

**PEMANFAATAN KULIT SINGKONG (*Manihot esculenta*)  
SEBAGAI BIOKOAGULAN DALAM MENURUNKAN  
PARAMETER COD DAN TSS DARI LIMBAH CAIR RUMAH  
POTONG HEWAN (RPH)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh:**

**A'YUNA YASRAH  
NIM. 180702130  
Mahasiswa Fakultas Sains Dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**



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

**LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

**PEMANFAATAN KULIT SINGKONG (*Manihot esculenta*) SEBAGAI  
BIOKOAGULAN DALAM MENURUNKAN PARAMETER COD DAN TSS  
DARI LIMBAH CAIR 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:  
**A'yuna Yasrah**  
**NIM. 180702130**

Mahasiswa Prog Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Banda Aceh, 15 Desember 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

  
Arief Rahman, M.T

NIDN. 2010038901

  
Teuku Muhammad Ashari, M.Sc

NIDN. 2002028301

UIN  
AR - RANIRY

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 TUGAS AKHIR

### PEMANFAATAN KULIT SINGKONG (*Manihot esculenta*) SEBAGAI BIOKOAGULAN DALAM MENURUNKAN PARAMETER COD DAN TSS DARI LIMBAH CAIR RUMAH POTONG HEWAN (RPH)

#### TUGAS AKHIR

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

Pada Hari/Tanggal: Rabu, 28 Desember 2022  
4 Jumadil Akhir 1444  
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,

Sekretaris ,

  
Arief Rahman, M.T  
NIDN. 2010038901

  
Teuku Muhammad Ashari, M.Sc  
NIDN. 2002028301

Penguji I

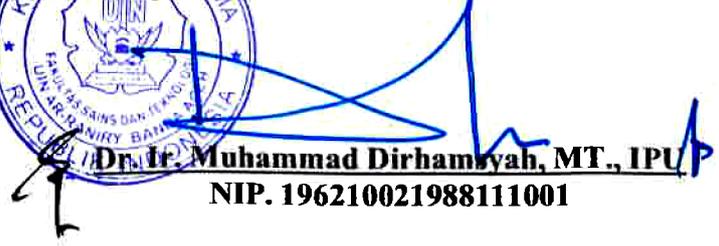
Penguji II,

  
Bhayu Gita Bhernama, M.Si  
NIDN.2023018901

  
Aulia Rohendi, M. Sc  
NIDN. 2010048202

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



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

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : A'yuna Yasrah  
NIM : 180702130  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Kulit Singkong (*Manihot Esculenta*) Sebagai Biokoagulan Dalam Menurunkan Parameter COD dan TSS Dari Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH)

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

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

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat 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, 28 Desember 2022

Yang Menyatakan



A'yuna Yasrah  
NIM. 180702130

## ABSTRAK

Nama : A'yuna Yasrah  
Nim : 180702130  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Pemanfaatan Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) Sebagai Biokoagulan Dalam Menurunkan Parameter COD Dan TSS Dari Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH)  
Tanggal Sidang : 28 Desember 2022  
Jumlah Halaman : 67  
Pembimbing I : Arief Rahman, M.T.  
Pembimbing II : Teuku Muhammad Ashari, M. Sc  
Kata Kunci : Limbah Cair RPH, Bikoagulan, Kulit Singkong, Koagulasi - Flokulasi, Dosis Optimum

Limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH) mengandung bahan organik yang tinggi sehingga, jika dibuang langsung bisa menjadi pencemaran lingkungan. Salah satu teknik pengolahan air limbah adalah metode koagulasi-flokulasi. Pada penelitian ini bahan koagulan alami yang digunakan berasal dari limbah yang tidak dimanfaatkan lagi, yaitu kulit singkong. Kulit singkong memiliki berbagai macam kandungan zat kimia yang dapat membantu proses pengolahan air dalam koagulasi-flokulasi seperti senyawa protein. Penelitian bertujuan untuk dapat mengetahui efektivitas dan dosis optimum biokoagulan kulit singkong dalam penyisihan parameter pH, COD, TSS, dan kekeruhan pada limbah cair RPH dengan variasi dosis koagulan yang digunakan adalah 0; 1,5; 3; 4,5; dan 6 (g/L) dengan kecepatan pengadukan cepat 120 rpm selama 2 menit, dan kecepatan pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit, serta waktu pengendapan 60 menit. Berdasarkan hasil penelitian parameter pH masih berada pada kadar pH netral (6-9) dan masih memenuhi syarat baku mutu limbah RPH, penurunan kadar COD paling optimum terjadi pada konsentrasi 6 g/L sebesar 373 mg/L dengan persentase penurunan 71%, sedangkan penurunan kadar TSS paling optimum terjadi pada konsentrasi 3 g/L sebesar 230 mg/L dengan persentase penurunan 50%, dan penurunan kadar kekeruhan paling optimum berada pada konsentrasi 4,5 g/L sebesar 127 mg/L dengan persentase penurunan 67%. Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa biokoagulan dari kulit singkong efektif dalam menurunkan parameter COD,

## **ABSTRACT**

*Name* : A'yuna Yasrah  
*Student ID Number* : 180702130  
*Department* : Environmental Engineering  
*Title* : Utilization of Cassava Skin (*Manihot esculenta*) As a Biocoagulant to Reduce COD and TSS Parameters from Slaughterhouse Wastewater (RPH)  
*Date of Session* : 28 Desember 2022  
*Number of Pages* : 67  
*Advisor I* : Arief Rahman, M.T.  
*Advisor II* : Teuku Muhammad Ashari, M. Sc  
*Keywords* : RPH Wastewater, Biocoagulant, Cassava Peel, Coagulation - Flocculation, Optimum Dose

Slaughterhouse wastewater (RPH) contains high organic matter, so if thrown away directly, environmental pollution occurs. One technique for wastewater treatment is a method of coagulation-flocculation. This study uses the coagulant material derived from waste that is no longer used, namely cassava peel. Cassava peel has a wide range of chemical substances that can assist the water treatment process in coagulation-flocculation such as protein compounds. The study aimed to determine the effectiveness and optimum dosage of cassava peel bio coagulants in the parameter allowance pH, COD, TSS, and Turbidity in RPH wastewater with variations in coagulant doses used were 0; 1.5; 3; 4.5; and 6 (g/L) with a faststirring speed of 120 rpm for 2 minutes, and a slow stirring speed of 30 rpm for 30 minutes, and the time deposition 60 minutes. Based on the research results the pH parameter is still at neutral pH levels (6-9) and still meets the RPH waste quality standard requirements, decline The most optimum COD level occurred at a concentration of 6 g/L of 373 mg/L with a percentage decrease of 71%, whereas decline the most optimum TSS levels occurred at a concentration of 3 g/L of 230 mg /L with a percentage decrease 50 %, and decrease rate turbidity the most optimum is at a concentration of 4.5 g/L of 127 mg /L with a percentage decrease of 67 %. The results of the research,we can conclude that biocoagulant from cassava peel are effective to reduce parameters COD, TSS and Turbidity.

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah* penulis panjatkan atas syukur pada Allah Swt. Karena dengan rahmat dan izin Allah, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Pemanfaatan Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) Sebagai Biokoagulan Dalam Menurunkan Parameter COD Dan TSS dari Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH)”**. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. *Shalawat* serta *salam* penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad saw. Keluarga, sahabat serta para pengikut pada jalan Allah.

Terima kasih kepada kedua Orang tua yaitu Ayahanda Zulkifli Salam dan Ibunda Najmi Suraiya beserta keluarga yang telah memberikan dukungan, semangat, doa dan keridhaan dari kedua orang tua hingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Terima kasih juga untuk orang tua yang telah memberikan segala kebutuhan dan memberikan kasih sayang sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari doa, dukungan, bantuan, bimbingan, dan semangat yang diberikan dari berbagai pihak baik berupa moril maupun materil. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Bapak Arief Rahman S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan arahan serta semangat kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir dari awal hingga akhir. Terima kasih untuk segala pembelajaran dan motivasi yang diberikan baik saat perkuliahan maupun selama bimbingan yang menjadi penyemangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini, semoga bapak selalu dilimpahkan kesehatan, kemudahan dan

selalu dalam lindungan-Nya. Rasa hormat dan bangga peneliti bisa berkesempatan menjadi mahasiswa bimbingan bapak.

4. Bapak Teuku Muhammad Ashari, S.T., M.Sc. selaku Dosen Penasehat Akademik sekaligus dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan arahan serta semangat kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir dari awal hingga akhir. Terima kasih untuk segala pembelajaran dan motivasi yang diberikan baik saat perkuliahan maupun selama bimbingan yang menjadi penyemangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini, semoga bapak selalu dilimpahkan kesehatan, kemudahan dan selalu dalam lindungan-Nya. Rasa hormat dan bangga peneliti bisa berkesempatan menjadi mahasiswa bimbingan bapak.
5. Terimakasih tak terhingga kepada Mira Ulfa, S.T, Riska Rahmayani, Ulfa Kinanti, yang sudah kebersamai dari awal perkuliahan hingga kita sama-sama meraih gelar dan sudah mau mendengarkan keluh kesah selama perkuliahan yang banyak nangisnya ini meski tetap hahaha dan segala kerandoman kalian yang sedikit menghibur saat penat.
6. Terimakasih juga kepada Nadia shahira, M. Saifan alief, Zakirul Rahman, S.T, Agus munandar Asyraful Anam dan kawan-kawan lainnya dari Teknik Lingkunga 2018 yang sudah mewarnai hari- hari selama masa perkuliahan.
7. Terimakasih kepada Sulfida Hidayati dan Zia Fahira sahabat dari SMA yang selalu menyemangati meski tak sering berkabar.
8. Semua pihak yang sudah memberi banyak bantuan dan dukungan penuh baik secara material, moral, kritik, saran dan masukan yang sifatnya membangun dalam kelengkapan penyusunan Tugas Akhir ini sampai selesai.

Peneliti berharap tugas akhir ini dapat membawa dampak positif bagi para pembaca, karena didalam tugas akhir ini memuat pembelajaran yang peneliti dapatkan selama penelitian berlangsung. Peneliti menyadari bahwa tugas akhir ini belum sempurna sebagaimana yang diharapkan. Dalam hal ini peneliti tidak menutup diri untuk menerima kritik dan saran yang sekiranya dapat menjadi

pembelajaran bagi peneliti untuk berkembang menjadi lebih baik lagi. Akhir kata peneliti ucapkan terima kasih.

Banda Aceh, 4 Desember 2022

Penulis

A'yuna Yasrah  
180702130



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	5
1.5. Batasan Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1. Limbah Cair .....	6
2.1.1. Pengertian Limbah Cair .....	6
2.1.2. Sumber Limbah Cair .....	6
2.1.3. Karakteristik Limbah Cair.....	7
2.2. Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH).....	9
2.2.1. Baku Mutu Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH) .....	11
2.2.2. Dampak Limbah Cair .....	11
2.3. Parameter Analisis .....	12
2.3.1. <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	12
2.3.2. <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) .....	13
2.3.3. Kekeruhan (Turbiditas) .....	13
2.4. Koagulasi Dan Flokulasi.....	13

2.4.1. Mekanisme Koagulasi dan Flokulasi .....	15
2.4.2. Faktor Yang Mempengaruhi Proses Koagulasi dan Flokulasi .....	15
2.5. Koagulan Alami .....	17
2.6. Singkong (Manihot esculenta) .....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Tahapan Pendahuluan .....	21
3.2. Waktu Dan Tempat Penelitian .....	23
3.3. Variabel Penelitian.....	23
3.3.1. Variabel Bebas .....	23
3.3.2. Variabel Terikat.....	23
3.4. Alat dan Bahan.....	24
3.4.1. Alat-alat Yang Digunakan.....	24
3.4.2. Bahan Yang Digunakan .....	24
3.5. Pengambilan Sampel.....	24
3.5.1. Lokasi Pengambilan Sampel .....	24
3.5.2. Cara Pengambilan Sampel .....	25
3.6. Pengujian Sampel .....	25
3.6.1. Pengujian pH .....	25
3.6.2. Pengujian Kekeruhan .....	25
3.6.3. Pengukuran Kadar COD.....	26
3.6.4. Pengukuran Kadar TSS .....	27
3.7. Proses Koagulasi -flokulasi .....	27
3.7.1. Persiapan Biokoagulan .....	27
3.7.2. Proses pengolahan Biokoagulan.....	28
3.8. Analisis data.....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>

4.1. Pengaruh Dosis Biokoagulan Terhadap Perubahan Nilai pH Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan .....	31
4.2. Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Penurunan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH).....	33
4.3. Pengaruh Dosis Biokoagulan Terhadap Penurunan Konsentrasi <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH).....	35
4.4. Pengaruh Dosis Biokoagulan Terhadap Penurunan Konsentrasi Kekeruhan Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH).....	38
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>42</b>
5.1. Kesimpulan .....	42
5.2. Saran .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN A</b> .....	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN B</b> .....	<b>51</b>

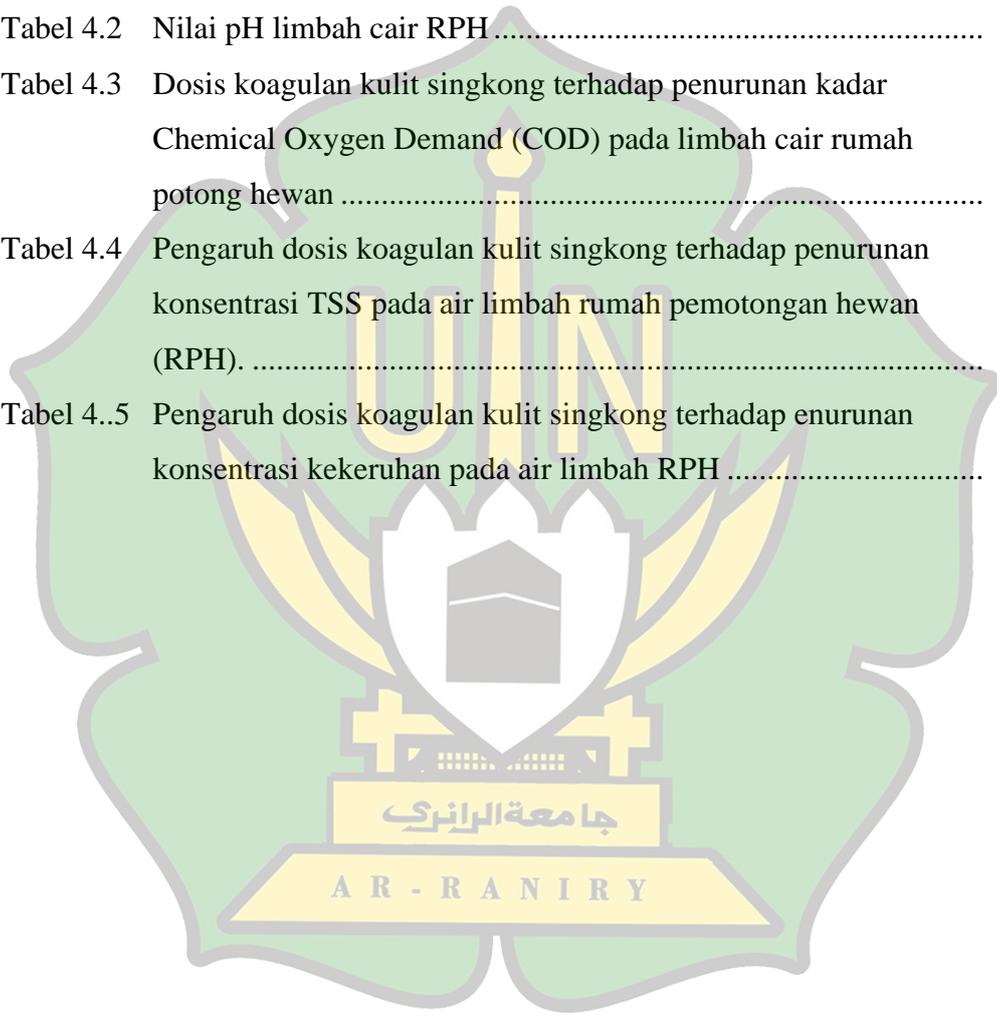


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kulit Singkong.....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian.....	24
Gambar 4.1 Grafik hubungan dosis koagulan kulit singkong terhadap perubahan nilai pH.....	32
Gambar 4.2 Grafik hubungan dosis koagulan kulit singkong terhadap penurunan kadar COD mg/L.....	34
Gambar 4.3 Grafik hubungan dosis koagulan kulit singkong terhadap efisiensi penurunan konsentrasi COD.....	34
Gambar 4.4 Grafik hubungan dosis koagulan kulit singkong terhadap penurunan kadar TSS mg/L.....	37
Gambar 4.5 Grafik hubungan dosis koagulan kulit singkong terhadap efisiensi penurunan kadar TSS.....	37
Gambar 4.6 Grafik hubungan dosis koagulan kulit singkong terhadap penurunan kadar Kekeruhan.....	39
Gambar 4.7 Grafik hubungan dosis koagulan kulit singkong terhadap efisiensi penurunan kekeruhan.....	40

