (2023). Pengolahan Air Limbah Tambak Ikan Tradisional Di Kecamatan Cerme, Kabupaten Gresik Menggunakan Constructed Wetland. *Jurnal Teknik Its*, 12(3), 177–182.

Kuswandi, Liza Octriana, B. K. (2017). Eksplorasi, Karakterisasi, dan Evaluasi Idiotipe Alpukat di Kabupaten Solok. *Exploration, Characterization, and Evaluation of Avocado Idiotype in Solok district*, 1(1995), 1–4

Liku, J. E. A., Mulya, W., Sipahutar, M. K., Sari, I. P., & Noeryanto. (2022). Mengidentifikasi Sumber Pencemaran Air Limbah Di Tempat Kerja. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 1.

Luhur, E. S., Zulham, A., & Haryadi, J. (2016). Potensi Pemanfaatan Limbah Perikanan Di Banda Aceh. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 2(1), 37.

Mahayana, S. J. R. Dan A. (2022). *Jurnal Kimia Dan Rekayasa Analisis Kadar Total Suspended Solid (Tss) Dan Amonia (Nh 3 -N) Pada Limbah Cair Tekstil*. 3,

1–10.

Malangngi, L., Sangi, M., & Paendong, J. (2012). Penentuan Kandungan Tanin Dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Buah Alpukat (*Persea Americana* Mill.). *Jurnal Mipa*, 1(1), 5.

Payumi, E. T., Ayuliana, R. N., Nurmayani, Y., Lestari, N., Pratama, D. A., Putra, H. M., Majapahit, J., Mataram, N., & Barat, N. T. (2025). Inovasi Olahan Biji Alpukat Menjadi Teh Sebagai Peluang Peningkatan Ekonomi Di Desa Wisata Sembalun. 3, 42–50.

Permen Lh No. 5 Tahun 2014. (2014). Berita Negara. Menteri Kesehatan Republik Indonesia Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, No. 43(879), 2004–2006.

Pramesti, F. N. A. (2019). Analisis Penggunaan Biokoagulan Biji Alpukat (*Persea Americana*), Biji Salak (*Salacca Zalacca*), Kulit Jeruk (*Citrus Sinensis*) Pada Limbah Cair Beton. 01, 1–23.

Rafif Permata Dwidewitra, M. Miftahul Huda, & Tuhu Agung Rachmanto. (2024). Pengaruh Konsentrasi Koagulan Terhadap Proses Pengolahan Air Di Pdam Surya Sembada Kota Surabaya. *Globe: Publikasi Ilmu Teknik, Teknologi Kebumian, Ilmu Perkapalan*, 2(2), 145–153.

Rahman, I. (2022). Pemanfaatan Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik (Grey Water) Di Gampong Ateuk Pahlawan Kota Fakultas Sains Dan Teknologi Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. 1–23.

Rahmatanti, A., & Putro, R. K. H. (2025). Efektivitas kombinasi koagulasi-flokulasi dan bioadsorben biji alpukat dan kulit durian dalam menyisihkan kromium limbah pencucian sablon. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 16(2), 60–66.

Risnawati, (2024). Pemanfaatan Ekstrak Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Air Limbah Industri Tahu Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Robiah, Pramito, A. I. A., & Junaidi, R. (2026). Pembuatan koagulan alami dengan

proses maserasi untuk pengolahan limbah cair industri tahu..Jurnal Teknologi Kimia Mineral. 5(November 2025), 25–31.

Rodu Dhuha Afrianisa, Y. A. Y. (2025). Optimasi Dosis Biokoagulan Biji Pepaya (Carica Papaya L .) Dalam Penurunan Parameter Tss , Bod , Dan Cod Pada Limbah Tahu Koloid Dan Mencernahkan Air . Pemanfaatan Biokoagulan Alami Dari Bahan Tanaman Menjadi. 5(1), 88–99.

Saputri, I., Fatimatuzzahra, F., & Lestari, Y. (2023). Analisa Kadar Cod (Chemical Oxygen Demand) Pada Limbah Cair Disekitar Kawasan Penambangan Batubara Kabupaten Bengkulu Utara. *Organisms: Journal Of Biosciences*, 3(2), 9.

Silvia, & Harmawan, T. (2022). Pengaruh Penambahan Al₂(SO₄)₃ Terhadap Derajat Keasaman Air Baku Pada Perusahaan Daerah Air Minum (Pdam) Tirta Keumueneng Langsa *Quimica : Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*. 4(April), 20–23.

SNI 19.6449:2002. Metode Pengujian Koagulasi-Flokulasi Dengan Cara Jar Test

Sni 6989.59:2008. (2008). Metoda Pengambilan Contoh Air Permukaan. Republik Indonesia, 59(2), 19.

