

**KEMAMPUAN EKSTRAK KULIT BUAH PISANG KEPOK
(*Musa paradisiaca L.*) SEBAGAI BIOKOAGULAN PADA
PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH POTONG HEWAN
(RPH)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

BALQIS MUNIRAH RAHMATILLAH

NIM.210702022

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi

Program Studi Teknik Lingkungan



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2025 M/1447 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

KEMAMPUAN EKSTRAK KULIT BUAH PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca* L.) SEBAGAI BIOKOAAGULAN PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH POTONG HEWAN (RPH)

TUGAS AKHIR

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

Diajukan oleh:

BALQIS MUNIRAH RAHMATILLAH
NIM. 210702022

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 3 Juli 2026

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

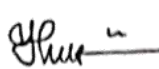
Pembimbing I


Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901

Pembimbing II


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

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


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

LEMBAR PENGESAHAN

KEMAMPUAN EKSTRAK KULIT BUAH PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca L.*) SEBAGAI BIOKOAGULAN PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH POTONG HEWAN (RPH)

TUGAS AKHIR

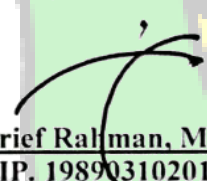
Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Dinyatakan Lulus Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi
Program Sarjana (S-1) Dalam Ilmu Teknik Lingkungan.

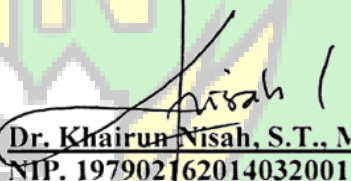
Pada Hari/Tanggal: Jumat, 3 Juli 2026
Jumat, 18 Muharam 1448 H
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/Skripsi

Ketua,

Sekretaris,


Arief Rahman, M.T
NIP. 198903102019031012


Dr. Khairun Nisah, S.T., M.Si
NIP. 197902162014032001

Penguji 1

Penguji 2

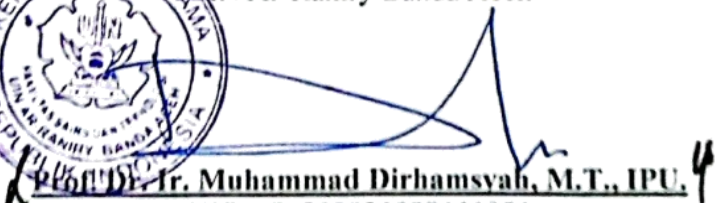

Dr. Eng. Nur Aida, M.Si
NIP. 197806162005012009


Ir. Lisa Ginavatri, S.T., M.T

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh




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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Balqis Munirah Rahmatillah

NIM : 210702022

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul : Kemampuan Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca L.*)
Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Air Limbah Rumah Potong
Hewan (RPH)

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

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

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

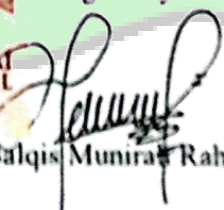
Banda Aceh, Juli 2026

Yang Menyatakan



METERAI
TEMPEL

DAOX125164925


Balqis Munirah Rahmatillah

ABSTRAK

Nama : Balqis Munirah Rahmatillah
NIM : 210702022
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Kemampuan Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca L.*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH)
Tanggal Sidang : 3 Juli 2026
Jumlah Halaman : 59
Pembimbing I : Arief Rahman, M.T
Pembimbing II : Dr. Khairun Nisah, S.T., M.Si
Kata Kunci : Biokoagulan, kulit buah pisang kepok, air limbah RPH, COD, TSS, koagulasi-flokulasi

Air limbah Rumah Potong Hewan (RPH) mengandung bahan organik tinggi seperti darah, lemak, protein dan padatan tersuspensi yang dapat meningkatkan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak kulit buah pisang kepok (*Musa paradisiaca L.*) sebagai biokoagulan dalam menurunkan kadar COD dan TSS serta mengetahui pengaruh variasi konsentrasi dan dosis terhadap perubahan pH, COD dan TSS pada air limbah RPH. Metode penelitian yang digunakan yaitu eksperimen dengan proses koagulasi-flokulasi menggunakan *jar test* melalui variasi konsentrasi 0,1%, 0,2%, dan 0,3% serta variasi dosis 5 mL, 10 mL, 15 mL dan 20 mL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi 0,1% merupakan dosis optimal, dengan efisiensi penurunan COD 81,75% dan TSS sebesar 98,47%. Temuan ini membuktikan bahwa ekstrak kulit buah pisang kepok efektif sebagai biokoagulan untuk menurunkan kadar COD dan TSS pada air limbah RPH.

ABSTRACT

Name : Balqis Munirah Rahmatillah
NIM : 210702022
Department : Environmental Engineering
Tittle : *The Potential of Kepok Banana (Musa paradisiaca L.) Peel Extract as a Biocoagulant in the Threatment of Slaughtther house waste*
Date of Session : 3 July 2026
Number of Page : 59
Advisor I : Arief Rahman, M.T
Advisor II : Dr. Khairun Nisah, S.T., M.Si
Keywords : Biocoagulant, kepok banana peel, slaughterhouse wastewater, COD, TSS, coagulation-flocculation.

Wastewater from slaughterhouses contains high levels of organic matter, such as blood, fat, protein and suspended solids, which can increase Chemical Oxygen Demand (COD) and Total Suspended Solids (TSS) levels, thereby posing a potential risk of environmental contamination. This study aims to determine the effectiveness of banana peel extract (*Musa paradisiaca L.*) as a biocoagulant in reducing COD and TSS levels, as well as to investigate the effects of varying concentrations and dosages on changes in pH, COD and TSS in the slaughterhouse wastewater. The research method employed was an experiment involving a coagulation-flocculation process using a jar test with concentration variations of 0.1%, 0.2%, and 0.3%, as well as dosage variations of 5 mL, 10 mL, 15 mL and 20 mL. The results showed that a concentration of 0,1% was the optimal dose, with a COD reduction efficiency of 81,75% dan TSS of 98,47%. These findings prove that kepok banana peel extract is effective as a biocoagulant to reduce COD and TSS levels slaughterhouse wastewater.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas ke hadirat Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. *Shalawat* dan salam kepada Nabi Muhammad saw yang telah memberikan ilmu kepada umat manusia. Tugas Akhir ini disusun sebagai bagian dari upaya dalam memahami dan mendalami penelitian yang berjudul "Kemampuan Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) sebagai Biokoagulan pada Pengolahan Limbah Rumah Potong Hewan (RPH)". Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang baik bagi pembaca dan masyarakat. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk menyelesaikan program sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar Raniry Banda Aceh.

Kepada kedua orang tua saya Ayahanda Ibnu Haldun, S.Ag., M.A., dan Ibunda Sri Andriani tercinta yang sudah memberikan kasih sayang, dukungan, pengorbanan serta do'a yang dilangitkan. Setiap do'a dan harapan kedua orang tua menjadi penyemangat buat penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dalam penulisan ini, penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya 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 Banda Aceh.
3. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar Raniry Banda Aceh.
4. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama perkuliahan.

5. Bapak Arief Rahman, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Dr. Khairun Nisah, S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
7. Ibu Nurul Huda, S.Pd. selaku laboran Prodi Teknik Lingkungan yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian di laboratorium.
8. Ibu Firda Elvisa, S.E. yang telah membantu penulis dalam proses administrasi.
9. Teman-teman seperjuangan terkhusus Teknik Lingkungan angkatan 2021 yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
10. Kepada semua pihak yang telah memberikan kritik dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih terdapat banyak kesalahan. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran yang membangun untuk memperbaiki di masa depan. Semoga penulisan ini memberikan manfaat untuk semua pihak yang membaca dan membutuhkannya, terima kasih.

Banda Aceh, Juni 2026

Penulis

Balqis Munirah Rahmatillah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air Limbah Rumah Potong Hewan	5
2.2 Karakteristik air limbah Rumah Potong Hewan (RPH)	6
2.3 Baku Mutu Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH)	8
2.4 Koagulasi Flokulasi	8
2.5 Biokoagulan	10
2.6 Kulit Buah Pisang Kepok (<i>Musa Paradisiaca L.</i>)	10
2.7 Penelitian Terdahulu	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Tahapan Umum Penelitian	14
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2.1 Tempat Pengambilan Sampel	16
3.2.2 Waktu Penelitian	17
3.3 Variabel Penelitian	19
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	19

3.4.1	Alat Penelitian.....	19
3.4.2	Bahan Penelitian.....	19
3.5	Tahapan Eksperimen	20
3.6	Uji Pendahuluan Parameter Air Limbah Rumah Potong Hewan.....	21
3.7	Preparasi Biokoagulan Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok	22
3.8	Pengujian Koagulasi dan Flokulasi	22
3.9	Uji Parameter.....	23
3.9.1	Pengujian pH.....	23
3.9.2	Pengujian Chemical Oxygen Demand (COD)	23
3.9.3	Pengujian Total Suspended Solid (TSS).....	24
3.10	Analisis Data	25
BAB IV		27
HASIL DAN PEMBAHASAN		27
4.1	Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok Terhadap Perubahan Parameter pH dan Penurunan Parameter COD dan TSS Pada Air Limbah RPH.....	27
4.1.1	Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok Terhadap Perubahan Parameter pH.....	30
4.1.2	Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok Terhadap Penurunan Parameter COD.....	32
4.1.3	Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok Terhadap Penurunan Parameter TSS.....	35
4.2	Efektivitas Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok Terhadap Penurunan Parameter COD dan TSS Pada Air Limbah RPH.....	37
4.2.1	Efektivitas Ekstrak Kulit buah Pisang Kepok Terhadap Penurunan Kadar COD Pada Air Limbah RPH	38
BAB V		43
KESIMPULAN DAN SARAN		43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA		44
LAMPIRAN		47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil uji pendahuluan dengan perbandingan literatur.....	7
Tabel 2.2 Baku Mutu Limbah Rumah Pemotongan Hewan	8
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu	12
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	18
Tabel 3.2 Bahan yang Digunakan Dalam Proses Penelitian.....	19
Tabel 3.3 Bahan yang Digunakan Dalam Pengujian Parameter	20
Tabel 3.4 Hasil Uji Pendahuluan Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH).....	21
Tabel 3.5 Desain Eksperimen	23
Tabel 4.1 Hasil Uji Awal Air Limbah RPH.....	27
Tabel 4.2 Pengaruh Variasi Dosis dan Konsentrasi Ekstrak Biokoagulan Terhadap Perubahan Konsentrasi pH Pada Air Limbah RPH.....	31
Tabel 4.3 Pengaruh Variasi Dosis Ekstrak Biokoagulan Terhadap Penurunan Nilai COD Pada Air Limbah RPH	33
Tabel 4.4 Pengaruh Variasi Dosis Ekstrak Biokoagulan Terhadap Penurunan Nilai TSS Pada Air Limbah RPH.....	36
Tabel 4.5 Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Biokoagulan Terhadap Penurunan Nilai COD Pada Air Limbah RPH	38
Tabel 4.6 Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Biokoagulan Terhadap Penurunan Nilai COD Pada Air Limbah RPH	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi	9
Gambar 2.2 Kulit Buah Pisang Kepok	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel Air Limbah RPH di Gampong Pande, Kecamatan Kuta Raja, Kota Banda Aceh	17
Gambar 3.3 Diagram Tahapan Eksperimen	21
Gambar 3.4 Kurva Pengaruh Penambahan Dosis Koagulan Terhadap TSS.....	26
Gambar 4.1 Air Limbah RPH Sebelum Proses Koagulasi Flokulasi.....	29
Gambar 4.2 Proses Pengadukan Cepat 120 Rpm dengan Biokoagulan Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok	29
Gambar 4.3 Proses Pengadukan Cepat 30 Rpm dengan Biokoagulan Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok	29
Gambar 4.4 Proses Pengendapan Air Limbah RPH Setelah Penambahan Biokoagulan Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok	29
Gambar 4.5 Kurva Perbandingan Dosis dan Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok	32
Gambar 4.6 Kurva Perbandingan Dosis dan Variasi Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok Terhadap Penurunan Nilai COD	34
Gambar 4.7 Kurva Perbandingan Dosis dan Variasi Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok Terhadap Penurunan Nilai TSS.....	36
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Dosis dan Variasi Konsentrasi Ekstrak Biokoagulan Terhadap Efektivitas Penurunan Nilai COD	39
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Dosis dan Variasi Konsentrasi Ekstrak Biokoagulan Terhadap Efektivitas Penurunan Nilai TSS.....	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rumah Potong Hewan (RPH) melakukan aktivitas pemotongan, pengolahan dan penyediaan daging sapi segar untuk konsumsi. Berdasarkan BPS Kota Banda Aceh, jumlah ternak yang di potong di Rumah Pemotongan Hewan (RPH) dari tahun 2020-2024 tercatat sekitar 14.530 ekor. Di samping menghasilkan daging, proses ini juga menimbulkan limbah atau produk samping seperti urine, feses, isi rumen, darah, air bekas pencucian dan sisa pakan. Limbah padat dari RPH umumnya dikumpulkan di area pembuangan khusus sebelum akhirnya dibawa ke tempat pemrosesan akhir (Pamungkas dkk., 2025). Air limbah rumah potong hewan salah satu isu lingkungan yang perlu penanganan serius, khususnya Kota Banda Aceh. Air limbah Rumah Potong Hewan mengandung bahan organik yang tinggi, yang mana kandungan bahan organik ini berasal dari sisa potongan darah, daging, kotoran serta pencucian karkas. Hal ini menjadi tantangan yang serius bagi lingkungan karena limbah tersebut mengandung beban pencemar yang tinggi, seperti lemak, protein, senyawa organik, darah dan padatan tersuspensi yang dapat meningkatkan nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), serta *Total Suspended Solids* (TSS) (Herman dkk., 2023).

Air limbah yang dihasilkan oleh UPTD RPH Gampong Pande mengandung konsentrasi tinggi bahan organik, partikel tersuspensi, serta senyawa koloid seperti lemak, protein dan selulosa. Berdasarkan hasil analisis awal, air limbah tersebut memiliki nilai COD 3.705 mg/L, TSS 197 mg/L, dan pH 7,1. Parameter-parameter ini belum memenuhi ketentuan baku mutu yang tercantum dalam Lampiran XLV Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 5 Tahun 2014, yaitu batas maksimum COD 200 mg/L, TSS 100 mg/L dan pH 6–9. Saat ini, sistem pengolahan yang digunakan di UPTD RPH Gampong Pande hanya berupa *bar screen*, sehingga belum mampu menurunkan beban pencemar secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan metode pengolahan air limbah yang lebih efektif untuk mengurangi potensi dampak buruk terhadap lingkungan.

Pengolahan air limbah umumnya diterapkan melalui pendekatan fisik (filtrasi dan sedimentasi), kimia (penambahan zat kimia) dan biologi (memanfaatkan mikroorganisme) (Safitri dkk. 2025). Khususnya melalui proses koagulasi-flokulasi yang menggunakan koagulan sintesis seperti tawas yang efektif menghilangkan padatan tersuspensi dan koloid. Namun zat koagulan yang berasal dari bahan alami semakin meningkat. Biokoagulan memiliki keunggulan dengan koagulan sintesis yang mana tidak beracun, dapat terurai secara alami, menghasilkan lumpur yang mudah diolah dan lebih sedikit serta lebih ekonomis.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa koagulan alami mampu menurunkan parameter pencemar. Pada penelitian (Ba'adilla dkk., 2025) koagulan menggunakan biji kelor menurunkan nilai turbiditas 90,67%, COD 75%, dan TSS 98,02%. Selain itu, pada penelitian (Putri dkk., 2025) koagulan kulit jeruk yang mana mampu menurunkan efisiensi penyisihan TSS sebesar 30,48% dan COD sebesar 29,29%. Salah satu biokoagulan yang dapat digunakan yaitu kulit buah pisang kepok didapatkan dengan hasil COD 44,89% dan TSS 90,45% (Ramadani dkk., 2025).