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Rumah Pemotongan Hewan.....	11
Tabel 3.1	Desain Eksperimen Penelitian.....	29
Tabel 4.1	Hasil Uji Awal Parameter Limbah Cair RPH .....	30
Tabel 4.2	Nilai pH limbah cair RPH .....	31
Tabel 4.3	Dosis koagulan kulit singkong terhadap penurunan kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada limbah cair rumah potong hewan .....	33
Tabel 4.4	Pengaruh dosis koagulan kulit singkong terhadap penurunan konsentrasi TSS pada air limbah rumah pemotongan hewan (RPH). .....	36
Tabel 4.5	Pengaruh dosis koagulan kulit singkong terhadap penurunan konsentrasi kekeruhan pada air limbah RPH .....	38



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seiring bertambahnya kebutuhan masyarakat terhadap produk hasil peternakan berupa pangan yang berasal dari hewan, dari usaha pemotongan di Rumah Potong Hewan (RPH) menghasilkan produk berupa daging sapi (Renova, 2021). Begitu juga peningkatan kebutuhan daging di Indonesia berbanding lurus dengan meningkatnya populasi penduduk, sehingga mengakibatkan angka pemotongan hewan ternak meningkat. Setiap tahun terjadi peningkatan produksi daging di RPH menurut data statistik Provinsi Aceh (BPS Aceh, 2022), penyembelihan ternak sapi terus meningkat setiap tahun dengan jumlah yang mencapai 12.245 ekor pada tahun 2019, pada tahun 2020 mengalami penurunan akibat Covid-19 menjadi 10.272 ekor, pada tahun 2021 mengalami peningkatan menjadi 10.780 ekor sehingga peningkatan terhadap limbah cair yang dihasilkan juga meningkat, hal ini bisa berdampak pada kerusakan juga kualitas lingkungan perairan, sehingga perlunya pengolahan atau subsidi energi baik dari dalam maupun luar (Farahdiba, 2019).

Limbah cair RPH merupakan hasil dari aktivitas pemotongan hewan di RPH seperti limbah yang sangat *biodegradable* terdiri dari darah, sisa-sisa pencernaan, urin, feses dan zat kontaminan lainnya hasil dari proses pembersihan. Jika limbah tidak diolah maka limbah tersebut akan menjadi media pertumbuhan bagi mikroba sehingga terjadi pembusukan (Rizky M, 2015). Kandungan dari air limbah RPH berupa larutan protein, darah, lemak dan padatan tersuspensi sehingga menghasilkan bahan organik dan nutrisi dalam jumlah besar, banyaknya jenis variasi residu yang terlarut akan memberikan efek pencemaran badan air dan sungai (Aini dkk., 2017).

Parameter fisika, kimia, dan biologi dari limbah cair RPH peraturan yang berlaku sehingga berbahaya bagi lingkungan, kehidupan akuatik, dan kesehatan manusia (Lubis dkk., 2018). Air limbah yang dihasilkan dari kegiatan di RPH

harus melalui proses pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan agar tidak menyebabkan pencemaran. Secara umum, pengolahan air limbah industri dapat dibagi menjadi pengolahan fisik, biologi dan kimia. Sering kali pemilik perusahaan memilih perlakuan yang mudah dan murah dalam pengolahan limbah tanpa menghabiskan biaya produksi (Pratiwi dkk., 2019).

Pada penelitian ini digunakan metode pengolahan yang sangat umum yaitu koagulasi-flokulasi yang termasuk dalam pengolahan fisik kimia dengan memanfaatkan bahan alami dalam pengolahan limbah cair RPH (Meicahayanti dkk., 2018). Koagulan adalah zat yang digunakan untuk menghilangkan warna dan kekeruhan dari air baku, koagulan juga memiliki 2 jenis pemakaian untuk mengolah limbah yaitu koagulan alami dan kimia, contoh dari koagulan kimia yaitu Aluminium sulfat  $Al_2(SO_4)_3$ , *Poly Aluminium Chloride* (PAC), *ferric sulfate*, *ferro sulfat* ( $Fe Cl_3$ ) (Yusianidha, 2015), sedangkan koagulan alami adalah koagulan aktif yang berasal dari bahan alami, bahan aktifnya dapat dikelompokkan sebagai polifenol, protein dan polisakarida. Koagulan alami mempunyai beberapa kelebihan yaitu koagulan alami biaya lebih murah, bahan baku mudah didapatkan, *biodegradable*, toksisitas rendah dan lumpur yang dihasilkan tidak tergolong limbah B3 (Kristianto dkk., 2020).

Penggunaan koagulan alami banyak dimanfaatkan dalam menghilangkan kekeruhan dalam air misalnya *Moringa Oleifera*, *Delicious Lablab*, *Samanea Saman*. *Delicious Lablab* mampu menurunkan nilai BOD dan TSS pada limbah cair RPH dengan variasi konsentrasi koagulan sebanyak 20 g/L memiliki nilai persentase berturut-turut yaitu 63,39% dan 80,61% (Yusianidha, 2015). *Samanea Saman* mampu menurunkan nilai BOD dan TSS pada limbah cair RPH pada kombinasi terbaik dengan variasi konsentrasi koagulan yaitu 30 g/L dengan lama pengendapan 140 menit menghasilkan persentase penurunan BOD 83,42 % dan TSS 91,58% (Handayani, 2015).

Singkong (*Manihot esculenta*) merupakan tanaman yang dapat tumbuh sepanjang tahun di daerah tropis dan mampu beradaptasi dalam segala macam kondisi tanah (Ariyani dkk., 2017). Kulit singkong merupakan limbah padat yang keberadaannya melimpah dan masih belum digunakan secara maksimal di

Indonesia (Pratiwi dkk., 2019), kulit singkong yang dihasilkan dari pengolahan singkong seperti pembuatan keripik singkong dari hasil industri rumah tangga maupun dari pengolahan singkong lainnya. Kulit singkong memiliki persentase sekitar kurang lebih 20% dari total umbinya sehingga dapat menghasilkan 0,2 kg kulit singkong dari per kg umbinya (Maulida dkk., 2015). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Republik Indonesia produksi ubi kayu (singkong) pada tahun 2018 di Indonesia adalah 19 ton (BPS, 2018).

Kulit singkong memiliki kandungan zat kimia dalam kulit singkong yaitu protein 8,11 gram, serat kasar 15,2 gram, pektin 0,22 gram, lemak 1,29 gram, dan kalsium 0,63 gram (Ariyani dkk., 2017). Kulit singkong juga memiliki kandungan polisakarida dan protein sehingga dapat dimanfaatkan sebagai biokoagulan yang ramah lingkungan (Kristianto dkk., 2020).

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tentang kulit singkong sebagai koagulan yang mampu menyisihkan kekeruhan dengan konsentrasi 15% pada air sumur gali dengan hasil penurunan kadar kekeruhan terendah yaitu 0.69 NTU (Imamah, 2021). Ekstrak kulit singkong 448,58 mg/L selama 43,23 menit pada pH 6,0 mampu mengolah air limbah domestik dengan laju penyisihan yang terjadi untuk setiap parameter adalah 60,19 % untuk kekeruhan, 57,79 % untuk TSS, dan 30,19 % untuk COD (Kumar dkk., 2021). Kulit singkong mampu mengolah limbah zat warna dengan mendekolorisasi *malachite green* pada kondisi pH 10, konsentrasi koagulan dalam waktu kontak selama 24 jam sebanyak 72,90%; *remazol blue* pada kondisi pH 10, konsentrasi koagulan dengan waktu kontak selama 48 jam sebanyak 43,84%; dan *indigosol violet* pada kondisi pH 4, konsentrasi koagulan dengan waktu kontak selama 24 jam sebanyak 76,02% (Pratiwi dkk., 2019).

Berdasarkan observasi pendahuluan sampel limbah cair rumah potong hewan UPTD RPH di Lambaro, Kec. Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar Air buangan dari proses pemotongan hewan dibuang langsung ke drainase tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu dan dari hasil uji pendahuluan yang dilakukan pada tahun 2022 menunjukkan limbah cair RPH tersebut memiliki nilai pH 7.8, COD 707 mg/L, dan TSS 248 mg/L, hasil tersebut menunjukkan nilai parameter

COD dan TSS melewati baku mutu yang tertera di PERMEN LH RI Nomor 5 Tahun 2014.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian efektivitas menurunkan parameter pencemar COD, TSS dan juga parameter tambahan yaitu kekeruhan, dan pH dengan menggunakan kulit singkong sebagai alternatif biokoagulan yang dapat menggantikan koagulan kimia. Pemanfaatan bahan baku yang berasal dari alam yang mudah didapatkan, diharapkan dari hasil pengolahan ini konsentrasi polutan pencemaran pada limbah cair Rumah Potong Hewan dapat berkurang, sehingga jika dibuang ke lingkungan tidak menyebabkan pencemaran pada lingkungan.

### 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah efektivitas kulit singkong (*Manihot esculenta*) sebagai biokoagulan dalam menurunkan kadar pH, COD, TSS dan Kekeruhan pada Pengolahan Limbah Cair RPH?
2. Berapakah dosis optimum kulit singkong (*Manihot esculenta*) dalam menurunkan kadar pH, COD, TSS dan Kekeruhan, pada pengolahan limbah cair RPH?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, Penelitian bertujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui efektivitas kulit singkong (*Manihot esculenta*) sebagai biokoagulan dalam menurunkan kadar pH, COD, TSS dan Kekeruhan pada Pengolahan Limbah Cair RPH
2. Mengetahui dosis optimum kulit singkong (*Manihot esculenta*) dalam menurunkan kadar pH, COD, TSS dan Kekeruhan pada pengolahan limbah cair RPH

#### 1.4. Manfaat Penelitian

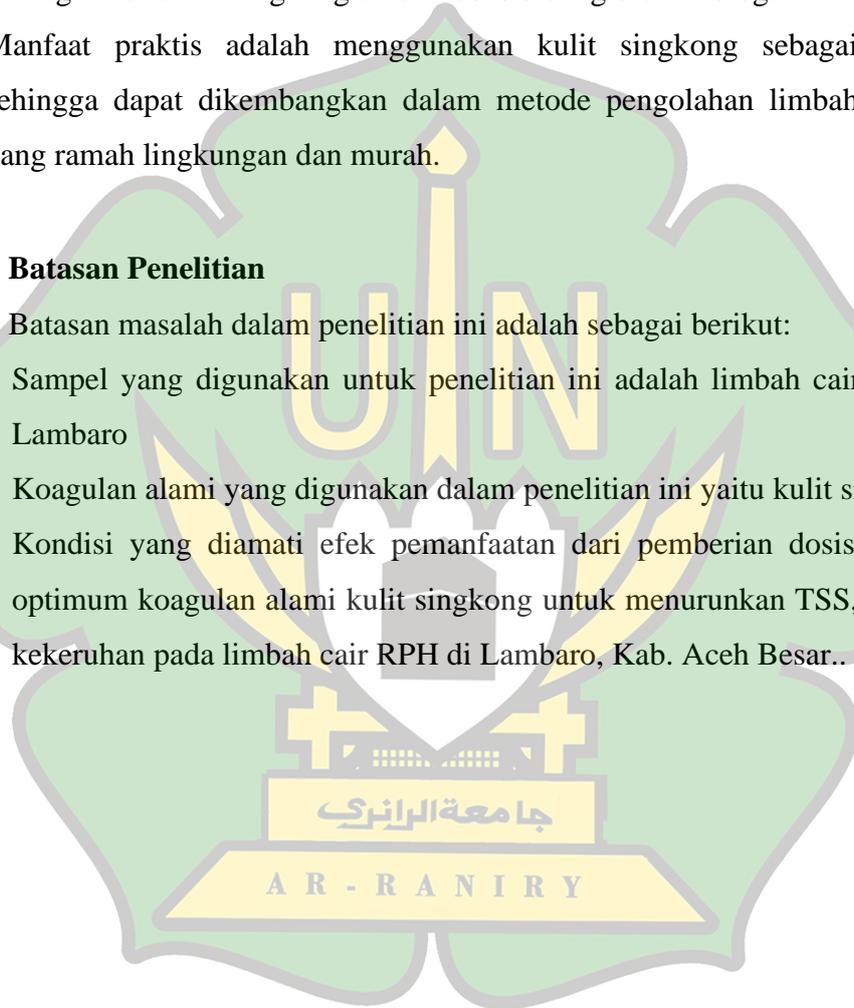
Manfaat dari penelitian ini dapat dibagi 2 yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis sebagai berikut:

1. Manfaat teoritis yaitu manfaat dari pengembangan keilmuan untuk menambah pengetahuan atau kajian ilmiah bagi para akademisi yang sedang mempelajari bidang ilmu teknik lingkungan terkhusus bidang bioteknologi.
2. Manfaat praktis adalah menggunakan kulit singkong sebagai koagulan sehingga dapat dikembangkan dalam metode pengolahan limbah cair RPH yang ramah lingkungan dan murah.

#### 1.5. Batasan Penelitian

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan untuk penelitian ini adalah limbah cair dari RPH Lambaro
2. Koagulan alami yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kulit singkong
3. Kondisi yang diamati efek pemanfaatan dari pemberian dosis dan dosis optimum koagulan alami kulit singkong untuk menurunkan TSS, COD, dan kekeruhan pada limbah cair RPH di Lambaro, Kab. Aceh Besar..



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Limbah Cair**

##### **2.1.1 Pengertian Limbah Cair**

Limbah cair adalah sisa dari suatu aktivitas dan/atau usaha yang berbentuk cair (Permen LH, 2014). Limbah cair adalah zat berbentuk cair yang dibuang biasanya mengandung zat kimia yang sulit untuk terurai dan berbahaya. Maka, limbah cair tersebut harus diolah agar tidak mencemari dan tidak membahayakan kesehatan lingkungan, air limbah yaitu air yang berasal dari suatu daerah pemukiman, perkantoran dan industri yang telah dipergunakan untuk berbagai keperluan, harus dikumpulkan dan dibuang untuk menjaga lingkungan hidup yang sehat dan baik (Khaliq, 2015).

##### **2.1.2. Sumber Limbah Cair**

Limbah cair bisa bersumber dari manapun baik dari aktivitas manusia maupun aktivitas alam sebagai berikut (Sari dkk., 2018):

a. **Aktivitas Manusia**

Banyaknya aktivitas dan jenis kegiatan manusia mampu menyebabkan limbah cair yang dihasilkan beragam. Diantara jenis kegiatan/aktivitas manusia yang menghasilkan limbah cair yaitu:

- **Aktivitas Bidang Perdagangan**
- **Aktivitas Bidang Perkantoran**
- **Aktivitas Domestik/Rumah Tangga**
- **Aktivitas Perindustrian**
- **Aktivitas Pelayanan Jasa**
- **Aktivitas Pertanian**

b. **Aktivitas Alam**

Limbah cair yang berasal dari aktivitas alam yaitu hujan karena, air hujan yang jatuh ke bumi 30% nya merembes ke tanah, air rembesan tersebut menjadi air permukaan yang mengalir ke sanitasi atau jika hujan terjadi dalam waktu yang lama

dengan intensitas tinggi menyebabkan saluran air hujan meluap karena melebihi kapasitas yang dapat menyebabkan banjir. Oleh karena itu, air hujan atau air luapan perlu diperhitungkan dalam perencanaan sistem saluran limbah cair, agar mampu menghindar dari hal-hal yang tidak diinginkan dari air hujan baik bagi lingkungan maupun manusia.

### 2.1.3 Karakteristik Limbah Cair

Karakteristik limbah cair dapat dilihat dari beberapa parameter kualitas limbah cair. Berikut pembagian karakteristik limbah cair:

- Karakteristik fisik

- a. Padatan (*solid*)

Padatan ini terdiri dari padatan organik dan anorganik yang dapat mengendap, larut, atau tersuspensi. Material yang akhirnya terendap di dasar perairan sehingga menimbulkan endapan lumpur di dasar daerah penerima.

