

**EFEKTIVITAS KITOSAN DAN SERBUK CANGKANG
KERANG HIJAU (*Perna viridis*) SEBAGAI
KOAGULAN PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH
RPH**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

**NAURA HANIYYA
NIM. 190702088**

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



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

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

EFEKTIVITAS KITOSAN DAN SERBUK CANGKANG KERANG HIJAU (*Perna viridis*) SEBAGAI KOAGULAN PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH RPH TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik
Lingkungan

Diajukan Oleh:

NAURA HANIYYA
NIM. 190702088

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 2 Agustus 2024
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I



Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc.
NIDN. 2015118002

Pembimbing II



Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
NIDN.20151108002

Mengetahui,

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



Husnawati Yahya, M.Sc.
NIDN. 2009118301

LEMBAR PENGESAHAN

EFEKTIVITAS KITOSAN DAN SERBUK CANGKANG KERANG HIJAU (*Perna viridis*) SEBAGAI KOAGULAN PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH RPH

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
serta Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Kelulusan Program Sarjana Teknik
(S-1) dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: 20 Agustus 2024
15 Shafar 1446

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,

Sekretaris,

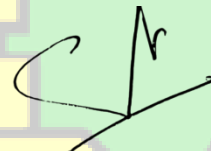


Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc.
NIDN. 2015118002

Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
NIDN. 20151108002

Penguji I,

Penguji II,



Syarifah Seicha Fatma, S.T., M.T.

Suardi Nur, S.T., M.Sc., P.hD
NIP/NIDN. 198110102006041006

Mengetahui,

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




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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Naura Haniyya
NIM : 190702088
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Efektivitas Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau
(*Perna viridis*) sebagai Koagulan pada Pengolahan Air
Limbah RPH

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

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

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 melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.



Banda Aceh, 30 Juli 2024

Naura Haniyya

ABSTRAK

Nama : Naura Haniyya
NIM : 190702088
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Efektivitas Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau
(*Perna viridis*) sebagai Koagulan pada Pengolahan Air
Limbah RPH
Tanggal Sidang : 20 Agustus 2024
Jumlah Halaman : 73
Pembimbing I : Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc.
Pembimbing II : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
Kata Kunci : Koagulan, Kitosan, Air Limbah RPH, Cangkang Kerang
Hijau (*Perna viridis*), Koagulasi-flokulasi.

Pengolahan air limbah, khususnya pada Rumah Potong Hewan (RPH), memerlukan proses koagulasi-flokulasi untuk mengurangi kekeruhan akibat padatan tersuspensi dan koloid. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan kitosan dan serbuk cangkang yang dihasilkan dari limbah cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) dalam menurunkan kadar TSS, COD, dan turbiditas pada limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH). Metode yang digunakan adalah koagulasi-flokulasi, dengan pengujian terhadap parameter pH, COD, TSS, dan turbiditas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kitosan yang diperoleh dari cangkang kerang hijau dengan derajat deasetilasi sebesar 15,25% masih memiliki struktur molekul yang sebagian besar menyerupai kitin. Cangkang kerang hijau terbukti efektif sebagai biokoagulan, dengan efektivitas penurunan kadar COD sebesar 72,12% pada dosis 1,5 g, TSS sebesar 58,89% pada dosis 2,5 g, dan turbiditas sebesar 40,14% pada dosis 2,5 g. Namun, penurunan kadar COD dan TSS tersebut belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh PERMEN LH Nomor 5 Tahun 2014. Sebaliknya, pada pengujian kitosan, efektivitas penurunan kadar COD mencapai 70,46% pada dosis 2,5 g, sedangkan penurunan kadar TSS mencapai 90,74% pada dosis 2,5 g dan turbiditas sebesar 68,01% pada dosis 2,5 g. Temuan ini menunjukkan potensi kitosan dari cangkang kerang hijau sebagai alternatif koagulan dalam pengolahan air limbah RPH.

ABSTRACT

Name : Naura Haniyya
Student ID Number : 190702088
Study program : Environmental Engineering
Title : Effectiveness of Chitosan and Green Mussel Shell Powder (*Perna viridis*) as Coagulant in Wastewater Treatment in Slaughterhouses
Date of Session : 20 August 2024
Number of Pages : 73
Advisor I : Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc.
Advisor II : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
Keywords : Coagulant, Chitosan, Slaughterhouse Wastewater, Green Mussel Shells (*Perna viridis*), Coagulation-Flocculation.

Wastewater treatment, particularly in Slaughterhouses (RPH), requires a coagulation-flocculation process to reduce turbidity caused by suspended solids and colloids. This study aims to analyze the ability of chitosan and shell powder derived from green mussel (*Perna viridis*) shell waste in reducing TSS, COD, and turbidity levels in the liquid waste of Slaughterhouses (RPH). The method used is coagulation-flocculation, with tests conducted on pH, COD, TSS, and turbidity parameters. The results show that chitosan obtained from green mussel shells with a degree of deacetylation of 15.25% still retains a molecular structure largely resembling chitin. Green mussel shells have proven effective as a bio-coagulant, with a COD reduction efficiency of 72.12% at a 1.5 g dose, TSS reduction of 58.89% at a 2.5 g dose, and turbidity reduction of 40.14% at a 2.5 g dose. However, the reduction in COD and TSS levels did not meet the quality standards set by PERMEN LH No. 5 of 2014. Conversely, in the chitosan tests, COD reduction efficiency reached 70.46% at a 2.5 g dose, while TSS reduction reached 90.74% at a 2.5 g dose, and turbidity reduction was 68.01% at a 2.5 g dose. These findings indicate the potential of chitosan from green mussel shells as an alternative coagulant in the wastewater treatment of slaughterhouses.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah Swt. berkat rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan judul “Efektivitas Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*) sebagai Kagulan pada Pengolahan Air Limbah RPH” . *Shalawat* dan *salam* semoga senantiasa tercurah kepada Nabi besar kita, Nabi Muhammad Saw. Utusan Allah yang membawa cahaya petunjuk kepada seluruh umat manusia.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Ayahanda Dr. Fuad, S.Ag., M.Hum. dan Ibunda Nailul Izzati selaku orang tua penulis dan kedua adik penulis yang senantiasa memberikan doa dan dukungan penuh sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Selanjutnya, penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc. selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Bapak Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Pembimbing Akademik Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membimbing, memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Teuku Muhammad Ashari, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

6. Ibu Syarifah Seicha Fatma, S.T., M.T., selaku dosen penguji I sidang munaqasyah.
7. Bapak Suardi Nur, S.T., M.Sc., P.hD., selaku dosen penguji II sidang munaqasyah.
8. Bu Nurul Huda, S.Pd. yang telah membantu proses penelitian di Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry.
9. Bu Firda Elvisa, SE., Ak. yang telah membantu proses akademik Program Studi Teknik Lingkungan.
10. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Prodi Teknik Lingkungan yang telah mengajarkan dan memberikan ilmu yang bermanfaat selama masa perkuliahan.

Selain itu, penulis juga mengucapkan Terimakasih kepada Amirul, Shopia dan Maulina dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Meskipun telah berusaha menyelesaikan Tugas Akhir dan penelitian ini sebaik mungkin, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis mengharapakan dari para pembaca guna menyempurnakan segala kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan.

Banda Aceh, 7 Februari 2023

Penulis,

Naura Haniyya

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan (RPH)	5
2.2 Baku Mutu Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan (RPH)	6
2.3 Koagulan.....	7
2.3.1 Jenis Koagulan.....	7
2.3.2 Biokoagulan.....	8
2.4 Koagulasi dan Flokulasi	8
2.5 Kitin dan Kitosan.....	9
2.6 Kerang Hijau	10
2.6.1 Klasifikasi Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i>).....	10
2.6.2 Cangkang Kerang Hijau	11
2.7 Penelitian yang Relevan	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	19
3.2 Tahapan Umum Penelitian	20

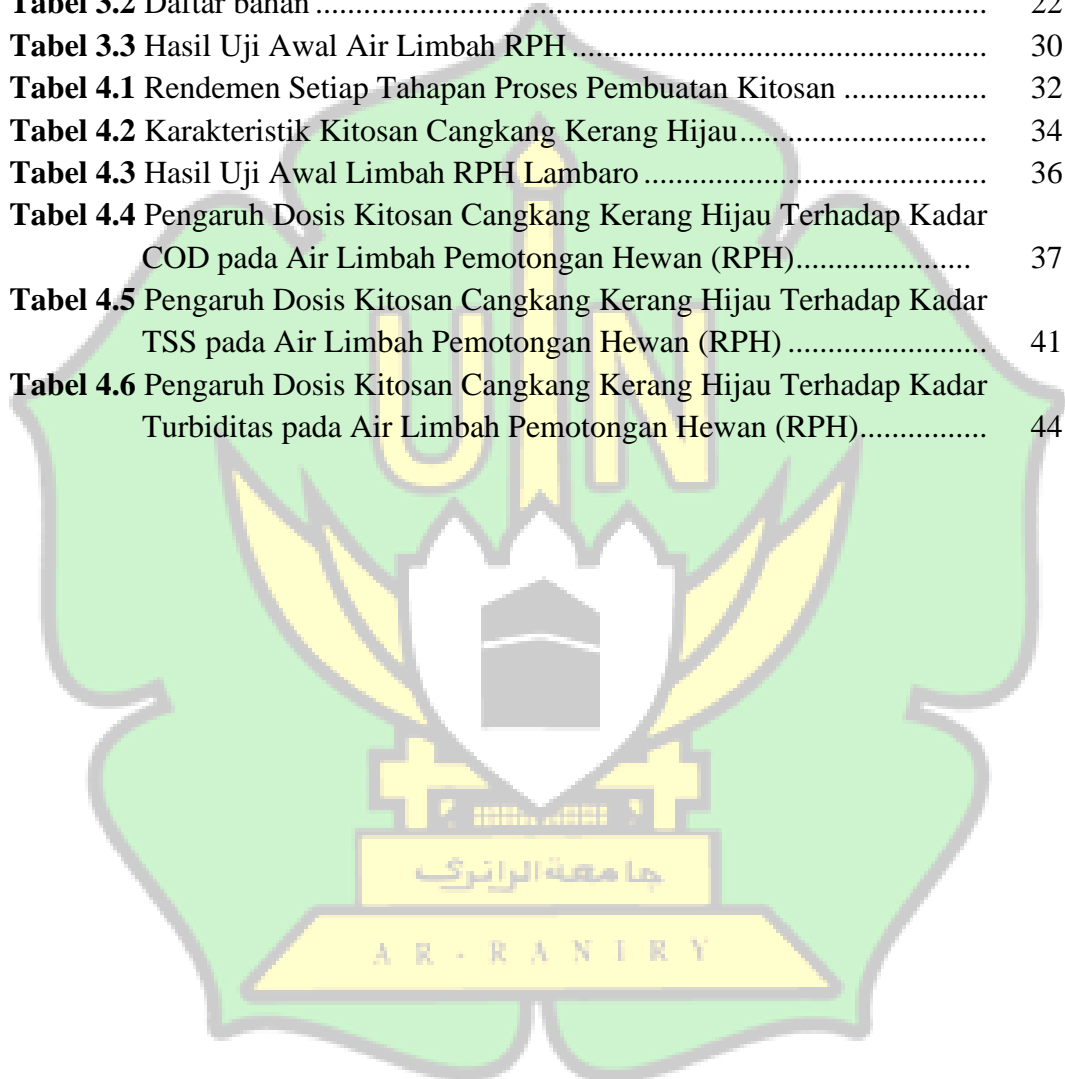
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	22
3.3.1	Alat.....	22
3.3.2	Bahan	22
3.4	Pengambilan Sampel	23
3.4.1	Lokasi Pengambilan Sampel	23
3.4.2	Teknik Pengambilan Sampel.....	24
3.4.3	Persiapan Sampel Cangkang Kerang Hijau	25
3.4.5	Pembuatan Kitosan.....	26
3.5	Karakterisasi Kitosan	27
3.6	Pengujian Kemampuan Kitosan sebagai Koagulan	29
3.7	Efektivitas Penurunan.....	30
3.8	Hasil Uji Pendahuluan Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan (RPH)	30
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1	Proses Pembuatan Kitosan dari Limbah Cangkang Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i>)	31
4.2	Karakteristik Kitosan Cangkang Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i>)	34
4.3	Pengujian Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau.....	36
4.4	Pengaruh Dosis Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau Terhadap Kadar COD pada Air Limbah Pemotongan Hewan (RPH).....	37
4.5	Pengaruh Dosis Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau Terhadap Kadar TSS pada Air Limbah Pemotongan Hewan (RPH)	41
4.6	Pengaruh Dosis Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau Terhadap Nilai Turbiditas pada Air Limbah Pemotongan Hewan (RPH).....	45
BAB V	PENUTUP.....	50
5.1	Kesimpulan.....	50
5.2	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR


Gambar 2.1 Struktur Kimia Kitin	8
Gambar 2.2 Struktur Kimia Kitosan.....	9
Gambar 2.3 Kerang hijau (<i>Perna viridis</i>).....	10
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar 3.2 Proses Pembuatan Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang.....	21
Gambar 3.3 Lokasi Pengambilan Sampel Air Limbah RPH.....	23
Gambar 3.4 Bak Resapan Limbah RPH UPTD Lambaro	24
Gambar 3.5 Pengambilan Sampel Limbah RPH	25
Gambar 3.6 Flokulator.....	29
Gambar 4.1 Spektrum Serapan FT-IR Kitosan Cangkang Kerang Hijau	33
Gambar 4.2 Kitosan Cangkang Kerang Hijau	34
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Dosis Koagulan dan Kitosan Cangkang Kerang Hijau pada Kadar COD.....	38
Gambar 4.4 Penampakan fisik Air Limbah RPH a) sebelum b) sesudah penambahan dosis	39
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Dosis Koagulan dan Kitosan Cangkang Kerang Hijau pada Kadar TSS	42
Gambar 4.6 Penampakan fisik Air Limbah RPH a) sebelum b) sesudah penambahan dosis	43
Gambar 4.7 Grafik Efektivitas Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau pada Kadar TSS.....	43
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Dosis Koagulan dan Kitosan Cangkang Kerang Hijau pada Kadar Turbiditas.....	45
Gambar 4.9 Grafik Efektivitas Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau pada Nilai Turbiditas	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah RPH Berdasarkan PERMEN LH Nomor 5 Tahun 2014	11
Tabel 2.2 Matriks penelitian.....	13
Tabel 3.1 Daftar alat	22
Tabel 3.2 Daftar bahan	22
Tabel 3.3 Hasil Uji Awal Air Limbah RPH	30
Tabel 4.1 Rendemen Setiap Tahapan Proses Pembuatan Kitosan	32
Tabel 4.2 Karakteristik Kitosan Cangkang Kerang Hijau.....	34
Tabel 4.3 Hasil Uji Awal Limbah RPH Lambaro	36
Tabel 4.4 Pengaruh Dosis Kitosan Cangkang Kerang Hijau Terhadap Kadar COD pada Air Limbah Pemotongan Hewan (RPH).....	37
Tabel 4.5 Pengaruh Dosis Kitosan Cangkang Kerang Hijau Terhadap Kadar TSS pada Air Limbah Pemotongan Hewan (RPH)	41
Tabel 4.6 Pengaruh Dosis Kitosan Cangkang Kerang Hijau Terhadap Kadar Turbiditas pada Air Limbah Pemotongan Hewan (RPH).....	44



DAFTAR SINGKATAN



AOAC	: <i>Association of Analytical Communities</i>
COD	: <i>Chemical Oxygen Demand</i>
DD	: Derajat Deasetilasi
FT-IR	: <i>Fourier Transform-InfraRed</i>
IPU	: Insinyur Profesional Utama
NIM	: Nomor Induk Mahasiswa
NIP	: Nomor Induk Pegawai
NTU	: <i>Nephelometric Turbidity Unit</i>
PAC	: <i>Poly Aluminium Chloride</i>
PE	: Polietilen
PERMEN LH	: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup
pH	: <i>Potential Hydrogen</i>
PP	: Polipropilen
RPH	: Rumah Potong Hewan
SAW	: <i>Shallallahu `alaihi Wa Sallam</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SPL	: Saringan Pasir Lambat
SWT	: <i>Subhanahu Wa Ta'ala</i>
TSS	: <i>Total Suspended Solid</i>
UIN	: Universitas Islam Negeri
UPTD	: Unit Pelaksana Teknis Dinas

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan daging di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan perubahan pola konsumsi masyarakat. Daging merupakan sumber protein hewani yang penting bagi kesehatan dan pertumbuhan, sehingga permintaannya semakin tinggi, terutama di perkotaan. Peningkatan permintaan ini mendorong beroperasinya lebih banyak Rumah Potong Hewan (RPH) untuk memenuhi pasokan daging segar (Bina & Putra, 2020).

Rumah Potong Hewan (RPH) merupakan fasilitas penting dalam industri peternakan yang berfungsi untuk pemotongan hewan dan pengolahan daging. Namun, operasional RPH juga menimbulkan masalah lingkungan karena menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar yang mengandung polutan organik, seperti darah, lemak, kotoran hewan, dan sisa makanan. Jika limbah ini tidak dikelola dengan baik, dapat mencemari air dan tanah di sekitar area RPH, sehingga meningkatkan risiko gangguan kesehatan dan merusak ekosistem setempat. Limbah cair dari RPH umumnya memiliki kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solids* (TSS), dan tingkat turbiditas yang tinggi. Parameter-parameter ini sangat penting dalam menentukan kualitas air limbah. Apabila melebihi baku mutu lingkungan, limbah tersebut dapat membahayakan ekosistem perairan dan kesehatan manusia (Kurniawati dkk., 2019).

Pengolahan air limbah memerlukan beberapa tahapan, antara lain proses filtrasi, koagulasi/flokulasi, sedimentasi, dan desinfeksi. Proses koagulasi/flokulasi digunakan untuk menghilangkan kekeruhan berupa padatan tersuspensi dan koloid. Berbagai penelitian telah dilakukan terhadap pengolahan air limbah melalui proses koagulasi. Berbagai jenis koagulan telah diuji efektivitas dan efisiensinya, baik koagulan sintetik maupun koagulan alami. Koagulan adalah zat yang dapat mengikat dan mengendapkan partikel padat dan zat warna yang terkandung dalam air. Di antara kedua jenis koagulan tersebut, koagulan sintetik merupakan bahan yang paling banyak digunakan dalam proses pengolahan air karena selain lebih

mudah didapat, juga cukup ekonomis. Namun, penggunaan koagulan sintetik yang berlebihan memiliki efek negatif terhadap lingkungan dan kesehatan karena koagulan jenis ini tidak mudah terurai secara hayati (Sinardi dkk. 2013).