Kulit buah pisang kepok merupakan salah satu sumber daya alam yang melimpah terutama di Indonesia. Sebagai negara dengan penghasil pisang terbesar ke-3 setelah India dan China. Indonesia mampu memproduksi pisang sampai 9,60 ton pertahunnya. Kulit buah pisang yang menjadi limbah baik dari limbah rumah tangga maupun industrial mencapai 30-40% dari buahnya sendiri (Santoso dkk., 2024). Kulit buah pisang kepok memiliki kandungan nutrisi antara lain kalsium 0,27%, fosfor 0,26%, protein 8%, lemak kasar 6,2% serta tanin 4,97% (Koni dkk., 2020). Kulit buah pisang kepok memiliki senyawa yang mampu menetralkan muatan partikel koloid yang terdapat pada air limbah seperti tanin (Ramadani dkk., 2025). Hal ini menunjukkan bahwa kulit buah pisang kapok berpotensi untuk biokoagulan pada pengolahan air limbah.

Tanin merupakan senyawa polifenolik alami yang ditemukan dalam berbagai bagian tanaman, termasuk kulit buah pisang kepok (Koni dkk., 2020). Fungsi tanin sebagai biokoagulan dalam pengolahan air limbah melibatkan mekanisme adsorpsi dan kompleksasi. Tanin dapat menetralkan muatan negatif partikel koloid (seperti protein, lemak dan darah dalam air limbah RPH) melalui

ikatan hidrogen dan elektrostatis, membentuk flok yang mudah mengendap. Hal ini efektif menurunkan parameter pencemar seperti COD (hingga 44,89%), TSS (hingga 90,45%), dan turbiditas, tanpa menghasilkan residu beracun seperti koagulan sintesis (Ramadani dkk., 2025).

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka perlu dilakukannya penelitian menggunakan metode pengolahan air limbah yang mudah, ramah lingkungan dan ekonomis. Salah satu cara untuk pengolahan limbah rumah potong hewan dengan menggunakan biokoagulan dari kulit buah pisang kepok. Penelitian ini menguji efektivitas biokoagulan dari ekstrak kulit buah pisang kepok dalam menurunkan kadar COD dan TSS serta mempengaruhi nilai pH pada air limbah RPH. Pemanfaatan koagulan alami ini, diharapkan dapat mengolah air limbah RPH menjadi bersih dan tidak berbahaya bagi lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi biokoagulan dari ekstrak kulit buah pisang kepok (*Musa Paradisiaca L.*) dalam perubahan terhadap penurunan TSS dan COD pada air limbah RPH serta pemantauan pH?
2. Bagaimana efektivitas ekstrak kulit buah pisang kepok (*Musa Paradisiaca L.*) untuk menurunkan parameter TSS dan COD pada air limbah RPH?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini berdasarkan rumusan masalah di atas yaitu:

1. Mendapatkan pengaruh variasi konsentrasi biokoagulan ekstrak kulit buah pisang kepok (*Musa Paradisiaca L.*) untuk menurunkan parameter TSS, dan COD serta pemantauan nilai pH pada air limbah RPH.
2. Mendapatkan efektivitas ekstrak kulit buah pisang kepok (*Musa Paradisiaca L.*) sebagai biokoagulan terhadap penurunan TSS dan COD pada air limbah RPH.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Mendapatkan pengaruh variasi konsentrasi biokoagulan dari ekstrak kulit buah pisang kepok sebagai biokoagulan dalam penurunan TSS dan COD pada air limbah RPH, dan mengoptimalkan nilai pH sehingga penelitian ini memberikan pengolahan air limbah yang optimal.
2. Mendapatkan efektivitas ekstrak kulit buah pisang kepok sebagai biokoagulan dalam penurunan TSS dan COD pada air limbah RPH, sehingga pada penelitian ini dapat memberikan solusi yang baik untuk pengolahan air limbah yang ramah lingkungan.
3. Dengan mendapatkan pengaruh variasi konsentrasi biokoagulan ekstrak kulit buah pisang kepok pada penurunan parameter, dapat menentukan dosis optimum yang paling efektif serta efisien dalam proses koagulasi-flokulasi pada pengolahan air limbah RPH.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian agar terarah dan teratur agar sesuai dengan tujuan penelitian yang dicapai, maka batasan masalah yang dapat diambil yaitu:

1. Kulit buah pisang kepok yang digunakan pada penelitian ini tidak memiliki kriteria khusus yang terpenting kulit buah pisang kepok dalam keadaan utuh dan bersih.
2. Parameter yang diteliti yaitu TSS dan COD pada air limbah RPH. Untuk parameter BOD, minyak dan lemak tidak diteliti karena diolah melalui proses *grase trap*. Sedangkan amonia ($\text{NH}_3 - \text{N}$) tidak diteliti di karenakan pengolahan dilakukan pada proses aerasi.
3. Variabel yang digunakan pada penelitian ini yaitu variasi konsentrasi biokoagulan (0,1%, 0,2% dan 0,3%) dan variasi dosis koagulan (5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml dan 25 ml).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah Rumah Potong Hewan

Air limbah Rumah Potong Hewan (RPH) adalah salah satu jenis air limbah industri yang memiliki karakteristik dan tingkat pencemar yang tinggi. Menurut SNI 01-6159-1999 Rumah Potong Hewan (RPH) merupakan suatu unit pelayanan masyarakat dalam penyediaan daging yang aman, sehat, utuh dan Halal, tempat memantau dan mengawasi penyakit pada hewan dan zoonosis. RPH wajib memiliki standar minimal yang dipenuhi dari berbagai aspek seperti fisik, lingkungan dan teknologi. Industri pemotongan hewan yang tidak dikelola dengan baik dapat memberikan dampak negatif di lingkungan sekitarnya (Herman dkk., 2023). Hal ini dapat menimbulkan masalah kualitas air, tanah, serta udara yang berada di sekitarnya.

Air limbah RPH yang mencemari perairan dapat menjadi media pertumbuhan serta perkembangan mikroba. Aktivitas mikroba yang terjadi saat proses pembusukan limbah organik di dalam air mengakibatkan terjadinya peningkatan BOD, COD, amonia (NH_3), hidrogen sulfida (H_2S), perubahan pH serta menimbulkan bau (Lubis dkk., 2020). Limbah RPH tempat pertumbuhan dan perkembangan mikroba patogen yang di akibatkan dari air buangan, dan kegiatan ini memiliki kontaminan yang lebih tinggi dibandingkan dengan air buangan domestik. Efluen dari kegiatan ini memiliki kurang lebih 45% kandungan zat organik terlarut dan padatan tersuspensi 55% dari padatan yang bisa disaring (Wulandari dkk., 2022).

Limbah yang dihasilkan dari rumah potong hewan mengandung berbagai zat pencemar yang bervariasi, tergantung jenis dari proses yang dilakukan dan kebutuhan air pada proses tersebut. Sumber utama pencemaran berasal dari darah dan lendir yang dihasilkan dari sistem pencernaan. Limbah ini mengandung darah, protein, lemak, dan padatan yang tersuspensi yang berkontribusi terhadap tingginya kadar bahan organik dan nutrisi. Limbah ini berpotensi menjadi tempat berkembangnya mikroorganisme, sehingga mudah membusuk. Penggunaan oksigen terlarut yang tinggi oleh limbah tersebut juga dapat mengurangi

ketersediaan oksigen bagi organisme akuatik. Limbah cair dari RPH umumnya mengandung kadar BOD, COD, TSS, serta minyak dan lemak yang cukup tinggi, yang sebagian besar berupa bahan organik (Al Kholif dkk., 2022). Komponen dan residu terlarut yang tinggi ini yang berpotensi mencemari sungai dan perairan lainnya (Mu'miniina & Windraswara, 2021).

Rumah Potong Hewan (RPH) dalam kegiatan operasionalnya menghasilkan dua jenis limbah, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat biasanya berupa kotoran sapi, sisa pakan seperti rumput, isi rumen, serta komponen lain dari sistem pencernaan. Sementara itu, limbah cair RPH umumnya mengandung darah, protein, lemak, serta partikel tersuspensi yang dapat meningkatkan kadar bahan organik dan nutrisi di dalam air. Zat-zat terlarut tersebut berpotensi mencemari sungai dan badan air lainnya (Sinaga dkk., 2021).

Darah dan kotoran yang muncul selama proses pemotongan serta pencucian hewan merupakan sumber utama air limbah dari RPH. Material dari rumen dan lambung hewan bahkan dapat memberikan kontribusi polutan yang sangat besar, yaitu sekitar 73% terhadap COD dan 40% terhadap BOD. Selain itu, proses penyembelihan sapi menghasilkan darah yang dapat meningkatkan kadar padatan tersuspensi dan BOD pada air limbah (Sari dkk., 2018). Oleh karena itu, perlu dilakukannya pengolahan air limbah agar tidak menimbulkan pencemaran serta merusak lingkungan.

2.2 Karakteristik air limbah Rumah Potong Hewan (RPH)

Air limbah memiliki dua jenis karakteristik utama, yaitu fisik dan kimia. Karakteristik fisik mencakup keberadaan padatan yang dapat mengendap dan menyebabkan pendangkalan, serta kekeruhan, bau tidak sedap, dan suhu yang biasanya lebih tinggi akibat proses pembusukan. Sementara itu, karakteristik kimia air limbah meliputi tingkat keasaman yang dipengaruhi oleh zat-zat buangan yang bersifat asam atau basa, padahal idealnya pH limbah harus netral (Kusuma, 2021).

Air limbah yang dihasilkan pada RPH sebelum dibuang ke lingkungan harus diolah terlebih dahulu. Apabila limbah ini tidak diolah dengan baik, maka akan mencemari sumber air dan menjadi media mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Hal ini mengakibatkan menurunnya kualitas air sehingga

aktivitas mikroba tersebut akan meningkatkan kadar BOD, COD, amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$), TSS, minyak dan lemak, memengaruhi nilai pH dan menimbulkan bau yang tidak sedap (Suciana dkk., 2023).

Adapun parameter tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

1. *power of Hydrogen* (pH) merupakan ukuran keasaman atau kebasaan pada suatu cairan, dengan skala dari 0 (sangat asam) sampai 14 (sangat basa) dengan nilai netral 7. Nilai pH sangat penting pada pengolahan air limbah RPH krna melibatkan semua aktivitas biologis maupun reaksi kimia yang terdapat pada air limbah RPH. Telah didapatkan hasil pada uji pendahuluan dengan pH 7,1.
2. *Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik (Ramadhani & Purnama, 2022). Didapatkan pada hasil uji pendahuluan yaitu 3.705 mg/L. Tinggi nilai COD menunjukkan adanya kontaminan yang mencemari lingkungan apabila tidak diolah dengan baik.
3. *Total Suspended Solids* (TSS) merupakan total padatan tersuspensi pada air limbah, terdapat partikel-partikel padat yang tidak terlarut serta mengendap. Didapatkan pada hasil uji pendahuluan yaitu 197 mg/L. Perairan dengan konsentrasi TSS yang tinggi umumnya memiliki tingkat produktivitas yang rendah, karena proses fotosintesis dan respirasi organisme perairan menjadi terganggu sehingga menyebabkan meningkatnya kekeruhan air, yang pada akhirnya menghambat masuknya cahaya matahari ke dalam perairan (Kamajaya dkk., 2021).

Dapat dilihat pada Tabel 2.1 hasil uji pendahuluan dengan perbandingan literatur yaitu:

Tabel 2.1 Hasil uji pendahuluan dengan perbandingan literatur

No.	Parameter	Hasil Uji	Literatur (Limbah Domestik)
1.	COD	3.705 mg/L	250-1.000 mg/L
2.	TSS	197 mg/L	100-350 mg/L
3.	pH	7,1	6,5-8,5

2.3 Baku Mutu Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH)

Bahan pencemar yang berlebihan yang terdapat di dalam air dan lingkungan dapat mengancam kesehatan mikroorganisme maupun manusia. Oleh karena itu, kadar pencemar yang terkandung harus sesuai dengan standar yang berlaku dan ditentukan. Hal ini di terapkan pada baku mutu air limbah bagi usaha/kegiatan Rumah Pemotongan Hewan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 2.1.

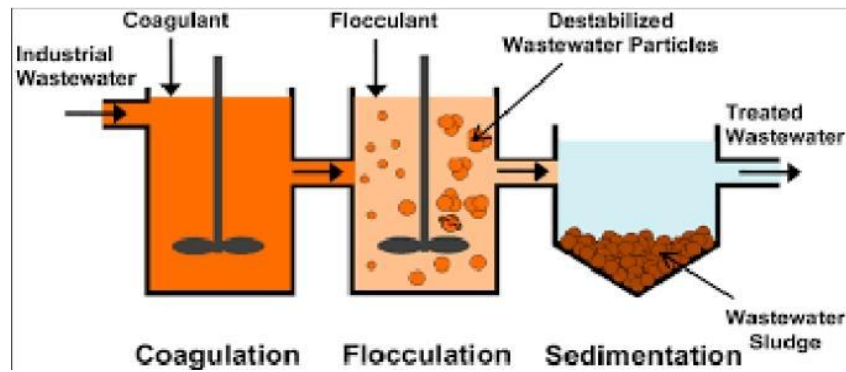
Tabel 2.2 Baku Mutu Limbah Rumah Pemotongan Hewan

Parameter	Kadar Maksimum	Satuan
COD	100	mg/l
BOD	200	mg/l
TSS	100	mg/l
Minyak dan Lemak	15	mg/l
NH ₃ -N	25	mg/l
pH	6-9	-
Kuda, kerbau, dan sapi memiliki volume air limbah tertinggi: 1,5 m ³ /ekor/hari Domba dan kambing memiliki volume air limbah tertinggi: 0,15 m ³ ekor/hari Babi memiliki volume air limbah tertinggi: 0,65 m ³ ekor/hari		

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014

2.4 Koagulasi Flokulasi

Pengolahan limbah cair umumnya melibatkan upaya untuk menangani limbah hasil sampingan dari proses produksi. Salah satu teknik penting dalam pengolahan ini adalah proses fisikokimia, khususnya koagulasi dan flokulasi. Metode ini dikenal efektif untuk pengolahan air limbah, baik dalam kapasitas kecil maupun besar. Tujuan utamanya adalah menurunkan tingkat kekeruhan dengan menggabungkan partikel halus dan koloid menjadi partikel berukuran lebih besar agar mudah dipisahkan. Koagulasi dan flokulasi dimanfaatkan untuk memisahkan padatan tersuspensi dari air, di mana karakteristik partikel tersuspensi ini dapat berbeda-beda berdasarkan asal, muatan, ukuran, bentuk, serta kerapatannya (Ekoputri dkk., 2024).



Gambar 2.1 Mekanisme proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi

Proses koagulasi-flokulasi dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain jenis dan konsentrasi koagulan serta kecepatan pengadukan. Faktor-faktor tersebut berperan penting dalam menentukan tingkat efektivitas dari proses koagulasi-flokulasi (Dwidewitra dkk. 2024). Selain itu, metode koagulasi-flokulasi memiliki sejumlah keunggulan, antara lain lebih hemat biaya, berlangsung cepat, serta efektif dan efisien dalam menghilangkan zat pencemar melalui penambahan koagulan (Fitria dkk., 2022)

Salah satu tahapan dalam pengolahan air adalah proses koagulasi, di mana proses ini bertujuan untuk mendestabilisasi partikel koloid dalam air. Koagulasi merupakan proses penambahan bahan kimia disertai dengan pengadukan cepat yang bertujuan untuk menggabungkan partikel (destabilisasi) koloid dengan cara merusak stabilitasnya (Kusuma, 2021). Destabilisasi dilakukan melalui penambahan bahan koagulan yang berfungsi untuk memecah partikel koloid, sehingga partikel-partikel tersebut dapat bergabung membentuk gumpalan yang lebih besar. Partikel-partikel besar hasil dari proses ini dikenal dengan sebutan flok (Dwidewitra dkk., 2024). Adapun faktor yang mempengaruhi proses koagulasi yaitu suhu air, pH, jenis koagulan, kandungan ion terlarut, tingkat kekeruhan, dosis koagulan, kecepatan pengadukan, Alkalinitas.