- b. Bau

Bau air limbah dipengaruhi oleh bahan kimia, alga, plankton, atau sumber lainnya seperti flora dan fauna di air yang hidup atau mati dapat menimbulkan bau.

- c. Warna

Kebersihan limbah dapat ditunjukkan oleh warna, contohnya warna hitam pada limbah cair itu menunjukkan telah terjadi pencemaran. Warna dapat diukur menggunakan *true color*. Standar warna sebagai perbandingan yang digunakan yaitu standar Pt-Co, dan satuan warna yang diterapkan yaitu satuan Hazen.

- d. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS yaitu padatan terlarut hasil penyaringan, terdiri dari partikel koloid, yang pengendapannya secara gravitasi..

- e. Total padatan terlarut (*Total Dissolved Solids*)

TDS yaitu total dari padatan yang tersusun dari bahan anorganik dan Sebagian kecil dari bahan organik lain yang larut dalam air.

f. Temperatur

Tingginya temperatur dari limbah cair disebabkan oleh beberapa faktor seperti pengaruh cuaca, kondisi limbah yang dibuang ke dalam saluran limbah maupun pengaruh kimia dalam limbah cair.

g. Kekeruhan (Turbiditi)

Kekeruhan disebabkan oleh partikel koloid yang melayang dan zat-zat yang terurai menjadi ukuran yang lebih (tersuspensi) oleh binatang, zat-zat organik, tanah, jasad renik, lumpur dan benda-benda lain yang melayang.

- Karakteristik kimia

- a. Parameter organik

1. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

BOD merupakan banyaknya jumlah oksigen yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri aerobik melalui proses biologis secara dekomposisi aerobik. Pemeriksaan BOD merupakan pemeriksaan yang paling sering digunakan dalam pengolahan air limbah untuk menentukan beban pencemar dari hasil buangan sehingga dapat mendesain sistem untuk pengolahan limbah cair secara biologis.

2. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD atau kebutuhan oksigen kimiawi adalah menentukan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi. Hasil analisis COD menunjukkan kandungan senyawa organik yang terdapat dalam pencemaran air yang secara alami dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologi dan mengakibatkan kurangnya oksigen dalam air.

3. Minyak dan lemak

Minyak adalah lemak yang bersifat cair. Keduanya memiliki komponen utama karbon dan hidrogen yang mempunyai sifat tidak larut dalam air. Banyak terkandung pada bahan makanan, hewan, manusia dan bahkan ada dalam tumbuh-tumbuhan sebagai minyak nabati. Sifat lainnya adalah relatif stabil, tidak mudah terdekomposisi oleh bakteri.

## b. Parameter Anorganik

### 1. pH (*Power of Hidrogen*)

pH termasuk parameter penting untuk mengukur kualitas air dan limbah cair, pH memiliki pengaruh yang besar pada proses pengolahan air limbah. Baku mutu air limbah ditentukan yaitu 6-9. Limbah cair sebelum diolah perlunya pemeriksaan pH serta penambahan larutan penyangga, agar dicapai pH optimal.

### 2. $NH_3$ (Amonia)

Merupakan hasil pembakaran asam amino oleh berbagai jenis bakteri aerob dan anaerob. Jika kadar asam amino di dalam air terlalu tinggi karena pembakaran protein tidak berlangsung dengan baik sehingga menghasilkan asam nitrat maka akan menimbulkan pencemaran.

### 3. *Dissolved Oxygen* (DO)

Oksigen terlarut adalah jumlah oksigen yang ada dalam air dan dinyatakan dalam mg/l atau ppm (part per million) pada suhu 25°C. Oksigen terlarut diperlukan oleh mikroorganisme dan makhluk hidup lainnya untuk kehidupannya.

- **Karakteristik Biologi**

Mikroorganisme dan golongan patogen merupakan salah satu parameter yang ada dalam air, sebab pada dasarnya dalam air juga terkandung berjuta-juta bakteri baik yang menguntungkan atau merugikan manusia.

## 2.2. Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH)

Rumah Potong Hewan (RPH) merupakan suatu bangunan atau kompleks bangunan yang didesain dengan konstruksi khusus sehingga mematuhi suatu persyaratan teknis dan higienis yang ditentukan serta digunakan sebagai tempat pemotongan hewan (PERMEN LH, 2006). Selain itu, RPH merupakan penyedia jasa penyediaan daging untuk kebutuhan masyarakat yang menghasilkan limbah cair yang mengandung darah, protein, lemak dan padatan tersuspensi yang menyebabkan tingginya bahan organik. Kadar zat organik (kadar COD)

menyebabkan penurunan jumlah oksigen dalam air dan mempengaruhi kehidupan biota air. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan air limbah cair dengan proses koagulasi flokulasi (Salsabila dkk., 2018).

Limbah yang berasal dari kegiatan di RPH terdiri dari limbah cair dan padat yang sebagian besar berupa limbah organik dengan kandungan protein, lemak dan karbohidrat yang cukup tinggi, sehingga berpotensi sebagai pencemar lingkungan. Limbah padat yaitu limbah yang bisa didaur ulang bisa berupa sampah kertas, plastik, urin, isi perut atau lainnya yang bisa dibuang ke tempat pembuangan sampah (Renova, 2021). Kandungan limbah cair RPH terdiri larutan, lemak, darah, protein dan padatan tersuspensi yang menyebabkan tingginya bahan organik dan nutrisi, tingginya variasi jenis dan residu yang terlarut ini akan memberikan efek mencemari sungai dan badan air (Salsabila, 2018).

Pengolahan limbah yang kurang baik dapat menimbulkan efek negatif terhadap lingkungan. Limbah cair rumah potong hewan menimbulkan risiko biologis bagi manusia dan hewan lain karena adanya patogen, obat-obatan dan bahan kimia beracun yang digunakan untuk pembersihan tanaman (Reilly dkk., 2019). Sehingga, Pengolahan limbah cair yang efektif dan optimal sebelum dialirkan ke badan air sangat diperlukan agar tidak memberikan dampak buruk terhadap kualitas badan air.

Darah merupakan pencemar terbesar yang dihasilkan oleh RPH. Darah dapat meningkatkan kadar COD serta padatan tersuspensi (Sari dkk., 2018). Karakteristik RPH tergantung pada sifat prosesnya. Namun, jenis air limbah ini mengandung polutan organik yang kuat (mengurangi jumlah oksigen terlarut), makropolutan seperti fosfor dan nitrogen (eutrofikasi air), dan mikropolutan seperti virus dan obat-obatan hewan (toksik bagi kehidupan akuatik). Kemudian, indikator utama untuk menilai kualitas RPH adalah *Total Organic Carbon* (TOC), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Total Suspended Solid* (TSS), Total Nitrogen, Dan Total Fosfor (Sandoval & Salazar, 2021).

### 2.2.1. Baku Mutu Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH)

Baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan RPH berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 sebagai berikut:

**Tabel 2.1** Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Rumah Pemotongan Hewan

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
BOD	mg/L	100
COD	mg/L	200
TSS	mg/L	100
Minyak Dan Lemak	mg/L	15
NH <sub>3</sub> -N	mg/L	26
pH	-	6-9

*Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi kegiatan Rumah Pemotongan Hewan (RPH)*

### 2.2.2. Dampak Limbah Cair

Limbah memiliki dampak negatif pada lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Limbah memiliki dampak negatif terhadap manusia dan lingkungan yang dibagi 3 jenis, yaitu (Renova, 2021):

#### a. Dampak Terhadap Kesehatan

Pengolahan lingkungan yang tidak optimal bisa menjadi tempat yang baik bagi untuk tumbuh organisme dan binatang pengganggu seperti: lalat, tikus, vektor lain yang dapat menjangkit penyakit. Potensi bahaya yang ditimbulkan diantaranya penyakit diare, kolera, tifus, jamur kulit dan cacangan.

#### b. Dampak Terhadap Lingkungan

Limbah yang dibiarkan sembarangan akan mengakibatkan terjadinya pembusukan yang dibantu oleh mikroorganisme. Proses pembusukan oleh bakteri anaerob maupun aerob akan menimbulkan gas, timbulnya gas beracun seperti asam sulfat ( $H_2S$ ), Amonia ( $NH_3$ ) dan gas metana, yang jika melebihi nilai ambang batas (50 ppm) dapat mengakibatkan orang menjadi pusing atau mabuk. Selain gas, timbunan limbah dapat merusak permukaan tanah serta kualitas air yang disekitarnya.

#### c. Dampak Terhadap Keadaan Sosial Dan Ekonomi

Pengolahan sampah yang kurang baik akan mengakibatkan rendahnya kesehatan masyarakat. Hal ini akan berdampak pada peningkatan pembiayaan untuk berobat. Selain itu, infrastruktur lain dapat dipengaruhi seperti tingginya biaya pengolahan air, dan jika orang membuang sampah di jalan maka perlu dibersihkan dan diperbaiki.

### 2.3. Parameter Analisis

Beberapa parameter yang diamati dalam pengelolaan kualitas limbah cair Rumah Potong Hewan sebagai berikut:

#### 2.3.1. Chemical Oxygen Demand (COD)

*Chemical Oxygen Demand* (COD) menggunakan oksidan kimia kuat dalam larutan asam dan panas untuk mengoksidasi karbon organik menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$ . Menurut definisi, kebutuhan oksigen kimia adalah “ukuran ekivalen oksigen dari kandungan bahan organik sampel yang rentan terhadap oksidasi oleh oksidan kimia kuat. Merupakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai bahan organik yang terdapat di dalam air supaya teroksidasi melalui reaksi kimia, baik yang dapat dilakukan penguraian secara biologis (*biodegradable*) maupun sulit secara biologis (*non biodegradable*). Hasil uji COD juga dapat digunakan untuk memperkirakan hasil BOD pada sampel yang diberikan. Ada hubungan empiris antara BOD, COD dan TOC. Namun, hubungan khusus harus ditetapkan untuk setiap sampel.

Hubungan antara COD dan BOD adalah bahwa BOD merupakan bagian dari COD. Nilai BOD *ultimate* selalu lebih kecil dari nilai COD, hal ini terjadi dengan beberapa alasan antara lain (Tchobanoglous dkk., 2003):

1. Zat organik banyak yang sulit dioksidasi secara biologis, seperti lignin hanya dapat dioksidasi secara kimiawi.
2. Zat organik tertentu dapat menjadi racun bagi mikroorganisme yang digunakan dalam tes BOD
3. Zat anorganik yang dioksidasi oleh dikromat meningkatkan jumlah kandungan organik.

4. Nilai COD yang tinggi dapat terjadi karena adanya zat anorganik dengan dikromat yang dapat bereaksi. Dari sudut pandangan operasional, salah satu keuntungan utama dari tes COD adalah bahwa hal itu dapat diselesaikan dalam waktu sekitar 3 jam lebih cepat dibandingkan untuk tes BOD yang bisa menghabiskan waktu 5 hari atau lebih.

#### **2.3.2. Total Suspended Solid (TSS)**

*Total Suspended Solid (TSS)*, padatan tersuspensi adalah padatan yang dapat menyebabkan kekeruhan air yang tidak larut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih rendah dari sedimen. Kadar TSS maksimum yang diperbolehkan bagi kegiatan rumah potong hewan adalah 100 mg/L (Permen LH, 2006).

#### **2.3.3. Kekeruhan (Turbiditas)**

Kekeruhan merupakan salah satu parameter analisis yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air baku dengan skala *Nephelometric Turbidity Unit (NTU)*. Kekeruhan disebabkan karena adanya partikel koloid di dalam air (Airun, 2020). Koloid berasal dari zat organik, lumpur, jasad renik, tanah liat dan benda terapung yang tidak langsung menentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan RPH. Kekeruhan pada air limbah dapat disebabkan oleh adanya berbagai macam *suspended solid* yang ada (Sari, 2018).

#### **2.4. Koagulasi Dan Flokulasi**

Koagulasi dan flokulasi adalah serangkaian proses pengolahan air limbah kimia yang dimaksudkan untuk memisahkan bagian padatan tersuspensi dari air. Proses ini mengubah partikel koloid halus yang ada dalam air limbah menjadi partikel besar yang dapat diendapkan dan disaring. Koagulasi dan flokulasi terjadi secara berurutan, memungkinkan tumbukan partikel dan pertumbuhan flok. Ini kemudian diikuti oleh sedimentasi. Jika koagulasi tidak lengkap, langkah flokulasi tidak akan berhasil, dan jika flokulasi tidak lengkap, sedimentasi tidak akan berhasil.

Koagulasi adalah suatu proses dimana suatu koloid atau partikel yang awalnya stabil menjadi tidak stabil karena penambahan koagulan sehingga terjadi ketidakstabilan koloid akibat gaya tarik menarik yang akan membentuk pembuluh mikro (Airun, 2020). Bahan kimia koagulan dengan muatan yang berlawanan dengan padatan tersuspensi ditambahkan ke air untuk menetralkan muatan negatif pada padatan yang tidak dapat mengendap (seperti tanah liat dan zat organik yang menghasilkan warna).

Flokulasi merupakan proses secara fisik, dimana partikel-partikel yang bernetralisasi sebagian atau keseluruhan kontak satu sama lain sehingga membentuk gumpalan yang disebut flok, melalui pengadukan atau melalui aksi pengikatan oleh flok

Unit proses koagulasi-flokulasi biasanya terdiri dari tiga langkah pengolahan yang terpisah yaitu (Kristijarti dkk., 2013):

1. Pada proses pengadukan cepat, bahan-bahan kimia yang sesuai ditambahkan ke dalam aliran air limbah yang kemudian diaduk pada kecepatan tinggi secara intensif.
2. Pada proses pengadukan lambat, air limbah diaduk pada kecepatan sedang supaya membentuk flok-flok besar sehingga mudah diendapkan.
3. Pada proses sedimentasi, flok yang terbentuk selama flokulasi dibiarkan mengendap kemudian dipisahkan dari aliran effluent.

Proses koagulasi flokulasi ini bertujuan untuk menetralkan atau mengurangi muatan negatif pada partikel sehingga memungkinkan terjadi gaya van der Waals untuk mendorong terjadinya penggumpalan koloid dan zat tersuspensi halus membentuk mikroflok. Koagulasi memerlukan bahan kimia yang disebut koagulan dengan pengadukan yang cepat untuk membentuk inti flok. Inti flok yang sudah terbentuk akan saling menggabung menjadi partikel flokulen dalam pengadukan yang lambat, proses ini disebut flokulasi. Koagulasi dan flokulasi yaitu rangkaian proses untuk membentuk partikel flokulen yang nantinya dapat diendapkan secara gravitasi pada bak sedimentasi (Meicahayanti dkk., 2018).

### 2.4.1. Mekanisme Koagulasi dan Flokulasi

Pembentukan flok terjadi dengan cara gaya tarik-menarik material koloid yang mempunyai sifat konstan pada air distabilkan muatannya dengan bantuan bahan koagulan. Proses pengendapan dilakukan dengan cara partikel koloid yang telah membentuk flok disaring dari air limbah. Pembentukan flok dilakukan dengan mencampur bahan koagulan dengan diaduk dengan kecepatan cepat dan diaduk dengan kecepatan lambat.

Menurut Airun (2020) mekanisme kerja dari koagulasi dan flokulasi sebagai berikut:

- a. Terjadi interaksi tolak menolak dan saling berjauhan material koloid pada air limbah yang mempunyai muatan listrik yang sama (contohnya positif) kondisi tersebut dinyatakan konstan.
- b. Pengurangan *repulse* sesama koloid dapat terjadi dikarenakan adanya penambahan ion logam seperti koagulan pada larutan.
- c. Destabilisasi membuat partikel koloid untuk saling mendekat dan membentuk flok berukuran besar. Penggabungan mikroflok membentuk makroflok setelah destabilisasi sehingga akan terjadi proses pengendapan.