Selain koagulan sintetik, koagulan juga dapat diperoleh secara alami, contohnya adalah kitosan. Kitosan merupakan biopolimer dari limbah kulit hewan *Crustacea* (udang, kepiting, rajungan), alga, fungi dan ragi. Kitosan banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku di berbagai industri seperti farmasi, kosmetik, makanan dan tekstil. Selain itu, kitosan juga dapat digunakan sebagai koagulan dalam mengolah air limbah. Keunggulan kitosan sebagai koagulan adalah tidak beracun, mudah terurai secara hayati, polielektrolit dan mudah berinteraksi dengan zat organik lainnya seperti protein (Ihsani & Widyastuti, 2014). Dengan demikian, koagulan yang diperoleh dari kitosan diharapkan menjadi bahan yang ramah lingkungan dan memiliki nilai tambah yang tinggi.

Salah satu sumber kitosan adalah cangkang kerang hijau. Cangkang kerang ini dipilih sebagai bahan koagulan karena mengandung mineral yang dapat membantu pengikatan dan pengendapan. Cangkang kerang ini juga mengandung kalsium karbonat serta silika yang dapat membantu mengikat dan memperbaiki partikel padat dan zat pewarna di dalam air (Agustine dkk., 2023). Cangkang kerang hijau memiliki sifat koagulasi yang baik, sehingga dapat berkontribusi dalam pembentukan partikel padat yang dapat mengendap dan mengurangi kekeruhan air.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Farihin dkk., (2017), yang memanfaatkan kitosan dari limbah cangkang kerang hijau menyatakan bahwa kitosan cangkang kerang hijau dapat menurunkan kadar TSS, COD, dan Turbiditas pada Pengolahan Limbah Cair PT.Sido Muncul Tbk, Semarang dengan efisiensi yang dihasilkan pada penurunan nilai Turbiditas sebesar 69%, penurunan kadar TSS sebesar 83,9% dan penurunan COD sebesar 67,8%. Pada penelitian yang dilakukan oleh Agustine dkk., (2023), penambahan serbuk cangkang kerang hijau berpengaruh terhadap peningkatan kualitas air sumur ditinjau dari parameter fisika dan kimia, dalam meningkatkan kualitas air sumur dengan kekeruhan 9,33 NTU efektivitasnya sebesar 84,5%.

Berdasarkan uraian tersebut, maka ada potensi koagulan alami berupa kitosan yang bersumber dari cangkang kerang hijau untuk dimanfaatkan sebagai koagulan dalam pengolahan air limbah dengan metode koagulasi. Oleh karena, peneliti merasa perlu untuk meneliti lebih jauh hingga menemukan nilai efektivitas dari koagulan tersebut dalam menurunkan parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan Turbiditas dengan menerapkan pada Pengolahan air limbah Rumah Potong Hewan (RPH). Untuk itu, peneliti mengangkat judul penelitian “Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Kerang Hijau (*Perna Viridis*) sebagai Biokoagulan pada Pengolahan Air Limbah RPH”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Berapa efektivitas pemanfaatan serbuk cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) dalam menurunkan kadar TSS, COD dan Turbiditas pada air limbah RPH?
2. Berapa efektivitas pemanfaatan kitosan cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) dalam menurunkan kadar TSS, COD dan Turbiditas pada air limbah RPH?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Untuk mengetahui efektivitas pemanfaatan serbuk cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) dalam menurunkan kadar TSS, COD dan Turbiditas pada air limbah RPH.
2. Untuk mengetahui efektivitas pemanfaatan kitosan cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) dalam menurunkan kadar TSS, COD dan Turbiditas pada air limbah RPH.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai limbah cangkang kerang yang dapat dimanfaatkan untuk mengolah limbah cair RPH yang bersifat ramah lingkungan.
2. Penelitian ini dapat menjadi acuan dan masukan yang digunakan untuk penelitian serupa bagi rekan-rekan yang ingin meneliti tentang pengolahan limbah RPH menggunakan cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) lebih lanjut.
3. Penelitian ini juga dapat dijadikan tambahan kepustakaan dan referensi yang nantinya akan berguna bagi mahasiswa UIN Ar-Raniry.

1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal, yaitu sebagai berikut:

1. Parameter yang diuji adalah pH, TSS, COD dan Turbiditas untuk mencapai batas baku mutu PERMEN LH Nomor 5 Tahun 2014.
2. Sampel limbah cair yang digunakan pada penelitian ini yaitu limbah cair UPTD RPH Lambaro, Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan (RPH)

Air limbah rumah pemotongan hewan merupakan salah satu jenis limbah cair yang dihasilkan pada proses pemotongan dan pengolahan hewan di industri daging seperti rumah potong hewan atau pabrik daging. Limbah-limbah tersebut mengandung berbagai bahan yang dapat mencemari lingkungan dan mengancam kesehatan manusia jika tidak dikelola dengan baik. Berikut adalah beberapa komponen utama air limbah rumah pemotongan hewan:

1. **Darah:** Darah adalah salah satu komponen utama dalam air limbah pemotongan hewan. Darah mengandung banyak zat organik dan nutrisi yang dapat mempengaruhi kualitas air dan lingkungan jika tidak dikelola dengan baik.
2. **Lemak:** Selama proses pemotongan hewan, lemak dari jaringan hewan dilepaskan dan dapat mencemari air jika tidak diolah dengan benar. Lemak yang masuk ke dalam sistem perairan dapat menghambat aliran air dan merusak ekosistem sungai atau saluran pembuangan.
3. **Protein:** Air limbah pemotongan hewan mengandung tingkat protein yang tinggi, yang dapat menyebabkan masalah ekologis jika masuk ke dalam sistem air. Ini bisa menyebabkan pertumbuhan alga yang berlebihan dan menurunkan kadar oksigen dalam air, yang dapat membahayakan organisme air lainnya.
4. **Bahan kimia:** Bahan kimia seperti desinfektan, deterjen, dan bahan kimia pemrosesan digunakan dalam fasilitas pemotongan hewan untuk menjaga kebersihan dan mengendalikan mikroba. Namun, jika tidak dikelola dengan baik, bahan kimia ini dapat mencemari air dan menjadi masalah kesehatan masyarakat.

5. Mikroba: Air limbah pemotongan hewan dapat mengandung mikroorganisme patogen seperti bakteri dan virus yang dapat menyebabkan penyakit jika tidak dikelola dengan benar (Lubis dkk., 2020)

Selain komponen utama tersebut, limbah RPH juga mengandung beberapa parameter yang jika berlebihan akan merusak lingkungan. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Henderson dkk., (2009) penelitian ini mengevaluasi kandungan COD dan TSS pada limbah cair dari beberapa RPH di Amerika Selatan. Nilai COD yang dilaporkan mencapai 6.000 mg/L, sedangkan TSS berkisar antara 500 hingga 2.500 mg/L, menunjukkan tingginya beban organik dalam limbah tersebut.

2.2 Baku Mutu Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan (RPH)

Baku mutu air limbah rumah pemotongan hewan adalah standar kualitas air yang harus dipenuhi oleh fasilitas pemotongan hewan atau rumah potong hewan. Standar ini ditetapkan untuk melindungi lingkungan dan kesehatan manusia dari dampak negatif pencemaran air yang dapat timbul dari aktivitas pemotongan hewan. Baku mutu air limbah ini mencakup berbagai parameter kualitas air yang harus dipantau dan dijaga agar tidak melebihi batas yang telah ditetapkan.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah RPH Berdasarkan PERMEN LH Nomor 5 Tahun 2014

Parameter	Satuan	Kadar Paling Tinggi
BOD	mg/L	100
COD	mg/L	200
TSS	mg/L	100
Minyak dan Lemak	mg/L	15
NH ₃ -N	mg/L	25
pH	-	6-9
Volume air limbah paling tinggi untuk sapi, kerbau dan kuda: 1.5 m ³ /ekor/hari		
Volume air limbah paling tinggi untuk kambing dan domba: 0.15 m ³ /ekor/hari		
Volume air limbah paling tinggi untuk babi: 0.65 m ³ /ekor/hari		

2.3 Koagulan

Koagulan adalah bahan kimia yang diperlukan untuk mengendapkan partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendap dengan sendirinya (karena gravitasi). Koagulan dapat berupa garam logam (anorganik) atau polimer (organik). Polimer adalah senyawa organik sintetis yang terdiri dari rantai panjang molekul kecil. Berbagai jenis koagulan polimer adalah *kationik* (bermuatan positif), *anionik* (bermuatan negatif), dan *nonionik* (bermuatan netral) (Samsuarni, 2022).

2.3.1 Jenis Koagulan

Koagulan dari bahan kimia yang umum digunakan adalah

1. *Aluminium Sulfate* (ALUM) atau tawas

Tawas adalah koagulan yang paling umum digunakan dalam pengolahan air. Tawas dapat mengendapkan partikel seperti lumpur, tanah dan kontaminan lainnya.

2. *Poly Aluminium Chloride* (PAC)

PAC merupakan koagulan yang banyak digunakan dalam pengolahan air terutama untuk mengatasi masalah kekeruhan dan warna air yang tidak diinginkan.

3. Ferro Sulfat

Ferro sulfat sering digunakan sebagai koagulan dalam pengolahan air limbah atau pengolahan air besi. Ferro sulfat dapat membantu mengendapkan partikel di dalam air, seperti fosfat dan logam berat.

4. Zeolit

Zeolit merupakan koagulan alami yang berasal dari mineral alam. Zeolit dapat membantu mengendapkan partikel organik dan anorganik seperti klorin, amonia dan logam berat dalam air.

5. Tanin

Tanin adalah koagulan dari tumbuhan alami. Tanin dapat membantu mengendapkan partikel organik seperti pewarna dan lignin dalam air.

6. Polimer

Polimer adalah koagulan yang biasa digunakan dalam pengolahan air dan limbah. Polimer dapat mengendapkan partikel organik dan anorganik seperti pewarna, tanin dan kontaminan organik dalam air.

7. Kationik polimer

Jenis koagulan ini bekerja dengan mengikat partikel pada air, membentuk flok yang lebih besar yang kemudian mengendap.

8. Anionik polimer

Jenis koagulan ini bekerja dengan mengurangi muatan negatif pada partikel di dalam air, yang membantu partikel tersebut berpindah ke permukaan air dan mengendap dengan mudah.

Pilihan koagulan yang akan digunakan untuk air tertentu sebaiknya didasarkan pada percobaan pada koagulan yang berbeda. Koagulan yang paling sering digunakan adalah alum dan PAC (Ekoputri dkk., 2023).

2.3.2 Biokoagulan

Biokoagulan adalah koagulan alami yang berperan dalam proses pengendapan partikel-partikel kecil yang sulit mengendap sendiri. Fungsi biokoagulan yaitu mengikat kotoran atau partikel yang terkandung di dalam air. Biokoagulan lainnya dapat diturunkan dari kitosan yang merupakan turunan dari kitin. Kitosan dapat digunakan sebagai biokoagulan ekologis karena mudah terurai. Hal ini disebabkan adanya gugus amina aktif (NH_2). Gugus amina memiliki pasangan elektron bebas dari atom hidrogen, memungkinkan gugus untuk mengikat ion logam karena gugus tersebut sangat reaktif dan elektronegatif. (Stephanie, 2020)

2.4 Koagulasi dan Flokulasi

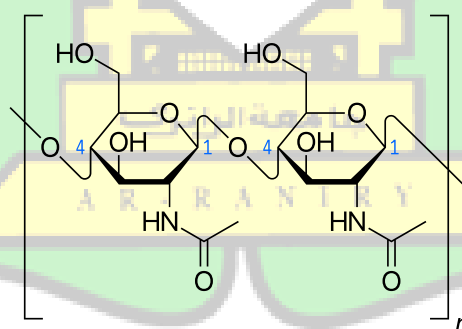
Koagulasi dan flokulasi adalah dua proses yang terjadi dalam pengolahan air dan air limbah untuk memisahkan partikel terlarut dari air. Koagulasi adalah

proses penambahan bahan kimia ke air atau air limbah untuk membentuk partikel endapan yang lebih besar. Bahan kimia umum yang digunakan dalam koagulasi adalah aluminium sulfat (alum), besi sulfat (*ferrous sulfate*), atau polielektrolit. Partikel yang terbentuk disebut flok atau koagulan (Ekoputri dkk., 2023).

Setelah koagulasi, terjadi flokulasi dimana flok atau gumpalan yang terbentuk di air atau limbah mulai membentuk flok yang lebih besar. Proses ini terjadi karena agitasi atau pencampuran yang menyebabkan partikel yang terbentuk bergerak dan menyatu membentuk flok yang lebih besar. Tujuan koagulasi dan flokulasi adalah untuk membantu partikel terlarut dalam air atau air limbah agar lebih mudah diendapkan atau disaring dan kemudian dihilangkan dari air atau limbah. Proses ini sering digunakan dalam pengolahan air minum dan air limbah untuk memastikan kualitas air yang lebih baik (Ekoputri dkk., 2023).

2.5 Kitin dan Kitosan

Kitin adalah polimer yang sangat umum di alam yang terdiri dari selulosa beramin dan berasetil (N-asetil glukosamin), yang merupakan senyawa ke dua terbesar setelah selulosa. Disebut juga sebagai polimer organik laut konvensional. Banyak terdapat pada rangka atau tulang, terutama pada kulit udang, kepiting, rajungan (krustasea), dan dinding sel bakteri dan fungi (Suptijah, 2006).

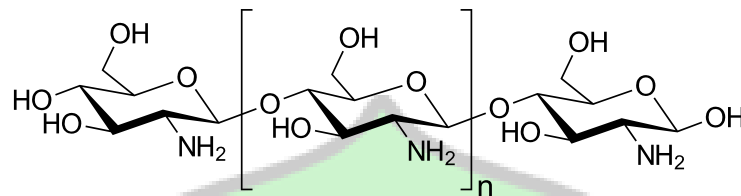


Gambar 2.1 Struktur Kimia Kitin

(Sumber : Wikipedia)

Kitosan merupakan turunan dari kitin dengan rumus N-asetil-0-Glukosamin, adalah polimer kationik dengan jumlah monomer antara 2000 sampai 3000 monomer, tidak toksik dengan LD50 = 16 g/kg BB dan BM sekitar 800 Kda.

Kitosan dapat berinteraksi dengan polisakarida anionik, asam lemak, asam empedu, fosfolipid, dan protein. Kitosan memiliki sifat fisik, biologi, dan kimiawi yang baik, diantaranya dapat didegradasi, dapat diperbaharui, dan tidak toksik (Suptijah, 2006).



Gambar 2.2 Struktur Kimia Kitosan
(Sumber : Wikipedia)

2.6 Kerang Hijau

Kerang hijau (*Perna viridis*) termasuk hewan lunak (*mollusca*) yang hidup di laut, bercangkang dua dan berwarna hijau. Kerang hijau adalah organisme yang termasuk dalam kelas *Pelecypoda*, kelas ini selalu memiliki sepasang cangkang berlekuk, oleh karena itu disebut *Bivalvia*. Hewan ini disebut juga *Pelecys* yang berarti kapak kecil, dan *Podos* yang berarti kaki. Jadi *Pelecypoda* berarti binatang yang berkaki rata seperti kapak. Hewan dari kelas ini juga memiliki insang berlapis, sehingga sering disebut sebagai *Lamellibranchiata* (Agustine, 2008).

Anatomi kerang hijau memiliki panjang tubuh 6,5-8,5 cm dan diameter kurang lebih 1,5 cm. Ciri khas kerang hijau adalah warna cangkangnya yang menimbulkan corak gelap menjadi hijau muda. Kerang ini tidak memiliki kepala (termasuk otak), organ yang terdapat pada kerang ini adalah ginjal, jantung, mulut dan anus. (Kastawi, 2008)

2.6.1 Klasifikasi Kerang Hijau (*Perna viridis*)

Adapun klasifikasi ilmiah dari kerang hijau adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Filum	: <i>Mollusca</i>
Kelas	: <i>Bivalvia</i>
Subkelas	: <i>Lamellibranchiata</i>

Superordo : *Filibrachiata*
Ordo : *Anisomaria*
Famili : *Mytilidae*
Genus : *Perna*
Spesies : *Perna viridis* (Agustine, 2008)



Gambar 2.3 Kerang hijau (*Perna viridis*)

(Sumber: karyatulisilmiah.com)

2.6.2 Cangkang Kerang Hijau

Cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) merupakan bahan yang digunakan untuk membuat koagulan dalam proses pengolahan air yang berfungsi untuk mengendapkan partikel terlarut dan menjernihkan air. Kerang hijau mengandung asam organik yang dapat mengikat dan mengendapkan partikel terlarut sehingga memudahkan proses penjernihan air. Cangkang kerang terdiri atas tiga lapis, yaitu:

1. *Periostracum*, adalah lapisan tipis dan gelap yang terdiri dari zat tanduk yang dihasilkan oleh tepi mantel. Oleh karena itu sering disebut lapisan tanduk (*stratum korneum*), fungsinya untuk melindungi lapisan di sebelahnya, dan lapisan ini berguna untuk melindungi cangkang dari asam karbonat di dalam air dan memberi warna pada cangkang.

2. *Prismatic*, yaitu lapisan tengah tebal yang terdiri dari kristal kalsium karbonat berbentuk prisma yang berasal dari bahan organik yang dihasilkan oleh tepian mantel.
3. *Nacreas*, adalah lapisan terdalam yang terdiri dari kristal halus kalsium karbonat. Lapisan ini mengandung lebih banyak bahan organik daripada lapisan *prismatic*. Lapisan ini tampak mengkilat dan banyak ditemukan pada tiram/kerang mutiara. Jika terkena cahaya, dapat memancarkan 6 warna berbeda. (Elfarisna dkk. 2021)

2.7 Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini mengenai pemanfaatan efektivitas kitosan dijadikan bahan referensi dan perbandingan. Penelitian yang relevan tersebut dijelaskan dalam tabel berikut.