SNI 6987.72:2009. Air dan Limbah - Bagian 72. Cara Uji Biochemical Oxygen Demand

SNI 6989.2:2019. Air dan Air Limbah - Bagian 2. Cara Uji Chemical Oxygen Demand

SNI 6989.3:2019. Air dan Limbah - Bagian 3. Cara Uji Total Suspended Solids

SNI 6989.11:2019. Air dan Limbah - Bagian 11. Cara Uji Derajat Keasaman (pH) Denga Menggunakan pH Meter

Sulistia, S., & Septisya, A. C. (2020). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 12(1), 41–57.

Umayyah. (2024). Pemanfaatan Biji Alpukat (Persea Americana Mill) Melalui Proses Koagulasi-Flokulasi Untuk Menurunkan Parameter Cod Dan Tss Pada Air Limbah Rumah Potong Hewan (Rph) Fakultas Sains Dan Teknologi

Program Studi Teknik Lingkungan.

Yana, C., Titah, H. S., & Lingkungan, D. T. (2019). Pengolahan Air Limbah Industri Penyamakan Kulit Dengan Proses Koagulasi-Flokulasi Dan.

Yusindra. (2023). (Azadirachtaindica) Dan Kecepatan Pengadukan Pada Air.

Wijayanti, P. (2025). Pengolahan Air Gambut Menggunakan Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.) Sebagai Koagulan Alami. Skripsi. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Zourif, A., Benbiyi, A., Kouniba, S., & El Guendouzi, M. (2024). Avocado Seed as a Natural Coagulant for Removing Dyes and Turbidity from Wastewater: Behnken Box Design, Sustainable Reuse, and Economic Evaluation. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 39, 101621.



LAMPIRAN

Lampiran I : Perhitungan parameter TSS air limbah pengolahan ikan

Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai TSS adalah:

$$TSS (mg/L) = \left(\frac{(A - B) \times 1000}{Volume\ uji\ (mL)} \right)$$

Keterangan :

A = Berat kertas saring = residu kering (mg)

B = Berat kertas saring

1.1 Sampel air limbah pengolahan ikan sebelum dilakukan perlakuan

$$\begin{aligned} TSS\ mg/L &= \frac{(A-B) \times 1000}{Volume\ uji\ (mL)} \\ &= \frac{(1,3144-1,2500) \times 1000}{0,1\ l} \\ &= \frac{0,0644 \times 1000}{0,1\ l} \\ &= \frac{64,4}{0,1\ l} \\ &= 644\ mg/L \end{aligned}$$

1.2 Air limbah pengolahan ikan setelah perlakuan koagulasi-flokulasi

a. Pengadukan 120/30 rpm

- Perlakuan dosis 0 g/L

$$\begin{aligned} TSS\ mg/L &= \frac{(A-B) \times 1000}{Volume\ uji\ (mL)} \\ &= \frac{(1,2832-1,2506) \times 1000}{0,1\ l} \\ &= \frac{0,0326 \times 1000}{0,1\ l} \\ &= \frac{32,6}{0,1\ l} \\ &= 326\ mg/L \end{aligned}$$

b. Pengadukan 150/30 rpm

- Perlakuan dosis 0 g/L

$$\begin{aligned} TSS\ mg/L &= \frac{(A-B) \times 1000}{Volume\ uji\ (mL)} \\ &= \frac{(1,3088-1,2780) \times 1000}{0,1\ l} \\ &= \frac{0,0308 \times 1000}{0,1\ l} \\ &= \frac{30,8}{0,1\ l} \\ &= 308\ mg/L \end{aligned}$$

Lampiran II : Perhitungan Efektivitas Penurunan Parameter COD, TSS dan Kekeruhan

Rumus yang digunakan untuk persentase penurunan adalah:

$$\% \text{Persentase penurunan} = \left(\frac{Co - Ci}{Co} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

Co = Konsentrasi awal (mg/L)

Ci = Konsentrasi setelah pengolahan (mg/L)

- Menghitung persentase penurunan kekeruhan pada dosis 1 g/L pada pengadukan 120/30 rpm

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas} &= \left(\frac{120 \text{ mg/L} - 77 \text{ mg/L}}{120 \text{ mg/L}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{43}{120} \right) \times 100\% \\ &= 35,83\% \end{aligned}$$

- Menghitung persentase penurunan kekeruhan pada dosis 1 g/L pada pengadukan 150/30 rpm

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas} &= \left(\frac{120 \text{ mg/L} - 73 \text{ mg/L}}{120 \text{ mg/L}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{47}{120} \right) \times 100\% \\ &= 39,17\% \end{aligned}$$

- Menghitung persentase penurunan COD pada dosis 1 g/L pada pengadukan 120/30 rpm

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas} &= \left(\frac{644 \text{ mg/L} - 225 \text{ mg/L}}{644 \text{ mg/L}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{419}{644} \right) \times 100\% \\ &= 65,06\% \end{aligned}$$

- Menghitung persentase penurunan COD pada dosis 1 g/L pada pengadukan 150/30 rpm

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas} &= \left(\frac{644 \text{ mg/L} - 243 \text{ mg/L}}{644 \text{ mg/L}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{401}{644} \right) \times 100\% \\ &= 62,27\% \end{aligned}$$