### 2.4.2. Faktor Yang Mempengaruhi Proses Koagulasi dan Flokulasi

Di dalam proses koagulasi dan flokulasi terdapat faktor- faktor yang mempengaruhi keberhasilannya diantaranya:

- a. Suhu Air

Suhu air yang rendah mempunyai pengaruh terhadap efisiensi proses koagulasi. Bila suhu air diturunkan, maka besarnya daerah pH yang optimum pada proses koagulasi akan berubah dan merubah pembubuhan dosis koagulan (Rahimah, dkk, 2016)

- b. Jenis Koagulan

Jenis koagulan ditentukan dengan melihat dari segi daya efektivitas, efisiensi dan dari segi ekonomis. Selain itu pada suatu koagulan hal penting yang harus diperhatikan yaitu kation yang dapat menetralkan muatan listrik koloid, Tidak beracun serta tidak larut dalam kisaran pH netral. (Airun, 2020).

c. Dosis Koagulan

Untuk dapat membentuk flok dari proses koagulasi maka perlu ditambahkan koagulan, pemberian koagulan dengan dosis yang tepat akan mempermudah dan mempengaruhi terhadap pembentukan flok, pemberian dosis koagulan sesuai dengan yang dibutuhkan maka proses koagulasi yang terjadi akan berjalan dengan efektif (Andre, 2015).

d. *Power of HYdrogen* (pH)

Proses koagulasi akan berjalan dengan baik bila berada pada daerah pH yang optimum. Untuk tiap jenis koagulan mempunyai pH optimum yang berbeda satu sama lainnya (Rahimah, dkk, 2016).

e. Tingkat Kekeruhan

Tingkat kekeruhan dalam air sangat berpengaruh terhadap proses koagulasi karena kekeruhan merupakan sifat optik larutan yang mengandung zat tersuspensi di dalam air, nilai kekeruhan yang tinggi menunjukkan banyaknya zat organik dan anorganik yang terdapat pada air limbah sehingga apabila tingkat kekeruhan air bernilai besar maka pembentukan flok pada proses koagulasi akan berjalan cepat. Sebaliknya apabila tingkat kekeruhan air bernilai sangat rendah maka pembentukan flok akan sulit terjadi dengan baik (Wiguna dkk., 2020).

f. Alkalinitas

Alkalinitas dalam air ditentukan oleh kadar asam atau basa yang terjadi dalam air. Alkalinitas dalam air dapat membentuk flok dengan menghasil ion hidroksida pada reaksi hidrolisa koagulan. I R Y

g. Kecepatan Pengadukan

Tujuan pengadukan adalah untuk mencampurkan koagulan ke dalam air, dalam pengadukan hal-hal yang perlu diperhatikan adalah pengadukan harus benar-benar merata, sehingga semua koagulan yang dibubuhkan dapat bereaksi dengan partikel-partikel atau ion-ion yang berada dalam air. Kecepatan pengadukan sangat berpengaruh terhadap pembentukan flok bila pengadukan terlalu lambat mengakibatkan lambatnya flok terbentuk dan sebaliknya apabila

pengadukan terlalu cepat berakibat pecahnya flok yang terbentuk (Rahimah, dkk, 2016).

## 2.5. Koagulan Alami

Koagulan adalah bahan kimia yang ditambahkan ke air untuk mengendapkan partikel koloid yang sulit dihilangkan dalam air. Penggunaan koagulan dalam proses koagulasi digunakan untuk mengacaukan muatan dengan menekan/menghilangkan lapisan yang tersebar sehingga yang tersisa berarti gaya yang menarik antar partikel. Koagulan memainkan peran penting dalam pengolahan air, yaitu dalam hal mengurangi kekeruhan, total padatan terlarut (TDS) dan total tersuspensi padatan (TSS). Koagulan yang digunakan adalah yang dapat dibagi menjadi anorganik polimer dan polimer alami (Prihatinningtyas, 2013).

Ada dua jenis koagulan, yaitu koagulan kimia seperti aluminium sulfat, polimer organik klorida sintesis dan koagulan alami dari ekstrak tumbuhan atau kitosan. Keuntungan utama menggunakan koagulan alami adalah lebih ekonomis daripada koagulan kimia (Maulidya, 2021).

Koagulan alami adalah bahan aktif koagulan yang berasal dari sumber alami. Penggunaan koagulan alami nabati diketahui telah dikenal selama ribuan tahun di India, Afrika, dan Cina. Koagulan alami merupakan koagulan aktif yang berasal dari bahan alami, yang bahan aktifnya bisa diklasifikasikan menjadi protein, polifenol dan polisakarida yang dapat berasal dari kulit atau biji tumbuhan yang diekstraksi sehingga dapat digunakan menjadi koagulan alami (Kristianto dkk., 2020). Protein, tanin dan pektin yang terkandung dalam bahan-bahan alami bisa bertindak menjadi polielektrolit alami yang dapat membantu proses pembentukan flok pada proses koagulasi-flokulasi, protein mempunyai muatan positif dan negatif sehingga terjadi proses ketertarikan antar muatan.

Penggunaan koagulan alami mempunyai beberapa keunggulan di antaranya biaya yang relatif murah, bahan baku yang mudah didapat, mudah terurai (*biodegradable*), lumpur yang didapatkan tidak termasuk limbah berbahaya (B3) dan diproduksi dalam jumlah yang lebih sedikit, serta mempunyai toksisitas yang rendah (Freitas dkk., 2018). Koagulan alami bisa membentuk flok

yang lebih tahan terhadap gesekan selama turbulensi daripada koagulan kimia (Mulyawan, 2020). Sebab koagulan alami ini memiliki muatan kationik yang tinggi, yang diperlukan untuk mengacaukan partikel koloid bermuatan negatif dan memastikan flokulasi yang cepat (Kumar dkk., 2020).

Ada banyak keunggulan koagulan alami yang dapat digunakan sebagai teknologi yang cocok dalam pengolahan air untuk mencapai pemerataan ketersediaan air bersih. Namun, penggunaan koagulan alami memiliki kelemahan yaitu memerlukan beberapa tahapan persiapan dan perlakuan yang berbeda, sebelum dapat digunakan sebagai koagulan, tergantung pada sumber bahan aktif koagulan alami (Ang & Mohammad, 2020). Koagulan alami tidak hanya berkinerja lebih baik daripada rekan-rekan sintesis mereka tetapi juga lebih aman dan lebih ramah lingkungan. Volume lumpur yang dihasilkan juga jauh lebih sedikit dan juga dapat digunakan sebagai bio-kompos atau pupuk, karena kaya akan unsur hara dan tidak mengandung senyawa berbahaya (Tariq, 2020). Limbah kulit dan biji buah umumnya tidak dimanfaatkan, meskipun mengandung karbohidrat, protein, lemak, dan polifenol yang berpotensi untuk digunakan dalam berbagai aplikasi, salah satunya adalah koagulan alami (Sagar, 2018).

## **2.6. Singkong (*Manihot esculenta*)**

Tanaman singkong terdiri dari batang, daun dan umbi, dari bagian-bagian tumbuhan tersebut terdapat bagian yang belum dimanfaatkan secara maksimal yaitu kulit singkong. Kulit singkong merupakan bagian luar yang membalut umbi, bagian luar berwarna agak sedikit merah muda. Persentase dari kulit singkong sendiri kurang lebih adalah sekitar 20% dari total umbinya, sehingga per kg umbi singkong dapat menghasilkan 0,2 kg kulit singkong (Maulinda, dkk., 2015).

Kulit umumnya terdiri dari lapisan luar berwarna coklat tipis yang menempel pada lapisan dalam parenkim yang lebih tebal. Kulitnya memiliki sekitar 10-12% dari total bahan kering akar dan menyumbang 20-35% dari berat umbi. Oleh karena itu, setiap tahun sejumlah besar limbah kulit singkong dibuang ke lingkungan oleh industri pengolahan makanan karena kulitnya tidak dapat

dimakan dan tidak memiliki nilai komersial (Asharuddin dkk., 2018). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Republik Indonesia produksi ubi kayu (singkong) pada tahun 2018 di Indonesia 19 ton (BPS,2018), serta mengalami peningkatan setiap tahunnya.

Klasifikasi singkong menurut Rukmana (1997) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Euphorbiales
Family	: Euphorbiaceae
Genus	: <i>Manihot</i>
Spesies	: <i>Manihot esculenta crantz sin. Manihot utilissima</i>



**Gambar 2.1** Kulit Singkong  
(Sumber: Foto pribadi, 2022)

Kulit singkong (Gambar 2.1.) memiliki kandungan zat kimia yaitu protein 8,11 gram, serat kasar 15,2 gram, pektin 0,22 gram, lemak 1,29 gram, dan kalsium 0,63 gram (Ariyani dkk., 2017). Kandungan protein pada kulit singkong ini dapat membantu proses destabilisasi partikel limbah sehingga pembentukan dan pengendapan flok dapat terjadi. Flok-flok inilah yang kemudian dapat dipisahkan dari limbah (Airun, 2020).

Tingginya penerapan kulit singkong sebagai koagulan bantuan adalah karena molekul struktur dengan gugus fungsi besar memiliki afinitas tinggi untuk menggumpal dengan elemen lainnya dan pengotor dalam air. Selain itu, granula pati singkong terdiri dari amilosa (20%) dan amilopektin (80%) (Kumar dkk., 2021). Kulit singkong dikembangkan sebagai bahan pembantu koagulan karena Adanya granula pati, gugus fungsi seperti hidroksil, karboksil dan amina serta  $Al_2HAl_3$  dan  $Fe_2HAl_3$  adalah sifat penting yang terakreditasi untuk agen koagulasi (Mohd-Asharuddin dkk., 2017).

Limbah padat yang masih belum dimanfaatkan secara maksimal di Indonesia. Pertumbuhan singkong di Indonesia sangat melimpah karena singkong merupakan tanaman tropis. Masyarakat biasanya menggunakan kulit singkong sebagai olahan bahan ternak. Kulit singkong kaya akan polisakarida seperti pati dimana Pati dianggap sebagai bahan polimer alam berperforma tinggi yang berperan khusus dalam penjernihan air sehingga dapat diperoleh dengan harga yang lebih murah dibandingkan dengan polimer alam lainnya seperti tanin. Diharapkan kandungan gugus hidroksil dan karboksil yang tinggi pada polimer pati dapat berfungsi sebagai tempat pengikatan kation logam yang pada tahap selanjutnya menginduksi terjadinya proses flokulasi (Asharuddin dkk., 2018).

Koagulan alami dari kulit singkong (yang secara alami mengandung potensi) sebagai pengganti tawas tidak membawa dampak apapun pada kesehatan manusia dan memiliki efisiensi tinggi hingga 81% dalam menghilangkan kekeruhan dari air limbah institusi pada pH 8 Rentang kekeruhan selama sebagian besar pengujian memenuhi standar kualitas air WHO (Kumar dkk., 2020).

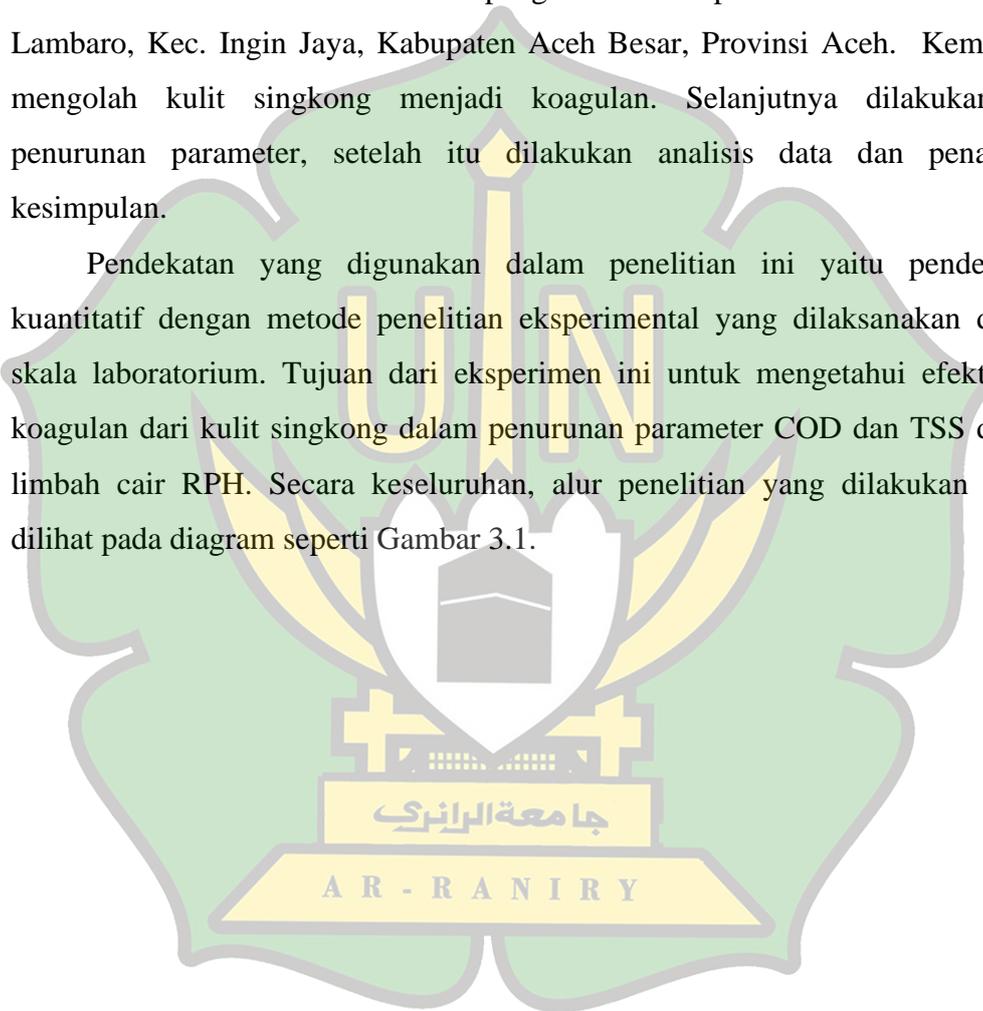
## **BAB III**

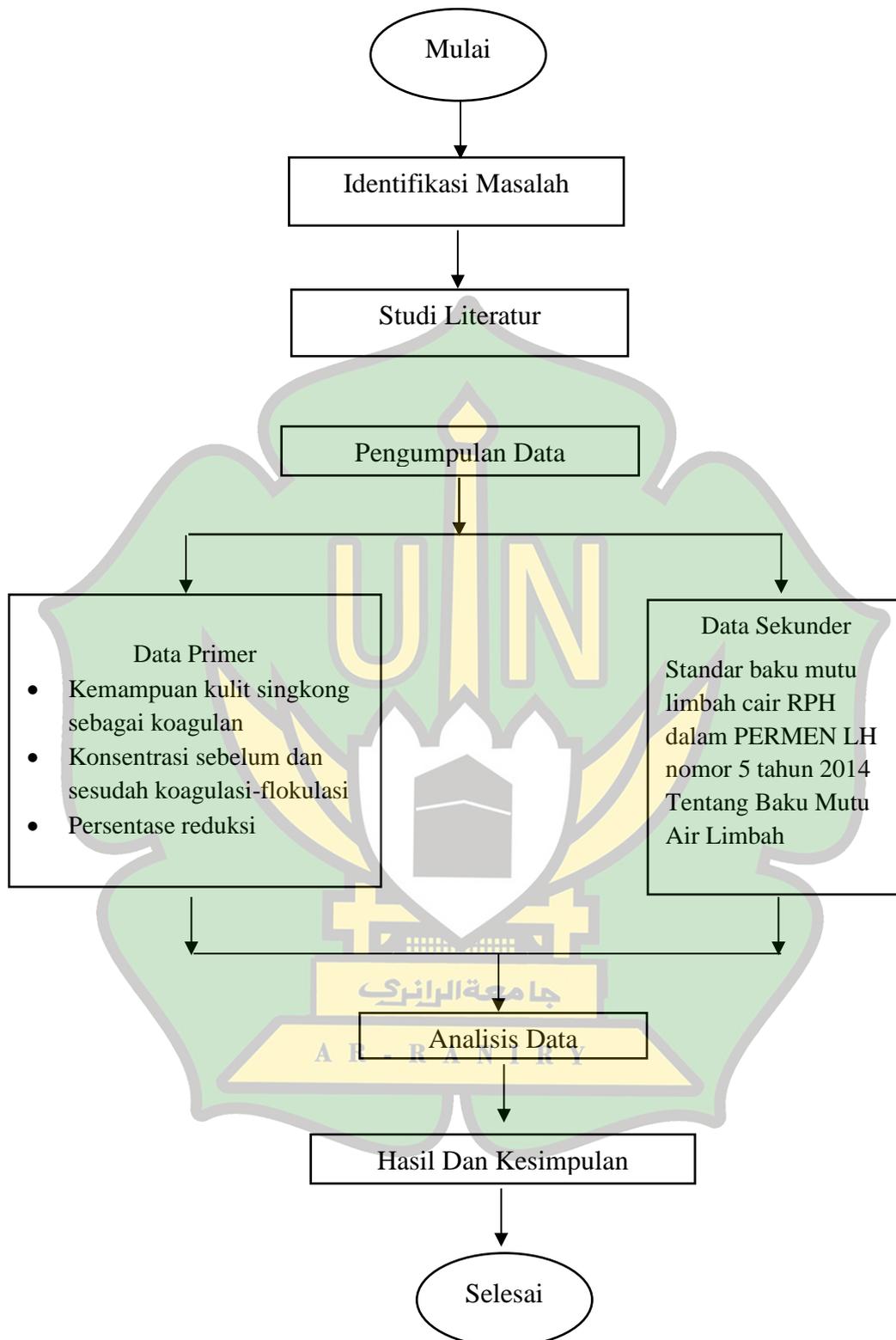
### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tahapan Pendahuluan**

Metode penelitian ini secara umum didahului oleh identifikasi masalah dan studi literatur. Kemudian dilakukan pengambilan sampel limbah UPTD RPH di Lambaro, Kec. Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. Kemudian mengolah kulit singkong menjadi koagulan. Selanjutnya dilakukan uji penurunan parameter, setelah itu dilakukan analisis data dan penarikan kesimpulan.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pendekatan kuantitatif dengan metode penelitian eksperimental yang dilaksanakan dalam skala laboratorium. Tujuan dari eksperimen ini untuk mengetahui efektivitas koagulan dari kulit singkong dalam penurunan parameter COD dan TSS dalam limbah cair RPH. Secara keseluruhan, alur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada diagram seperti Gambar 3.1.