Tabel 2.2 Matriks penelitian

No.	Nama	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
1.	Susilawati	Pemanfaatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Susuh Kura (<i>Sulcospira Testudinaria</i>) Sebagai Biokoagulan Untuk Menurunkan Kadar TSS dan COD Pada Limbah Cair RPH	<ul style="list-style-type: none"> • Mengetahui dosis optimum kitosan dari limbah cangkang susuh kura (<i>Sulcospira testudinaria</i>) dalam menurunkan kadar TSS dan COD pada limbah cair UPTD RPH Banda Aceh. • Mengetahui pengaruh variasi kecepatan pengadukan kitosan dari limbah cangkang susuh kura (<i>Sulcospira testudinaria</i>) dalam menurunkan kadar TSS dan COD pada limbah cair UPTD RPH Banda Aceh. • Menganalisis efisiensi penurunan TSS dan COD pada limbah cair UPTD RPH Kota Banda Aceh menggunakan 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis kitosan cangkang susuh kura menggunakan <i>Fourier Transform-InfraRed</i> (FTIR). • Penelitian ini mulai berlangsung pada bulan Agustus 2021 sampai bulan November 2021. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dosis optimum untuk menurunkan konsentrasi TSS dan COD adalah pada dosis 2 mg dengan kecepatan pengadukan 150/65 rpm. • Kecepatan pengadukan cepat yang paling optimal untuk menurunkan konsentrasi TSS dan COD adalah 150/65 rpm dengan dosis 2 mg. Kecepatan yang terlalu tinggi akan menghasilkan gaya geser yang berlebihan sehingga mengakibatkan rusaknya flok yang sudah terbentuk. • Efisiensi penurunan kadar TSS dan COD pada dosis optimum sebesar 88,76% untuk TSS dan 86,99 % untuk efisiensi penurunan COD.

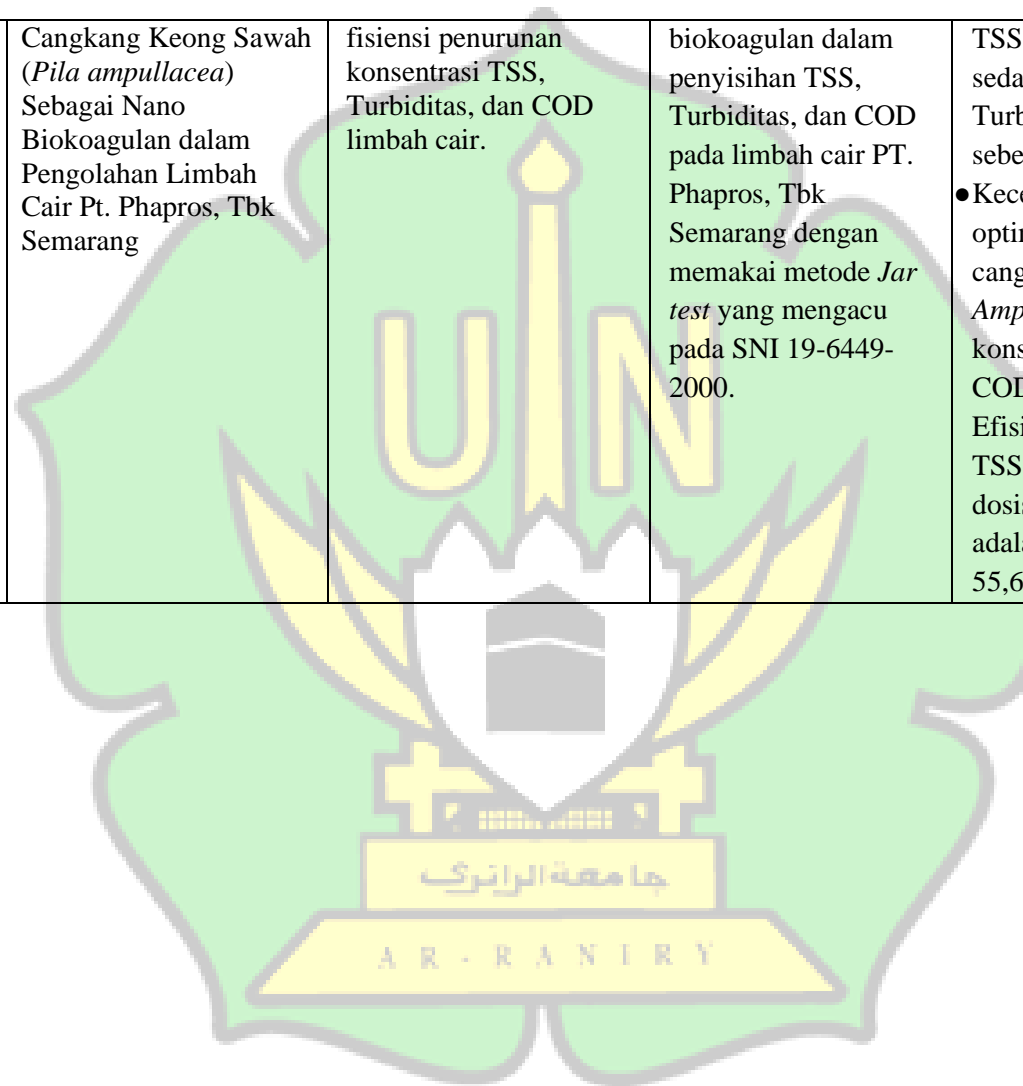
			kitosan dari limbah cangkang susuh kura (<i>Sulcospira testudinaria</i>).		
2.	Riska Samsuarni	Pemanfaatan Cangkang Kerang Lokan (<i>Geloina Erosa</i>) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair UPTD Rumah Pemotongan Hewan Kota Banda Aceh	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk menganalisa kemampuan Cangkang Kerang Lokan (<i>Geloina erosa</i>) sebagai biokoagulan dalam menurunkan parameter TSS, COD dan Turbiditas dalam pengolahan limbah cair RPH. • Untuk menganalisa dosis optimum biokoagulan Cangkang Kerang Lokan (<i>Geloina erosa</i>) dalam penyisihan parameter TSS, COD dan Turbiditas dalam pengolahan limbah cair RPH. 	<ul style="list-style-type: none"> • Koagulan cangkang kerang lokan (<i>Geloina erosa</i>) di uji dengan metode koagulasi-flokulasi dengan cara <i>jar test</i>. • Penelitian ini mulai berlangsung sejak bulan Maret 2022 sampai dengan bulan November 2022. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dosis optimum pada penelitian ini yaitu dosis 6 g/L, untuk parameter COD, nilai yang didapat adalah 147 mg/L dan nilai persentase yang didapat sebesar 53,6278 % dimana sudah memenuhi standar baku mutu limbah cair RPH dan untuk parameter Turbiditas nilai yang diperoleh adalah 10,49 NTU dan nilai persentase yang didapat adalah sebesar 86,5167 % namun pada penurunan parameter TSS dengan nilai yang diperoleh adalah 203 mg/L dan nilai persentase yang didapat sebesar 44,837 %, dimana belum memenuhi standar baku mutu PERMEN LH RI Nomor 5 Tahun 2014.

3.	<ul style="list-style-type: none"> • Irma Lubis • Tri Edhi Budhi Soesilo • Roekmijati W. Soemantojo 	<p>Pengelolaan Air Limbah Rumah Potong Hewan di RPH X, Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis praktik pemotongan sapi di RPH X sesuai dengan prinsip GSP • Menganalisis fasilitas RPH X • Menganalisis pengelolaan air limbah RPH X • Menganalisis kualitas air limbah RPH X, dan • Menganalisis dampak limbah RPH X pada masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar RPH X. 	<ul style="list-style-type: none"> • Riset ini dilaksanakan selama 9 bulan yaitu mulai bulan April 2017 sampai dengan Desember 2017 • Metode yang digunakan pada riset ini adalah gabungan antara metode kuantitatif dan kualitatif. 	<ul style="list-style-type: none"> • Praktik pemotongan sapi di RPH X termasuk kategori baik. • Fasilitas RPH X termasuk kategori kurang sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan oleh Menteri Pertanian. • Pengelolaan air limbah RPH X belum optimal. • Kualitas air limbah RPH X pada inlet IPAL berada di atas nilai baku mutu air limbah bagi kegiatan RPH. • Dampak limbah RPH X pada masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar RPH X yaitu gangguan bau yang dirasakan oleh 100% responden dan gangguan kesehatan yang dirasakan oleh 41% responden. Gangguan kesehatan tersebut berupa rasa mual yang disebabkan oleh bau dari limbah RPH X.
4.	<ul style="list-style-type: none"> • Dine Agustine • Siti Maftukhah 	<p>Efektivitas Cangkang Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i>) Sebagai Penjernih Air Dan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mengetahui pengaruh penambahan cangkang kerang hijau terhadap kualitas air sumur 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemeriksaan air sumur dari Pondok Sukatani, kecamatan 	<ul style="list-style-type: none"> • penambahan serbuk cangkang kerang hijau berpengaruh terhadap peningkatan kualitas air

	<ul style="list-style-type: none"> • Monica Sagita Heri 	Biosorben Logam Besi (Fe)	<p>ditinjau dari parameter air secara fisika dan kimia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengetahui pengaruh penambahan cangkang kerang hijau terhadap kualitas air sumur ditinjau dari kandungan logam berat besi (Fe). 	<p>Pasar Kemis, kabupaten Tangerang meliputi pengukuran kadar logam besi (Fe) dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS), kekeruhan, TDS, suhu, warna, pH dan DO.</p>	<p>sumur ditinjau dari parameter fisika dan kimia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penambahan serbuk cangkang kerang hijau teraktivasi 500o C dan 900o C mampu menurunkan kandungan logam berat besi (Fe) diperoleh efektivitas sebesar 97%.
5.	<ul style="list-style-type: none"> • Faruq Miftahul Farihin • Irawan Wisnu Wardhana • Sri Sumiyati 	<p>Studi Penurunan COD, TSS, dan Turbiditas Dengan Menggunakan Kitosan dari Limbah Cangkang Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i>) Sebagai Biokoagulan Dalam Pengolahan Limbah Cair PT.Sido Muncul Tbk, Semarang</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mengetahui dosis optimum kitosan dari limbah cangkang kerang hijau (<i>Perna viridis</i>). • Mengetahui kecepatan pengadukan optimum kitosan dari limbah cangkang kerang hijau (<i>Perna viridis</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> • Proses pembuatan kitosan dari cangkang kerang hijau (<i>Perna viridis</i>) dilakukan dengan menggunakan metode <i>No and Meyers</i>. • Kitosan hasil proses deasetilasi dikarakterisasikan dengan menggunakan metode <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR). • Perhitungan Derajat Deasetilasi kitosan dapat diketahui 	<ul style="list-style-type: none"> • Dosis optimum biokoagulan kitosan berada pada konsentrasi 250 mg/l. Pada dosis ini koagulan dapat mengikat bahan pencemar yang paling optimal. • Kecepatan pengadukan cepat 100 rpm merupakan kecepatan pengadukan yang optimum. kecepatan besar akan menghasilkan gaya geser yang berlebihan dan mencegah susunan flok yang diinginkan. • Biokoagulan kitosan mampu berperan sebagai biokoagulan dan ini dibuktikan berdasarkan efisiensi yang dihasilkan pada penurunan konsentrasi Turbiditas

				dengan menggunakan metode <i>baseline</i> yang dirumuskan oleh Domzy dan Robert.	sebesar 69% penurunan konsentrasi TSS sebesar 83,9% dan penurunan COD sebesar 67,8%.
6.	<ul style="list-style-type: none"> • Edhi Sarwono • Khairunnisa Rizky Aprillia • Yunianto Setiawan 	Penurunan Parameter Kekeruhan, TSS dan TDS dengan Variasi Unit Flokulasi	<ul style="list-style-type: none"> • Mengetahu efisiensi dari kekeruhan yang didapat dari unit flokulasi dengan <i>gravelbed</i> dan <i>baffle chanel</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dalam penelitian ini menggunakan metode <i>gravelbed flocculator</i>, dengan reaktor koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi, dimana pada reaktor flokulasi menggunakan variasi dengan <i>gravelbed</i> dan <i>baffle chanel</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Efisiensi dari kekeruhan yang didapat dari unit flokulasi dengan <i>gravelbed</i> sebesar 54,34 %, dengan <i>baffle chanel</i> sebesar 80,41 %, sedangkan untuk konsentrasi TSS dengan <i>gravelbed</i> sebesar 39,82 %, dengan <i>baffle chanel</i> sebesar 59,33 %, dan untuk konsentrasi TDS dengan <i>gravelbed</i> sebesar 14,28 %, dengan <i>baffle chanel</i> sebesar -106,25 %. • Variasi unit flokulasi dengan <i>gravelbed</i> dinilai lebih efisien, dilihat dari penurunan parameter secara keseluruhan meski dengan efisiensi yang didapat tidak sebesar efisiensi pada <i>baffle chanel</i>.
7.	<ul style="list-style-type: none"> • Mohammad Naffah • Ainurrofiq • Purwono 	Studi Penurunan TSS, Turbiditas, dan COD dengan Menggunakan Kitosan dari Limbah	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk menganalisis dosis dan kecepatan optimum pengadukan cepat,sertamenentukan 	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian ini menggunakan cangkang keong sawah sebagai nano 	<ul style="list-style-type: none"> • Dosis nano biokoagulan cangkang keong sawah (<i>Pila Ampullaceae</i>) yang optimal dalam menurunkan konsentrasi

<ul style="list-style-type: none"> • Mochtar Hadiwidodo 	<p>Cangkang Keong Sawah (<i>Pila ampullacea</i>) Sebagai Nano Biokoagulan dalam Pengolahan Limbah Cair Pt. Phapros, Tbk Semarang</p>	<p>efisiensi penurunan konsentrasi TSS, Turbiditas, dan COD limbah cair.</p>	<p>biokoagulan dalam penyisihan TSS, Turbiditas, dan COD pada limbah cair PT. Phapros, Tbk Semarang dengan memakai metode <i>Jar test</i> yang mengacu pada SNI 19-6449-2000.</p>	<p>TSS adalah sebesar 300 mg/L sedangkan untuk parameter Turbiditas dan COD adalah sebesar 200 mg/l.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kecepatan pengadukan cepat optimal dari nano biokoagulan cangkang keong sawah (<i>Pila Ampullaceae</i>) dalam menurunkan konsentrasi TSS, Turbiditas dan COD adalah sebesar 150 rpm. 3. Efisiensi penurunan parameter TSS, Turbiditas dan COD pada dosis 13 optimum berturut – turut adalah 55,44 % ; 64,73 % dan 55,63 %.
--	--	--	---	---



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

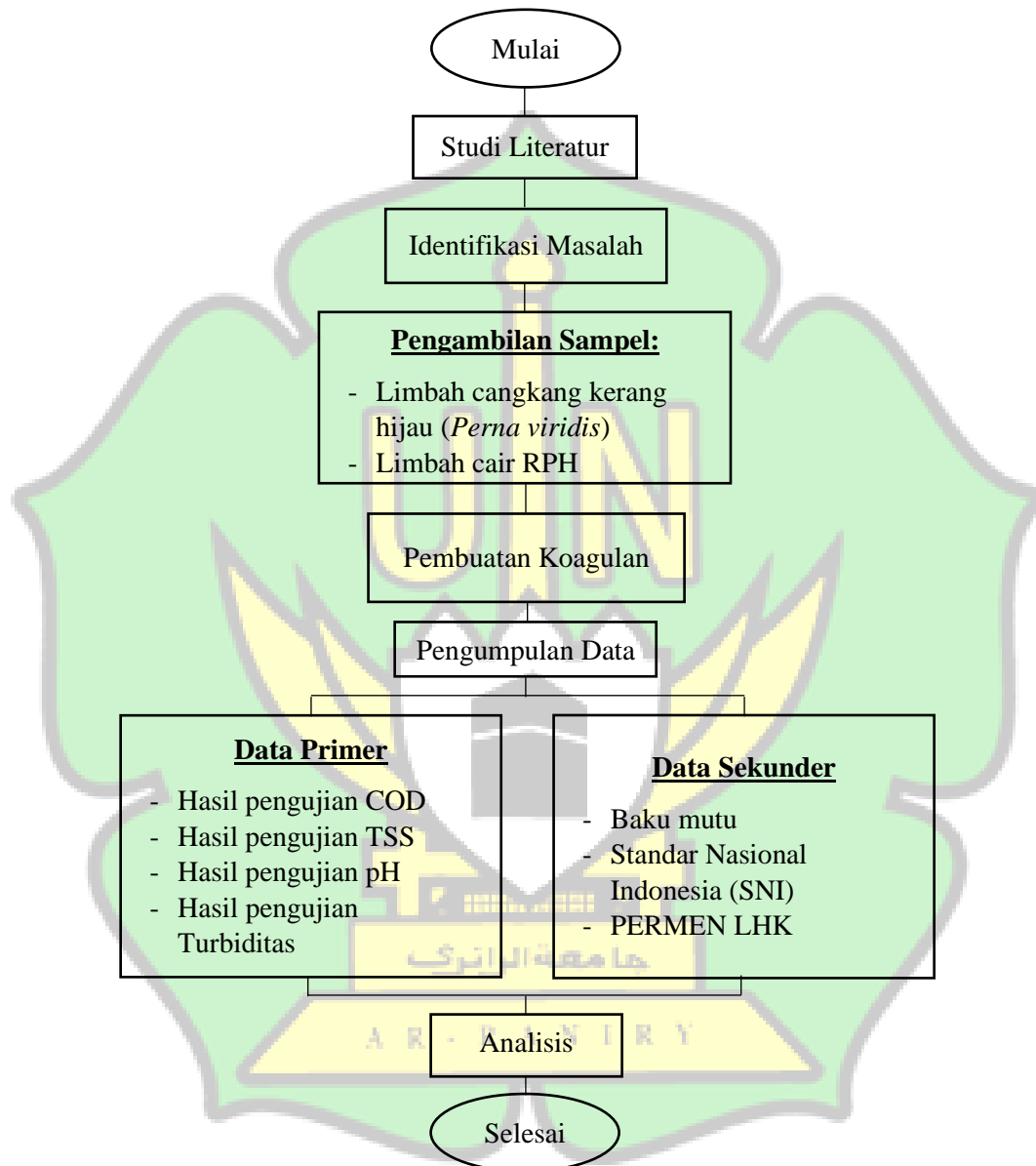
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dimulai dari bulan Oktober 2024 sampai dengan bulan April 2024. Pengambilan limbah cangkang kerang hijau dilakukan pada bulan Desember 2023 di rumah makan Kuala Seafood, Meunasah Lambaro, Lhoknga, Aceh Besar. Pencucian, penjemuran cangkang kerang hijau dilakukan di bulan Desember 2023. Penghalusan cangkang kerang hijau dilakukan di bulan Januari 2024. Pengambilan limbah RPH dilakukan di bulan April 2024 di UPTD RPH Lambaro, Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar. Pengumpulan data dilakukan di Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