Flokulasi merupakan kelanjutan dari proses koagulasi. Flokulasi adalah proses pengadukan lambat yang menghasilkan partikel besar dan mengendap secara cepat (Kusuma, 2021). Partikel koloid yang telah mengalami koagulasi masih belum sepenuhnya terbentuk secara solid, sehingga perlu disempurnakan dan digabungkan melalui proses flokulasi. Waktu flokulasi berperan penting dalam menentukan efektivitas proses koagulasi-flokulasi. Semakin optimal waktu

flokulasi, semakin tinggi pula efisiensi dalam menghilangkan kontaminan. Hal ini disebabkan oleh proses penggabungan partikel mikro hasil koagulasi menjadi flok yang lebih besar berlangsung secara maksimal. Flok-flok yang terbentuk kemudian akan berinteraksi dan bergabung dengan partikel tersuspensi lainnya dalam air (Fitria dkk., 2022).

2.5 Biokoagulan

Pada proses koagulasi diperlukan penambahan suatu zat yang membantu proses pengendapan partikel yang disebut sebagai koagulan (Dwidewitra dkk., 2024). Koagulan yang sering digunakan dalam proses koagulasi-flokulasi umumnya berasal dari bahan anorganik, seperti aluminium sulfat (tawas) dan ferri klorida (FeCl_3). Namun, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penggunaan koagulan berbasis logam ini dapat berpotensi menimbulkan efek samping terhadap kesehatan, seperti risiko penyakit Alzheimer. Oleh karena itu, telah dikembangkan alternatif koagulan organik yang lebih ramah lingkungan (Fitria dkk., 2022)

Koagulan dapat dibedakan menjadi dua jenis yakni koagulan kimia dan koagulan alami atau biokoagulan. Penggunaan koagulan berbasis kimia dinilai kurang ramah lingkungan karena berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia maupun lingkungan sekitar tempat pembuangan limbah. Oleh karena itu, digunakanlah koagulan alami atau biokoagulan yang berasal dari protein nabati, yang mudah diperoleh serta memiliki potensi yang lebih besar sebagai bahan koagulan ramah lingkungan (Ba'adilla dkk., 2025).

Biokoagulan adalah koagulan berbahan alami yang memiliki sifat ramah lingkungan. Zat alami seperti protein, tanin, dan pektin yang terdapat dalam bahan-bahan hayati dapat berfungsi sebagai polielektrolit alami, dengan mekanisme kerja yang serupa dengan koagulan kimia (Kusniawati dkk., 2023). Biokoagulan berperan dalam menangkap dan menggabungkan kotoran maupun partikel-partikel yang ada di dalam air (Bija dkk., 2020).

2.6 Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca L.*)

Kulit buah pisang kepok merupakan salah satu limbah buah pisang yang cukup melimpah. Pada umumnya, kulit buah pisang belum dimanfaatkan secara maksimal dan seringkali hanya dibuang sebagai limbah organik atau dimanfaatkan

sebagai pakan untuk ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau. Kulit pisang juga termasuk limbah dari industri pengolahan pisang, tetapi berpotensi dimanfaatkan sebagai teknologi untuk proses penjernihan air. Pada penelitian terdahulu serbuk kulit buah pisang sebagai biokoagulan dapat menurunkan TSS dan COD (Fajar dkk., 2024).

Di dalam kulit buah pisang kepok terdapat beberapa kandungan yaitu lemak, air protein, abu, karbohidrat, serat kasar, antioksidan, inulin, mineral seperti fosfor, kalsium, dan besi, serta pisang kepok juga kaya akan vitamin A, B, dan C. Pada hasil uji fitokimia sebelumnya terhadap kulit buah pisang Kepok menunjukkan adanya kandungan berbagai senyawa metabolit sekunder, antara lain flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, kuinon, dan triterpenoid

Klasifikasi kulit buah pisang kepok dapat dilihat sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Subsidi : Angiospermae
Kelas : Liliopsida
Ordo : Zingiberales
Famili : Musaceae
Genus : *Musa*
Spesies : *Musa paradisiaca* L.



Gambar 2.2 Kulit Buah Pisang Kepok

2.7 Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian telah menerapkan metode koagulasi-flokulasi dengan memanfaatkan beragam jenis biokoagulan serta sampel air limbah yang berbeda-

beda. Setiap percobaan menunjukkan hasil efektivitas yang bervariasi. Dapat dilihat pada tabel dibawah mengenai koagulasi-flokulasi dengan menggunakan biokoagulan.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Jurnal	Metode Penelitian	Hasil
1.	Ba'adilla, S., Nugraha, A. W., & Laksono, U. T. (2025). Pengaruh Biokoagulan Dari Kulit Pisang Kepok dan Biji Kelor Terhadap Kualitas Limbah Cair Industri Tahu. <i>Jurnal Agroindustri Pangan</i> , 4(1), 1–17.	Bahan: kulit pisang kepok dan biji kelor Jenis limbah: limbah cair industri tahu Parameter: pH, turbiditas, COD dan TSS Variabel: - variasi dosis: 2 g/L, 3 g/L, 4 g/L, 5 g/L dan 6 g/L. - koagulasi (100 rpm 30 menit), flokulasi (40 rpm 15 menit)	Didapatkan hasil dengan perlakuan menggunakan biji kelor dengan dosis 4 g/L yaitu meningkatkan pH menjadi 4,48, menurunkan nilai turbiditas 90,67%, COD 75% dan TSS 98,02%
2.	Putri, M. A., Ali, M., & Sitogasa, P. S. A. (2025). Pengaruh Dosis, pH, dan Waktu Pengendapan dalam Penyisihan TSS dan COD pada Air Limbah Kantin Menggunakan Biokoagulan Kulit Jeruk. <i>Jurnal Serambi Engineering</i> 10(3).	Bahan: kulit jeruk Jenis limbah: air limbah kantin Parameter: pH, COD dan TSS Variabel: - Variasi dosis: 1g/L, 2g/L, dan 3 g/L. - Koagulasi (200 rpm 1 menit), flokulasi (80 rpm 12 menit), pengendapan (30 menit, 45 menit, dan 60 menit)	Didapatkan hasil Kondisi pH asam (pH 3) dengan dosis 2g/L dan waktu pengendapan 45menit, diperoleh efisiensi penyisihan TSS sebesar 30,48% dan COD sebesar 29,29%.
3.	Hanifah, H.N., Hadisoebroto, G., Turyati, & Anggraeni, I.S. (2020). Efektivitas Biokoagulan Cangkang Telur Ayam Ras dan Kulit Pisang Kepok (<i>Musa balbisiana</i> ABB) dalam Menurunkan Turbiditas, TDS, dan TSS dari Limbah Cair Industri Farmasi.	Bahan: kulit pisang kepok dan cangkang telur ayam ras Jenis limbah: limbah cair industri farmasi Parameter: turbiditas, TDS dan TSS Variabel: - variasi dosis: cangkang telur ayam ras (optimum 50 g/500 ml), kulit pisang kepok (5g/500 ml) - koagulasi (150 rpm 2 menit), flokulasi (45 rpm	Didapatkan hasil bahwa kulit pisang kepok dan cangkang telur ayam ras dapat dimanfaatkan sebagai biokoagulan Kulit pisang bekerja optimal dengan dosis 5 g/500 mL dan pH 2 mencapai pengurangan kekeruhan 94,9%, TDS 51,3%, dan TSS sebesar 83,2%. Cangkang telur ayam ras dosis 50 g/500 mL dan pH 8,

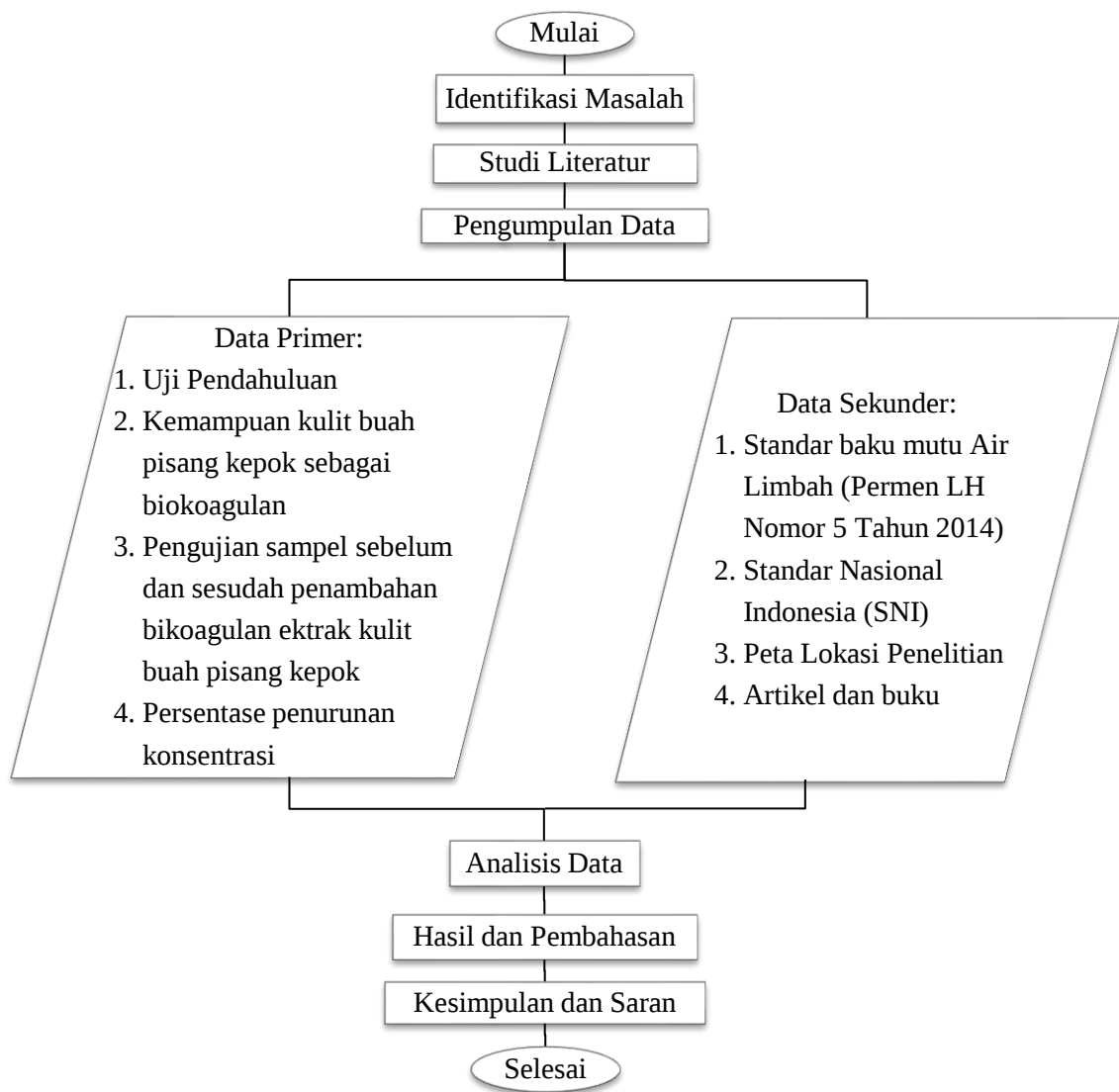
No.	Nama Jurnal	Metode Penelitian	Hasil
	<i>al-Kimiya</i> , Vol. 7, No. 1 (35-46).	15 menit)	penurunan turbiditas sebesar 81,18%, TDS 24,3%, dan TSS sebesar 82,05%
4.	Ramadani, T.A., Setiawan, S.D., Astuti, U., & Mayangsari, N.E. (2025). Biokoagulan berbasis Kulit Pisang Kepok untuk Mereduksi TSS dan COD. <i>Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna</i> Vol. 21(1):29-38.	1. Bahan: kulit pisang kepok 2. Jenis limbah: air limbah industri laundry 3. Parameter: TSS dan COD 4. Variabel: - Variasi dosis: 5,g/L, 6 mg/L, dan 7 mg/L - Koagulasi (150 rpm 1 menit), flokulasi (30 rpm 15 menit).	Didapatkan hasil dosis terbaik yatu 7 mg/L dengan pengendapan 15 menit, dengan hasil efisiensi tertinggi COD 44,89% dan TSS 90,45%.
5.	Umayyah. (2024). Pemanfaatan Biji Alpukat (<i>Persea Americana Mill</i>) Melalui Proses Koagulasi-Flokulasi Untuk Menurunkan Parameter COD Dan TSS Pada Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH). Universitas Islam Negeri Ar-Raniry	1. Bahan: biji alpukat 2. Jenis limbah: limbah rumah potong hewan 3. Parameter: COD dan TSS 4. Variabel: - Variasi dosis: 0,5 gr, 1 gr, 1,5 gr, dan 2 gr. - koagulasi (120 rpm selama 1 menit), flokulasi (30 rpm selama 30 menit), dan pengendapan selama 60 menit.	Didapatkan hasil dosis optimum penurunan parameter COD yaitu pada dosis 2 gr dengan efektivitas 44%, dan dosis optimum penurunan parameter TSS yaitu pada dosis 1,5 gr dengan efektivitas 48,2%.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Umum Penelitian

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari tahap perispan, tahap penelitian dan tahap pelaporan. Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun tahapan kerja pada rancangan metode pengumpulan data dari diagram alur penelitian di atas yaitu:

1. Tahapan identifikasi masalah. Pada tahapan ini bertujuan untuk menetapkan fokus penelitian sehingga arah penelitian dapat dilakukan proses identifikasi masalah untuk menentukan masalah yang berkaitan dengan pengolahan air limbah RPH.
2. Tahapan studi literatur. Pada tahapan ini tinjauan literatur mendalami teori-teori dasar serta memahami penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik yang akan dikaji.
3. Tahapan uji pendahuluan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai kadar pencemar pada air limbah RPH pada baku mutu melebihi atau tidak. Parameter pencemar yang diuji yaitu TSS, COD dan pH.
4. Tahapan preparasi biokoagulan ekstrak kulit buah pisang kepok. Tahapan ini dimulai dari proses pengumpulan dan pencucian kulit buah pisang kepok, pengeringan kulit buah pisang kepok dengan oven selama 1 jam, penggilingan kulit buah pisang kepok menggunakan blender, pengayakan serbuk kulit buah pisang kepok dengan menggunakan saringan 100 *mesh*, dan pencampuran bubuk kulit buah pisang kepok dengan pelarut etanol 96% untuk menghasilkan zat koagulan yang lebih aktif.
5. Tahapan pengambilan sampel air limbah RPH. Sampel diambil dari salah satu RPH yang terletak di Gampong Pande, Kecamatan Kuta Raja, Kota Banda Aceh dengan metode *grab sampling* di bak penampungan akhir menggunakan gayung bertangkai panjang dan dimasukkan ke dalam jerigen 20 liter.
6. Tahapan pengujian awal sampel. Sebelum ditambahkan ekstrak kulit buah pisang kepok, uji coba awal sampel dilakukan untuk mengukur tingkat polutan pada air limbah RPH termasuk TSS, COD dan pH. Nilai-nilai yang telah diuji digunakan sebagai perbandingan uji coba akhir sampel yang dilakukan setelah penambahan ekstrak kulit buah pisang kepok.
7. Tahapan penambahan biokoagulan ekstrak kulit buah pisang kepok. Tahap ini, biokoagulan ekstrak kulit buah pisang kepok digunakan 3 variasi konsentrasi yaitu 0,1% ,0,2% dan 0,3%. Dengan masing-masing konsentrasi ditambahkan ke dalam sampel dengan volume 5 ml, 10 ml, 15