**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

## 3.2. Waktu Dan Tempat Penelitian

### 3.2.1. Waktu

Penelitian ini berlangsung selama 1 bulan yang dilaksanakan pada bulan januari 2023.

### 3.2.2. Lokasi penelitian

Lokasi pengambilan limbah kulit singkong yaitu di usaha keripik Sare, Aceh Besar. Pengujian *jar test*, uji parameter TSS dan COD dilakukan di Laboratorium Multifungsi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

## 3.3. Variabel Penelitian

### 3.3.1. Variabel bebas

Variabel bebas yaitu variabel yang memiliki pengaruh terhadap variabel terikat seperti dibawah ini:

a) Dosis koagulan

Variasi dosis yang digunakan adalah 0 g/L, 1,5 g/L, 3 g/L, 4,5 g/L, 6 g/L

a) Sumber limbah dari RPH Lambaro

b) Kecepatan Pengadukan

- 2 menit pada kecepatan 120 rpm
- 30 menit pada kecepatan 30 rpm

c) Waktu Pengendapan

- 60 meni

### 3.3.2. Variabel terikat

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

### 3.4. Alat dan Bahan

#### 3.4.1. Alat-alat Yang Digunakan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Jeriken, Oven, *Beaker Glass*, *Electric Blender*, Corong, pH Meter, *Stopwatch*, *Erlenmeyer*, Pipet Tetes, Ayakan 100 Mesh, Pipet Volume, Kuvet, Neraca Analitik, Labu Ukur, Tabung reaksi, vacuum filtration, *heating block*, turbidimeter, Gelas Ukur, Pisau, Corong Pemisah, *Jar Test* dan COD meter.

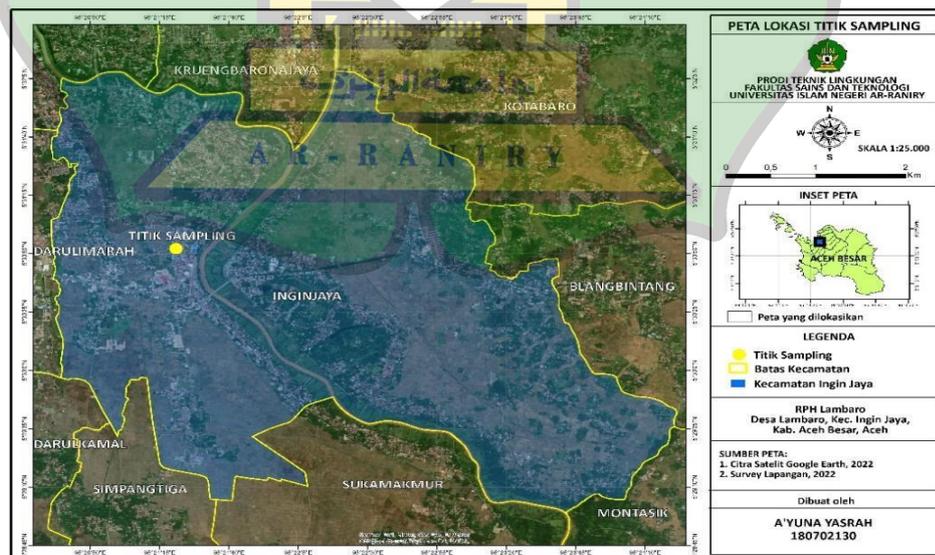
#### 3.4.2. Bahan Yang Digunakan

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari Limbah Cair Rumah Potong Hewan, Kulit Singkong, Aquades.  $K_2Cr_2O_7$ ,  $H_2SO_4$ , dan Kertas saring *Whatman 42*.

### 3.5. Pengambilan Sampel

#### 3.5.1. Lokasi Pengambilan Sampel

Titik pengambilan sampel limbah cair rumah potong hewan UPTD RPH di Lambaro, Kec. Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. Lokasi pengambilan sampel limbah dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Peta Lokasi Penelitian  
(Sumber:Google Earth )

### 3.5.1. Cara Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yaitu dengan metode grab sesaat dimana air limbah diambil saat itu saja pada lokasi tertentu. Sampel air limbah diambil secara langsung dengan menggunakan gayung bergagang kemudian dimasukkan ke dalam jerigen yang berukuran 5 L sebanyak 2 jeriken dengan total 10 L air limbah (SNI 6989.59.2008 bagian 59 tentang metode pengambilan contoh air limbah).

### 3.6. Pengujian Sampel

#### 3.6.1. Pengujian pH

Pengukuran pH dilakukan sebanyak dua kali, yaitu sebelum dan sesudah penambahan koagulan pada limbah cair RPH. Prosedur pengukuran pH sesuai SNI 06- 6989.11-2019 sebagai berikut:

- a. Dilakukan kalibrasi alat pH meter dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat setiap melakukan pengukuran.
- b. Dikeringkan dengan tisu dan dibilas elektroda dengan aquades.
- c. Dichelupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang stabil.
- d. Dicatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan pH meter.

#### 3.6.2. Pengujian Kekeruhan

Kekeruhan dapat diukur dengan menggunakan alat turbidity meter. Satuan dari nilai kekeruhan adalah Nephelometric Turbidity Unit (NTU) sesuai dengan SNI 06-6989.25-2005 Cara Uji Kekeruhan dengan Nefolometer. Alat turbiditi meter disini menggunakan Turbidimeter TU-2016 cara penggunaan alatnya adalah:

- **Kalibrasi Alat**

1. Keluarkan kedua botol kalibrasi, buka tutupnya untuk membedakan 0 NTU dan 100 NTU

2. Tekan Power ON, dimasukkan botol kalibrasi yang 0 NTU ke dalam alat turbidimeter, sejajarkan tanda putih yang ada pada botol dengan tanda putih pada alat, masukkan tekan pelan-pelan dan di tutup,
3. Tekan test/call, tahan sampai muncul angka 000 pada layar monitor,
4. Ditekan test/cal sekali lagi sampai muncul angka 100 pada layar monitor.
5. Selanjutnya dikeluarkan botol 0 NTU, diganti dengan botol 100 NTU, disejajarkan tanda putih, tekan pelan-pelan dan tutup alat turbidimeter
6. Tekan test/call sampai muncul 00, kemudian tekan sekali lagi test/call dengan sedikit dipendam sampai muncul angka 000
7. Kemudian tekan Hold 2 kali sampai muncul tulisan Clr, jika sudah muncul Clr, maka alat sudah siap untuk dipakai menguji sampel

- **Pengujian Kekeruhan Sampel Limbah cair RPH**

1. Dibersihkan botol/ wadah sampel sampai kering, masukkan kedalam alat turbidimeter
2. Ditekan Test, dan hasil kekeruhan akan muncul di layar monitor
3. Dicatat hasil turbiditasnya.

### 3.6.3. Pengukuran Kadar COD

Untuk pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (COD) merujuk pada (SNI 6989.2:2019)

1. Sampel Limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH) di masukkan ke dalam tabung COD 2,5 mL, selanjutnya ditambahkan 1,5 mL larutan campuran  $K_2Cr_2O_7$  dan 3,5 mL larutan  $H_2SO_4$  ditambahkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditutup
2. Diambil COD Reaktor, ditekan tombol start dan ditunggu suhu naik sampai  $150^\circ C$
3. Dimasukkan tabung COD ke dalam COD reaktor dengan temperatur  $150^\circ C$  selama 2 jam.
4. Didinginkan tabung COD, kemudian dilakukan pengukuran sampel menggunakan COD Meter.

### 3.6.4. Pengukuran Kadar TSS

Cara pengukuran TSS dijelaskan sesuai (SNI 06-6989.3:2019) sebagai berikut:

1. Penyaringan dilakukan melalui penggunaan peralatan penyaringan. Kertas saring dibasahi dengan sedikit air bebas mineral.
2. Sampel uji diaduk sampai homogen, kemudian sampel u volume tertentu diambil secara kuantitatif dan ditempatkan pada media filter. Sistem vakum harus dihidupkan.
3. Bilas media filter tiga kali dengan 10 mL air bebas mineral setiap kali, kemudian vakum filter sampai air habis.
4. Tempatkan filter serat kaca dengan hati-hati ke dalam media penimbangan setelah melepaskannya dari perangkat filter.
5. Keringkan media timbang atau cawan yang berisi media saring dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator sebelum ditimbang.
6. Dihitung TSS dan dilaporkan hasil.

Perhitungan untuk mengukur TSS, menurut SNI 06-6989.3-2019. TSS

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

Dimana:

A=Berat kertas saring + residu kering (mg)

B= Berat kertas saring (mg)

V= Volume sampel(ml)

### 3.7. Proses Koagulasi -flokulasi

#### 3.7.1. Persiapan Biokoagulan

Persiapan biokoagulan pada penelitian ini modifikasi dari pada penelitian Kumar dkk., (2021) dan Suganda, (2018) sebagai berikut:

1. Kulit singkong dikumpulkan dari industri keripik kecil yang ada di Saree
2. Kulit singkong dibersihkan menggunakan air keran untuk menghilangkan kotoran yang menempel

3. Kulit singkong lalu dibilas dengan air suling
4. Kulit singkong dijemur untuk menghilangkan sisa-sisa air selama 12 jam
5. Kulit singkong yang sudah di kering di oven dengan suhu 105°C selama 1 jam agar kandungan air habis
6. Kulit singkong dipotong lalu dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk
7. Serbuk kulit singkong disaring menggunakan ayakan ukuran 100 mesh
8. Serbuk kulit singkong divariasikan untuk dosis koagulan dengan dosis 1,5 g; 3 g; 4,5 g dan 6 g; menggunakan timbangan analitik.

### 3.7.2. Proses pengolahan Biokoagulan

Pengujian kemampuan biokoagulan merujuk pada penelitian (Jannah, 2020):

1. Sampel limbah RPH dimasukkan ke dalam *beaker glass* sebanyak 6 *beaker glass* yang masing-masing 1000 ml.
2. Beker gelas pertama dilakukan untuk pengontrol tanpa adanya penambahan koagulan, sedangkan untuk beker gelas kedua sampai tujuh ditambahkan koagulan kulit singkong dengan variasi massa koagulan 1,5 g; 3 g; 4,5g; dan 6g dengan menggunakan proses *Jar Test*.
3. Kemudian *jar test* dihidupkan dan kecepatan pengadukan diatur dengan putaran 120 rpm selama 2 menit untuk menghomogenkan larutan pada proses koagulasi dan untuk proses flokulasi dilakukan dengan pengadukan lambat dengan putaran 30 rpm selama 30 menit, kecepatan pengadukan diatur dengan putaran 120 rpm selama 2 menit selanjutnya dilakukan proses pengendapan selama 60 menit.
4. Setelah proses *jar test* dan pengendapan selanjutnya di uji pH, Kekeruhan, COD dan TSS untuk mendapatkan dosis optimum penggunaan koagulan pada setiap parameter.

Untuk desain eksperimen penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1

**Tabel 3.1** Desain Eksperimen Penelitian

	Variasi Dosis (g)	Pengadukan Cepat	Pengadukan Lambat	Waktu Pengendapan (menit)
	0			
Sampel limbah cair 1 L	1,5 3 4,5 6	120 rpm (Selama 2 menit)	30 rpm (Selama 30 menit)	60

### 3.8. Analisis data

Nilai persentase reduksi kadar pH, COD, TSS dan Kekeruhan, diperoleh dengan membandingkan nilai konsentrasi COD, TSS dan Kekeruhan sampel awal sebelum adanya perlakuan proses koagulasi dan flokulasi dan sedimentasi dengan hasil akhir:

$$\text{Persentase reduksi (\%)} = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100$$

keterangan:

$C_0$  = Konsentrasi awal (mg/L)

$C_1$  = Konsentrasi setelah pengolahan (mg/L)

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk melihat hasil penurunan terhadap parameter pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), dan Kekeruhan yang paling optimum menggunakan variasi dosis koagulan. Dosis koagulan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kontrol, 1,5 g; 3 g; 4,5 g; dan 6 g; dengan pengadukan cepat dilakukan pada kecepatan 120 rpm selama 2 menit diikuti dengan pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit, setelah proses pengadukan selesai, dilakukan pengendapan selama 60 menit.

Sebelum melakukan proses koagulasi-flokulasi dengan *jar test* terlebih dahulu dilakukan uji konsentrasi awal terhadap parameter pH, kekeruhan, COD, dan TSS, agar dapat mengetahui konsentrasi awal pencemar dari limbah cair rumah potong hewan (RPH) Lambaro. Hasil uji akan dibandingkan dengan PERMEN LH Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan Atau Kegiatan RPH. Hasil uji konsentrasi awal untuk sampel limbah cair RPH Aceh Besar dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Hasil Uji Awal Parameter Limbah Cair RPH

Parameter	Hasil uji awal	Baku Mutu*	Ket
<b>pH</b>	8,0	6-9	memenuhi syarat
<b>COD</b>	1248 mg/L	1200 mg/L	tidak memenuhi syarat
<b>TSS</b>	460 mg/L	100 mg/L	tidak memenuhi syarat
<b>Kekeruhan</b>	384 NTU	Tidak ada	-

\*Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014

Berdasarkan Tabel 4.1 didapatkan hasil konsentrasi awal dari kekeruhan yaitu 384 NTU, namun dalam PERMEN LH Nomor 05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan Atau Kegiatan RPH untuk parameter kekeruhan tidak ditetapkan, sehingga tidak dapat dilakukan perbandingan melainkan hanya untuk melihat kemampuan koagulan kulit singkong dalam menurunkan kadar kekeruhan untuk parameter pH berada pada kondisi yang

sesuai dengan baku mutu antara 6-9 dengan nilai awal pH (8,0), sedangkan untuk parameter COD dan TSS pada limbah cair RPH sudah melebihi standar baku mutu yang ditetapkan. Menurut PERMEN LH Nomor 05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Usaha dan/atau Kegiatan Rumah Potong Hewan, standar baku mutu untuk parameter TSS yaitu 100 mg/L dan untuk parameter COD yaitu 200 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa air limbah cair RPH Lambaro belum layak untuk dibuang langsung ke lingkungan karena masih melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan, sehingga pengolahan harus dilakukan terlebih dahulu agar limbah yang dibuang tidak mencemari lingkungan.