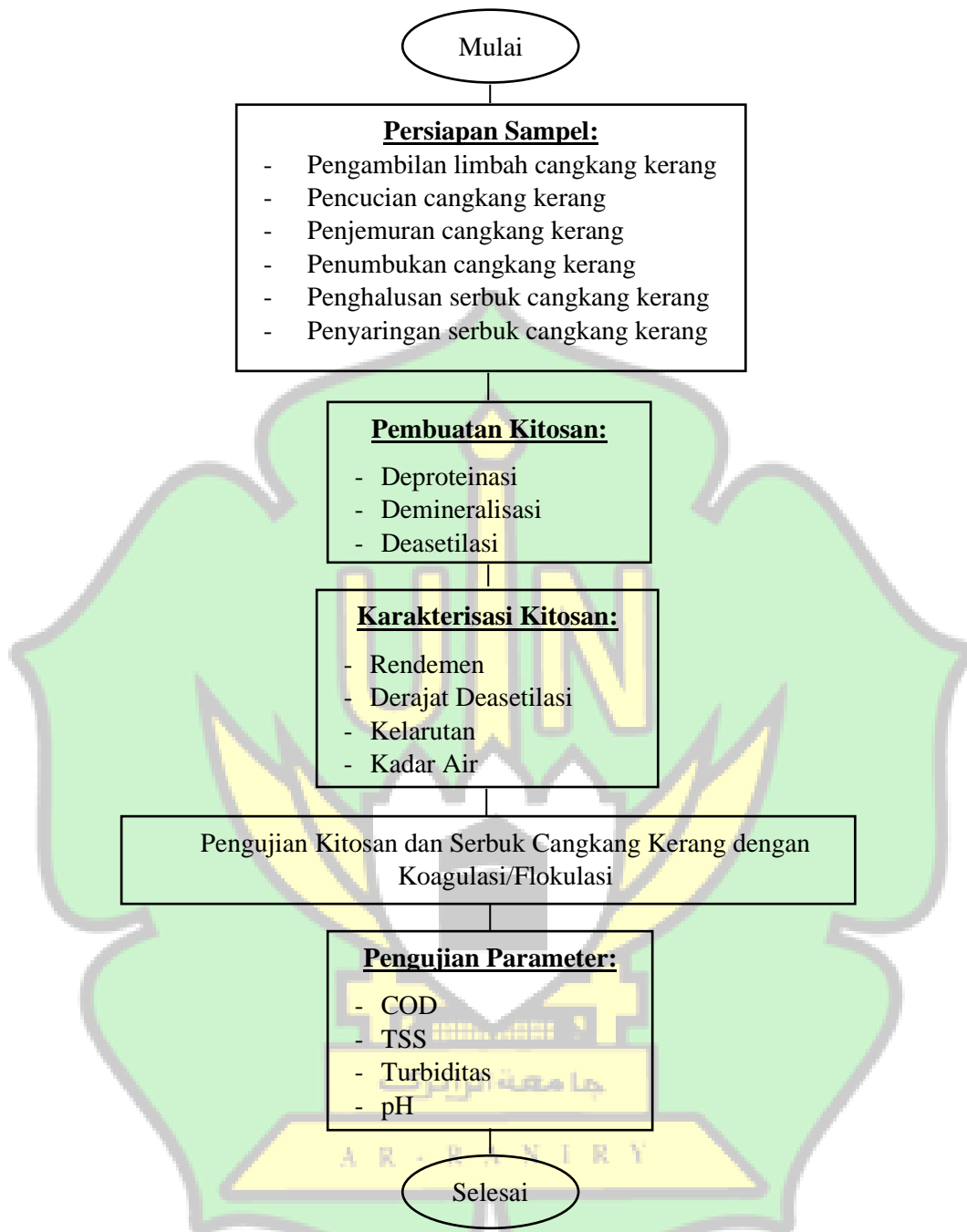


3.2 Tahapan Umum Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan tersebut dapat dilihat pada diagram alir gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Proses Pembuatan Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Daftar Alat

Alat	Keterangan
<i>Flocculator</i>	1 buah
Timbangan analitik	1 buah
<i>Beaker glass</i>	250 ml
<i>Erlenmeyer</i>	250 ml
Tabung reaksi	1 buah
Lesung	1 buah
Jerigen	1 buah
Gayung	1 buah
Blender elektrik	1 buah
Pipet <i>volume</i>	1 buah
Ayakan 100 mesh	1 buah
Oven Laboratorium <i>Memmert</i> UN 55	1 buah
Multiparameter	1 buah
COD meter	1 buah

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut.

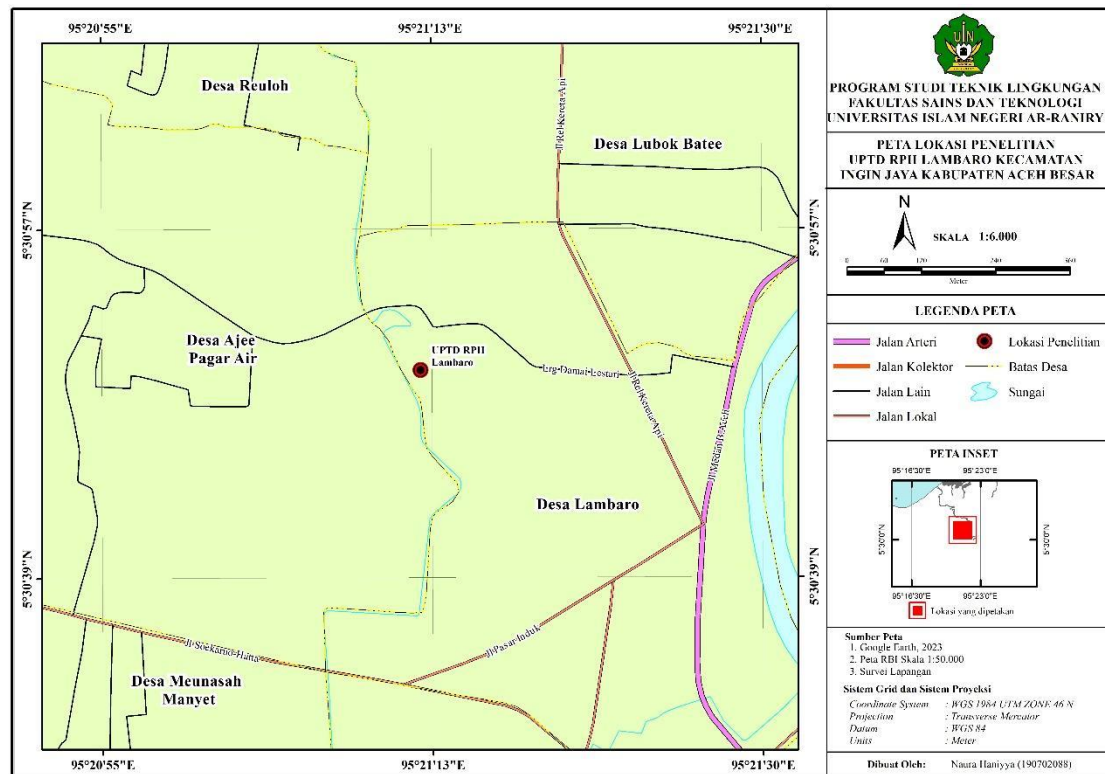
Tabel 3.2 Daftar Bahan

Bahan	Keterangan
Cangkang kerang hijau	300 gr
Air limbah Rumah Pematangan Hewan (RPH)	20 L
Aquades	10 ml
Asam Sulfat (H_2SO_4)	3,5 ml
Kalium Dikromat ($K_2Cr_2O_7$)	1,5 ml
Natrium Hidroksida (NaOH 50%)	8 ml
Asam Klorida (HCl 1.25 N)	3 ml
Asam asetat (CH_3COOH)	6 ml
Kertas saring (merek Whatman No.42)	10 lembar
Aluminium foil	1 <i>pack</i>
Kertas lakmus	3 lembar

3.4 Pengambilan Sampel

3.4.1 Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel air limbah Rumah Pemotongan Hewan (RPH) diambil langsung di UPTD RPH Lambaro, Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar. Peta lokasi sampel dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Lokasi Pengambilan Sampel Air Limbah RPH



Gambar 3.4 Bak Resapan Limbah RPH UPTD Lambaro

3.4.2 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *grab sampling* (air sesaat) yaitu air limbah yang diambil pada satu kali pengambilan dari satu lokasi. Teknik ini cukup umum digunakan untuk mengambil sampel air limbah, termasuk RPH, terutama ketika ingin mengetahui kondisi kualitas air pada waktu tertentu atau untuk pengujian parameter yang tidak memerlukan pengambilan sampel secara berkelanjutan. Pengambilan sampel mengacu pada peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.59:2008, dengan langkah-langkah berikut:

1. Pengambilan sampel menggunakan gayung bergagang panjang kemudian dimasukkan ke dalam jerigen yang berukuran 5 L sebanyak 20 L dengan berbasis SNI 6989.59:2008 yaitu terbuat dari bahan plastik polietilen (PE) atau poli propilen (PP) atau dari bahan gelas, yang mudah ditutup kuat dan rapat, bersih, tidak mudah pecah dan bebas kontaminan.
2. Alat untuk mengambil sampel harus dicuci dahulu agar tidak ada kontaminan lain yang tercampur ke dalam sampel. Kemudian sampel dibawa ke laboratorium untuk di uji.



Gambar 3.5 Pengambilan Sampel Limbah RPH

3.4.3 Persiapan Sampel Cangkang Kerang Hijau

Persiapan sampel kerang hijau merujuk pada penelitian Susilawati (2022). Limbah cangkang kerang hijau yang diambil di rumah makan kuala seafood sebanyak 2 kg dicuci bersih dan dijemur selama 7 hari untuk menghilangkan kadar air yang terkandung di dalamnya. Mengenai proses spesifik penjemuran untuk bahan alam seperti cangkang kerang, belum ada SNI yang langsung mengatur proses tersebut. Penjemuran ini umumnya mengikuti praktik standar dalam penelitian atau industri, di mana suhu dan durasi penjemuran disesuaikan berdasarkan karakteristik bahan dan tujuan akhir. Jika penjemuran dilakukan di bawah sinar matahari, suhu biasanya berkisar antara 30-40°C, tergantung cuaca, dan lama waktu penjemuran disesuaikan untuk mencapai kadar kelembapan yang diinginkan.

Setelah dijemur selama 7 hari, kemudian ditumbuk menggunakan lesung dan di haluskan menggunakan blender sampai menjadi serbuk. Serbuk yang didapat diayak menggunakan ayakan 60 mesh untuk membuat kitosan. Setelah diayak, berat serbuk yang di dapat sebanyak 300 gr. Jika kitosan dari cangkang

kerang tidak dihaluskan dengan secara tepat, maka proses pembuatan kitosan akan menghasilkan produk yang tidak berkualitas tinggi. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti ikatan antara protein dan kitin, pengaruh konsentrasi pelarut, pengaruh waktu perendaman, pengaruh kadar mineral, dan pengaruh pigmen (Pratiwi & Ridwanto, 2022).

2.4.4 Pembuatan Koagulan dari Serbuk Cangkang Kerang Hijau

Setelah dijemur dan dihaluskan, serbuk cangkang kerang hijau disaring menggunakan ayakan 100 mesh. Menurut Kristijarti dan Si (2013), ukuran saringan yang tepat untuk pembuatan koagulan dari cangkang kerang berpengaruh terhadap kualitas koagulan yang dihasilkan. Ukuran saringan yang lebih kecil akan menghasilkan koagulan dengan kualitas yang lebih baik. Setelah disaring, serbuk kerang yang diperoleh sebanyak 200 gr. Kemudian dibagi dalam beberapa dosis, yaitu 0 gram; 0,5 gram; 1 gram, 1,5 gram, 2 gram dan 2,5 gram. Menurut Syamsidar, Ramayana dan Kurnia (2017), cangkang kerang hijau mengandung kitin yang berfungsi sebagai biokoagulan. Kitin ini terdiri dari kalsium non-organik (*calcite* dan *aragonite*), serta senyawa kimia seperti kalsium karbonat (CaCO_3), kalsium fosfat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), dan Ca_3S .

2.4.5 Pembuatan Kitosan

Pembuatan kitosan diperoleh melalui tiga tahap yaitu deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Wulandari dkk. (2020)

1. Deproteinasi

Penghilangan protein dilakukan dengan mereaksikan 300 g serbuk cangkang kerang hijau dengan NaOH 3 % pada rasio serbuk cangkang kerang hijau dengan volume larutan 1:3 (b/v), dipanaskan pada temperatur 85°C selama 3 jam dengan pengadukan 150 rpm. Hasil deproteinasi disaring dengan kertas saring, residu yang dihasilkan kemudian dicuci dengan aquades hingga pH residu menjadi netral dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 4 jam.

2. Demineralisasi

Proses demineralisasi dilakukan dengan mereaksikan *crude* kitin hasil proses deproteinasi dengan HCl 1.25 N dengan rasio massa *crude* kitin dengan volume larutan 1:3 (b/v) pada suhu 85°C selama 3 jam dengan pengadukan 150 rpm. Hasil demineralisasi disaring dengan kertas saring, residu yang dihasilkan dicuci menggunakan aquades sampai pH residu menjadi netral dan selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 4 jam. Kitin yang dihasilkan siap dikonversi menjadi kitosan.

3. Deasetilasi

Hasil kitin direaksikan dengan NaOH 50% dengan rasio massa kitin dan volume larutan NaOH 1:3 (b/v) pada suhu 85°C. Campuran direaksikan selama 2 jam dengan pengadukan konstan 150 rpm. Hasil deasetilasi lalu disaring dengan kertas saring, residu yang tersaring kemudian dicuci dengan aquades hingga pH residu menjadi netral. Padatan yang telah netral disaring dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100°C selama 4 jam. Kitosan yang dihasilkan tersebut dianalisis dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).

3.5 Karakterisasi Kitosan

1. Rendemen

Menurut Zahiruddin, dkk (2008), rendemen transformasi kitin menjadi kitosan ditentukan berdasarkan persentase berat kitosan yang dihasilkan terhadap berat kitin yang diperoleh.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat kitosan yang dihasilkan}}{\text{berat kitin}} \times 100\%$$

2. Derajat deasetilasi

Menurut Mahardika, dkk (2020), kitosan yang dapat dianalisis wujud, warna, dan kelarutan. Selain itu dilakukan analisis struktur dan derajat deasetilasi menggunakan spektrofotometer FT-IR. Analisis tersebut menjadi penentu kualitas kitosan yang dihasilkan. Semakin tinggi Derajat deasetilasi (DD) semakin bagus konversi kitin ke kitosan. Analisis (DD) ditentukan dengan metode baseline berdasarkan persamaan Domszy dan

Roberts (Khan et al., 2002). Persamaan ini melihat hubungan absorbansi bilangan gelombang 1588 cm⁻¹ untuk serapan gugus amida/asetamida dengan absorbansi 3410 cm⁻¹ untuk serapan gugus hidroksil (OH).

$$DD (\%) = \left[1 - \left(\frac{A_{1588}}{A_{3410}} \right) \times \left(\frac{1}{1,33} \right) \right] \times 100\%$$

Keterangan:

% DD : Persentase derajat deasetilasi

A₁₆₅₅ : absorbansi pada bilangan gelombang 1655 cm untuk serapan gugus amida.

A₃₄₅₀ : absorbansi pada bilangan gelombang 3450 cm untuk serapan gugus hidroksil (OH).

1,3 : tetapan yang diperoleh dari perbandingan A₁₆₅₅/A₃₄₅₀ untuk kitosan dengan asetilasi penuh.

3. Kelarutan

Menurut Rizki, Fika dan Yurika (2021), kelarutan kitosan diamati dengan cara membandingkan kejernihan larutan kitosan dengan kejernihan pelarutnya, yaitu asam asetat 2%. Caranya yaitu, dengan melarutkan sejumlah kitosan dalam asam asetat 2%. Lalu, diamati kejernihannya.

4. Kadar air

Pengujian kadar air dapat dilakukan dengan metode AOAC (*Association of Analytical Communities*) cara pemanasan sebagai berikut: sampel ditimbang sebanyak 0,5 g dalam cawan porselin atau gelas arloji yang telah diketahui beratnya. Sampel dipanaskan dalam oven pada suhu 100-105°C selama 1-2 jam (tergantung bahannya). Kemudian didinginkan dalam desikator selama kurang lebih 30 menit dan ditimbang. Dipanaskan lagi dalam oven, lalu didinginkan dalam desikator dan diulangi hingga berat konstan. Perhitungan kadar air dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut. (Sudarmaji, 1994)

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a-b}{c} \times 100\%$$

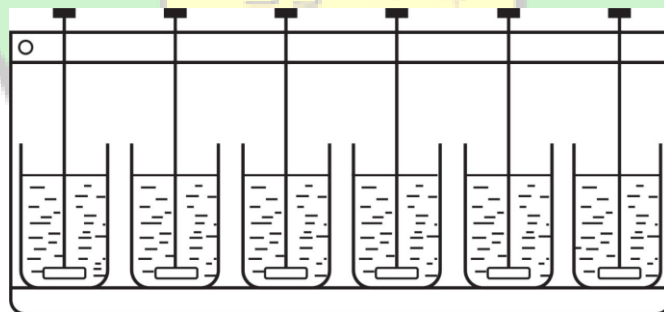
Keterangan:

- a : Berat wadah + sampel basah (g)
b : Berat wadah + sampel kering (g)
c : Berat sampel basah (g)

3.6 Pengujian Kemampuan Kitosan sebagai Koagulan

Pengujian koagulan sesuai dengan peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI 19-6449-2000) dengan tahapan sebagai berikut.