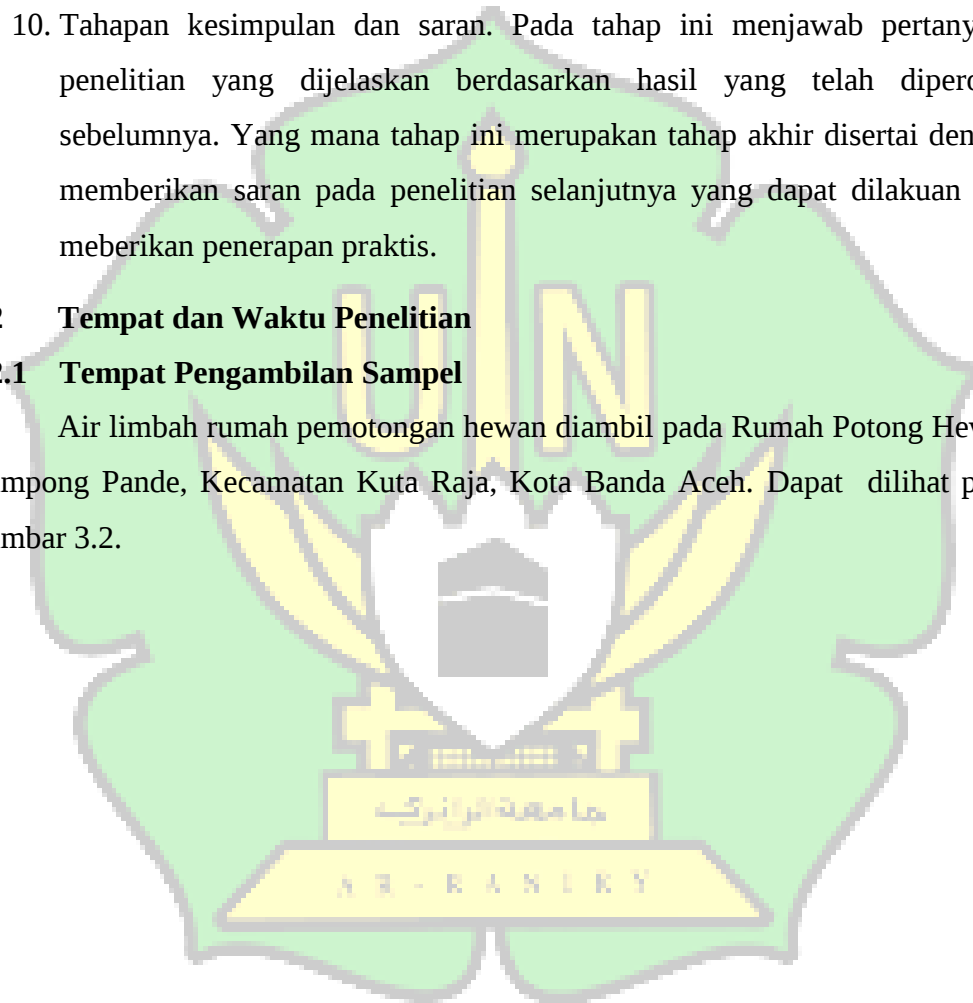
ml dan 20 ml. Lalu dilakukan pengadukan cepat selama 1 menit, pengadukan lambat 30 menit dan pengendapan selama 60 menit.

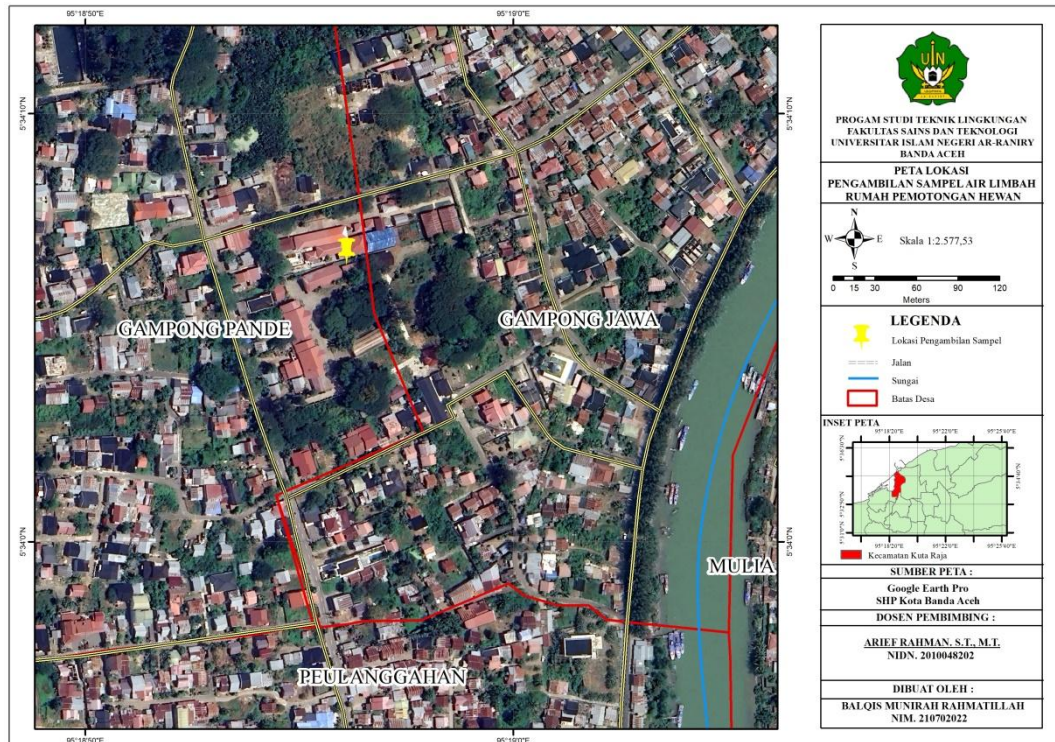
8. Tahapan pengujian akhir sampel. Setelah proses koagulasi-flokulasi, selanjutnya pengujian akhir sampel dengan mengukur TSS, COD dan pH.
9. Tahapan analisis data dan hasil. Tahap ini, data yang dikumpulkan diproses dan diolah sebagai informasi yang dapat digunakan pada kesimpulan.
10. Tahapan kesimpulan dan saran. Pada tahap ini menjawab pertanyaan penelitian yang dijelaskan berdasarkan hasil yang telah diperoleh sebelumnya. Yang mana tahap ini merupakan tahap akhir disertai dengan memberikan saran pada penelitian selanjutnya yang dapat dilakukan dan memberikan penerapan praktis.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Pengambilan Sampel

Air limbah rumah pemotongan hewan diambil pada Rumah Potong Hewan Gampong Pande, Kecamatan Kuta Raja, Kota Banda Aceh. Dapat dilihat pada Gambar 3.2.





Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel Air Limbah RPH di Gampong Pande, Kecamatan Kuta Raja, Kota Banda Aceh

Pengambilan sampel air limbah RPH tertuju pada SNI 6989.59:2008 dengan menggunakan metode *grap sampling*. Sampel diambil langsung dari bak penampungan akhir IPAL menggunakan gayung yang bertangkai panjang dengan bahan aman serta tidak mempengaruhi sifat sampel. Sampel diambil sebanyak 20 liter lalu dimasukkan ke dalam jerigen lalu di uji laboratorium.

3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini dimulai pada bulan Februari 2026 hingga bulan Maret 2026 di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Waktu penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan	Juni				Juli				Agustus				September				Oktober				November				Desember			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Pengajuan judul	■																											
2.	Penyusunan proposal		■	■	■	■																							
3.	Uji pendahuluan					■	■																						
4.	Seminar Proposal							■																					
5.	Revisi proposal								■	■																			
6.	Pengurusan izin penelitian									■																			
7.	Penelitian										■	■	■	■	■														
8.	Pengumpulan data														■	■													
9.	Pengolahan data																■	■											
10.	Analisis data																	■	■										
11.	Tahapan pelaporan																				■	■	■	■					
12.	Sidang akhir																									■			
13.	Revisi sidang																										■	■	■

3.3 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan 3 variabel yaitu variabel bebas (independen), terikat (dependen) dan kontrol (tetap). Variabel bebas berupa variasi volume biokoagulan ekstrak kulit buah pisang kepok yaitu 5 ml, 10 ml, 15 ml dan 20 ml dengan variasi konsentrasi biokoagulan sebesar 0,1%, 0,2% dan 0,3%. Variabel terikat yang di uji pada penelitian ini yaitu COD, TSS dan pH. Sedangkan variabel tetap yang di pakai yaitu ekstrak kulit buah pisang kepok, air limbah RPH, saringan ukuran 100 *mesh*, kecepatan pengadukan cepat 120 rpm selama 1 menit, kecepatan pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit dan periode pengendapan selama 60 menit.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *jar test*, *beaker gelas*, erlenmeyer, tabung reaksi, rak tabung reaksi, desikator, timbangan analitik, stopwatch, vakum filtrasi, ayakan 100 *mesh*, spatula, jerigen, gayung tangkai, botol sampel, jerigen, pipet volume, blender elektrik, lesung, penjepit, oven, gunting, *waterbath*, inkubator COD, COD meter dan multiparameter.

3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.2 Bahan yang Digunakan Dalam Proses Penelitian

Bahan	Volume	Satuan
Air Limbah RPH	20	liter
Serbuk kulit buah pisang Kepok	20	gram
Aquades	1	liter
Larutan Etanol 96%	1	liter

Bahan yang digunakan untuk mengukur parameter pH, COD dan TSS dapat dilihat pada Tabel 3.3.

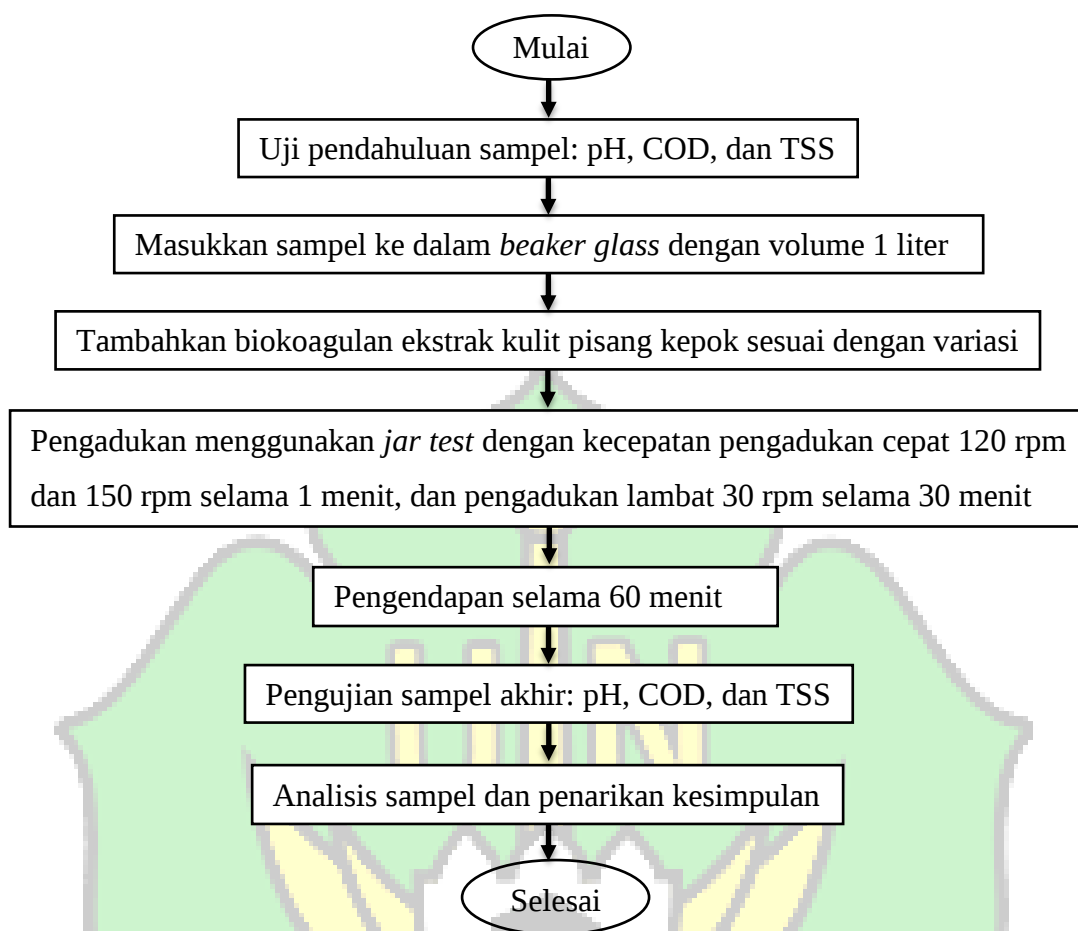
Tabel 3.3 Bahan yang Digunakan Dalam Pengujian Parameter

Bahan	Volume	Satuan
I. pH		
Larutan penyangga 4	20	ml
II. Turbiditas		
Aquades	200	ml
III. COD		
Larutan kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$)	18	ml
Larutan asam sulfat (H_2SO_4)	42	ml
IV. TSS		
Kertas saring Whatman No.42	13	lembar
Aquades	320	ml

3.5 Tahapan Eksperimen

Adapun tahapan eksperimen pada penelitian ini yaitu:

1. Mengambil sampel air limbah RPH kemudian di uji parameter (pH, TSS dan COD).
2. selanjutnya persiapan biokoagulan dari ekstrak kulit buah pisang kepok dan penambahan dosis koagulan ekstrak kulit buah pisang kepok.
3. Lalu proses koagulasi-flokulasi menggunakan *jar test*.
4. Proses pengendapan dilakukan setelah koagulasi-flokulasi dan mengukur parameter. Tahapan ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Tahapan Eksperimen

3.6 Uji Pendahuluan Parameter Air Limbah Rumah Potong Hewan

Pada penelitian ini dilakukan pengujian awal agar mengetahui karakteristik yang akan di teliti. Parameter yang akan di uji yaitu COD, TSS dan pH. Hasil uji parameter limbah rumah potong hewan di Gampong Pande, Kecamatan Kuta Raja, Kota Banda Aceh dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.4 Hasil Uji Pendahuluan Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH)

No.	Parameter	Baku Mutu	Hasil Uji	Satuan
1.	COD	200	3.705	mg/L
2.	TSS	100	197	mg/L
3.	pH	6-9	7,1	-

3.7 Preparasi Biokoagulan Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok

Langkah-langkah yang dilakukan dalam persiapan biokoagulan merupakan modifikasi dari (Ramadani dkk., 2025).

a. Proses pengeringan

1. Kulit buah pisang dikumpulkan dari penjual kaki lima di sekitar Desa Rukoh, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Setelah itu, kulit buah pisang kepok dibersihkan, dicuci bersih, dipotong kecil-kecil, lalu ditiriskan.
2. Potong kecil kulit buah pisang kepok, lalu dijemur di bawah sinar matahari sampai mengering. Lalu masukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam.

b. Proses Maserasi

1. Masukkan kulit buah pisang kepok yang sudah kering dimasukkan ke dalam blender, haluskan sampai menjadi serbuk, lalu saring menggunakan ayakan 100 *mesh*.
2. Timbang serbuk kulit pisang sebanyak 20 gram, rendam dengan cairan etanol 96% sebanyak 1 liter dan aduk menggunakan spatula. Lalu ditutup dengan wadah tertutup dan kemudian dimaserasi selama 3×24 jam.
3. Hasil maserasi lalu di saring dengan kertas saring whatman No. 42 sehingga menghasilkan filtrat. Ekstrak kental pada kulit buah pisang kepok didapatkan setelah filtrat diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50°C.
4. Variasi konsentrasi 0,1%, 0,2% dan 0,3% dilarutkan untuk mendapatkan larutan biokoagulan dari ekstrak pekat. Kemudian ekstrak kulit buah pisang kepok ditimbang menggunakan timbangan analitik dengan massa koagulan 5 ml, 10 ml, 15 ml dan 20 ml.

3.8 Pengujian Koagulasi dan Flokulasi

Tahapan koagulasi flokulasi merujuk pada SNI 19-6449-2000. Berikut tahapan yang dilakukan pada koagulasi flokulasi yaitu:

1. Sampel air limbah rumah potong hewan dimasukkan ke dalam 13 *beaker glass* sebanyak 1000 ml, lalu tambahkan ekstrak kulit buah

pisang kepok dengan variasi koagulan 0 (tanpa koagulan), 5 ml, 10 ml, 15 ml dan 20 ml.

2. Kemudian hidupkan *jar test*, lakukan pengadukan cepat dengan kecepatan 120 rpm selama 1 menit dan pengadukan lambat dengan kecepatan 30 rpm selama 30 menit. Lalu matikan *jar test* dan lakukan pengendapan selama 1 jam.
3. Lalu lakukan pengujian pH, TSS dan COD pada setiap *beaker glass*.
4. Apabila dosis koagulan belum mencapai dosis optimum, maka penambahan volume akan terus dilakukan.