#### 4.1. Pengaruh Dosis Biokoagulan Terhadap Perubahan Nilai pH Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan

Nilai pH awal dari limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH) yaitu 8, nilai tersebut sesuai dengan PERMEN LH Nomor 05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Usaha dan/ atau Kegiatan RPH yaitu 6-9. Parameter pH tetap dilakukan pengujian koagulasi-flokulasi untuk melihat pengaruh koagulan terhadap perubahan nilai pH sebelum dan sesudah dilakukan penambahan koagulan kulit singkong pada limbah cair RPH. Variasi dosis dapat mempengaruhi konsentrasi pH maka perubahan nilai pH limbah cair RPH dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Nilai pH limbah cair RPH

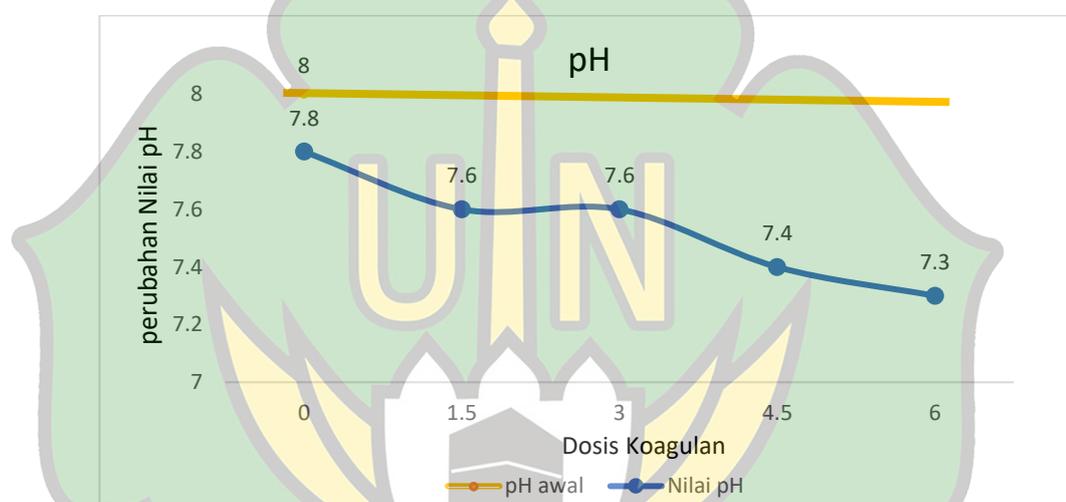
No.	Variasi Dosis Koagulan (gr)	Pengadukan (rpm)	pH	
			Awal	Akhir
1	0		8	7,8
2	1,5	Pengadukan Cepat 120 Rpm Selama 2 Menit		7,6
3	3	Pengadukan Lambat 30 Rpm Selama 30 Menit	8	7,6
4	4,5			7,4
5	6			7,3

(Sumber: Pengujian pada laboratorium, 2022)

Pada Tabel IV.2 dapat dilihat bahwa nilai pH sebelum dan sesudah perlakuan pada *jar test* dan sedimentasi masih berada di antara kisaran baku mutu yaitu 6-9, sesuai dengan PERMEN LH nomor 05 Tahun 2014. Setelah perlakuan

jar test dan sedimentasi nilai pH kontrol yaitu 7,8. Pada saat ditambahkan biokoagulan sebanyak 1,5 g/L, koagulan berinteraksi dengan air limbah sehingga, nilai pH menurun menjadi 7,6 dengan kecepatan pengadukan 120 rpm selama 2 menit, pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit serta sedimentasi selama 60 menit lamanya.

Grafik perubahan nilai pH limbah cair RPH dari hasil koagulasi-flokulasi dengan beberapa variasi dosis koagulan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Grafik hubungan dosis koagulan kulit singkong terhadap perubahan nilai pH

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa grafik nilai pH berbeda-beda setiap variasi, namun nilai pH masih dalam rentang yang aman sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan. Semakin besar dosis koagulan yang digunakan nilai pH akan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena adanya proses oksidasi yang menyebabkan nilai pH turun (Husaini dkk., 2018). Nilai pH memberikan pengaruh yang besar terhadap makhluk hidup yang ada di perairan seperti biota air dan tumbuh-tumbuhan, maka dari itu pH menjadi salah satu parameter yang penting di analisis, karena jika suatu perairan memiliki pH yang tinggi (basa) atau pH yang rendah (asam) akan mengganggu kehidupan makhluk hidup yang ada di dalam perairan.

#### 4.2. Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH)

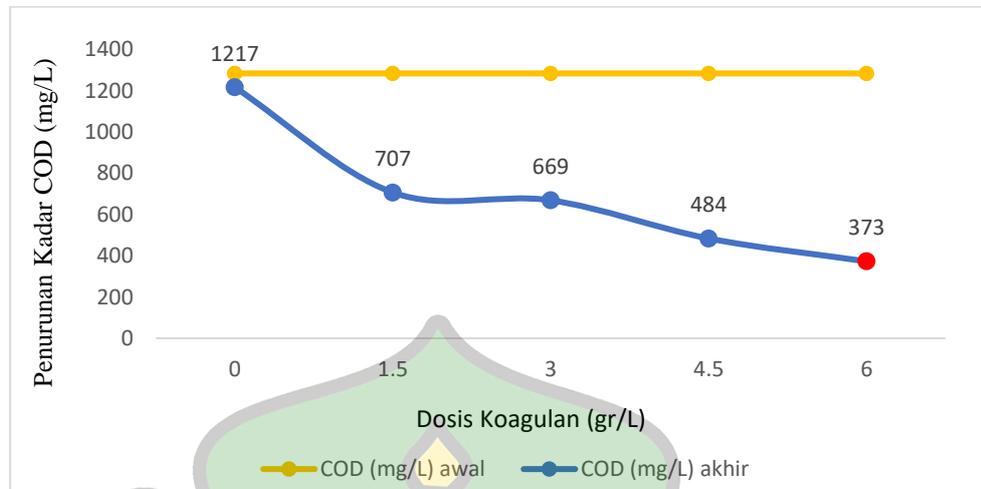
Nilai COD yang merupakan kadar oksigen di dalam air yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan organik secara kimia di dalam air. koagulasi merupakan proses penggumpalan partikel-partikel kecil menggunakan zat koagulan. Adapun flokulasi membantu membentuk flok-flok hasil koagulasi menjadi lebih besar sehingga mudah mengendap. Hubungan variasi dosis terhadap penurunan kadar COD dalam limbah cair rumah potong hewan dapat dilihat dalam Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Dosis koagulan kulit singkong terhadap penurunan kadar chemical oxygen demand (COD) pada limbah cair rumah potong hewan

No.	Variasi Dosis Koagulan (g)	Pengadukan rpm	COD (mg/L)		Persentase penurunan (%)
			Awal	Akhir	
1	0	pengadukan cepat 120 rpm		1217	5
2	1,5	selama 2 menit		707	45
3	3	pengadukan lambat 30 rpm	1284	669	48
4	4,5	selama 30 menit		484	62
5	<b>6</b>			<b>373</b>	<b>71</b>

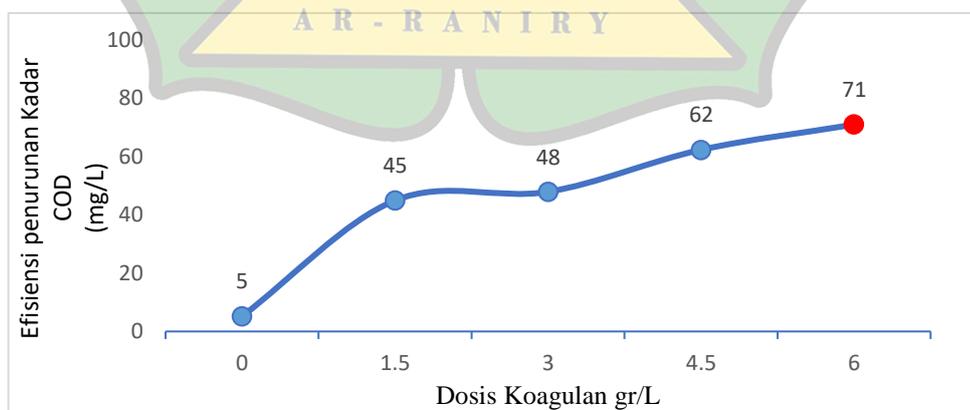
(Sumber: Hasil Pengujian pada laboratorium, 2022)

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat konsentrasi COD awal sebelum perlakuan *jar test* yaitu 1284 mg/L, hasil tersebut sudah melebihi baku mutu PERMEN LH Nomor 05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Usaha dan/ atau Kegiatan Rumah Potong Hewan yaitu 200 mg/L. Setelah perlakuan *jar test* menjadi 297 mg/L pada variasi dosis 6 g/L dikarenakan terjadinya pengadukan yang menyebabkan bertambahnya jumlah oksigen di dalam limbah cair sehingga nilai COD berkurang. Penyisihan kadar COD dengan beberapa variasi dosis lainnya dapat dilihat pada grafik Gambar 4.6



**Gambar 4.2** Grafik hubungan dosis koagulan kulit singkong terhadap penurunan kadar COD mg/L

Gambar 4.2 menunjukkan kadar COD pada kontrol terjadi penurunan dari 1284 mg/L menjadi 1217 mg/L dengan kecepatan pengadukan cepat 120 rpm selama 2 menit dan pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit serta waktu untuk pengendapan 60 menit meski tanpa adanya penambahan koagulan, penurunan pada kontrol disebabkan oleh adanya pengaruh gaya gravitasi atau terjadinya endapan secara alami. Menurut kumar (2021) kandungan protein dalam kulit singkong mampu mengikat bahan-bahan organik didalam limbah cair sehingga mampu menurunkan limbah COD. Hubungan dosis koagulan kulit singkong terhadap efisiensi penurunan konsentrasi COD dapat dilihat pada grafik Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Grafik hubungan dosis koagulan kulit singkong terhadap efisiensi penurunan konsentrasi COD

Dari Gambar 4.3 dapat kita lihat bahwa efektivitas penurunan kadar COD ini dihitung berdasarkan konsentrasi COD awal limbah cair dan konsentrasi COD setelah perlakuan *jar test* serta proses sedimentasi. Beberapa variasi dosis koagulan dengan kecepatan pengadukan 120/30 rpm selama 60 menit waktu pengendapan maka didapatkan penurunan COD paling optimum pada dosis koagulan 6 gr/L dengan persentase penurunan sebesar 71 %, penyisihan ini juga termasuk efektif karena mencapai persentase penurunan diatas 50 % (Putra.dkk, 2013).

Koagulasi adalah pengadukan cepat dimana terjadi proses destabilisasi antar partikel koloid sehingga larutan menjadi homogen. Flokulasi pengadukan lambat yang akan memperpendek jarak antar partikel sehingga gaya tarik-menarik antar partikel menjadi lebih besar dan dominan dibandingkan gaya tolaknya, yang menghasilkan kontak dan tumbukan antar partikel yang lebih banyak dan lebih sering. Kontak inilah yang menggumpalkan partikel-partikel padat terlarut yang terkoagulasi berukuran mikro menjadi partikel-partikel flok yang lebih besar. Flok-flok ini kemudian akan terdegradasi untuk menurunkan kadar COD (mg/L) pada dosis koagulan optimum 6 (g/L) dengan pengadukan cepat 120 dan pengadukan lambat 30 rpm proses pengendapan secara alamiah selama 60 menit. maka penurunan kadar COD yang didapat yaitu 297 mg/L. hal ini belum sesuai dengan PERMEN LH No 05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Usaha dan/atau Kegiatan Rumah Potong Hewan, baku mutu yang sudah ditetapkan untuk COD yaitu 200 mg/L, sehingga pada saat implementasi di lapangan penggunaan koagulan kulit singkong pada proses koagulasi-flokulasi masih memerlukan penambahan metode pengolahan limbah cair lainnya seperti: sedimentasi, filtrasi dan adsorpsi, untuk memaksimalkan penyisihan parameter COD agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

#### **4.3. Pengaruh Dosis Biokoagulan Terhadap Penurunan Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH)**

Pola penurunan parameter kekeruhan dan TSS relative sama, hal ini menandakan bahwa apabila nilai kekeruhan menurun, maka nilai TSS juga turun.

*Total Suspended Solid* (TSS) merupakan Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih rendah dari sedimen. Kadar TSS maksimum yang diperbolehkan bagi kegiatan rumah potong hewan adalah 100 mg/L (Permen LH, 2014).

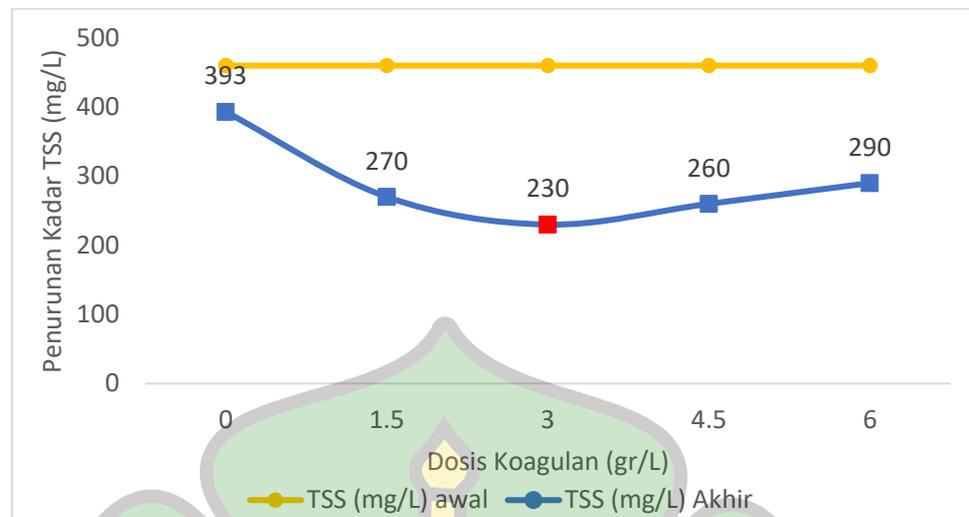
Analisis TSS dalam penelitian ini untuk melihat seberapa besar penurunan kadar TSS yang dipengaruhi oleh penggunaan serbuk kulit singkong sebagai koagulan dalam proses koagulasi-flokulasi. Adapun nilai penurunan kadar TSS setelah mengalami proses koagulasi-flokulasi serta pengendapan dapat dilihat dalam Tabel 4.4

**Tabel 4.4** Pengaruh dosis koagulan kulit singkong terhadap penurunan konsentrasi TSS pada air limbah rumah pemotongan hewan (RPH)

No.	Variasi Dosis Koagulan (g)	Pengadukan (rpm)	TSS (Mg/L)		Persentase Penurunan (%)
			Awal	Akhir	
1	0	Pengadukan Cepat		393	14,6
2	1,5	120 rpm Selama 2		270	41
3	<b>3</b>	Pengadukan Lambat	460	<b>230</b>	<b>50</b>
4	4,5	30 rpm Selama 30		260	43
5	6	Menit		290	37

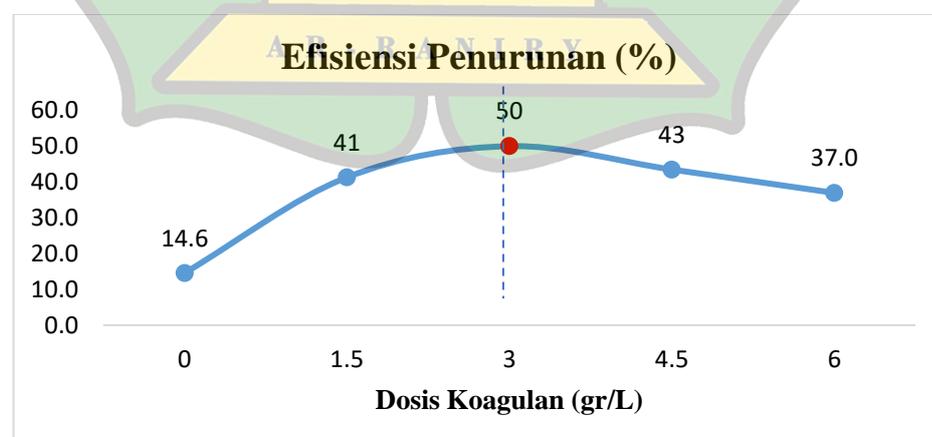
(Sumber: Hasil Pengujian pada laboratorium, 2022)

Dari Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa penurunan kadar TSS pada kontrol yaitu 393 mg/L penurunan yang kecil hal ini bisa disebabkan karena biokaogulan kulit singkong masih melayang dan belum mengendap dengan sempurna. Pada dosis 4,5 g/L kadar TSS mengalami peningkatan hingga 260 mg/L ini disebabkan adanya pemberian dosis koagulan alami yang terlalu besar, sehingga mengakibatkan proses pembentukan koloid yang bergabung membentuk *makroflok* semakin banyak, sehingga menyisakan koloid yang lebih sedikit. Namun, pemberian dosis di atas kadar optimum menyebabkan terhambatnya proses pembentukan flok (Susilawati, 2022). Grafik penurunan kadar TSS dapat dilihat pada Gambar 4.4



**Gambar 4.4** Grafik hubungan dosis koagulan kulit singkong terhadap penurunan kadar TSS mg/L

Pada Gambar 4. 4 terlihat bahwa dosis optimum penurunan TSS terdapat pada dosis 3 g/L dengan kecepatan pengadukan cepat 120 rpm selama 2 menit dan pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit serta waktu untuk pengendapan 60 menit yang dapat menurunkan kadar TSS sebanyak 230 mg/L. Namun kadar TSS tersebut belum memenuhi baku mutu yang sudah ditetapkan dalam PERMEN LH no 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Limbah Cair RPH yaitu 100 mg/L. Penyisihan kadar TSS setelah melakukan proses koagulasi-flokulasi dengan *jar test* dan waktu pengendapan 60 menit dengan beberapa variasi dosis koagulan dapat dilihat pada Gambar grafik 4.5.