1. Serbuk kitosan cangkang kerang hijau dilarutkan ke dalam 100 ml asam asetat 1 %.
2. Kemudian dimasukkan ke dalam 1000 ml air limbah RPH dengan masing-masing variasi massa 0 gram; 0,5 gram; 1 gram, 1,5 gram, 2 gram dan 2,5 gram.
3. Letakkan gelas hingga baling-baling berada 6,4 mm dari dinding gelas dan catat temperatur pada saat pengujian dimulai.
4. Pada pengadukan cepat, operasikan pengaduk multi posisi dengan kecepatan 120 Rpm selama 2 menit.
5. Kurangi kecepatan sampai 60 Rpm dengan waktu 20 menit lalu diendapkan selama 15 menit.
6. Setelah 15 menit pengendapan, catat bentuk flok pada dasar gelas dan catat temperatur sampel uji. Dengan menggunakan pipet atau siphon, keluarkan sejumlah cairan supernatan yang sesuai sebagai sampel uji untuk penentuan pH, TSS, COD dan Turbiditas.



Gambar 3.6 Flokulator

3.7 Efektivitas Penurunan

Untuk mengkaji efektivitas penurunan kadar TSS, COD dan Turbiditas menggunakan koagulan cangkang kerang hijau pada air limbah UPTD RPH Lambaro, Aceh Besar dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\% P = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Keterangan:

%P : Efektivitas penurunan

C₀ : Konsentrasi awal (mg/L)

C_e : Konsentrasi akhir (mg/L)

3.8 Hasil Uji Pendahuluan Air Limbah Rumah Pemotongan Hewan (RPH)

Hasil uji pendahuluan pada air limbah RPH yang berada Lambaro, Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar ditampilkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil Uji Awal Air Limbah RPH

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji Pendahuluan	Baku Mutu
1.	pH	-	7,4	6-9
2.	COD	mg/l	877	200
4.	TSS	mg/l	562	100

Uji awal bertujuan untuk mengetahui kandungan pH, TSS dan COD yang terdapat pada air limbah RPH dan disesuaikan dengan baku mutu PERMEN LH nomor 5 tahun 2014. Dari hasil uji pendahuluan tersebut, kandungan TSS dan COD sudah melebihi baku mutu.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pembuatan Kitosan dari Limbah Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*)

Pembuatan kitosan merujuk pada penelitian yang telah dilakukan oleh Susilawati (2022). Menurut Syamsidar, Ramayana dan Kurnia (2017), cangkang kerang hijau mengandung kitin yang berfungsi sebagai koagulan. Kitin ini terdiri dari kalsium non-organik (*calcite* and *aragonite*), serta senyawa kimia seperti kalsium karbonat (CaCO_3), kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), dan Ca_3S . Kitosan diperoleh dari beberapa tahap yaitu tahap deproteinasi, tahap demineralisasi, dan tahap deasetilasi.

Pada tahap deproteinasi ditambahkan larutan NaOH 3,5% ke dalam 300 gr serbuk cangkang kerang hijau dengan perbandingan 3:1 (v/b). Kemudian dipanaskan sambil diaduk dengan suhu 85°C selama 3 jam menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah dingin, sampel dinetralkan dengan aquadest dan disaring untuk melarutkan Na-Proteinat yang terbentuk saat penambahan NaOH. Kemudian dikeringkan dengan di oven pada suhu 100°C selama 4 jam. Hasil sampel tahap deproteinasi ditimbang dan di dapat sebanyak 242,1116 gr dengan hasil rendemen sebesar 80%. Menurut Winda, Dian dan Husniati (2012), tujuan dari tahap deproteinasi adalah untuk melepaskan ikatan antara protein dan kitin dengan menambahkan pelarut NaOH. Selama proses deproteinasi, protein diekstrak dalam bentuk Na-asam lemak, atau Na-proteinat. Reaksi saponifikasi terjadi antara lemak dalam cangkang kerang dan larutan NaOH panas, di mana ion Na^+ mengikat ujung rantai protein yang bermuatan negatif dan mengendap.

Tahap selanjutnya yaitu demineralisasi. Tahap demineralisasi dilakukan dengan penambahan HCl 1,25 N pada sampel secara bertahap untuk meminimalisir terjadinya penguapan. Kemudian dipanaskan sambil diaduk pada suhu 85°C selama 2 jam dengan *magnetic stirrer*. Pemanasan dan pengadukan ini bertujuan untuk

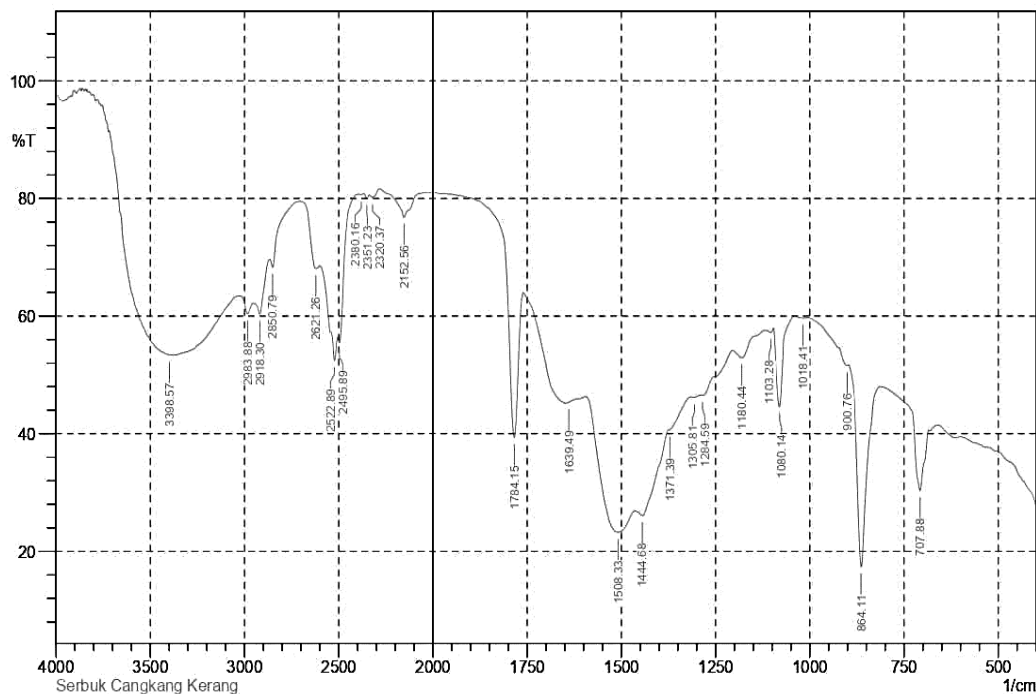
mempercepat proses rusaknya mineral dan menghindari luapan gas CO₂. Setelah didinginkan, sampel disaring dengan kertas saring dan dinetralkan menggunakan aquadest. Selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100°C selama 4 jam. Hasil tahap demineralisasi di dapat sebanyak 181,6005 gr dengan hasil rendemen 75%.

Tahap yang terakhir adalah deasetilasi. Menurut Pinta (2016), tahap deasetilasi yaitu ketika gugus asetil dikeluarkan dari kitosan dan digantikan dengan gugus amina berbantu alkali sebagai media pemutusan. Konsentrasi NaOH, suhu, dan durasi proses menentukan tahap deasetilasi. Selama proses ini, gugus asetil dikeluarkan dari kitosan dan digantikan dengan gugus amina, yang meningkatkan kualitas kitosan. Ditambahkan larutan NaOH 50% ke dalam 181,6005 gr kitin yang dihasilkan pada tahap demineralisasi. Kemudian diaduk selama 2 jam pada suhu 85°C menggunakan *magnetic stirrer*. Selanjutnya dikeringkan dengan di oven pada suhu 100°C selama 4 jam. Hasil tahap deasetilasi didapat sebanyak 173,7841 gr dengan rendemen sebesar 95%. Rendemen yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Rendemen Tahapan Proses Pembuatan Kitosan

No.	Tahapan proses	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Rendemen (%)
1.	Deproteinasi	300	241,1116	80,3705
2.	Demineralisasi	241,1116	181,6005	75,3180
3.	Deasetilasi	181,6005	173,7841	95,6958

Menurut Mala, Pipih dan Dini (2007), pada proses pembuatan kitosan, semakin tinggi rendemen maka semakin baik kualitas kitosan yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena rendemen merupakan persentase dari bahan baku yang berhasil diubah menjadi kitosan, dan lebih banyak bahan baku yang berhasil diubah menjadi kitosan jika rendemennya tinggi. Pada akhirnya, peningkatan rendemen ini berdampak pada kualitas kitosan yang dihasilkan.



Gambar 4.1 Spektrum Serapan FT-IR Kitosan Cangkang Kerang Hijau

Spektrum FT-IR dari gambar 4.1 menunjukkan puncak-puncak penting yang mencerminkan komposisi kimianya. Puncak 707.88 cm^{-1} menunjukkan adanya senyawa aromatik atau ikatan C-Cl. Puncak 1080.14 cm^{-1} berkaitan dengan getaran C-O dari karbonat (CaCO_3). Puncak 1444.68 cm^{-1} mengindikasikan kandungan kalsium karbonat. Puncak 1639.49 cm^{-1} menunjukkan air terikat dalam struktur cangkang. Puncak 1784.16 cm^{-1} berhubungan dengan gugus karbonil dari ester atau asam. Puncak 2522.89 cm^{-1} mungkin terkait dengan gugus asam karboksilat. Puncak 2938.88 cm^{-1} menunjukkan adanya senyawa organik seperti alkana. Puncak 3398.57 cm^{-1} peregangan O-H, indikasi kelembaban atau air terikat. Spektrum ini secara keseluruhan menunjukkan bahwa kitosan cangkang kerang hijau terutama terdiri dari kalsium karbonat, dengan beberapa senyawa organik dan air terikat.

Untuk menghitung Derajat Deasetilasi, terdapat 2 puncak yang dilihat. Yang pertama adalah puncak $1654,92\text{ cm}^{-1}$ yaitu puncak Amida I (sekitar 1655 cm^{-1}).

Puncak ini berkaitan dengan ikatan C=O dari gugus amida, yang terbentuk dari gugus asetil pada rantai kitosan. Ini adalah indikator gugus asetil yang masih ada di dalam polimer kitosan. Jika ada lebih banyak gugus asetil, puncak ini akan lebih besar, menunjukkan bahwa derajat deasetilasi lebih rendah. Yang kedua adalah puncak $3431,36\text{ cm}^{-1}$ yaitu puncak Hidroksil (OH) (sekitar 3450 cm^{-1}). Puncak ini mewakili gugus hidroksil (-OH) yang terbentuk setelah proses deasetilasi. Ketika kitosan mengalami deasetilasi, gugus asetil (-CH₃-CO) pada rantai kitosan akan digantikan oleh gugus hidroksil (-OH). Puncak ini adalah indikator dari gugus hidroksil, sehingga semakin besar puncak ini, semakin tinggi derajat deasetilasi.



Gambar 4.2 Kitosan Cangkang Kerang Hijau
(Sumber: Dokumen Tugas Akhir 2024)

4.2 Karakteristik Kitosan Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*)

Pada penelitian ini, karakterisasi kitosan dilakukan dengan pengujian kadar air, derajat deasetilasi, dan kelarutan. Hasil karakterisasi kitosan cangkang kerang hijau dibandingkan dengan SNI No. 7949 2013 yang terdapat pada tabel 4.3.

Tabel 4.2 Karakteristik Kitosan Cangkang Kerang Hijau

Parameter Spesifikasi	Nilai dari Kitosan yang Diperoleh	Nilai Standar Internasional
Kadar air	1,8684%	≤ 10%
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau

Warna	Putih krem	Putih
Bentuk	Serbuk	Serbuk
Kelarutan kitosan	Larut dalam asam asetat 2%	Larut dalam asam asetat 2%
Derajat deasetilasi	15,25%	$\geq 70\%$

a. Kadar Air

Kadar air yang terkandung pada kitosan dipengaruhi oleh proses pengeringan, lama pengeringan yang dilakukan, serta luas permukaan tempat kitosan dikeringkan. Menurut Ani dan Nurhayati (2020), panas yang stabil akan menyebabkan proses pengeringan berlangsung sempurna sehingga kadar air yang terkandung dalam kitosan menjadi rendah. Kadar air kitosan cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi batas baku mutu. Menurut SNI No. 7949 2013, standar baku mutu kadar air untuk kitosan adalah $\leq 10\%$. Artinya, kitosan yang dihasilkan memiliki kadar air yang sangat rendah yaitu 1,8684%.

b. Warna dan Bau

Kitosan yang dihasilkan memiliki warna putih krem, tidak berbau dan berbentuk serbuk. Sebagaimana yang tercantum dalam SNI No. 7949 2013, kitosan memiliki warna yang putih. Hal ini berarti warna kitosan telah memenuhi standar baku mutu. Menurut Eko (2018), warna kitosan yang dihasilkan disebabkan oleh selama proses demineralisasi dan deproteinasi masih terdapat bahan organik yang belum hilang secara sempurna.

c. Derajat Deasetilasi

Derajat deasetilasi (DD) adalah ukuran penting dalam karakterisasi kitosan, yang menentukan proporsi gugus asetil ($-\text{COCH}_3$) yang telah dihilangkan dari kitin, polimer asal dari mana kitosan dibuat. Proses deasetilasi mengubah kitin, yang merupakan polisakarida alami dalam eksoskeleton hewan laut, menjadi kitosan dengan mengurangi kandungan gugus asetil. Semakin tinggi derajat deasetilasi, semakin banyak gugus asetil yang dihilangkan, menghasilkan lebih banyak gugus amina bebas ($-\text{NH}_2$), yang berkontribusi pada sifat unik kitosan

(Rinaudo, 2006). Berikut adalah perhitungan derajat deasetilasi kitosan cangkang kerang hijau.

$$\begin{aligned} \text{DD (\%)} &= \left[1 - \left(\frac{A_{1588}}{A_{3410}} \right) \times \left(\frac{1}{1,33} \right) \right] \times 100\% \\ &= \left[1 - \left(\frac{45,242}{53,385} \right) \times \left(\frac{1}{1,33} \right) \right] \times 100\% \\ &= 15,25\% \end{aligned}$$

Jika kitosan yang diperoleh dari cangkang kerang hijau memiliki derajat deasetilasi sebesar 15,25%, ini menunjukkan bahwa hanya 15,25% dari gugus asetil dalam molekul kitin telah dihilangkan selama proses deasetilasi. Dengan kata lain, sebagian besar struktur molekulnya masih menyerupai kitin.

4.3 Pengujian Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau

Limbah yang telah diambil dari bak resapan UPTD RPH Lambaro diuji terlebih dahulu sebelum melakukan proses koagulasi-flokulasi. Parameter yang diuji yaitu pH, TSS, COD dan Turbiditas. Hasil pengujian awal dibandingkan dengan PERMEN LH Nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Usaha dan/atau Kegiatan Rumah Pemotongan Hewan, dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.3 Hasil uji awal Limbah RPH Lambaro

No.	Parameter Uji	Hasil Uji	Baku Mutu (PERMEN LH No. 5 Tahun 2014)
1.	TSS	562	100 mg/L
2.	COD	877	200 mg/L
3.	pH	7,7	6-9

Berdasarkan tabel 4.4, parameter pH pada air limbah RPH masih dibawah batas baku mutu, sedangkan parameter COD dan TSS sudah melebihi batas baku mutu. Standar baku mutu untuk parameter COD yaitu 200 mg/L sedangkan parameter TSS yaitu 100 mg/L, seperti yang disebutkan dalam PERMEN LH Nomor 05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Usaha dan/atau Kegiatan Rumah Pemotongan Hewan. Oleh karena itu, Limbah RPH Lambaro belum layak dibuang ke lingkungan dan perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

Kitosan diuji dengan melarutkan dosis kitosan dari cangkang kerang sebanyak 0 mg, 0,5 mg, 1 mg, 1,5 mg, 2 dan 2,5 mg. Masing masing serbuk kitosan dicampurkan kedalam 100 ml asam asetat 1%, dan kemudian dicampur kedalam 1 L air limbah RPH. Selanjutnya dilakukan tahap pengadukan yang menggunakan dua tahap, Pengadukan cepat dilakukan dengan kecepatan 120 rpm selama 2 menit dan diikuti dengan pengadukan lambat dengan kecepatan 60 rpm selama 15 menit, setelah semua tahap pengadukan selesai, selanjutnya dilakukan proses pengendapan selama 30 menit.

Dosis koagulan memengaruhi proses koagulasi-flokulasi karena koagulan mengikat partikel dalam air limbah, membantu menggumpalkan partikel menjadi flok yang lebih besar dan stabil. Dosis koagulan yang tepat dapat meningkatkan proses koagulasi-flokulasi dengan mengurangi kekeruhan air limbah. Dosis koagulan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan koagulan berfungsi sebagai pengotor, mengurangi efisiensi proses koagulasi-flokulasi, dan meningkatkan biaya operasional. Sebaliknya, dosis koagulan yang terlalu rendah tidak dapat mengikat partikel dengan baik, sehingga tidak dapat mengurangi kekeruhan air limbah secara signifikan.