Tabel 3.5 Desain Eksperimen

	Konsentrasi Biokoagulan (%)	Variasi Dosis	Pengadukan Cepat	Pengadukan Lambat	Pengendapan
Sampel air limbah RPH 1 liter	0,1% 0,2% 0,3%	0	120 rpm (1 menit)	30 rpm (30 menit)	60 menit
		5			
		10			
		15			
		20			

Sumber: SNI 19-6449:2000

3.9 Uji Parameter

3.9.1 Pengujian pH

Pengujian pH dilakukan sesuai dengan SNI 6989.11-2019. Pengujian pH dilakukan pertama dengan kalibrasi alat PH meter menggunakan larutan penyangga, kemudian di bilas elektroda menggunakan aquades dan keringkan menggunakan tisu. Elektroda yang sudah kering kemudian di celupkan ke dalam sampel yang diuji lalu tunggu hingga pada layar pH meter menampilkan pembacaan yang tetap, kemudian catat hasil pengukuran yang tampil.

3.9.2 Pengujian Chemical Oxygen Demand (COD)

Pengujian COD dilakukan sesuai dengan SNI 6989.2-2019. Pengujian COD dilakukan dengan memasukkan sampel air limbah sebanyak 2,5 ml ke dalam tabung reaksi lalu tambahkan larutan $K_2Cr_2O_7$ sebanyak 1,5 ml dan larutan H_2SO_4 sebanyak 3,5 ml. Tutup tabung reaksi dengan rapat. Kemudian panaskan COD inkubator dengan suhu $150^{\circ}C$ dan masukkan tabung reaksi dan tunggu

selama 2 jam. Dinginkan tabung reaksi sampai dengan suhu 60°C, apabila sudah dingin sampel siap diuji.

Sampel yang akan diuji menggunakan COD meter. Sebelum digunakan alat dikalibrasi dahulu dengan memasukkan aquades ke dalam tabung reaksi lalu masukkan ke dalam COD meter dan tunggu hingga terbaca 0,0 mg/l. Setelah itu, sampel dikocok agar homogen, kemudian diruangkan ke dalam tabung reaksi dan dimasukkan ke COD meter. Tekan tombol read dan akan muncul hasil COD lalu catat hasilnya.

3.9.3 Pengujian Total Suspended Solid (TSS)

Pengujian TSS dilakukan sesuai dengan SNI 6989.3-2019. Pengujian dilakukan beberapa tahap yaitu:

1. Persiapan kertas saring

Kertas saring yang digunakan yaitu Whatman No.42 dan dipotong menjadi diameter 48 mm lalu ditimbang menggunakan timbangan analitik. Kemudian 80 ml aquades dan kertas saring di masukkan ke dalam alat penyaring vakum.

2. Pengujian sampel

Setelah vakum selesai, kertas saring dipanaskan ke dalam oven dengan suhu 103-105°C selama 1 jam. Kemudian kertas saring didinginkan selama 15 menit didalam pengering yang berisi silika gel. Setelah dingin timbang dan catat.

3. Perhitungan TSS

Menentukan kadar total padatan suspensi dapat digunakan rumus sebagai berikut:

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

Ket:

A = berat kertas saring + residu kering (mg)

B = berat kertas saring (mg)

V = volume contoh uji (ml)

3.10 Analisis Data

Untuk mendapatkan seberapa efektif penurunan TSS dan COD pada kadar awal dan kadar akhir setelah perlakuan penambahan biokoagulan dari ekstrak kulit buah pisang kepok dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$P (\%) = \frac{(\text{kadar awal} (\frac{\text{mg}}{\text{l}}) - \text{kadar akhir} (\frac{\text{mg}}{\text{l}}))}{\text{kadar awal} (\frac{\text{mg}}{\text{l}})} \times 100\%$$

Keterangan:

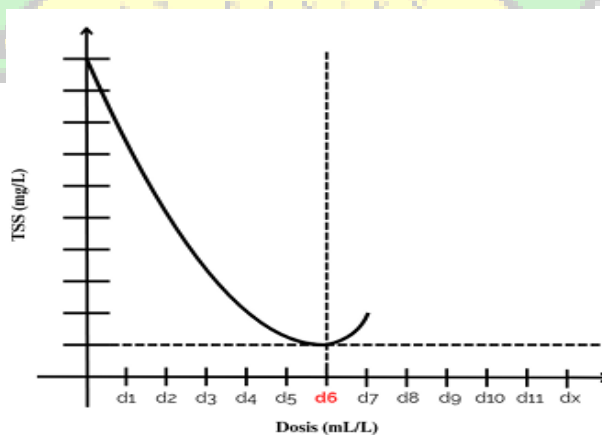
P (%) = persentase penurunan konsentrasi zat

Kadar awal (mg/l) = konsentrasi zat awal

Kadar akhir (mg/l) = konsentrasi zat akhir

Kemampuan ekstrak kulit buah pisang kepok untuk mengurangi penurunan COD dan TSS dapat digunakan untuk mengukur seberapa efektif biokoagulan saat mengolah air limbah RPH. Apabila nilai-nilai COD dan TSS pada air limbah RPH dapat memenuhi standar mutu yang ditetapkan, maka penggunaan biokoagulan ekstrak kulit buah pisang kepok dianggap berhasil. Namun, apabila tidak memenuhi standar mutu maka penggunaan biokoagulan ekstrak kulit buah pisang kepok tidak efektif dalam mengurangi tingkat COD dan TSS pada air limbah RPH.

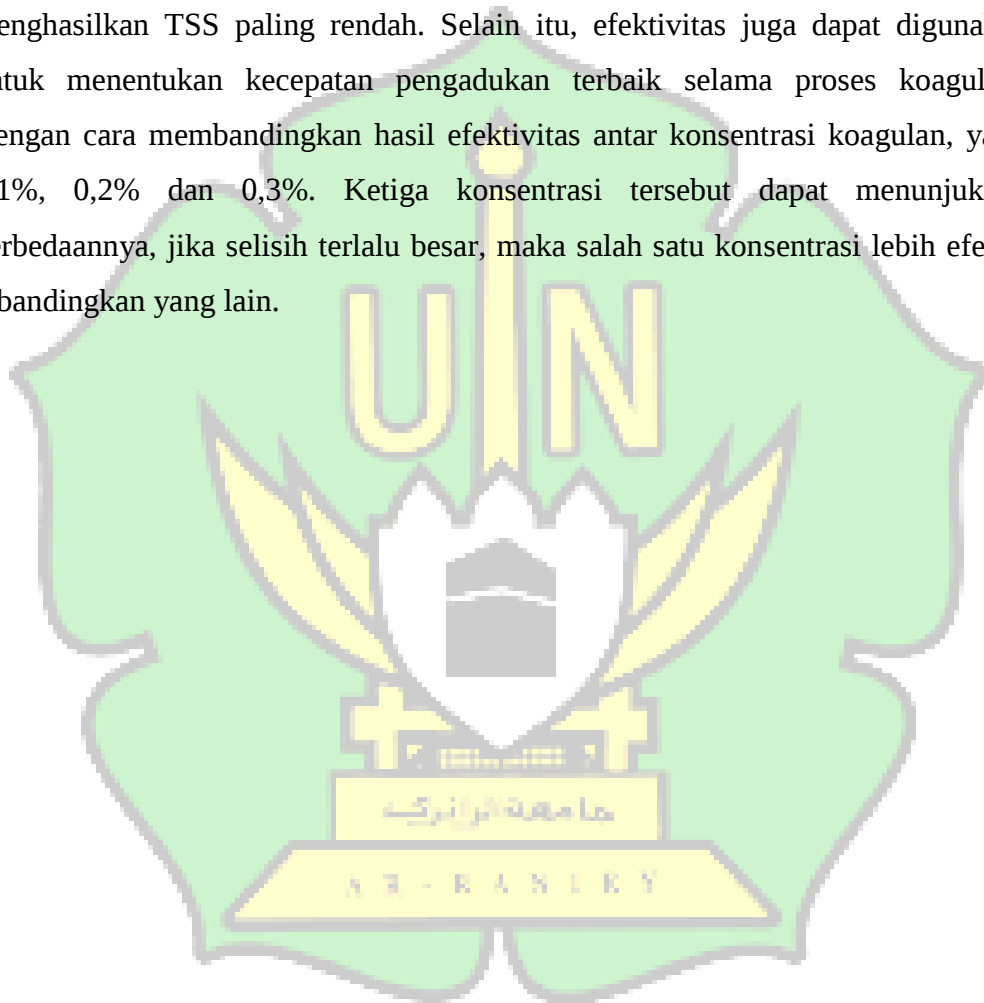
Hasil efektivitas pada setiap dosis dapat digunakan untuk menentukan dosis optimum, yaitu dosis yang menghasilkan nilai efektivitas tertinggi. Penentuan dosis optimum koagulan dapat dilakukan dengan menggunakan kurva, pada Gambar 3.4.



Sumber: SNI 19-6449:2000

Gambar 3.4 Kurva Pengaruh Penambahan Dosis Koagulan Terhadap TSS

Pada titik d6 merupakan titik kekeruhan paling rendah. Peningkatan dosis koagulan efektif menurunkan kekeruhan, tapi setelah titik d6, peningkatan dosis justru menyebabkan kekeruhan meningkat kembali. Hal ini terjadi dikarenakan inti flok yang berlebihan sehingga menyebabkan partikel pecah menjadi lebih kecil, sehingga sulit untuk diendapkan dan meningkatkan kekeruhan pada air. Oleh karena itu, dosis kkoagulan di titik d6 merupakan dosis optimum yang menghasilkan TSS paling rendah. Selain itu, efektivitas juga dapat digunakan untuk menentukan kecepatan pengadukan terbaik selama proses koagulasi. Dengan cara membandingkan hasil efektivitas antar konsentrasi koagulan, yaitu 0,1%, 0,2% dan 0,3%. Ketiga konsentrasi tersebut dapat menunjukkan perbedaannya, jika selisih terlalu besar, maka salah satu konsentrasi lebih efektif dibandingkan yang lain.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok Terhadap Perubahan Parameter pH dan Penurunan Parameter COD dan TSS Pada Air Limbah RPH

Proses koagulasi-flokulasi digunakan untuk menurunkan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada air limbah Rumah Potong Hewan (RPH). Proses koagulasi dan flokulasi pada penelitian ini, dilakukan menggunakan alat flokulator melalui metode *jar test*. Penentuan dosis optimum untuk menurunkan parameter COD dan TSS dilakukan dengan menguji beberapa variasi konsentrasi serta dosis ekstrak biokoagulan. Konsentrasi ekstrak yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,1%, 0,2% dan 0,3%, dengan variasi dosis masing-masing 0 mL, 5 mL, 10 mL, 15 mL dan 20 mL. Tahapan koagulasi-flokulasi terdiri dari dua proses pengadukan, yaitu pengadukan cepat selama 1 menit pada kecepatan 120 rpm, kemudian dilanjutkan dengan pengadukan lambat selama 30 menit pada kecepatan 30 rpm. Setelah proses pengadukan selesai, sampel didiamkan selama 60 menit pada tahap sedimentasi untuk memungkinkan partikel-partikel mengendap.

Sebelum dilakukan proses koagulasi dan flokulasi, air limbah dari rumah potong hewan terlebih dahulu dianalisis untuk menentukan nilai awal parameter pH, COD dan TSS. Hasil analisis awal tersebut selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu air limbah untuk kegiatan rumah potong hewan yang tercantum dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup (PERMEN LH) Nomor 05 Tahun 2014. Data hasil uji pendahuluan disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Uji Awal Air Limbah RPH

No.	Parameter	Satuan	Hasil uji awal	Baku mutu
1.	pH	-	7,1	6-9
2.	TSS	mg/L	197	100
3.	COD	mg/L	3.705	200

Sumber: PERMEN LH Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah

Pada Tabel 4.1 hasil pengujian menunjukkan bahwa pH air limbah RPH sebesar 7,1 berada dalam rentang yang diizinkan, yaitu 6–9 sesuai dengan standar mutu yang berlaku. Tetapi, nilai TSS dan COD yang terukur dalam sampel air limbah melampaui batas maksimum yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup (PERMEN LH) Nomor 05 Tahun 2014, yaitu masing-masing sebesar 100 mg/L untuk TSS dan 200 mg/L untuk COD. Hal ini menunjukkan bahwa air limbah dari UPTD RPH Kota Banda Aceh belum memenuhi baku mutu untuk dibuang langsung ke lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan proses pengolahan lanjutan untuk mengurangi potensi dampak negatif terhadap lingkungan serta memastikan kualitas air limbah sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Setelah proses koagulasi-flokulasi, air limbah menunjukkan perbedaan tingkat kejernihan antara bagian atas dan bawah. Lapisan atas terlihat lebih jernih, sementara lapisan bawah lebih keruh akibat pengendapan flok. Selama tahap sedimentasi, dilakukan pengamatan terhadap waktu yang diperlukan hingga flok mengendap secara optimal. Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar flok telah mengendap pada menit ke-55, meskipun masih terdapat partikel halus yang tersuspensi. Maka dari itu, proses pengendapan dilanjutkan hingga menit ke-60 untuk memastikan seluruh partikel tersuspensi mengendap secara maksimal sebelum dilakukan pengujian lanjutan. Selain itu, pembentukan flok juga dipengaruhi oleh kecepatan pengadukan. Pengadukan yang terlalu cepat dapat menyebabkan flok pecah akibat tumbukan antarpartikel yang kuat, sedangkan pengadukan yang terlalu lambat menghasilkan flok dalam jumlah sedikit dan dengan kekuatan yang rendah. Oleh karena itu, diperlukan kecepatan pengadukan yang stabil untuk menghasilkan flok dengan kualitas yang optimal (Prihatin & Sugiharto, 2021). Setelah proses pengendapan, dilanjutkan pengujian ulang terhadap beberapa parameter, yaitu pH, TSS dan COD. Dapat dilihat pada gambar di bawah ini tahapan koagulasi flokulasi pada pengadukan cepat dan lambat sebagai berikut:



Gambar 4.1 Air Limbah RPH Sebelum Proses Koagulasi Flokulasi



Gambar 4.2 Proses Pengadukan Cepat 120 Rpm dengan Biokoagulan Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok



Gambar 4.3 Proses Pengadukan Cepat 30 Rpm dengan Biokoagulan Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok



Gambar 4.4 Proses Pengendapan Air Limbah RPH Setelah Penambahan Biokoagulan Ekstrak Buah Kulit Buah Pisang Kepok

4.1.1 Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok Terhadap Perubahan Parameter pH

Skala pH berada pada rentang 0 hingga 14, dengan pH 7 sebagai kondisi netral, nilai di bawah 7 bersifat asam, dan nilai di atas 7 bersifat basa. pH adalah parameter yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Nilai pH memiliki peranan penting dalam berbagai proses kimia dan biologis, seperti proses metabolisme dalam tubuh manusia serta menjaga kestabilan ekosistem perairan dan efisiensi pada reaksi kimia dalam pengolahan air limbah. Perubahan nilai pH yang tidak seimbang dalam perairan dapat mengganggu kehidupan organisme akuatik serta menurunkan kualitas air. Salah satu faktor yang menyebabkan perubahan tersebut adalah masuknya zat pencemar ke badan air, baik yang bersifat organik maupun anorganik.

Nilai pH yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi dapat menghambat aktivitas mikroorganisme dalam proses pengolahan limbah secara biologis, serta berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan perairan apabila air limbah dibuang tanpa melalui pengolahan lanjutan (Hafifah & Efendi, 2025). Perubahan nilai pH dapat terjadi akibat masuknya bahan pencemar ke dalam perairan yang memicu ketidakseimbangan kimia dalam larutan. Selain itu, nilai pH juga dipengaruhi oleh jenis koagulan yang digunakan dalam proses pengolahan, baik yang bersifat kimia maupun organik. Dalam penelitian ini, kajian pH difokuskan untuk mengevaluasi perubahan nilai pH pada air limbah rumah potong hewan (RPH) setelah diberi perlakuan menggunakan ekstrak kulit buah pisang kepok sebagai biokoagulan melalui metode koagulasi-flokulasi. Hal ini bertujuan agar proses pengolahan tersebut mempengaruhi atau tidak pada tingkat keasaman limbah serta nilai pH akhir masih berada pada rentang baku mutu yang diperoleh.