**Gambar 4.5** Grafik hubungan dosis koagulan kulit singkong terhadap efisiensi penurunan kadar TSS

Gambar 4.5 dapat dilihat penyisihan TSS pada penambahan koagulan kulit singkong dengan tanpa penambahan koagulan hanya dengan metode *jartest* bisa menyisihkan 14,6 %, untuk dosis 1,5 gram memiliki persentase penyisihan 41 %, dosis 3 gram mengalami persentase penyisihan 50 %, dosis 4,5 gram mengalami persentase penyisihan 43 %, dan dosis 6 gram mengalami persentase penyisihan 37%. Peningkatan jumlah TSS disebabkan oleh penambahan dosis koagulan yang berlebihan sehingga flok-flok yang akan direduksi sudah habis sehingga koagulan tersebut melayang di dalam air dan bertindak menjadi zat pencemar tambahan di air limbah.

#### 4.4. Pengaruh Dosis Biokoagulan Terhadap Penurunan Konsentrasi Kekeruhan Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH)

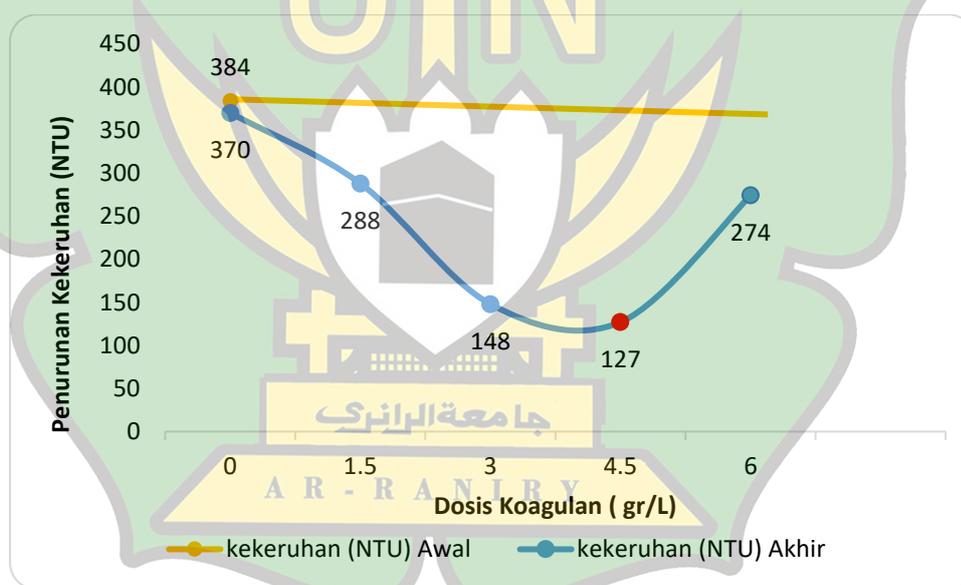
Pada penelitian ini tingkat kekeruhan akan diolah dengan metode koagulasi menggunakan koagulan kulit singkong, kandungan kulit singkong berinteraksi dengan partikel-partikel yang bermuatan negatif pada air, interaksi tersebut akan mengurangi gaya tolak menolak antar partikel koloid pada kekeruhan, di mana partikel tersebut akan mengalami sistem destabilisasi dan akan membentuk endapan. Akibat adanya gaya gravitasi, makroflok yang terbentuk akan mengendap dan sebagian partikel-partikel penyebab kekeruhan pada air akan berkurang (Imamah, 2021). Pengaruh dosis koagulan dari biokoagulan kulit singkong serta pengadukan terhadap penurunan kadar kekeruhan dapat dilihat pada Tabel 4.5

**Tabel 4.5** Pengaruh dosis koagulan kulit singkong terhadap penurunan konsentrasi kekeruhan pada air limbah RPH

No.	Variasi Dosis Koagulan (g/L)	Pengadukan (rpm)	Kekeruhan (NTU)		Persentase penurunan (%)
			Awal	Akhir	
1	0	Pengadukan		370	3,6
2	1,5	cepat 120 rpm		288	25
3	3	selama 2 menit	384	148	61
4	<b>4,5</b>	pengadukan lambat 30 rpm		<b>127</b>	<b>67</b>
5	6	selama 30 menit		274	29

(Sumber: Pengujian pada las laboratorium,2022)

Dari Tabel 4.5 diketahui bahwa konsentrasi awal kekeruhan limbah cair RPH yaitu 384 NTU, namun setelah perlakuan *jar test* terjadi penurunan kadar kekeruhan menjadi 370 NTU karena adanya proses pengendapan partikel-partikel koloid secara gravitasi. Penyisihan kadar kekeruhan dengan beberapa variasi dosis koagulan dengan kecepatan pengadukan cepat 120 rpm selama 2 menit dan pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit serta pengendapan 60 menit. Pengadukan cepat ini bertujuan untuk memberikan kontribusi tumbukan antara koloid-koloid dari limbah cair dengan koagulan sehingga homogen, sedangkan pengadukan lambat bertujuan untuk memberikan jeda waktu untuk proses pembentukan flok-flok yang lebih besar sehingga mudah mengendap (Zulkarnain,2019). Penyisihan kadar kekeruhan setelah proses koagulasi-flokulasi dapat dilihat pada Gambar 4.2.

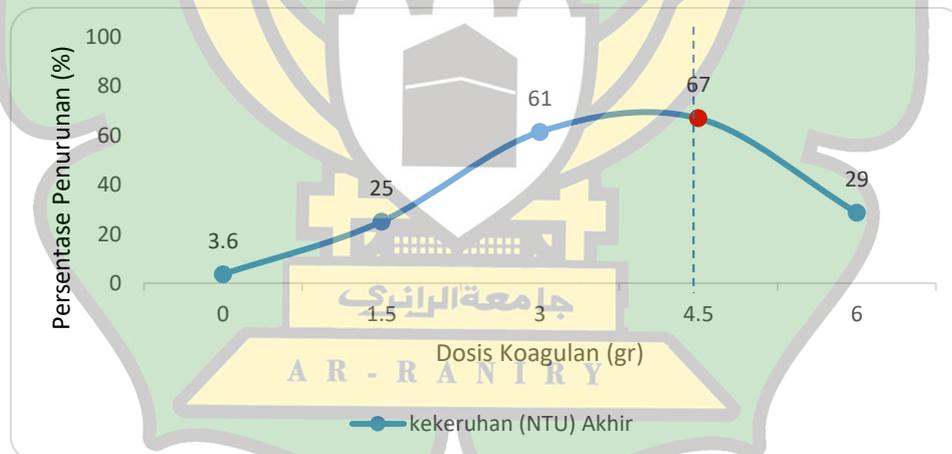


**Gambar 4.6** Grafik hubungan dosis koagulan kulit singkong terhadap penurunan kadar Kekeruhan

Dari Gambar 4.6 dapat kita bahwa pada kontrol kadar kekeruhan masih tinggi meskipun mengalami sedikit penurunan disebabkan adanya proses pengendapan, namun pada dosis koagulan optimum yaitu 4,5 g/L terjadi penyisihan kekeruhan hingga 127 NTU, setelah dosis koagulan optimum maka kadar kekeruhan mengalami peningkatan, hal ini disebabkan oleh dosis koagulan

yang tinggi, sehingga banyak partikel yang berikatan dengan koagulan sudah habis hingga mengakibatkan koagulan menjadi zat suspensi (Jannah, 2020). Hal ini juga dibuktikan oleh pengujian TSS yang mana terdapat residu dosis koagulan yang tidak larut atau mengendap dengan baik di air sehingga berubah sebagai pengotor.

Penurunan ini dapat disebabkan oleh adanya proses pengendapan partikel-partikel koloid. Apabila penambahan dosis koagulan yang semakin banyak membuat kadar kekeruhan semakin meningkat sehingga air menjadi lebih keruh. Hal ini disebabkan karena tidak semua partikel koagulan berinteraksi dengan partikel koloid untuk membentuk flok-flok dalam air sehingga koagulan kulit singkong menjadi mengapung. Penyisihan kadar kekeruhan dengan beberapa variasi dosis koagulan dengan kecepatan pengadukan cepat 120 rpm selama 2 menit dan pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit serta pengendapan 60 menit dapat dilihat pada Gambar 4.7



**Gambar 4.7** Grafik hubungan dosis koagulan kulit singkong terhadap efisiensi penurunan kekeruhan

Gambar 4.7 menunjukkan nilai efisiensi dari kadar kekeruhan awal dan kadar kekeruhan setelah proses jar test serta pengendapan. Penurunan terhadap kadar kontrol kekeruhan yaitu 3,6 %, kadar kekeruhan yang efektif berada pada dosis 4,5 g/L dengan penurunan sebesar 67 %. Pada saat penambahan dosis koagulan 6 g/L kadar kekeruhan semakin meningkat sehingga persentase penurunan

menurun, hal ini disebabkan oleh dosis koagulan yang tidak larut lagi di dalam air karena dosis koagulan yang tinggi menyebabkan partikel yang berikatan dengan koagulan sudah habis sehingga koagulan tersebut menjadi zat suspensi (Jannah, 2020).

Penurunan parameter kekeruhan dapat dipengaruhi oleh waktu pengendapan, karena semakin lama waktu pengendapan yang diberikan maka semakin banyak endapan yang terbentuk (Adira, 2020). Pada PERMEN LH No 05 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah RPH untuk parameter kekeruhan tidak ada baku mutu yang ditetapkan, melainkan parameter kekeruhan ini diuji hanya untuk mengetahui berapa kadar kekeruhan yang dapat diendapkan oleh penggunaan koagulan kulit singkong.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

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

1. Hasil paling efektif dalam penurunan kadar COD, TSS dan kekeruhan yaitu sebesar 77% untuk penurunan parameter COD, 50 % untuk penurunan parameter TSS dan 67 % untuk penurunan parameter Kekeruhan.
2. Dosis optimum untuk menurunkan konsentrasi kadar COD adalah pada dosis 6 g/L dengan penurunan parameter COD dari 1248 mg/L menjadi 373 mg/L, pada dosis 3 g/L mampu menurunkan parameter TSS dari 460 mg/L menjadi 230 mg/L, dan dengan dosis 4,5 g/L penurunan kekeruhan dari 384 NTU menjadi 127 NTU dengan kecepatan pengadukan cepat 120 rpm dan pengadukan lambat 30 rpm serta waktu pengendapan 60 menit.

#### **5.2. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian ini, adapun saran untuk penelitian lebih lanjut sebagai berikut:

1. Peneliti selanjutnya perlu mempertimbangkan untuk variasi kecepatan pengadukan cepat
2. Peneliti selanjutnya perlu mempertimbangkan untuk variasi durasi pengadukan lambat.
3. Diperlukan nilai variasi dosis koagulan yang lebih rapat untuk bisa mendapatkan nilai hasil yang lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulla, H. J., Al-Quraeshi, N. K. B., & Al-Awadi, F. N. J. (2012). Study of *Chemical Oxygen Demand (COD)* in Relation to *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*. *Journal of Kerbala University*, 10(3), 8–11.
- Adira, R. (2020). Pemanfaatan Biji Trembesi (*Samanea Saman*) Sebagai Koagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik. *Skripsi*. Uin Ar-Raniry Banda Aceh.
- Airun, N. H. (2020). Pemanfaatan Biji Pepaya (*Carica Papaya L*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Skripsi*. Yogyakarta.
- Andre. (2015). Penggunaan Tepung Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Biokoagulan Untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan COD Pada Air Limbah Usaha Laundry. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol 4 No 4.
- Ang, T.-H., Kiat Kittipong, W., Chua, S.-C., Lim, J. W., Show, P.-L., Bashir, M. J. K. and Ho, Y.-C., 2020, Insight on extraction and characterization of biopolymers as the green coagulants for microalgae harvesting, *Water*, 12 (5), No. 1388.
- Ariyani, A., & R., F. (2017). Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Arang Aktif Dengan Variasi Konsentrasi NaOH Dan Suhu. *Konversi*, 6 (1),7.
- Asharuddin, S. M., Othman, N., Shaylinda, N., Zin, M., Tajarudin, H. A., Din, M. F., & Kumar, V. (2018). *Performance Assessment of Cassava Peel Starch and Alum as Dual Coagulant for Turbidity Removal in Dam water*. August.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2018). Pusat Statistik Republik Indonesia produksi ubi kayu (singkong). **A R - R A N I R Y**
- Badan Pusat Statistik Provinsi Aceh. (2022). Aceh Dalam Angka Tahun 2022. Aceh: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). Air dan air limbah – Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri. *Sni 06-6989.3-2004*, 10.
- Farahdiba, A. U. (2019). Penurunan Amonia Pada Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan (RPH) Dengan Menggunakan Upflow Anaerobic Filter. *Jurnal Envirotek*, 11(1). <https://doi.org/10.33005/envirotek.v11i1.1396>.
- Handayani, A. W. (2015). Penyisihan *Biochemical Oxygen Demand* dan *Total Suspended Solid* Air Limbah Rumah Potong Hewan Dengan Koagulan Biji

Trembesi (*Samanea Saman*). Skripsi. Universitas Airlangga.

Husaini, H., Cahyono, S. S., Suganal, S., & Hidayat, K. N. (2018). Perbandingan Koagulan Hasil Percobaan Dengan Koagulan Komersial Menggunakan Metode Jar Test. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 14(1), 31. <https://doi.org/10.30556/jtmb.vol14.no1.2018>.

Imamah Z (2021). Efektivitas Serbuk Kulit Pisang Kepok dan Kulit Singkong Untuk Menurunkan Kekeruhan dan Total Coliform Pada Air Sumur Gali" X". <http://digilib.uinsby.ac.id/id/eprint/49194>

Jannah, R. (2020). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica L.*) Sebagai Biokoagulan Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan. *Skripsi*. Uin Ar-Raniry.

Khaliq, A. (2015). Analisis Sistem Pengolahan Air Limbah Pada Kelurahan Kelayan Luar Kawasan IPAL Pekapuran Raya PD PAL Kota Banjarmasin. *Jurnal POROS TEKNIK*.7(1), 34-42.

Kristianto, H. (2017). The Potency of Indonesia Native Plants as Natural Coagulant: a Mini Review. *Water Conservation Science and Engineering*, 2(2), 51–60. <https://doi.org/10.1007/s41101-017-0024-4>

Kristianto, H., Jennifer, A., Sugih, A. K., & Prasetyo, S. (2020). Potensi Polisakarida dari Limbah Buah-buahan sebagai Koagulan Alami dalam Pengolahan Air dan Limbah Cair: Review. *Jurnal Rekayasa Proses*, 14(2), 108. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.57798>

Kristijarti, A. P., Suharto, I., & Marieanna. (2013). Penentuan Jenis Koagulan Dan Dosis Optimum Untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi Dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X. *Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan*, 1–33.

Kumar, V., Al-Gheethi, A., Asharuddin, S. M., & Othman, N. (2021). Potential of cassava peels as a sustainable coagulant aid for institutional wastewater treatment: Characterisation, optimisation and techno-economic analysis. *Chemical Engineering Journal*, 420.