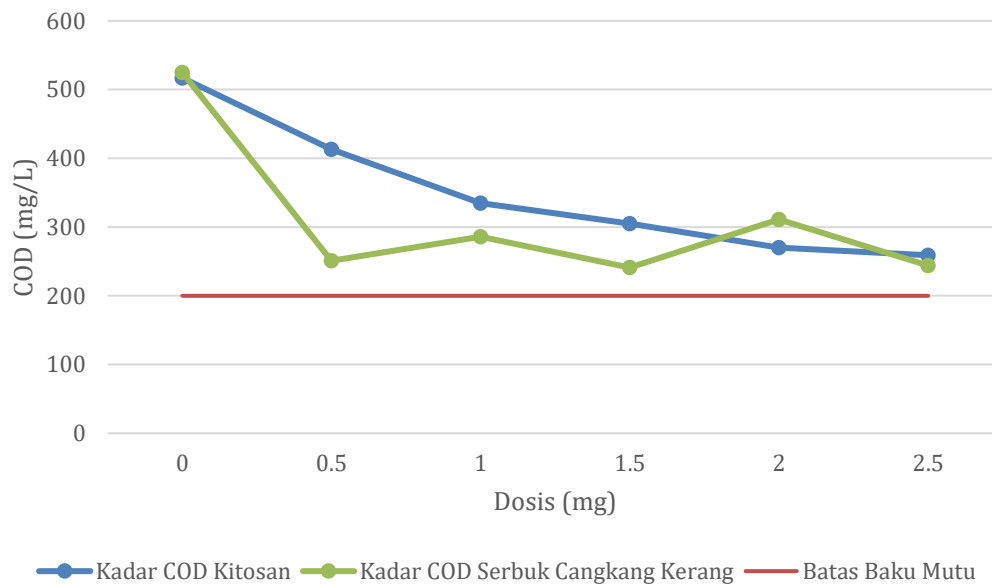
4.4 Pengaruh Dosis Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau Terhadap Kadar COD pada Air Limbah Pemotongan Hewan (RPH)

Nilai COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi seluruh bahan organik yang terkandung dalam air. Kadar COD pada air limbah RPH Lambaro telah melebihi batas baku mutu yang ditetapkan. Setelah pengujian koagulasi/flokulasi, dosis serbuk cangkang kerang hijau dan kitosan dapat mempengaruhi penurunan nilai COD pada air limbah RPH Lambaro yang dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengaruh Dosis Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau Terhadap Kadar COD pada Air Limbah RPH

No.	Variasi dosis	Kecepatan pengadukan	Kadar awal COD	Kadar akhir COD	Efektivitas (%)
1.	Serbuk Cangkang	120/60 rpm	877 mg/L	525 mg/L	40,13
2.				251 mg/L	71,37
3.				286 mg/L	67,38
4.				241 mg/L	72,51
5.				311 mg/L	64,53
6.				244 mg/L	72,17
7.	Kitosan	120/60 rpm	877 mg/L	517 mg/L	41,04
8.				413 mg/L	52,90
9.				335 mg/L	61,80
10.				305 mg/L	65,33
11.				270 mg/L	69,21
12.				259 mg/L	70,46

Berdasarkan tabel 4.5, dapat diketahui bahwa kadar COD pada air limbah RPH Lambaro sebelum dilakukan uji koagulasi/flokulasi mencapai 877 mg/L. Nilai tersebut masih berada di atas baku mutu yang ditetapkan pada PERMEN LH No. 05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Usaha dan/atau Kegiatan Rumah Pemotongan Hewan, yang mana standar baku mutu untuk parameter COD adalah 200mg/L. Adapun setelah di lakukannya uji koagulasi/flokulasi, kitosan dan serbuk cangkang kerang hijau dapat menurunkan kadar COD pada air limbah RPH Lambaro. Penurunan yang paling signifikan yaitu pada dosis 1,5 mg dengan efektivitas penurunan pada serbuk cangkang sebesar 72,51% dan pada kitosan sebesar 70,46%. Penurunan kadar COD diakibatkan oleh adanya penyisihan bahan-bahan organik berupa padatan koloid dalam limbah RPH.

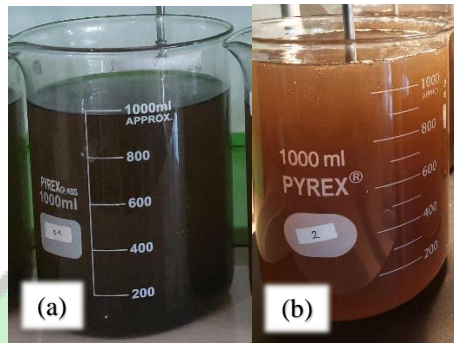


Gambar 4.3 Grafik Hubungan Dosis Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau pada Kadar COD

Dari grafik gambar 4.3 dapat diketahui pada serbuk cangkang dosis 0 mg, kadar awal COD 877 mg/L turun menjadi 525 mg/L. Sedangkan pada kitosan dosis 0 mg, kadar awal COD 877 mg/L turun menjadi 517 mg/L. Penurunan yang paling signifikan terjadi pada penambahan dosis 2,5. Pada serbuk cangkang turun menjadi 244 mg/L dan pada kitosan turun menjadi 259 mg/L. Penurunan tersebut disebabkan oleh pengaruh gravitasi dan pengendapan alami. Akan tetapi, hasil terendah kadar COD belum melewati batas baku mutu. Kadar COD yang paling mendekati baku mutu adalah pada pengujian serbuk cangkang, sedangkan pada pengujian kitosan juga hampir mendekati.

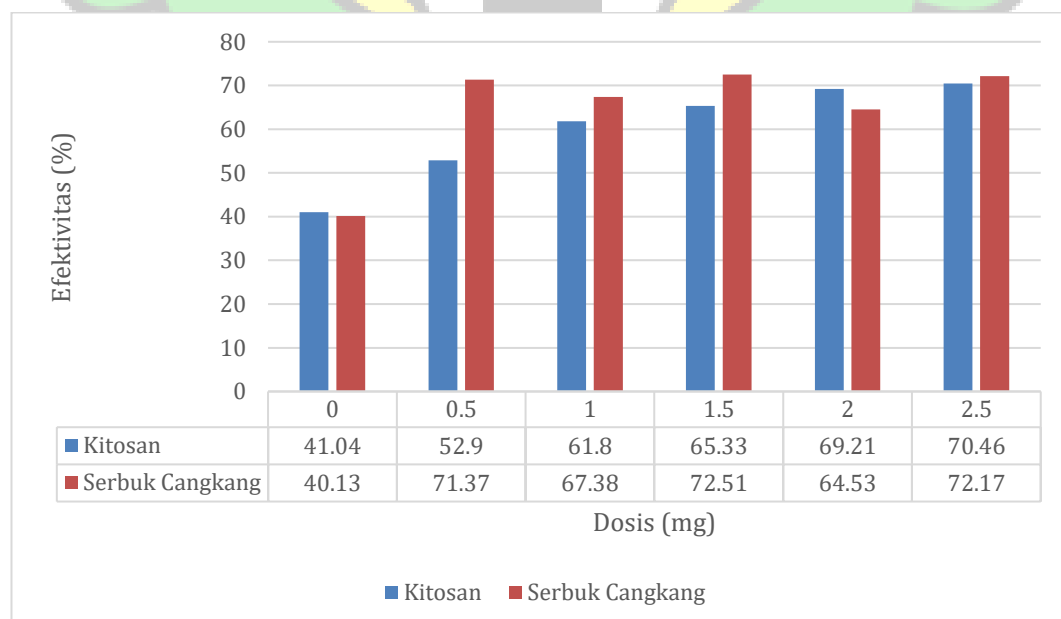
Menurut Ahmad, dkk (2006), grafik yang naik turun menggambarkan bahwa efektivitas kitosan dan serbuk cangkang kerang hijau dalam menurunkan kadar COD tidak berlangsung secara linear. Pada dosis rendah, efektivitas penurunan COD meningkat, namun pada dosis tertentu, penambahan koagulan justru menyebabkan kadar COD kembali naik. Ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti interaksi yang tidak stabil antara koagulan dengan kontaminan dalam air limbah, yang menyebabkan efektivitas penurunan COD bervariasi. Selain itu, pada dosis yang terlalu tinggi, koagulan dapat mengalami saturasi atau reflokulasi, di mana partikel yang telah mengendap bisa kembali tersebar, sehingga

meningkatkan kadar COD. Jadi, ada titik optimal dalam penggunaan koagulan, di mana penurunan COD paling efektif, dan penambahan dosis setelah itu tidak selalu memberikan hasil yang lebih baik.



Gambar 4.4 Penampakan fisik Air Limbah RPH a) sebelum b) sesudah penambahan dosis

Penurunan terendah pada pengujian serbuk cangkang terjadi pada dosis 0 mg dengan efektivitas hanya mencapai 40,1%. Pada pengujian kitosan juga terjadi pada dosis 0 mg dengan efektivitas hanya mencapai 41,04%. Menurut Ainurrofiq dkk. (2017), pemberian dosis yang melebihi batas optimum mengakibatkan terhambatnya proses pembentukan flok, karena kation yang terlalu banyak mengakibatkan gaya elektrostatis pada koloid yang sudah menyatu pada makroflok menjadi besar dan mengakibatkan rusaknya ikatan yang telah terbentuk.



Gambar 4.5 Grafik Efektivitas Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau pada Kadar COD

Pada grafik Gambar 4.5, efektivitas penurunan kadar COD tertinggi adalah pada dosis 1,5 mg yaitu pada pengujian serbuk cangkang diperoleh sebesar 72,51%. Sedangkan penurunan konsentrasi COD terendah yaitu pada dosis 0 mg diperoleh efektivitas penurunan COD mencapai 40,13%. Menurut Zikri dkk. (2016), bertambah tinggi nilai penurunan COD disebabkan karena semakin banyak partikel koloid yang menggumpal dan mengendapkan zat-zat organik sehingga COD yang terendapkan juga banyak. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Farihin dkk. (2016) penyisihan COD paling optimum adalah pada dosis 250 mg dengan kecepatan pengadukan 100 rpm menghasilkan efisiensi sebesar 67,8%.

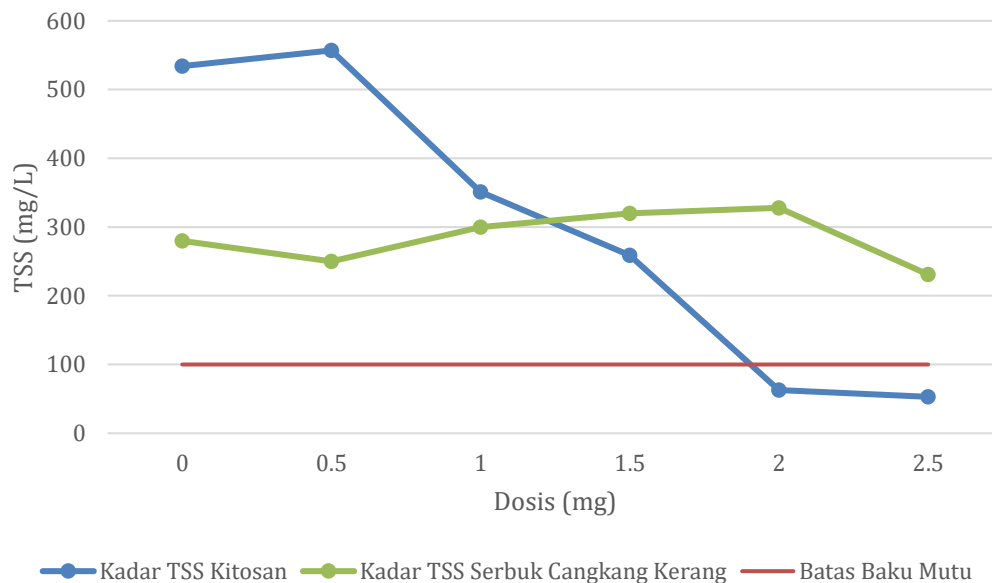
4.5 Pengaruh Dosis Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau Terhadap Kadar TSS pada Air Limbah Pematangan Hewan (RPH)

Total Suspended Solid (TSS) meliputi komponen terendapkan, bahan melayang dan komponen tersuspensi koloid yang mana mengandung bahan organik dan bahan anorganik (Dian, Citra, dan Rizka, 2022). Kadar TSS pada air limbah RPH Lambaro telah melebihi batas baku mutu yang ditetapkan. Setelah pengujian koagulasi/flokulasi, dosis serbuk cangkang dan kitosan dapat mempengaruhi penurunan nilai TSS pada air limbah RPH Lambaro yang dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pengaruh Dosis Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau Terhadap Kadar TSS pada Air Limbah RPH

No.	Variasi dosis	Kecepatan pengadukan	Kadar awal TSS	Kadar akhir TSS	Efektivitas (%)
1.	Serbuk Cangkang	120/60 rpm	562 mg/L	280 mg/L	43,77
2.				250 mg/L	55,51
3.				300 mg/L	46,61
4.				320 mg/L	43,06
5.				328 mg/L	41,63
6.				231 mg/L	58,89
7.	Kitosan	120/60 rpm	562 mg/L	534 mg/L	04,98
8.				557 mg/L	00,88
9.				351 mg/L	37,54
10.				259 mg/L	53,91
11.				63 mg/L	88,79
12.				53 mg/L	90,74

Dari tabel 4.6, diketahui bahwa kadar TSS sebelum dilakukan uji koagulasi/flokulasi mencapai 562 mg/L. Menurut PERMEN LH No. 05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Usaha dan/atau Kegiatan Rumah Pemotongan Hewan, standar baku mutu untuk parameter TSS adalah 100 mg/L. Artinya nilai tersebut masih berada di atas baku mutu yang telah ditetapkan. Adapun setelah dilakukannya uji koagulasi/flokulasi kitosan dan serbuk cangkang kerang hijau, dapat menurunkan kadar TSS pada air limbah RPH Lambaro. Penurunan yang paling signifikan yaitu pada dosis 2,5 mg dengan efektivitas penurunan pada serbuk cangkang sebesar 58,89% dan pada kitosan sebesar 90,74%. Penurunan TSS ini disebabkan oleh kemampuan kitosan dalam menyerap dan mengikat bahan-bahan organik dan anorganik yang terkandung dalam limbah cair, sehingga mengurangi kadar TSS.

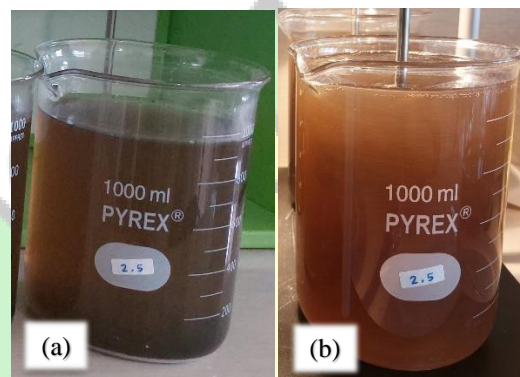


Gambar 4.5 Grafik Hubungan Dosis Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau pada Kadar TSS

Dari grafik gambar 4.5 dapat diketahui pada serbuk cangkang dosis 0 mg, kadar awal TSS 562 mg/L turun menjadi 230 mg/L. Sedangkan pada kitosan dosis 0 mg, kadar awal TSS 562 mg/L turun menjadi 534 mg/L. Penurunan yang paling signifikan terjadi pada penambahan dosis 2,5. Pada serbuk cangkang turun menjadi 231 mg/L dan pada kitosan turun menjadi 53 mg/L. Penurunan TSS pada proses koagulasi flokulasi disebabkan oleh adanya interaksi antara dengan partikel koloid yang terkandung dalam air limbah. Kadar TSS terendah pada serbuk cangkang belum melewati batas baku mutu. Sedangkan kadar TSS terendah pada kitosan telah melewati batas baku mutu. Hal ini berarti kitosan lebih efektif menurunkan kadar TSS pada air limbah RPH Lambaro.

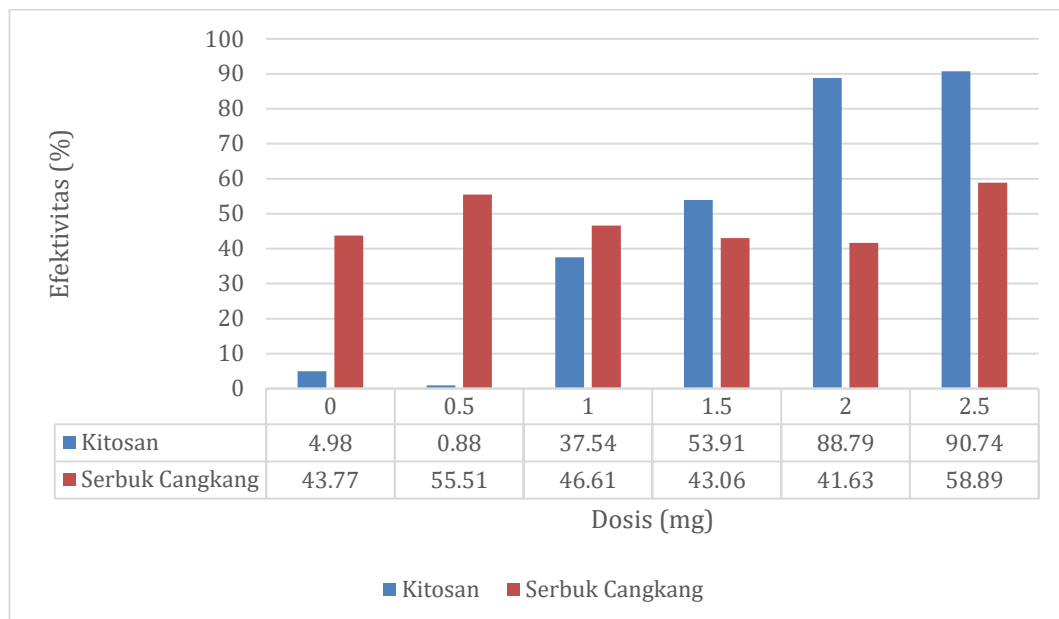
Menurut Renault, dkk. (2009), grafik yang naik turun pada hubungan dosis kitosan dan serbuk cangkang kerang hijau dengan kadar TSS menunjukkan bahwa efektivitas koagulan tidak berjalan secara linear. Pada dosis rendah, terutama untuk kitosan, kadar TSS relatif stabil, tetapi ketika dosis meningkat, efektivitas koagulan mulai terlihat, sehingga kadar TSS menurun tajam. Namun, untuk serbuk cangkang kerang, efektivitasnya lebih lambat, dengan penurunan TSS yang tidak secepat kitosan. Naik turunnya grafik dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti dosis optimal yang bervariasi untuk masing-masing koagulan. Pada dosis tertentu,

kitosan atau serbuk cangkang kerang hijau mungkin mencapai titik saturasi atau dosis yang terlalu tinggi sehingga terjadi reflokulasi, yaitu partikel yang telah mengendap kembali terdispersi, menyebabkan kadar TSS meningkat lagi. Selain itu, interaksi antar kontaminan dalam air limbah juga mempengaruhi efektivitas koagulasi, di mana ada titik tertentu di mana koagulan bekerja optimal, dan setelahnya, penambahan dosis tidak lagi efektif, atau bahkan mengurangi efisiensi.