Nilai pH awal air limbah RPH Kota Banda Aceh sebesar 7,1 yang mana berada dalam rentang normal pada baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 yaitu 6–9. Hasil pengujian koagulasi-flokulasi dengan berbagai variasi dosis dan konsentrasi ekstrak biokoagulan menunjukkan bahwa nilai pH turun namun masih relatif stabil pada

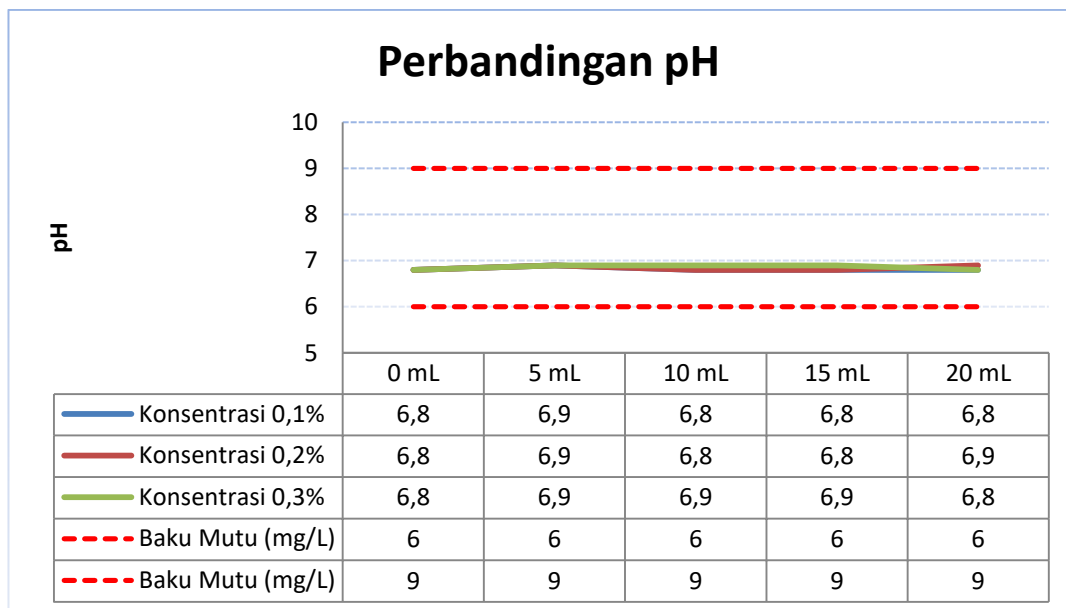
kisaran 6,8 hingga 6,9. Data perubahan nilai pH berdasarkan variasi perlakuan tersebut disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengaruh Variasi Dosis dan Konsentrasi Ekstrak Biokoagulan Terhadap Perubahan Konsentrasi pH Pada Air Limbah RPH

Kadar Awal	Dosis	Konsentrasi (pH) 0	Konsentrasi (pH) 0,1%	Konsentrasi (pH) 0,2%	Konsentrasi (pH) 0,3%	Baku Mutu
7,1	5 ml	6,8	6,9	6,9	6,9	6-9
	10 ml		6,8	6,8	6,9	
	15 ml		6,8	6,8	6,9	
	20 ml		6,8	6,9	6,8	

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa kadar pH awal sebelum dilakukan perlakuan adalah 7,1 dan nilai pH dengan konsentrasi 0% atau tanpa ada penambahan ekstrak biokoagulan adalah 6,8. Hal ini menunjukkan adanya penurunan nilai pH pada saat perlakuan dan uji awal. Penurunan nilai pH setelah penambahan dosis terjadi karena nilai pH pada ekstrak kulit buah pisang kepok bersifat asam. Hal ini mengakibatkan penurunan nilai pH sebanyak 0,3 dari nilai awal pH, akan tetapi dari penurunan ini masih di ambang nilai baku mutu.

Penurunan pH setelah ditambahkan dosis disebabkan oleh kandungan senyawa aktif yang bersifat asam di dalamnya. Ekstrak kulit buah pisang kepok berada pada nilai 4, yang mana ekstrak kulit buah pisang kepok memiliki sifat asam. Ketika ekstrak kulit buah pisang kepok dicampurkan ke dalam air, senyawa aktif yang terdapat dalam kulit buah pisang mampu memengaruhi konsentrasi ion H^+ di dalam air, sehingga berdampak pada perubahan nilai pH (Fatharani dkk, 2020). Proses koagulasi juga dapat memengaruhi perubahan pH. Saat biokoagulan bereaksi dengan partikel koloid, terjadi proses penggumpalan (flokulasi) yang dapat terjadi pelepasan ion H^+ ke dalam larutan. Perubahan nilai pH pada air limbah RPH setelah proses koagulasi flokulasi dengan beberapa variasi konsentrasi dan dosis biokoagulan dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Kurva Perbandingan Dosis dan Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok

Berdasarkan Gambar 4.5, pengaruh pH terhadap ekstrak kulit buah pisang kepok konsisten pada konsentrasi 0,1 % - 0,3% pada dosis 5 mL dengan nilai pH 6,9, akan tetapi pada dosis 10-20 mL terjadi nilai yang berubah. Hal ini bisa dipastikan bahwa pemakaian dosis yang efektif berada pada dosis 5 mL. Ekstrak kulit buah pisang kepok yang dihasilkan melalui proses maserasi dengan pelarut etanol umumnya bersifat asam dengan nilai pH berkisar antara 4–5. Keasaman tersebut dipengaruhi oleh adanya kandungan senyawa fenolik, flavonoid, tanin, serta asam organik yang terdapat pada kulit buah pisang. Sifat asam dari ekstrak ini dapat memberikan pengaruh terhadap proses koagulasi maupun pengolahan air limbah (Larasati & Putri., 2023).

4.1.2 Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok Terhadap Penurunan Parameter COD

Salah satu parameter utama dalam penilaian kualitas air limbah adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD), yang digunakan untuk menentukan jumlah senyawa kimia, khususnya senyawa organik, yang dapat teroksidasi secara kimia. Nilai COD yang tinggi mengindikasikan adanya tingkat pencemaran yang cukup besar dalam air limbah. Nilai COD yang tinggi pada limbah RPH diakibatkan adanya bahan organik yang tinggi, yang mana kandungan bahan organik ini

berasal dari sisa potongan darah, daging, kotoran serta pencucian karkas. Hal ini menjadi tantangan yang serius bagi lingkungan karena limbah tersebut mengandung beban pencemar yang tinggi, seperti lemak, protein, senyawa organik, darah dan padatan tersuspensi yang dapat meningkatkan nilai COD (Herman dkk., 2023). Penurunan kadar COD dilakukan melalui penerapan berbagai variasi dosis dan konsentrasi ekstrak kulit buah pisang kepok sebagai bahan pengolah, dengan tujuan meningkatkan efektivitas proses pengolahan (Hajijah & Suharli, 2024). Dapat dilihat hasil pengujian setelah proses koagulasi-flokulasi dengan metode *jar test* pada Tabel 4.3.

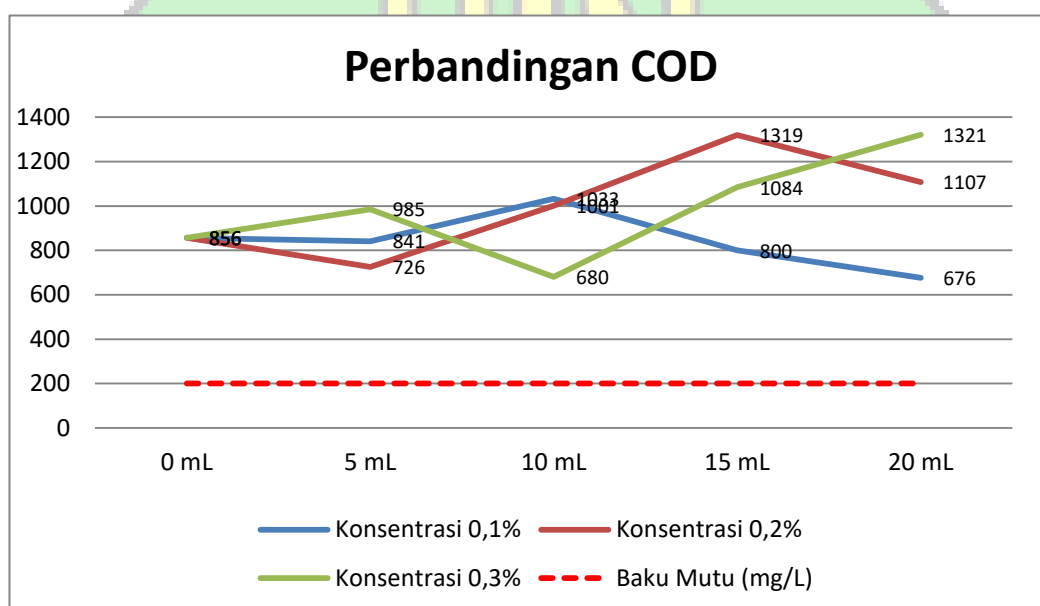
Tabel 4.3 Pengaruh Variasi Dosis Ekstrak Biokoagulan Terhadap Penurunan Nilai COD Pada Air Limbah RPH

Dosis (mL)	Kadar Awal (mg/L)	Konsentrasi (COD) 0,1%	Konsentrasi (COD) 0,2%	Konsentrasi (COD) 0,3%	Baku Mutu (mg/L)
0		856	856	856	
5		841	726	985	
10	3.705	1.033	1.001	680	200
15		800	1.319	1.084	
20		676	1.107	1.321	

Dapat dilihat pada Tabel 4.3 nilai COD diperoleh dosis optimal pada 20 mL dengan konsentrasi 0,1%, akan tetapi konsentrasi di atas 0,1% nilai COD bertambah. Hal ini disebabkan kandungan dari ekstrak kulit buah pisang kepok. Berdasarkan penelitian (Nursanti dkk., 2018), ekstrak kulit buah pisang kepok memiliki kandungan berbagai senyawa organik, antara lain tanin, flavonoid, fenol, saponin, alkaloid, pektin, selulosa, hemiselulosa dan lignin. Namun cenderung menghasilkan senyawa tanin, flavonoid dan fenol dalam jumlah lebih dominan. Keberadaan senyawa organik pada ekstrak dapat mempengaruhi karakteristik air limbah, khususnya menyebabkan peningkatan nilai COD apabila penggunaan ekstrak dilakukan dalam konsentrasi yang tinggi. Pada penelitian (Munadiya, 2025) dengan menggunakan ekstrak biji flamboyan nilai COD juga mengalami kenaikan pada konsentrasi 0,3%. Hal ini terjadi dikarenakan semakin banyak

penambahan dosis ekstrak biji flamboyan tidak bisa menjamin penyisihan kadar COD yang lebih efektif.

Penambahan dosis koagulan pada umumnya dapat meningkatkan efektivitas proses koagulasi-flokulasi dalam menurunkan nilai COD. Namun, apabila dosis koagulan dan waktu pengendapan ditingkatkan secara berlebihan, kondisi tersebut justru dapat menimbulkan efek yang berlawanan terhadap proses penyisihan COD. Kondisi ini terjadi karena jumlah bahan organik di dalam air cenderung meningkat atau tidak tersisihkan secara optimal. Selain itu, waktu kontak yang lebih lama memungkinkan terjadinya interaksi antara bahan organik dan mikroorganisme. Akibatnya, bahan organik tersebut mengalami proses degradasi biologis yang justru dapat menyebabkan kenaikan kembali nilai COD serta menurunkan efektivitas proses penyisihannya (Ramadani dkk., 2025).



Gambar 4.6 Kurva Perbandingan Dosis dan Variasi Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok Terhadap Penurunan Nilai COD

Dapat dilihat pada Gambar 4.6 nilai COD tanpa penambahan ekstrak kulit buah pisang kepo lebih konsisten. Hal ini menggambarkan bahwa kandungan senyawa dari ekstrak kulit buah pisang kepok sangat berpengaruh terhadap nilai COD. Hal ini dapat dilihat dari nilai COD dengan penambahan dosis ekstrak kulit buah pisang kepok yang nilai COD nya mengalami kenaikan.

Penurunan nilai COD terjadi ketika biokoagulan yang bermuatan positif dapat berinteraksi dan mengikat partikel koloid serta bahan tersuspensi dalam air

limbah RPH yang bermuatan negatif. Interaksi antara partikel biokoagulan yang bermuatan berbeda dengan koloid menimbulkan gaya tarik-menarik yang kemudian membentuk mikroflok. Lalu, partikel-partikel koloid yang saling berikatan akan bergabung menjadi flok yang lebih besar, sehingga proses pengendapan berlangsung lebih cepat. Berkurangnya partikel koloid dan bahan organik ini menyebabkan kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik dalam limbah menurun, sehingga nilai COD juga mengalami penurunan (Ba'adilla dkk., 2025).

Pada penelitian Fajar, (2024), kemampuan ekstrak kulit buah pisang kepok dalam menurunkan COD berasal dari sifat adsorpsi dan kemampuan netralisasinya terhadap zat pencemar. Penurunan COD terjadi melalui proses kimia, yaitu saat koagulan mengikat partikel-partikel penyebab COD (koagulasi), serta didukung oleh proses flotasi. Flotasi membuat air limbah menjadi berputar dan bergerak tidak tenang (terjadi pengadukan alami di dalam air) yang meningkatkan suplai oksigen, sehingga membantu menurunkan konsentrasi COD. Meskipun efisiensi penurunan COD dapat mencapai 81%, nilai COD akhir masih melampaui baku mutu yang ditetapkan. Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan bahan organik yang terdapat dalam air limbah RPH, sehingga tidak seluruhnya dapat dihilangkan melalui proses tersebut.

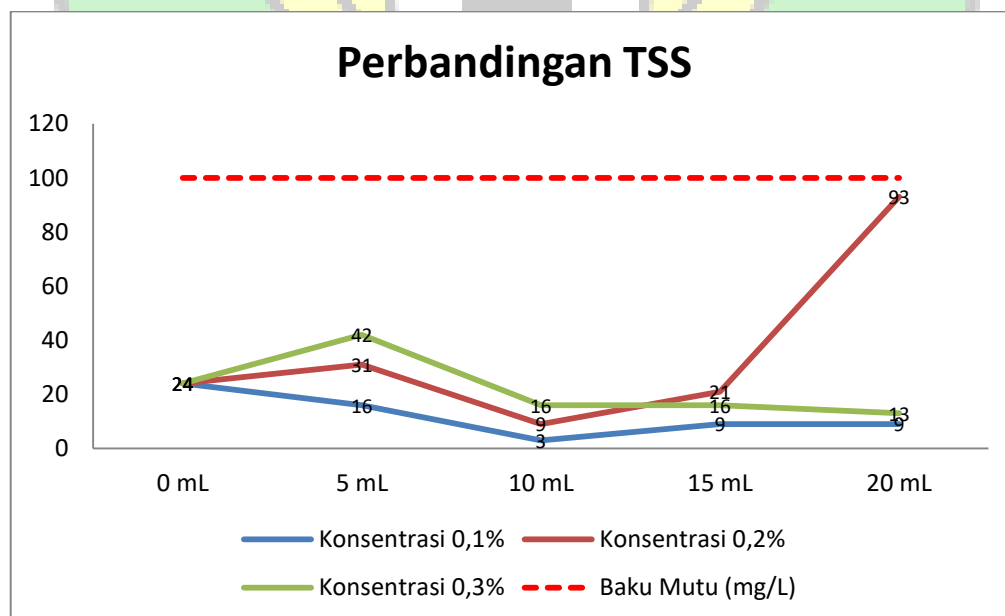
4.1.3 Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok Terhadap Penurunan Parameter TSS

Total Suspended Solid (TSS) merupakan partikel flok yang terbentuk akibat proses netralisasi antara muatan negatif koloid penyebab kekeruhan dalam air limbah dengan muatan positif dari biokoagulan. Penambahan biokoagulan berfungsi untuk mengikat zat pencemar dalam air limbah sehingga partikel yang semula stabil menjadi tidak stabil. Ketidakstabilan tersebut memicu terjadinya gaya tarik antar molekul yang kemudian membentuk flok dan selanjutnya mengalami pengendapan. Hasil pengujian proses koagulasi-flokulasi yang digunakan dengan metode *jar test* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengaruh Variasi Dosis Ekstrak Biokoagulan Terhadap Penurunan Nilai TSS Pada Air Limbah RPH

Dosis (mL)	Kadar Awal (mg/L)	Konsentrasi (TSS) 0,1%	Konsentrasi (TSS) 0,2%	Konsentrasi (TSS) 0,3%	Baku Mutu (mg/L)
0		24	24	24	
5		16	31	42	
10	197	3	9	16	100
15		9	21	16	
20		9	93	13	

Dapat dilihat pada Tabel 4.4 pada dosis 10 mL dengan konsentrasi 0,1% merupakan nilai TSS yang paling optimal. Dengan penambahan ekstrak kulit buah pisang kepok nilai TSS menghasilkan nilai di bawah baku mutu. Proses koagulasi-flokulasi yang dilakukan telah efektif dalam menurunkan kadar TSS, sehingga telah memenuhi syarat baku mutu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014. Dapat dilihat pada Gambar 4.7 dibawah ini untuk penyisihan kadar TSS dengan beberapa variasi dosis dan dosis konsentrasi.