- Menghitung pesentase penurunan TSS pada dosis 1 g/L pada pengadukan 120/30 rpm

$$\text{Efektivitas} = \left(\frac{442 \text{ mg/L} - 221 \text{ mg/L}}{442 \text{ mg/L}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{221}{442} \right) \times 100\%$$

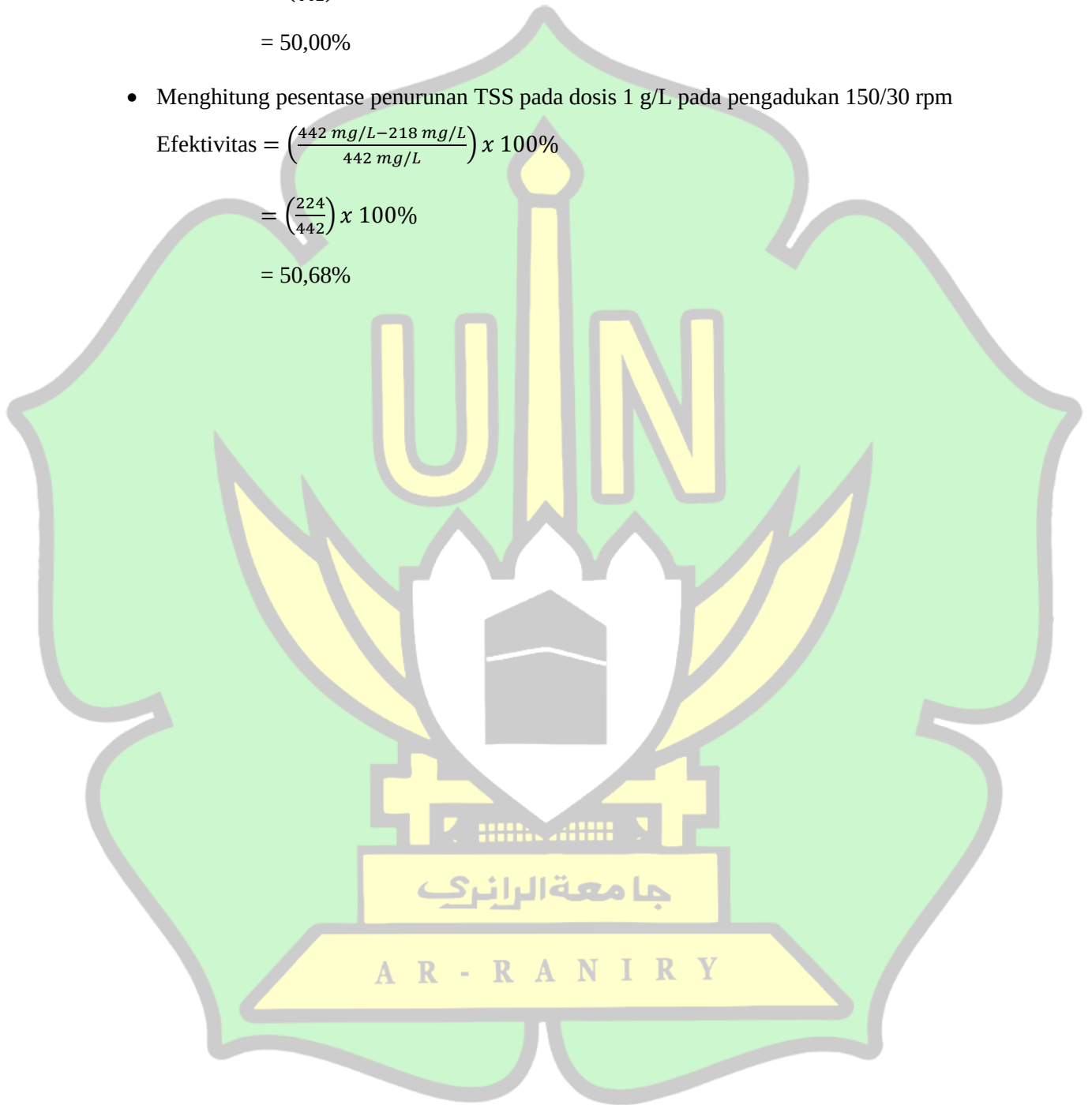
$$= 50,00\%$$

- Menghitung pesentase penurunan TSS pada dosis 1 g/L pada pengadukan 150/30 rpm

$$\text{Efektivitas} = \left(\frac{442 \text{ mg/L} - 218 \text{ mg/L}}{442 \text{ mg/L}} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{224}{442} \right) \times 100\%$$

$$= 50,68\%$$



Dokumen Eksperimen



Pemotongan biji alpukat



Penumbukan biji alpukat



Penimbangan serbu biji alpukat



Pengukuran nilai COD



Proses pemanasan COD



Proses penyaringan TSS



Proses penimbangan kertas saring



Proses pengambilan sampel