Gambar 4.6 Penampakan fisik Air Limbah RPH a) sebelum b) sesudah penambahan dosis

Penurunan terendah pada pengujian serbuk cangkang terjadi pada dosis 2 mg dengan efektivitas hanya mencapai 41,63%. Sedangkan pada pengujian kitosan terjadi pada dosis 0,5 mg dengan efektivitas hanya mencapai 00,88%. Menurut Edhi, Khairunnisa, dan Yuniarto (2017), TSS menyebabkan kekeruhan dengan membatasi penetrasi cahaya untuk fotosintesis dan visibilitas di perairan. Padatan tersuspensi berkorelasi positif dengan kekeruhan. Semakin tinggi nilai padatan tersuspensi, maka semakin tinggi kadar kekeruhan, tetapi tingginya kadar padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan tingginya kekeruhan.



Gambar 4.7 Grafik Efektivitas Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau pada Kadar TSS

Pada grafik Gambar 4.7, efektivitas penurunan kadar TSS tertinggi adalah pada dosis 2,5 mg yaitu pada pengujian kitosan diperoleh sebesar 90,74%. Sedangkan penurunan konsentrasi TSS terendah yaitu pada pengujian serbuk cangkang dosis 0,5 mg diperoleh efektivitas penurunan TSS mencapai 0,88%. Menurut Ningsih (2011), pembentukan flok dapat mengakibatkan perubahan berat jenis padatan tersuspensi, sehingga berat jenis padatan tersuspensi lebih besar dari berat jenis air, menyebabkan padatan tersuspensi mampu mengendap secara gravitasi. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh Farihin dkk. (2016) penyisihan konsentrasi TSS yang paling optimum adalah pada dosis 250 mg dengan kecepatan pengadukan 100 rpm menghasilkan efisiensi sebesar 83,9%.

4.6 Pengaruh Dosis Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau Terhadap Nilai Turbiditas pada Air Limbah Pemotongan Hewan (RPH)

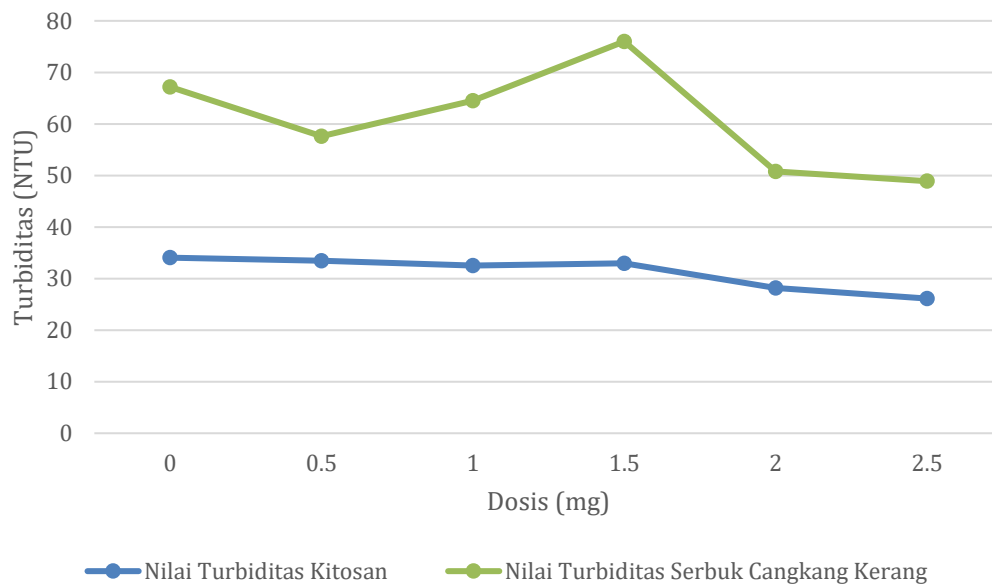
Cangkang kerang hijau mengandung beberapa senyawa seperti Kalsium Karbonat (CaCO_3), Kalsium Fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), $\text{Ca}(\text{OH})_2$, OH (hidroksil) dan Ca-O (kalsium oksida) yang dapat membantu menurunkan turbiditas dengan cara mengikat partikel-partikel yang tidak larut dalam air dan mengurangi konsentrasi logam berat dalam air limbah. Dosis kitosan dapat mempengaruhi penurunan nilai

turbiditas pada air limbah RPH Lambaro setelah dilakukan uji koagulasi/flokulasi yang dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Pengaruh Dosis Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau Terhadap Nilai Turbiditas pada Air Limbah RPH

No.	Variasi dosis	Kecepatan pengadukan	Kadar awal Turbiditas	Kadar akhir Turbiditas	Efektivitas (%)
1.	Serbuk Cangkang	120/60 rpm	81,7 NTU	67,2 NTU	17,74
2.				57,6 NTU	29,49
3.				64,5 NTU	21,05
4.				76,0 NTU	06,97
5.				50,8 NTU	37,82
6.				48,9 NTU	40,14
7.	Kitosan	120/60 rpm	81,7 NTU	34,06 NTU	58,31
8.				33,49 NTU	59,00
9.				32,54 NTU	60,17
10.				32,95 NTU	59,66
11.				28,20 NTU	65,48
12.				26,13 NTU	68,01

Dari tabel 4.7, dapat diketahui bahwa kadar kekeruhan sebelum dilakukan uji koagulasi/flokulasi mencapai 81,7 NTU. Karena parameter turbiditas tidak disebutkan dalam PERMEN LH Nomor 5 Tahun 2014, perbandingan pada peraturan tersebut tidak dapat dilakukan. Akan tetapi, hal ini dapat dijadikan perbandingan untuk setelah perlakuan dengan metode koagulasi/flokulasi menggunakan serbuk cangkang dan kitosan cangkang kerang hijau. Adapun setelah di lakukannya uji koagulasi/flokulasi serbuk cangkang dan kitosan dari cangkang kerang hijau, dapat menurunkan kadar kekeruhan pada air limbah RPH Lambaro. Penurunan yang paling signifikan yaitu pada dosis 2,5 mg dengan efektivitas penurunan pada serbuk cangkang sebesar 40,14% dan pada kitosan sebesar 68,01%.



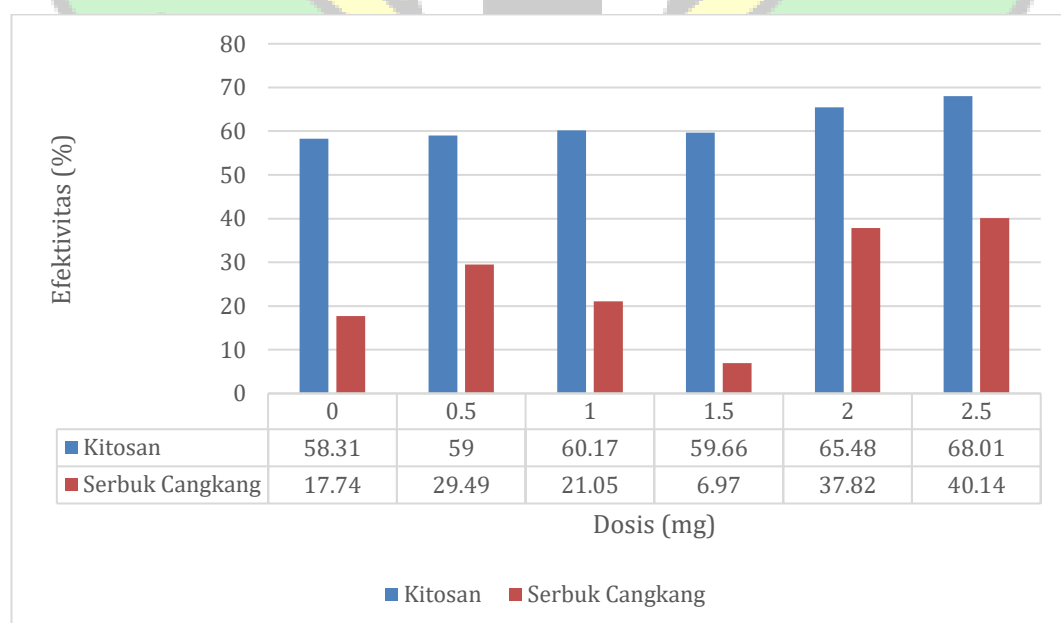
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Dosis Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau pada Nilai Turbiditas

Dari grafik gambar 4.7 dapat diketahui pada serbuk cangkang dosis 0 mg, nilai awal kekeruhan 81,7 NTU turun menjadi 67,2 NTU. Sedangkan pada kitosan dosis 0 mg, nilai awal kekeruhan 81,7 NTU turun menjadi 34,06 mg/L. Penurunan yang paling signifikan terjadi pada penambahan dosis 2,5. Pada serbuk cangkang turun menjadi 48,9 NTU dan pada kitosan turun menjadi 26,13 NTU. Hal ini disebabkan oleh adanya interaksi antara kitosan dengan partikel-partikel yang tidak larut dalam air. Kitosan, yang terdapat dalam cangkang kerang hijau, memiliki sifat menyerap dan penggumpal yang baik, sehingga dapat mengikat partikel-partikel yang tidak larut dalam air dan mengurangi kekeruhan.

Grafik pada gambar 4.7 juga menunjukkan hubungan antara dosis kitosan dan serbuk cangkang kerang hijau dengan nilai turbiditas (kekeruhan) dalam air limbah. Garis biru (kitosan) relatif stabil dengan penurunan turbiditas yang bertahap seiring peningkatan dosis. Sebaliknya, garis hijau (serbuk cangkang kerang) menunjukkan pola naik turun, yang menandakan efektivitas serbuk cangkang kerang tidak konsisten pada berbagai dosis. Menurut Roussy, dkk. (2005), fluktuasi ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti dosis optimal yang belum tercapai pada beberapa titik, di mana partikel-partikel dalam air limbah tidak sepenuhnya

terflokulasi atau mengendap. Pada dosis yang lebih tinggi, serbuk cangkang kerang mungkin menyebabkan reflokulasi, di mana partikel yang sudah mengendap kembali terdispersi ke dalam air, sehingga meningkatkan turbiditas. Sementara itu, kitosan bekerja lebih stabil karena memiliki kemampuan koagulasi yang lebih konsisten dalam menangkap partikel koloid, sehingga penurunan turbiditas lebih merata.

Penurunan terendah pada pengujian serbuk cangkang terjadi pada dosis 1,5 mg dengan efektivitas hanya mencapai 06,97%. Sedangkan pada pengujian kitosan terjadi pada dosis 0 mg dengan efektivitas hanya mencapai 58,31%. Semakin banyak dosis yang ditambahkan, maka nilai turbiditas semakin menurun. Penambahan dosis koagulan yang lebih tinggi dapat meningkatkan efektivitas koagulasi, yang berarti bahwa lebih banyak partikel-partikel yang tidak larut dalam air dapat diikat dan dihilangkan. Namun, jika dosis koagulan yang ditambahkan terlalu tinggi, maka dapat terjadi kegagalan pembentukan flok, yang dapat mengakibatkan partikel-partikel tidak dapat bergabung dengan partikel lain dan tidak dapat dihilangkan. Kedua, penambahan dosis koagulan yang lebih tinggi dapat meningkatkan konduktivitas air, yang dapat mempengaruhi proses koagulasi dan flokulasi.



Gambar 4.9 Grafik Efektivitas Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau pada Nilai Turbiditas

Pada grafik Gambar 4.9, efektivitas penurunan nilai Turbiditas tertinggi adalah pada dosis 2,5 mg yaitu pada pengujian kitosan diperoleh sebesar 68,01%. Sedangkan penurunan nilai Turbiditas terendah yaitu pada pengujian serbuk cangkang dosis 1,5 mg diperoleh efektivitas penurunan Turbiditas mencapai 6,97%. Menurut Sriwahyuni (2020), nilai kekeruhan pada air limbah mengalami penurunan dapat dikarenakan penambahan dari berbagai variasi massa koagulan dan lamanya proses pengadukan cepat yang dilakukan. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh Farihin dkk. (2016) penyisihan konsentrasi TSS yang paling optimum adalah pada dosis 250 mg dengan kecepatan pengadukan 100 rpm menghasilkan efisiensi sebesar 69%.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Kitosan yang diperoleh dari cangkang kerang hijau dengan derajat deasetilasi sebesar 15,25% masih memiliki struktur molekul yang sebagian besar menyerupai kitin, karena hanya sebagian kecil gugus asetil yang telah dihilangkan selama proses deasetilasi.
2. Pada pengujian serbuk cangkang, efektivitas penurunan kadar COD pada dosis 1,5 g adalah sebesar 72,51%, efektivitas penurunan kadar TSS pada dosis 2,5 g adalah sebesar 58,89% dan efektivitas penurunan kekeruhan pada dosis 2,5 g adalah sebesar 40,14%. Penurunan kadar COD dan TSS belum memenuhi standar baku mutu PERMEN LH Nomor 5 tahun 2014.
3. Pada pengujian kitosan, efektivitas penurunan kadar COD pada dosis 2,5 g adalah sebesar 70,46%, dimana belum memenuhi standar baku mutu PERMEN LH Nomor 5 tahun 2014. Sedangkan efektivitas penurunan kadar TSS pada dosis 2,5 g adalah sebesar 90,74% dan efektivitas penurunan kekeruhan pada dosis 2,5 g adalah sebesar 68,01%, dimana sudah memenuhi standar baku mutu.

5.2 Saran

1. Penelitian tentang penggunaan kitosan dari cangkang kerang hijau dapat terus dilakukan untuk menguji efektivitasnya dalam pengolahan berbagai limbah selain RPH.
2. Diperlukan adanya variasi dosis dengan pemilihan nilai dosis lebih tepat agar mencapai nilai konsentrasi dosis yang lebih optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustine, D., Maftukhah, S., & Sagita Heri, M. (2023). Efektivitas Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*) Sebagai Penjernih Air Dan Biosorben Logam Besi (Fe). *Prosiding TAU SNARS-TEK Seminar Nasional Rekayasa Dan Teknologi*, 2(1), 83–88. <https://doi.org/10.47970/snarstek.v2i1.507>
- Ainurrofiq, M. N., Purwono, & Hadiwidodo, M. (2017). Menggunakan Kitosan dari Limbah Cangkang Sumpil (*Faunus Aster*) Sebagai Nano Biokoagulan Dalam Pengolahan Limbah Cair PT.PHAPROS Tbk Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1–7.
- Arif, M. N., & Soewondo, P. (2013). Alam Comparative Study Of Chitosan From Mussel Shells And Crab Shells That Are Chemically Made As Coagulant From Nature. 19(4), 64–74.
- Asri, M. (2016). Studi Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Hijau Menjadi Kitosan.
- Bhernama, B. G., & Yahya, H. (n.d.). Pengolahan Limbah Cair Domestik (*Grey Water*) Menggunakan Cangkang Tiram (*Saccostrea Echinata*) Sebagai Biokoagulan. 4(1), 30–36.
- Cahyono, E. (2018). Karakteristik Kitosan Dari Limbah Cangkang Udang Windu (*Panaeus monodon*). *Akuatika Indonesia*, 3(2), 96. <https://doi.org/10.24198/jaki.v3i2.23395>
- Ekoputri, S. F., Rahmatunnissa, A., Nulfaidah, F., Ratnasari, Y., Djaeni, M., & Sari, D. A. (2023). Pengolahan Air Limbah dengan Metode Koagulasi Flokulasi pada Industri Kimia. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(1), 7781–7787. <https://doi.org/10.32672/jse.v9i1.715>
- Elfarisna, Rahmayuni, E., & Fitriah, N. (2020). *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Hijau Sebagai Pupuk Tanaman Sawi Pakcoy*.
- Erawati. (2022). Pemanfaatan Cangkang Tiram (*Saccostrea Echinata*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik (*Grey Water*).
- Farihin, F. M., Wardhana, I. W., & Sumiyati, S. (2017). Studi Penurunan COD,

TSS, dan Turbidity Dengan Menggunakan Kitosan dari Limbah Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*) Sebagai Biokoagulan Dalam Pengolahan Limbah Cair PT.Sido Muncul Tbk, Semarang. *Universitas Diponegoro*, 01, 1–7.

Henderson, D. R., Riga, E., Ramirez, R. A., Wilson, J., & Snyder, W. E. (2009). Mustard biofumigation disrupts biological control by *Steinernema* spp. nematodes in the soil. *Biological Control*, 48(3), 316–322. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.12.004>

HS, S., Ramayana, R., & Ramadani, K. (2017). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Hijau (*Perna Viridis*) Menjadi Kitin Sebagai Biokoagulan Air Sungai. *Al-Kimia*, 5(1), 89–99. <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v5i1.2859>

Husaini, Stefanus S. Cahyono, S. dan K. N. H. (2018). Perbandingan Koagulan Hasil Percobaan Dengan Koagulan Komersial. 14(1), 31–45. <https://doi.org/10.30556/jtmb.Vol14.No1.2018.387>

Ihsani, S. L., & Widyastuti, C. R. (2014). Sintesis Biokoagulan Berbasis Kitosan Dari Kulit Udang Untuk Pengolahan Air Sungai Yang Tercemar Limbah Industri Jamu Dengan Kandungan Padatan Tersuspensi Tinggi. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(2), 66–70. <https://doi.org/10.15294/jbat.v3i2.3700>

Ilyas, Tan, V., & Kaleka, M. B. U. (2021). Penjernihan Air Metode Filtrasi untuk Meningkatkan Kesehatan Masyarakat RT Pu'uzeze Kelurahan Rukun Lima Nusa Tenggara Timur. *Warta Pengabdian*, 15(1), 46–52. <https://doi.org/10.19184/wrtp.v15i1.19849>

Jalaly, M. J. H. (2020). Eco Filter Air Dengan Memanfaatkan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Sebagai Media Filtrasi Untuk Menurunkan Kekeruhan Dan Kadar Tss (*Total Suspended Solid*).