Gambar 4.7 Kurva Perbandingan Dosis dan Variasi Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok Terhadap Penurunan Nilai TSS

Grafik menunjukkan bahwa kondisi paling optimal terjadi pada konsentrasi 0,1% dengan dosis 10 mL dengan nilai TSS terendah yaitu sebesar 3 mg/L. Namun mengalami kenaikan signifikan pada konsentrasi 0,2% dengan dosis 20 mL. Penurunan TSS terjadi karena adanya kandungan protein dalam biokoagulan. Protein tersebut mampu menghasilkan ion bermuatan positif dari gugus amino saat dilarutkan dalam air. Sifat ini membuatnya berperan sebagai biokoagulan polimer alami yang bermuatan positif, sehingga dapat berinteraksi dengan partikel-partikel bermuatan negatif penyebab kekeruhan dalam limbah. Interaksi ini kemudian menyebabkan partikel koloid bergabung dan membentuk flok-flok yang lebih besar (Ba'adilla dkk., 2025).

Pada penelitian Fajar, (2024), penurunan TSS terjadi akibat interaksi antara polielektrolit kationik yang terkandung dalam biokoagulan dengan partikel koloid di dalam air limbah, sehingga terbentuk flok yang mudah mengendap. Ketika biokoagulan ditambahkan ke dalam air limbah dan dilakukan pengadukan cepat, protein yang terkandung di dalamnya akan tersebar merata ke seluruh bagian cairan. Kemudian, protein tersebut berikatan dengan partikel bermuatan negatif yang berasal dari bahan organik dalam air limbah. Akibat interaksi tersebut, partikel koloid mengalami destabilisasi dan mulai membentuk mikroflok melalui mekanisme adsorpsi. Pada tahap berikutnya, dengan pengadukan lambat, mikroflok saling bertemu dan bertumbukan. Proses ini menyebabkan mikroflok bergabung dan melekat satu sama lain hingga membentuk makroflok yang berukuran lebih besar dan akhirnya mengendap.

4.2 Efektivitas Ekstrak Kulit Buah Pisang Kepok Terhadap Penurunan Parameter COD dan TSS Pada Air Limbah RPH

Ekstrak kulit buah pisang kepok sebagai biokoagulan alami mengandung berbagai senyawa aktif seperti tanin, flavonoid, fenol, pektin, dan polisakarida yang berperan dalam proses koagulasi-flokulasi. Senyawa-senyawa tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan penjernih air karena mampu membantu menurunkan kandungan pencemar, menstabilkan partikel koloid, mengadsorpsi senyawa organik terlarut, serta membentuk flok berukuran lebih besar sehingga lebih mudah proses pengendapan. Kandungan pektin dan polifenol pada ekstrak kulit buah pisang kepok juga memiliki gugus fungsi aktif yang dapat berinteraksi

dengan partikel tersuspensi dalam limbah cair, sehingga membantu proses destabilisasi partikel koloid dan meningkatkan efektivitas proses pengendapan (Ariani, dkk. 2023). Kandungan tanin dan flavonoid pada ekstrak kulit buah pisang kepok berfungsi sebagai senyawa polielektrolit alami yang mampu berinteraksi dengan ion-ion bermuatan dalam air limbah. Interaksi tersebut mendorong partikel-partikel kecil untuk saling berikatan dan membentuk flok berukuran lebih besar sehingga lebih mudah dipisahkan dari air. Pektin juga polisakarida alami turut berperan dalam proses pengikat antar partikel, sehingga proses pembentukan flok berlangsung lebih cepat dan kemampuan pengendapan padatan tersuspensi dalam limbah cair menjadi lebih efektif. Efektivitas penurunan nilai COD dan TSS dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 4.5 Efektivitas Konsentrasi Ekstrak Biokoagulan Terhadap Penurunan Nilai COD Pada Air Limbah RPH

Dosis (mL)	Kadar Awal (mg/L)	Konsentrasi (COD) 0,1%	Efektivitas 0,1%	Konsentrasi (COD) 0,2%	Efektivitas 0,2%	Konsentrasi (COD) 0,3%	Efektivitas 0,3%	Baku Mutu (mg/L)
0		856	76,89%	856	76,89%	856	76,89%	
5		841	77,30%	726	80,40%	985	73,41%	
10	3.705	1.033	72,11%	1.001	72,98%	680	81,64%	200
15		800	78,40%	1.319	64,39%	1.084	70,74%	
20		676	81,75%	1.107	70,12%	1.321	64,34%	

Tabel 4.6 Efektivitas Konsentrasi Ekstrak Biokoagulan Terhadap Penurunan Nilai TSS Pada Air Limbah RPH

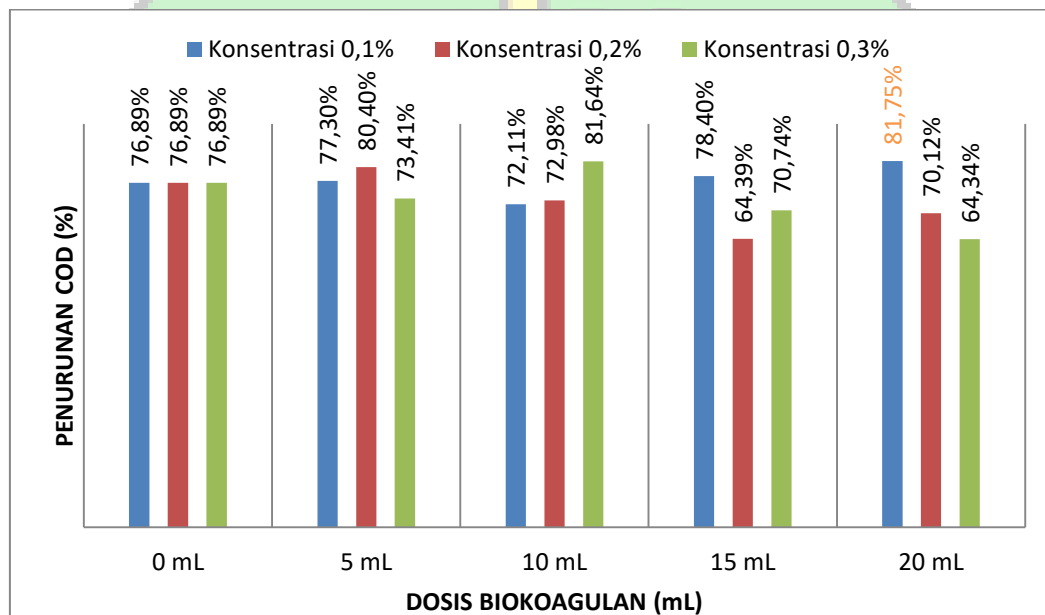
Dosis (mL)	Kadar Awal (mg/L)	Konsentrasi (TSS) 0,1%	Efektivitas 0,1%	Konsentrasi (TSS) 0,2%	Efektivitas 0,2%	Konsentrasi (TSS) 0,3%	Efektivitas 0,3%	Baku Mutu (mg/L)
0		24	87,81%	24	87,81%	24	87,81%	
5		16	91,87%	31	84,26%	42	78,68%	
10	197	3	98,47%	9	95,43%	16	91,87%	100
15		9	95,43%	21	89,34%	16	91,87%	
20		9	95,43%	93	52,79%	13	93,40%	

4.2.1 Efektivitas Ekstrak Kulit buah Pisang Kepok Terhadap Penurunan Kadar COD Pada Air Limbah RPH

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair secara kimia. Nilai COD yang tinggi dapat menyebabkan kadar oksigen terlarut di

perairan menurun, sehingga berpotensi mengganggu dan membahayakan kehidupan organisme akuatik (Ba'adilla dkk., 2025). Pengukuran COD digunakan untuk memperkirakan tingkat pencemaran organik dalam air, termasuk kandungan senyawa yang sulit terdegradasi secara biologis. Nilai Chemical Oxygen Demand (COD) yang tinggi pada air limbah menunjukkan besarnya kandungan bahan organik dan senyawa reduktif, yang dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut secara signifikan di perairan (Hafifah & efendi., 2025).

Telah dilakukan pengujian awal pada air limbah RPH dengan nilai COD 3.705 mg/L, yang mana nilai tersebut tidak sesuai dengan baku mutu sesuai dengan PERMEN LH Nomor 5 Tahun 2014. Penurunan kadar konsentrasi COD dilakukan proses koagulasi-flokulasi dengan metode uji *jar test* dengan penambahan variasi dosis dan konsentrasi. Dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Dosis dan Variasi Konsentrasi Ekstrak Biokoagulan Terhadap Efektivitas Penurunan Nilai COD

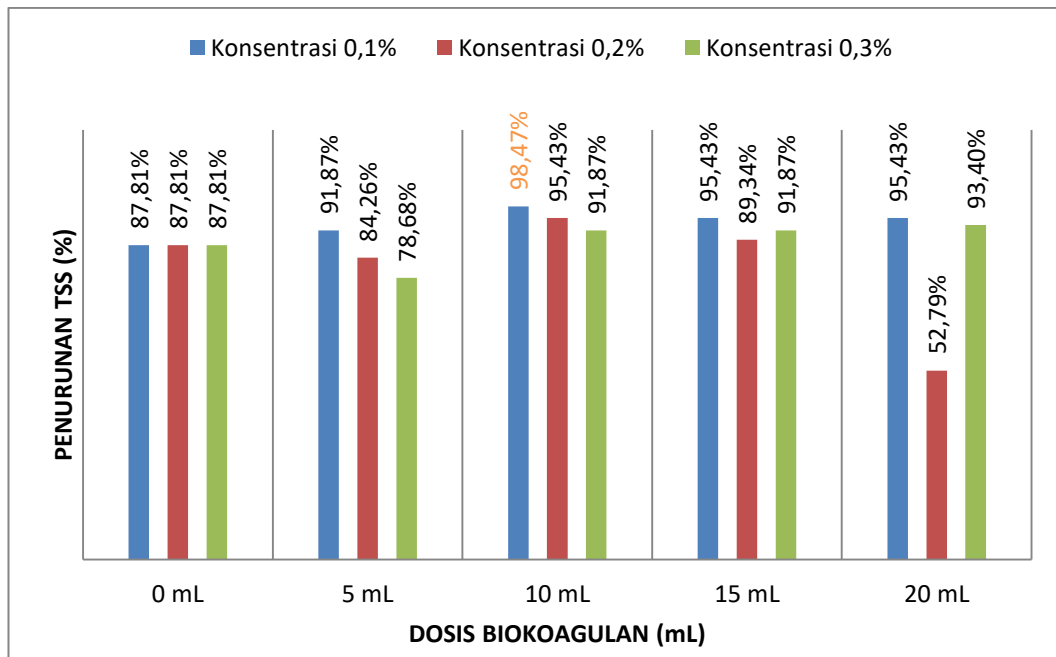
Dapat dilihat pada Gambar 4.8, biokoagulan ekstrak kulit buah pisang kepok pada grafik dapat mengurangi kadar COD. Nilai COD tertinggi pada konsentrasi 0,1% pada dosis 20 mL dengan persentase penurunan 81,75%. Dan nilai COD paling rendah pada konsentrasi 0,3% dengan dosis 20 mL persentase 64,34%. Kemampuan ekstrak kulit buah pisang kepok dalam menurunkan COD berasal dari sifat adsorpsi dan kemampuan netralisasinya terhadap zat pencemar. Penurunan COD terjadi melalui proses kimia, yaitu saat koagulan mengikat

partikel-partikel penyebab COD (koagulasi), serta didukung oleh proses flotasi. Flotasi membuat air limbah menjadi berputar dan bergerak tidak tenang (terjadi pengadukan alami di dalam air) yang meningkatkan suplai oksigen, sehingga membantu menurunkan konsentrasi COD (Fajar, 2024). Dapat disimpulkan bahwa dosis optimum pada penelitian ini pada dosis 20 mL dengan konsentrasi 0,1% yang mana mampu menurunkan kadar COD secara maksimal.

4.2.2 Efektivitas Ekstrak Kulit buah Pisang Kepok Terhadap Penurunan Kadar TSS Pada Air Limbah RPH

Pengujian *Total Suspended Solid* (TSS) dilakukan untuk menentukan jumlah padatan tersuspensi yang terdapat pada air limbah, baik berupa zat organik maupun anorganik yang tidak dapat larut dalam air. Parameter TSS digunakan sebagai salah satu indikator pencemaran karena tingginya kandungan padatan tersuspensi dapat meningkatkan kekeruhan air, menghambat masuknya cahaya ke perairan, serta mengganggu kelangsungan hidup organisme akuatik. Selain itu, pengukuran TSS juga diperlukan untuk menilai efektivitas proses pengolahan limbah dalam mengurangi kandungan padatan tersuspensi sebelum air limbah dilepaskan ke lingkungan (Hajijah & Suharli., 2024).

Pengujian awal pada air limbah RPH dengan nilai TSS 197 mg/L, yang mana nilai tersebut tidak sesuai dengan baku mutu sesuai dengan PERMEN LH Nomor 5 Tahun 2014 untuk dibuang ke badan air. Penurunan kadar konsentrasi TSS dilakukan proses koagulasi-flokulasi dengan metode uji *jar test* dengan penambahan variasi dosis dan konsnetrasi. Dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Dosis dan Variasi Konsentrasi Ekstrak Biokoagulan Terhadap Efektivitas Penurunan Nilai TSS

Dapat dilihat pada Gambar 4.9, nilai penurunan TSS tertinggi pada konsentrasi 0,1% pada dosis 10 mL dengan persentase penurunan 98,47%. Dan nilai COD paling rendah pada konsentrasi 0,2% dengan dosis 20 mL persentase 52,79%. Penurunan TSS terjadi akibat interaksi antara polielektrolit kationik yang terkandung dalam biokoagulan dengan partikel koloid di dalam air limbah, sehingga terbentuk flok yang mudah mengendap. Ketika biokoagulan ditambahkan ke dalam air limbah dan dilakukan pengadukan cepat, protein yang terkandung di dalamnya akan tersebar merata ke seluruh bagian cairan. Lalu, dengan pengadukan lambat, mikroflok saling bertemu dan bertumbukan. Proses ini menyebabkan mikroflok bergabung dan melekat satu sama lain hingga membentuk makroflok yang berukuran lebih besar dan akhirnya mengendap (Fajar, 2024).