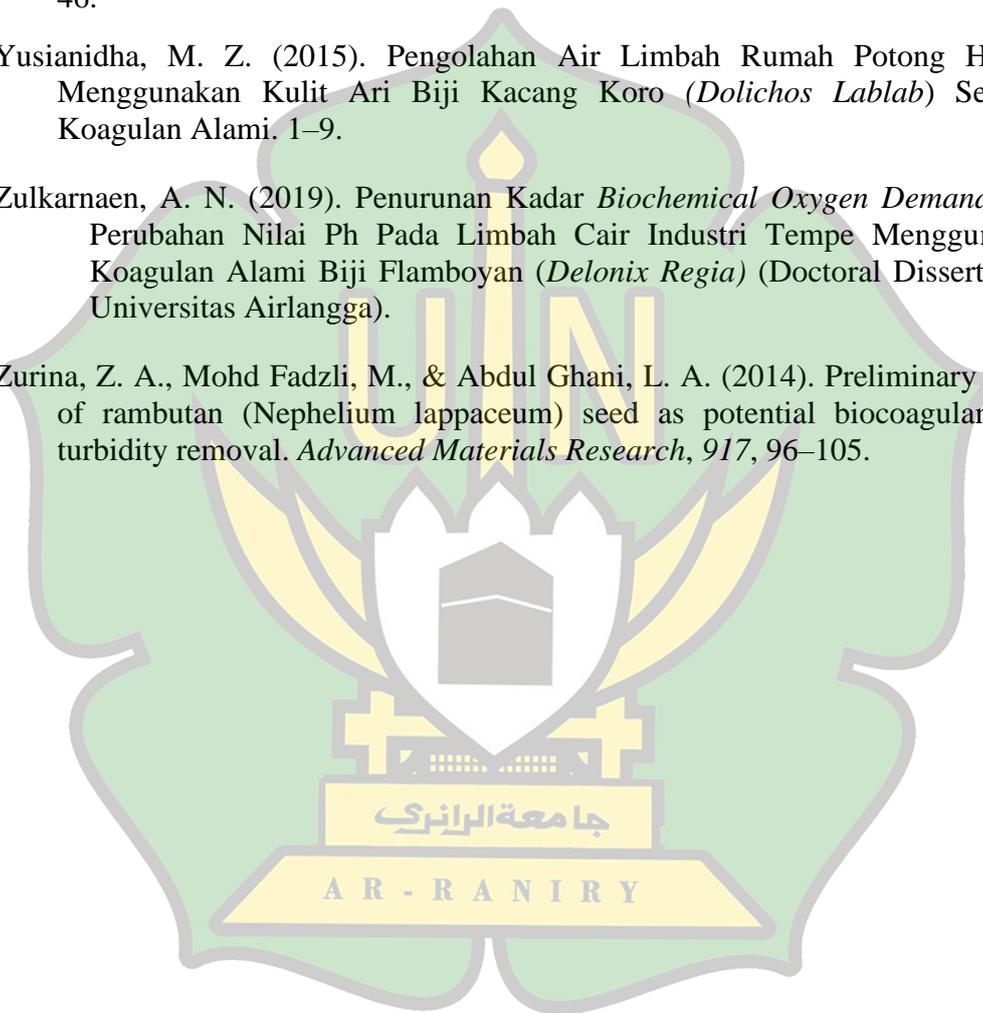
Kumar, V., Othman, N., & Mohd-asharuddin, S. (2020). *Partial Replacement of Alum by Using Natural Coagulant Aid to Remove Turbidity from Institutional Wastewater*. 4, 241–251.

Lubis, I., Edhi, T., Soesilo, B., Lingkungan, S. I., Indonesia, U., Salemba, J., No, R., & Pusat, J. (2018). 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* ). 25(1), 33–44. <https://doi.org/10.22146/Jml.35396>

- Maulidya, N. (2021). Kajian Pengolahan Air Gambut Dengan Ekstraksi Kacang Kedelai (*Glycine Max L.*) dalam Larutan NaCl Sebagai Biokoagulan Skripsi. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta
- Maulinda, L., Nasrul, Z., & Sari, D. N. (2015). Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 11–19.
- Meicahayanti, I., Marwah, M., & Setiawan, Y. (2018). Efektivitas Kitosan Limbah Kulit Udang dan Alum Sebagai Koagulan dalam Penurunan TSS Limbah Cair Tekstil. *Jurnal Chemurgy*, 2(1), 1.
- Mohd-Asharuddin, S., Othman, N., Mohd Zin, N. S., & Tajarudin, H. A. (2017). A Chemical and Morphological Study of Cassava Peel: A Potential Waste as Coagulant Aid. *MATEC Web of Conferences*, 103, 1–8.
- Mulyawan, A. E. (2020). Pengaruh Penggunaan Tepung Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Kualitas Kimia Air Tambak Budidaya *Journal of Fisheries and Marine Sci.* 2(1).
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 2006.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014.
- Pratiwi, N. P. R. K., Sibaran, J., & Puspawati, N. M. (2019). Aplikasi Koagulan Alami Ekstrak Air Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) dalam Pengolahan Limbah Zat Warna Malachite Green, Remazol Blue, dan Indigosol Violet. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 7(2), 75–83.
- Prihatinningtyas, E. (2013). Aplikasi Koagulan Alami Dari Tepung Jagung Dalam Pengolahan Air Bersih. *Jurnal Teknosains*, 2(2).
- Putra, R. Buyung, L. MHD Darwis, M. Ahmad, M. R (2013). Pemanfaatan Biji Kelor Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Limbah Cair Industri Tahu Dengan Menggunakan Jar Test. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2 (2).
- Rahimah, Z. Heldawati, Heliyanur, Syauqiyah, I. (2016). Pengolahan Limbah Deterjen dengan Metode KoagulasiFlokulasi Menggunakan Koagulan Kapur dan PAC . *Konversi*. 5(2), 13–19.
- Reilly, M., Cooley, A. P., Tito, D., Tassou, S. A., & Theodorou, M. K. (2019). Electrocoagulation treatment of dairy processing and slaughterhouse wastewaters. *Energy Procedia*, 161, 343–351.
- Renova, R. (2021). Pengolahan Limbah Cair dengan Penambahan Probiotik (Anpro) di Rumah Potong Hewan Ruminansia (RPH-R) Kota Palembang. Skripsi. Bina husada.

- Rukmana, Rahmat. 1997. Ubi Kayu, Budidaya dan Pasca Panen. Yogyakarta: Kanisius.
- Sagar, N. A. (2018). Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization, *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 17, 512-531.
- Salsabila. U. (2018). Perbedaan Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) Melalui Pemberian Tawas Dan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) Pada Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan Penggaron Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 6(4), 525–531.
- Sandoval, M. A., & Salazar, R. (2021). Electrochemical treatment of slaughterhouse and dairy wastewater: Toward making a sustainable process. *Current Opinion in Electrochemistry*, 26.
- Sari, E. D. A., Mulyaningrum, A. D., & Ningrum, P. T. (2018). Kandungan Limbah Cair Berdasarkan Parameter Kimia di Inlet dan Outlet Rumah Pemotongan Hewan ( Studi di Rumah Pemotongan Hewan X Kabupaten Jember ). *Journal of Health Science and Prevention*, 2(2), 88–94.
- SNI 06.6989.2: 2019. Air dan Air Limbah- Bagian 2: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical oxygen Demand*) Dengan Refluks Tertutup Spektrofotometri.
- SNI 06-6989.11.2004. Tentang Metode Pengujian Kandungan pH.
- SNI 06-6989. 25.2005. Tentang Metode Pengujian Kandungan Kekeruhan.
- SNI 6989.59:2008. (2008). *Air Dan Air Limbah-Bagian 59: Metode Pengambilan Contoh Air Limbah*. Badan Standardisasi Nasional.
- Suganda, L. 2018. Efektivitas Kulit Pisang Nangka Untuk Menurunkan Kekeruhan Pada Air Sumur Gali “X” di Desa Kecamatan Tulakan Kabupaten Pacitan. Skripsi. Program Studi Kesehatan Masyarakat Stikes Husada Mulia, Madiun.
- Susilawati. (2022). Pemanfaatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Susuh Kura (*Sulcospira Testudinaria*) Sebagai Biokoagulan Untuk Menurunkan Kadar TSS dan COD Pada Limbah Cair Rph. Skripsi. UIN Ar-Raniry Banda Aceh, 1–102.
- Tariq, M. A V. S. (2020). Rambutan and fenugreek seeds for the treatment of Palm Oil Mill Effluent (POME) and its Feedforward Artificial Neural Network (FANN) modeling. *Research Communication in Engineering Science & Technology*, 1-14.

- Mulyawan, A. E. (2020). Pengaruh Penggunaan Tepung Biji Kelor ( *Moringa oleifera* ) Terhadap Kualitas Kimia Air Tambak Budidaya .*Journal of Fisheries and Marine Sci.* 2(1).
- Wiguna, I. M. C., Yuningrat, N. W., & Gunamantha, I. M. (2020). Penurunan Kekeruhan, Kadar Las Dan Fosfat Limbah Cucian Rumah Tangga Dengan Metode Kombinasi Pengolahan Koagulasi Dan Proses Oksidasi Lanjut Sistem Uv/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. *International Journal of Applied Chemistry Research*, 2(2), 46.
- Yusianidha, M. Z. (2015). Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Hewan Menggunakan Kulit Ari Biji Kacang Koro (*Dolichos Lablab*) Sebagai Koagulan Alami. 1–9.
- Zulkarnaen, A. N. (2019). Penurunan Kadar *Biochemical Oxygen Demand* Dan Perubahan Nilai Ph Pada Limbah Cair Industri Tempe Menggunakan Koagulan Alami Biji Flamboyan (*Delonix Regia*) (Doctoral Dissertation, Universitas Airlangga).
- Zurina, Z. A., Mohd Fadzli, M., & Abdul Ghani, L. A. (2014). Preliminary study of rambutan (*Nephelium lappaceum*) seed as potential biocoagulant for turbidity removal. *Advanced Materials Research*, 917, 96–105.



## LAMPIRAN A PERHITUNGAN

### 1. Perhitungan Persentase

- Menghitung persentase penurunan COD pada dosis optimum (6g/L)

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{c_0 - c_1}{c_0} \times 100 \% \\ &= \frac{1284 - 373}{1284} \times 100 \% \\ &= 71 \%\end{aligned}$$

- Menghitung persentase penurunan TSS pada dosis optimum (3 g/L)

- ❖ Perhitungan kadar TSS awal

Dik: A = Berat kertas saring + residu kering (mg) : 0,171

B = Berat kertas saring (mg) : 0,125

V = Volume sampel(ml) : 100

$$\begin{aligned}\text{TSS (mg/L)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(0,171 - 0,125) \times 1000}{0,1} \\ &= 460 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

- ❖ Perhitungan kadar TSS dosis 3 g/L

Dik: A = Berat kertas saring + residu kering (mg) : 0,148

B = Berat kertas saring (mg) : 0,125

V = Volume sampel(ml) : 100

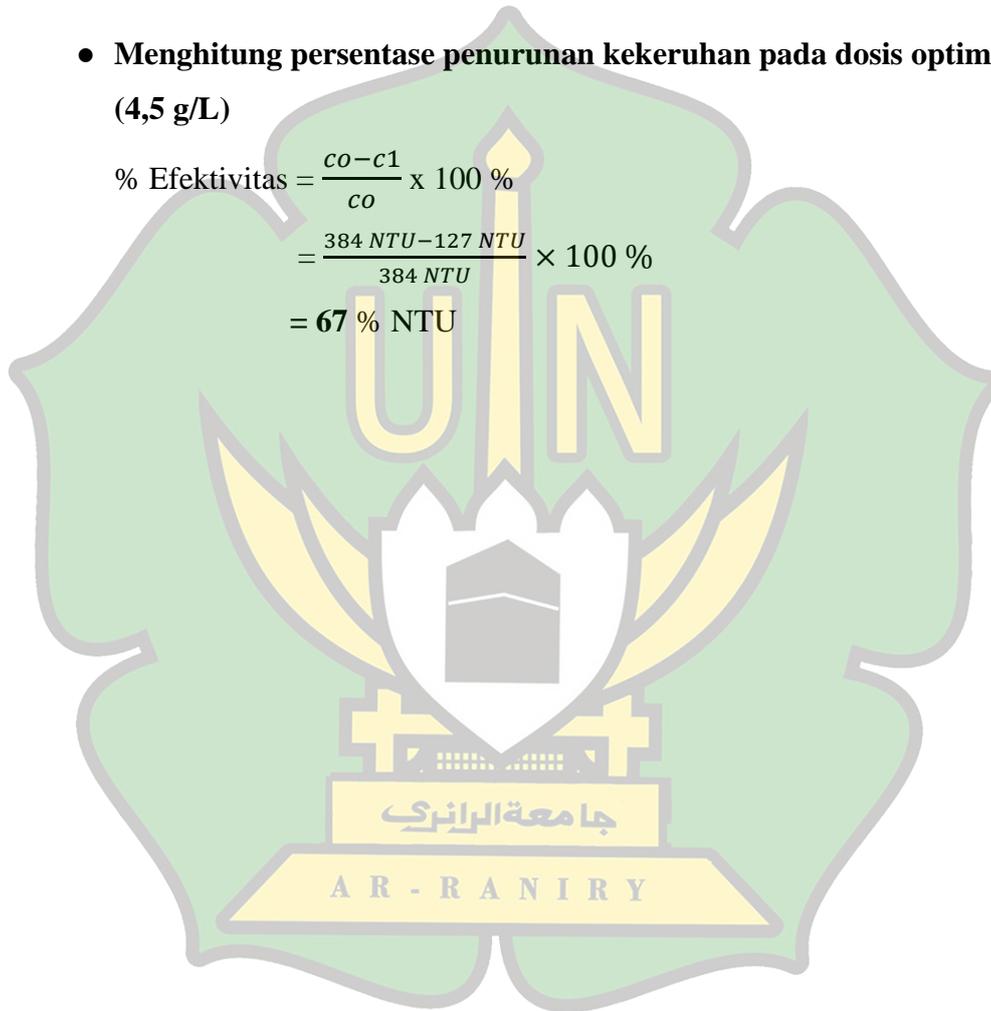
$$\begin{aligned}\text{TSS (mg/L)} &= \frac{(A-B) \times 1000}{0,1} \\ &= \frac{(0,148 - 0,125) \times 1000}{0,1} \\ &= 230 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

- Menghitung persentase TSS

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{c_0 - c_1}{c_0} \times 100 \% \\ &= \frac{460 - 230}{460} \times 100 \% \\ &= \mathbf{50 \%}\end{aligned}$$

- Menghitung persentase penurunan kekeruhan pada dosis optimum (4,5 g/L)

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{c_0 - c_1}{c_0} \times 100 \% \\ &= \frac{384 \text{ NTU} - 127 \text{ NTU}}{384 \text{ NTU}} \times 100 \% \\ &= \mathbf{67 \% \text{ NTU}}\end{aligned}$$



**LAMPIRAN B**  
**GAMBAR DOKUMENTASI PENELITIAN**

**A. Tahapan Pembuatan Koagulan Kulit Singkong**

		
<b>Bahan baku (kulit Singkong)</b>	<b>Pencucian kulit singkong</b>	<b>Pembilasan dengan Aquades</b>
		
<b>Kulit singkong dijemur dibawah matahari</b>	<b>kulit singkong di oven selama 1 jam suhu 105<sup>o</sup>c</b>	<b>Proses penghalusan kulit singkong dengan blender</b>
<b>A R - R A N I R Y</b>		
		
<b>Pengayakan dengan ayakan 100 mesh</b>	<b>Serbuk koagulan setelah diayak</b>	<b>Penimbangan untuk Variasi dosis koagulan</b>

## B. Tahapan Pengolahan Dan Pengujian Setiap Parameter

	
<p><b>Pengambilan sampel limbah cair RPH</b></p>	<p><b>Penambahan serbuk koagulan kulit singkong dalam sampel limbah cair RPH</b></p>
	
<p><b>Proses pengadukan cepat 120 rpm selama 2 menit</b></p>	<p><b>Proses pengadukan lambat 30 rpm selama 30 menit</b></p>
	
<p><b>Pengujian parameter pH</b></p>	<p><b>Hasil nilai pH</b></p>



**Pengujian parameter kekeruhan**



**Hasil uji kekeruhan**



**Pengujian parameter COD**



**Hasil pengukuran COD dengan COD meter**



**Pengujian parameter TSS**



**Hasil nilai timbangan kertas saring**