Namun kenaikan nilai TSS setelah penambahan ekstrak kulit buah pisang kepok dapat terjadi akibat kandungan senyawa organik dan serat alami seperti pektin, selulosa, hemiselulosa, serta lignin yang masih tersuspensi dalam air limbah. Penambahan ekstrak dalam jumlah berlebih dapat menyebabkan sebagian senyawa organik tidak terendapkan secara optimal, sehingga jumlah padatan tersuspensi di dalam limbah meningkat. Selain itu, proses pengadukan yang

kurang tepat juga dapat menyebabkan flok yang telah terbentuk mengalami pecah kembali menjadi partikel-partikel kecil yang tetap melayang di dalam air, sehingga menyebabkan peningkatan nilai TSS. Dapat disimpulkan bahwa ekstrak kulit buah pisang kepok dapat menurunkan nilai TSS yang maksimal dengan persentase penurunan hingga 98,47%.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat di ambil pada penelitian ini adalah:

1. Konsentrasi dari ekstrak buah kulit buah pisang kepok efektif dalam menurunkan parameter COD dan TSS pada air limbah RPH. Nilai optimum pada COD dengan konsentrasi 0,1% sebesar 676 mg/L, dan TSS pada konsentrasi 0,1% sebesar 3 mg/L.
2. Efektivitas ekstrak kulit buah pisang kepok terhadap penurunan parameter TSS sebesar 98,47% dan COD 81,75%.

5.2 Saran

Saran yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

Pada ekstrak buah kulit buah pisang kepok terdapat senyawa tanin yang harus dilakukan pemeriksaan berlanjut untuk memastikan bahwa ekstrak yang dihasilkan benar-benar mengandung senyawa yang berfungsi sebagai biokoagulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Kholif, M., Rohmah, M., Pungut, Nurhayati, I., Adi Walujo, D., & Majid, D. (2022). Penurunan Beban Pencemar Rumah Potong Hewan (RPH) Menggunakan Sistem Biofilter Anaerob. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 14(14), 100–113.
- Alkindi, F. F., Budiono, R., & Al-Islami, F. N. (2023). Analisis Kadar Amonia Dalam Air Sungai di Daerah Industri Sier Surabaya Menggunakan Metode Fenat Secara Spektrofotometri Visible. *Jurnal Farmasi dan Kesehatan*, 12(2), 181–189.
- Ba'adilla, S., Nugraha, A. W., & Laksono, U. T. (2025). Pengaruh Biokoagulan Dari Kulit Pisang Kepok dan Biji Kelor Terhadap Kualitas Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Agroindustri Pangan*, 4(1), 1–17.
- Bija, S., Yulma, Imra, Aldian, Maulana, A., & Rozi, A. (2020). Sintesis Biokoagulan Berbasis Kitosan Limbah Sisik Ikan Bandeng dan Aplikasinya Terhadap Nilai BOD dan COD Limbah Tahu di Kota Tarakan. *JPHPI*, 23(1).
- Dwidewitra, R. P., Huda, M. M. H., & Rachmanto, T. A. (2024). Pengaruh Konsentrasi Koagulan Terhadap Proses Pengolahan Air Di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. *Globe: Publikasi Ilmu Teknik, Teknologi Kebumihan, Ilmu Perkapalan*, 2(2), 145–153.
- Ekoputri, S. F., Rahmatunnissa, A., Nulfaidah, F., Ratnasari, Y., Djaeni, M., & Sari, D. A. (2024). Pengolahan Air Limbah dengan Metode Koagulasi Flokulasi pada Industri Kimia. *Jurnal Serambi Engineering*, IX(1), 7781–7787.
- Fajar, M., Mulyani, I., & Munandar, A. (2024). Reduction of TSS and COD in Restaurant Wastewater Using Natural Coagulant from Kepok Banana Peel Powder. *Jurnal Integrasi Proses*, 13(1), 67–72.
- Fitria, D., Komala, P. S., & Vendela, D. (2022). Pengaruh Waktu Flokulasi Pada Proses Koagulasi Flokulasi Dengan Biokoagulan Kelor Untuk Menyisihkan Kadar Besi Air SUMUR. *Jurnal Reka Lingkungan*, 10(2), 165–174.
- Herman, Setianto, Y. A., & Sulistyowati, L. (2023). Analisis Pengelolaan Air Limbah Rumah Potong Hewan dan Dampaknya Terhadap Lingkungan Ditinjau dari Perspektif One Health (Studi kasus pada UPTD Rumah Potong

- Hewan Jone). *Al Qalam: Jurnal Ilmiah Keagamaan dan Kemasyarakatan*, 17(4), 2784–2805.
- Kamajaya, G. Y., Putra, I. D. N. N., & Putra, I. N. G. (2021). Analisis Sebaran Total Suspended Solid (TSS) Berdasarkan Citra Landsat 8 Menggunakan Tiga Algoritma Berbeda Di Perairan Teluk Benoa, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 7(1), 18–24.
- Kusniawati, E., Nuryanti, R., & Walici, A. S. (2023). Utilization of Papaya Seeds (Carica Papaya L.) as Biocoagulants to Improve the Quality of Well Water Using Parameters of pH, TSS, TDS, AND Turbidity. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(5).
- Kusuma, D. P. A. (2021). Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi (Studi Kasus Desa Soropadan, Kecamatan Pringsurat, Kabupaten Temanggung). *Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang* |, 5(2), 2620–5297.
- Lubis, I., Soesilo, T. E. B., & Soemantojo, R. W. (2020). Pengelolaan Air Limbah Rumah Potong Hewan di RPH X, Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat (Wastewater Management of Slaughterhouse in Slaughterhouse X, Bogor City, West Java Province). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 25(1), 33.
- Mu'miniina, A. 'Alal, & Windraswara, R. (2021). Analisis Pengolahan Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan Ampel Kabupaten Boyolali. *HIGEIA JOURNAL OF PUBLIC HEALTH RESEARCH AND DEVELOPMENT*, 5(2), 270.
- Pamungkas, A. C., Okta, A. N., Mubarak, A. F., Kusuma, A. A., & Wicaksana, F. F. (2025). Potensi Limbah Rumen Sapi dari Rumah Potong Hewan sebagai Pupuk Organik untuk Tanaman: Review. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)*, 9(2), 431–443.
- Prihatin, S., & Sugiharto, A. (2021). Pengaruh Variasi Dosis Kapur Terhadap Penurunan Kadar COD dan Fosfat Pada Limbah Usaha Laundry. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 4(2), 58–63.
- Ramadhani, A., & Purnama, V. (2022). Analysis of BOD (Biological Oxygen Demand) and COD (Chemical Oxygen Demand) In the Batang Masumai River Water, Merangin Regency at the UPTD Laboratory of the

- Environmental Service. *IJCR (Indonesian Journal of Chemical Research)*, 7(2), 36–43.
- Larasati, D., & Putri, F. M. S. (2023). *Skrining Fitokimia dan Penentuan Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol Limbah Kulit Pisang (Musa acuminata Colla)*. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 9(1), 125–131.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014. *Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/ Atau Kegiatan Rumah Pemotongan Hewan*.
- Safitri, N., Jawwad, M, A, S. (2025). Perencanaan Sistem Penyaluran dan Pengolahan Air Limbah Domestik Industri Produksi Bahan Kimia PT X Jawa Timur. *Globe*, 3(1), 39-50.
- Santoso, B. S., Hersugondo, Kepirianto, C., & Sa'adah, A. A. (2024). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Menjadi Produk Tepung Kaya Gizi dan Bernilai Jual. *Jurnal Abdimas PHB*, 1.
- Sari, E. D. A., Moelyaningrum, A. D., & Ningrum, P.T. (2018). Liquid Waste Content Based on Chemical Parameters at Animal Slaughterhouse's Inlet and Outlet (Study at Sloughtherhouse X Jember District). *Journal of Healt Science and Prevention*, 2(2), 88-94.
- Sinaga, K., Hasbi, M., & Purwanto, E. (2021). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Asal Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH). *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 9(1), 49–55.
- Suciana, I., Utomo, K. P., & Pramadita, S. (2023). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Potong Ayam PD.X. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 7(1), 37–48.
- Wulandari, D. T., Prihatini, N. S., & Nilawati, RD. I. N. (2022). Penyisihan COD Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan Martapura Dengan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Horizontal Bawah Permukaan Menggunakan Tanaman Cyperus Alternifolius dan Canna Indica. *Jurnal Reka Lingkungan*, 10(2), 125–134.
- Yunadi, M. (2025). *Pemanfaatan Ekstrak Biji Flamboyan (Delonix regia) Sebagai Biokoagulan Terhadap Penurunan Parameter Pencemar Pada Air Limbah RPH*. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Lampiran Perhitungan Parameter TSS Air Limbah RPH

1. Rumus perhitungan nilai TSS adalah:

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

Keterangan:

A = berat kertas saring + residu kering (mg)

B = berat kertas saring (mg)

a. Sampel air limbah RPH sebelum dilakukan koagulasi-flokulasi:

$$\begin{aligned}\text{TSS (mg/l)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{V \text{ sampel (mL)}} \\ &= \frac{(1,2251 - 1,2054) \times 1000}{100} \\ &= 197\end{aligned}$$

b. Sampel air limbah RPH sesudah dilakukan koagulasi-flokulasi:

- Perlakuan dengan dosis 0 mL

$$\begin{aligned}\text{TSS (mg/l)} &= \frac{(0,2808 - 0,2784) \times 1000}{100} \\ &= 24 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

- Perlakuan dengan konsnetrasi 0,1%

- Dosis 5 mL

$$\begin{aligned}\text{TSS (mg/l)} &= \frac{(0,2892 - 0,2876) \times 1000}{100} \\ &= 16 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

- Dosis 10 mL

$$\begin{aligned}\text{TSS (mg/l)} &= \frac{(0,2828 - 0,2798) \times 1000}{100} \\ &= 3 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

- Dosis 15 mL

$$\begin{aligned}\text{TSS (mg/l)} &= \frac{(0,2860 - 0,2851) \times 1000}{100} \\ &= 9 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

- Dosis 20 mL

$$\begin{aligned}\text{TSS (mg/l)} &= \frac{(0,2823 - 0,2814) \times 1000}{100} \\ &= 9 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

- **Perlakuan dengan konsnetrasi 0,2%**

- Dosis 5 mL

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(0,2849 - 0,2818) \times 1000}{100}$$

$$= 31 \text{ mg/L}$$

- Dosis 10 mL

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(0,2797 - 0,2788) \times 1000}{100}$$

$$= 9 \text{ mg/L}$$

- Dosis 15 mL

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(0,2860 - 0,2839) \times 1000}{100}$$

$$= 21 \text{ mg/L}$$

- Dosis 20 mL

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(0,2977 - 0,2884) \times 1000}{100}$$

$$= 93 \text{ mg/L}$$

- **Perlakuan dengan konsnetrasi 0,3%**

- Dosis 5 mL

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(0,2854 - 0,2812) \times 1000}{100}$$

$$= 42 \text{ mg/L}$$

- Dosis 10 mL

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(0,2849 - 0,2833) \times 1000}{100}$$

$$= 16 \text{ mg/L}$$

- Dosis 15 mL

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(0,2857 - 0,2841) \times 1000}{100}$$

$$= 16 \text{ mg/L}$$

- Dosis 20 mL

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(0,2833 - 0,2820) \times 1000}{100}$$

$$= 13 \text{ mg/L}$$

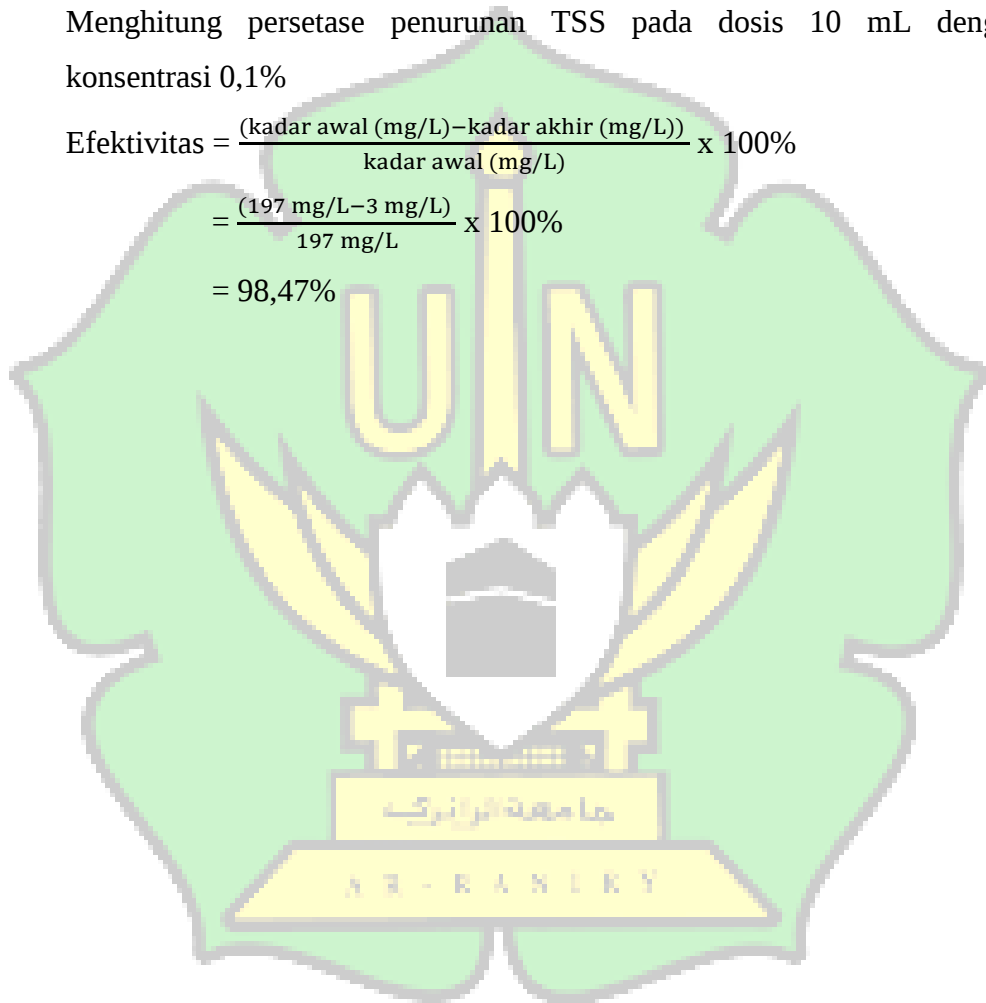
Lampiran 2: Perhitungan Efektivitas Penurunan Parameter COD dan TSS

- Menghitung persentase penurunan COD pada dosis 20 mL dengan konsentrasi 0,1%

$$\begin{aligned}\text{Efektivitas} &= \frac{(\text{kadar awal (mg/L)} - \text{kadar akhir (mg/L)})}{\text{kadar awal (mg/L)}} \times 100\% \\ &= \frac{(3.705 \text{ mg/L} - 676 \text{ mg/L})}{3.705 \text{ mg/L}} \times 100\% \\ &= 81,75\%\end{aligned}$$

- Menghitung persentase penurunan TSS pada dosis 10 mL dengan konsentrasi 0,1%

$$\begin{aligned}\text{Efektivitas} &= \frac{(\text{kadar awal (mg/L)} - \text{kadar akhir (mg/L)})}{\text{kadar awal (mg/L)}} \times 100\% \\ &= \frac{(197 \text{ mg/L} - 3 \text{ mg/L})}{197 \text{ mg/L}} \times 100\% \\ &= 98,47\%\end{aligned}$$



Lampiran 3: Dokumentasi Eksperimen

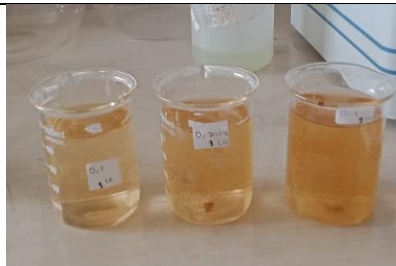
 Pengambilan air limbah RPH	 Air limbah RPH
 Pengujian COD	 Pengujian pH
 Proses pengadukan lambat 30 rpm	 Proses pengadukan cepat 120 rpm
 Proses pengendapan setelah koagulasi flokulasi	 Pengeringan kulit buah pisang kepok



Proses pengendapan ekstrak



Penimbangan bubuk kulit buah pisang kepok



Ekstrak kulit buah pisang kepok dengan berbagai konsentrasi



Penimbangan kertas saring