Kastawi, Yusuf. dkk. 2008. *Zoologi Avertebrata*. Malang: Jica.

Khan, T. A., Peh, K. K., & Ch'ng, H. S. (2002). Reporting degree of deacetylation values of chitosan: The influence of analytical methods. *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5(3), 205–212.

Kristijarti, A. P., & Si, S. (2013). *LAPORAN PENELITIAN Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X Disusun Oleh : Prof.*

Dr. Ign Suharto, APU Marieanna, ST Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan.

- Kusmiati, A. R., & Hayati, N. (2020). Pemanfaatan Kitosan Dari Cangkang Udang sebagai Adsorben Logam Berat Pb pada Limbah Praktikum Kimia Farmasi. *Indonesian Journal of Laboratory*, 3(1), 6. <https://doi.org/10.22146/ijl.v3i1.60789>
- Kusumastuti, I. D. Sumekar, D. W. D. J. (2020). Metode Filtrasi Untuk Meningkatkan Kualitas Air Baku di Daerah Yang Tercemar Bakteri Coli. 0019126902.
- Lingkungan, M., Dan, H., & Republik, K. (2016). Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Lubis, I., Soesilo, T. E. B., & Soemantojo, R. W. (2020). PENGELOLAAN AIR LIMBAH RUMAH POTONG HEWAN DI RPH X, KOTA BOGOR, PROVINSI JAWA BARAT (Wastewater Management of Slaughterhouse in Slaughterhouse X, Bogor City, West Java Province). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 25(1), 33. <https://doi.org/10.22146/jml.35396>
- Agustine, D., Maftukhah, S., & Sagita Heri, M. (2023). Efektivitas Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*) Sebagai Penjernih Air Dan Biosorben Logam Besi (Fe). *Prosiding TAU SNARS-TEK Seminar Nasional Rekayasa Dan Teknologi*, 2(1), 83–88. <https://doi.org/10.47970/snarstek.v2i1.507>
- Ainurrofiq, M. N., Purwono, & Hadiwidodo, M. (2017). Menggunakan Kitosan dari Limbah Cangkang Sumpil (Faunus Aster) Sebagai Nano Biokoagulan Dalam Pengolahan Limbah Cair PT.PHAPROS Tbk Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1–7.
- Anggela, T. (2021). Perbandingan Efektivitas Eco Filter Air Cangkang Kerang Lokan (*Geloina Erosa*) dengan Saringan Pasir Lambat (SPL) Untuk Mengurangi Kekeruhan pada Sumur Gali di Kelurahan Padang Serai Kota Bengkulu.
- Arif, M. N., & Soewondo, P. (2013). Alam Comparative Study Of Chitosan From Mussel Shells And Crab Shells That Are Chemically Made As Coagulant From Nature. 19(4), 64–74.

- Asri, M. (2016). Studi Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Hijau Menjadi Kitosan.
- Bhernama, B. G., & Yahya, H. (n.d.). Pengolahan Limbah Cair Domestik (*Grey Water*) Menggunakan Cangkang Tiram (*Saccostrea Echinata*) Sebagai Biokoagulan. 4(1), 30–36.
- Cahyono, E. (2018). Karakteristik Kitosan Dari Limbah Cangkang Udang Windu (*Panaeus monodon*). *Akuatika Indonesia*, 3(2), 96. <https://doi.org/10.24198/jaki.v3i2.23395>
- Ekoputri, S. F., Rahmatunnissa, A., Nulfaidah, F., Ratnasari, Y., Djaeni, M., & Sari, D. A. (2023). Pengolahan Air Limbah dengan Metode Koagulasi Flokulasi pada Industri Kimia. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(1), 7781–7787. <https://doi.org/10.32672/jse.v9i1.715>
- Elfarisna, Rahmayuni, E., & Fitriah, N. (2020). *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Hijau Sebagai Pupuk Tanaman Sawi Pakcoy*.
- Erawati. (2022). Pemanfaatan Cangkang Tiram (*Saccostrea Echinata*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik (*Grey Water*).
- HS, S., Ramayana, R., & Ramadani, K. (2017). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Hijau (*Perna Viridis*) Menjadi Kitin Sebagai Biokoagulan Air Sungai. *Al-Kimia*, 5(1), 89–99. <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v5i1.2859>
- Husaini, Stefanus S. Cahyono, S. dan K. N. H. (2018). Perbandingan Koagulan Hasil Percobaan Dengan Koagulan Komersial. 14(1), 31–45. <https://doi.org/10.30556/jtmb.Vol14.No1.2018.387>
- Ihsani, S. L., & Widyastuti, C. R. (2014). Sintesis Biokoagulan Berbasis Kitosan Dari Kulit Udang Untuk Pengolahan Air Sungai Yang Tercemar Limbah Industri Jamu Dengan Kandungan Padatan Tersuspensi Tinggi. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(2), 66–70. <https://doi.org/10.15294/jbat.v3i2.3700>
- Ilyas, Tan, V., & Kaleka, M. B. U. (2021). Penjernihan Air Metode Filtrasi untuk Meningkatkan Kesehatan Masyarakat RT Pu'uzeze Kelurahan Rukun Lima Nusa Tenggara Timur. *Warta Pengabdian*, 15(1), 46–52. <https://doi.org/10.19184/wrtp.v15i1.19849>
- Jalaly, M. J. H. (2020). Eco Filter Air Dengan Memanfaatkan Cangkang Kerang

Darah (*Anadara granosa*) Sebagai Media Filtrasi Untuk Menurunkan Kekeruhan Dan Kadar Tss (*Total Suspended Solid*).

Kastawi, Yusuf. dkk. 2008. *Zoologi Avertebrata*. Malang: Jica.

Khan, T. A., Peh, K. K., & Ch'ng, H. S. (2002). Reporting degree of deacetylation values of chitosan: The influence of analytical methods. *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5(3), 205–212.

Kusmiati, A. R., & Hayati, N. (2020). Pemanfaatan Kitosan Dari Cangkang Udang sebagai Adsorben Logam Berat Pb pada Limbah Praktikum Kimia Farmasi. *Indonesian Journal of Laboratory*, 3(1), 6. <https://doi.org/10.22146/ijl.v3i1.60789>

Kusumastuti, I. D. Sumekar, D. W. D. J. (2020). Metode Filtrasi Untuk Meningkatkan Kualitas Air Baku di Daerah Yang Tercemar Bakteri Coli. 0019126902.

Lingkungan, M., Dan, H., & Republik, K. (2016). Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Lubis, I., Soesilo, T. E. B., & Soemantojo, R. W. (2020). PENGELOLAAN AIR LIMBAH RUMAH POTONG HEWAN DI RPH X, KOTA BOGOR, PROVINSI JAWA BARAT (Wastewater Management of Slaughterhouse in Slaughterhouse X, Bogor City, West Java Province). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 25(1), 33. <https://doi.org/10.22146/jml.35396>

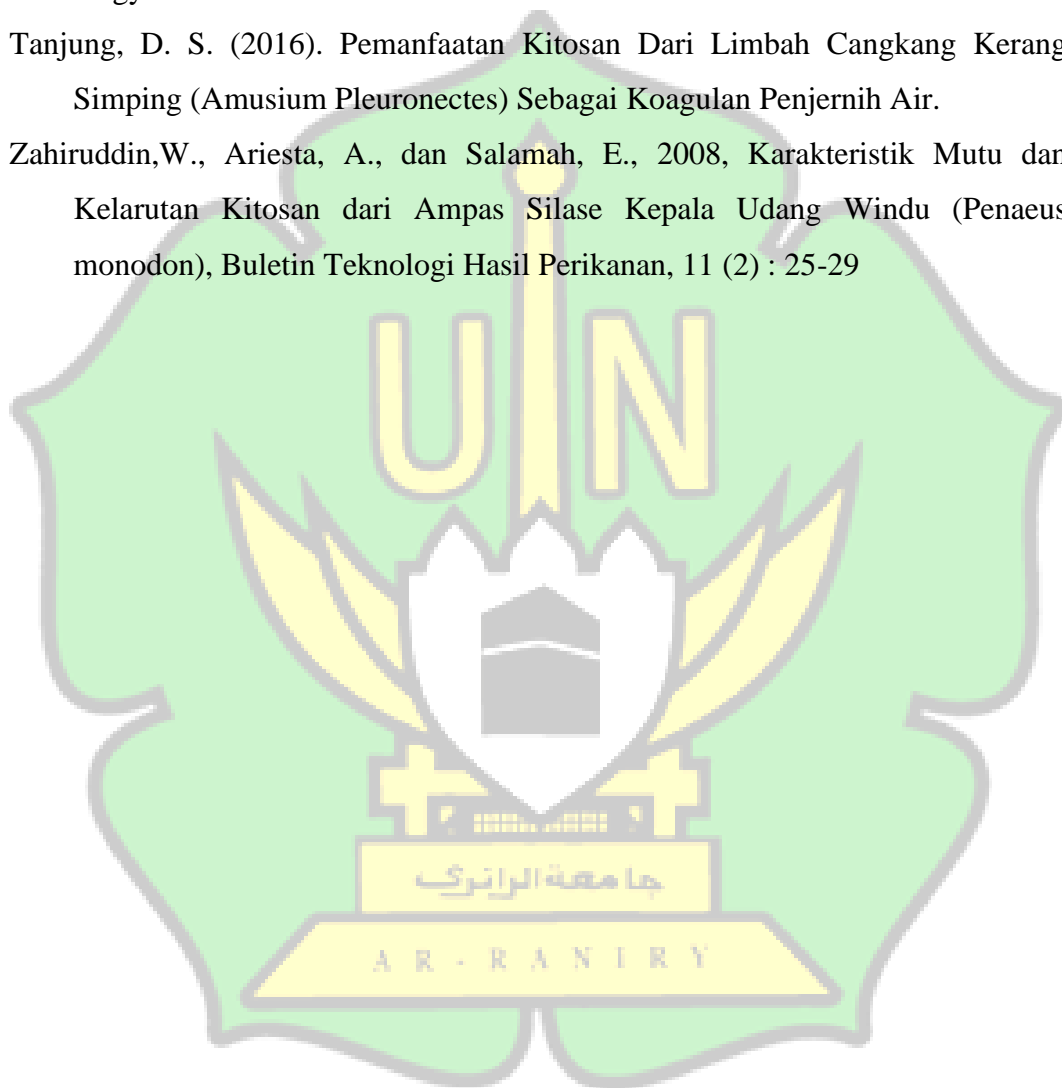
Mubin, F., Binilang, A., & Halim, F. (2016). Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3), 211–223. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/11622/11216>

Parahita, C. K. (2018). Pengaruh Waktu Pengadukan Dan Pengambilan Sampel Larutan CaCo₃ 4% Terhadap Jumlah Endapan Pada Alat Filter Press. *Jurnal Inovasi Proses*, 3(1).

Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Sekretariat Negara Republik Indonesia*, 1(078487A), 483. <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>

- Pratiwi, A., & Ridwanto, R. (2022). Uji Toksisitas Kitosan Cangkang Kerang Tahu (*Meretrix meretrix* L.) Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). *Jurnal Farmasi Klinik Dan Sains*, 2(2), 7. <https://doi.org/10.26753/jfks.v2i2.984>
- Purwanti, E., Ramdani, D., Rahmadewi, R., Nugraha, B., & Efelina, V. (2021). Sosialisasi Manfaat Karbon Aktif Sebagai Media Filtrasi Air Guna Meningkatkan Kesadaran Akan Pentingnya Air Bersih di SMK PGRI. 4(April), 381–386.
- Putra, R. S., Iqbal, A. M., Rahman, I. A., & Sobari, M. (2020). Evaluasi Perbandingan Koagulan Sintetis dengan Koagulan Alami dalam Proses Koagulasi untuk Mengolah Limbah Laboratorium. *Khazanah: Jurnal Mahasiswa*, 11(1), 1–4. <https://journal.uui.ac.id/khazanah/article/view/16687>
- Rachman, D. N. (2019). Analisa Infrastruktur Saluran Pembuangan Air Limbah Eksisting di Kelurahan 2 Ilir Kecamatan Ilir Timur II Kota Palembang. 9(1).
- Rhenny Ulfah, Lailatul Buana, A. (2020). Pengolahan Air Limbah Domestik menggunakan Biosand Filter. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1), 8–14. <https://doi.org/10.14710/jil.18.1.8-14>
- Rinaudo, M. (2006). "Chitin and chitosan: Properties and applications." *Progress in Polymer Science*, 31(7), 603-632.
- Samsuarni, R. (2022). Pemanfaatan Cangkang Kerang Lokan (*Geloina Erosa*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair UPTD Rumah Pemotongan Hewan.
- Sarwono, E., Aprillia, K. R., & Setiawan, Y. (2017). Penurunan Parameter Kekeruhan, TSS Dan TDS Dengan Variasi Unit Flokulasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(2), 8–14.
- Sinardi, Soewondo, P., & Notodarmojo, S. (2013). Pembuatan, Karakterisasi Dan Aplikasi Kitosan Dari Cangkang Kerang Hijau (*Mytilus Viridis Linnaeus*) Sebagai Koagulan Karakterisasi kitosan. 24–25.
- SNI 6989.59.2008 tentang Metoda pengambilan contoh air permukaan. 59, 19. http://ciptakarya.pu.go.id/plp/upload/peraturan/SNI_-6989-59-2008_Metoda Pengambilan-Contoh-Air-Limbah.pdf.

- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2000). Metode Pengujian Koagulasi-Flokulasi Dengan Cara Jar (SNI 19-6449-2000). Badan Standarisasi Nasional.
- Stephanie Bija, Yulma, Imra, Aldian, Akbar Maulana, A. R. (2020). COD LIMBAH TAHU DI KOTA TARAKAN. *Journal.Ipb.Ac.Id*, 23(1).
- Sudarmaji. (1994). Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian, Liberty, Yogyakarta
- Tanjung, D. S. (2016). Pemanfaatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Kerang Simping (*Amusium Pleuronectes*) Sebagai Koagulan Penjernih Air.
- Zahiruddin,W., Ariesta, A., dan Salamah, E., 2008, Karakteristik Mutu dan Kelarutan Kitosan dari Ampas Silase Kepala Udang Windu (*Penaeus monodon*), Buletin Teknologi Hasil Perikanan, 11 (2) : 25-29



LAMPIRAN

Lampiran 1: Pembuatan Kitosan dan Serbuk Cangkang Kerang Hijau (*perna viridis*)

A. Preparasi sampel



Pencucian cangkang kerang hijau hijau



Penjemuran cangkang kerang hijau



Penumbukan cangkang kerang hijau hijau



Penghalusan cangkang kerang hijau



Pengayakan cangkang kerang hijau



Penimbangan cangkang kerang hijau

(Sumber: Dokumen Tugas Akhir, 2024)

B. Tahap deproteinasi



Penambahan NaOH 3,5%



Pemanasan dan pengadukan sampel



Sampel setelah dipanaskan dan diaduk



Penyaringan residu



Penetralan pH sampel

(Sumber: Dokumen Tugas Akhir, 2024)

C. Tahap Demineralisasi



Penambahan HCl 1.25



Pemanasan dan pengadukan sampel



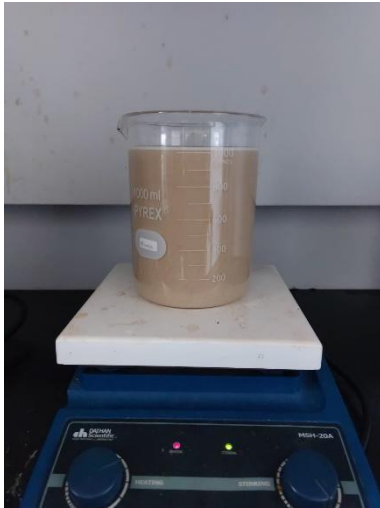
Penyaringan residu



Penetralan pH sampel

(Sumber: Dokumen Tugas Akhir, 2024)

D. Tahap Deasetilasi



Pemanasan dan pengadukan



Penyaringan residu



Penetralan pH sampel hijau



Kitosan cangkang kerang

(Sumber: Dokumen Tugas Akhir, 2024)

Lampiran 2: Pengambilan sampel air limbah RPH



Bak resapan UPTD RPH Lambaro



Pengambilan sampel

(Sumber: Dokumen Tugas Akhir, 2024)

Lampiran 3: Proses Koagulasi Flokulasi Kitosan Cangkang Kerang Hijau



Sampel setelah ditambahkan variasi dosis flokulasi



Pengujian koagulasi

(Sumber: Dokumen Tugas Akhir, 2024)

Lampiran 4: Pengujian TSS dan COD Sampel Akhir Air Limbah RPH Setelah Pengujian Koagulasi/flokulasi



Pengujian TSS sampel setelah uji koagulasi/flokulasi



Pengujian COD sampel setelah uji koagulasi/flokulasi



Pengukuran Turbiditas setelah uji Koagulasi/flokulasi

(Sumber: Dokumen Tugas Akhir, 2024)

Lampiran 5: Perhitungan Nilai Rendemen dari Setiap Tahap

1. Tahap Deproteinasi

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{berat kitosan yang dihasilkan}}{\text{berat kitin}} \times 100\% \\ &= \frac{241,1116}{300} \times 100\% \\ &= 80,3705\% \end{aligned}$$

2. Tahap Demineralisasi

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{berat kitosan yang dihasilkan}}{\text{berat kitin}} \times 100\% \\ &= \frac{181,6005}{241,1116} \times 100\% \\ &= 75,3180\% \end{aligned}$$

3. Tahap Deasetilasi

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{berat kitosan yang dihasilkan}}{\text{berat kitin}} \times 100\% \\ &= \frac{173,7841}{181,6005} \times 100\% \\ &= 95,6958\% \end{aligned}$$

Lampiran 6: Perhitungan Kadar Air

$$\begin{aligned} \text{Kadar air (\%)} &= \frac{a-b}{c} \times 100\% \\ &= \frac{90,3345 - 88,3282}{1,0738} \times 100\% \\ &= 1,8684\% \end{aligned}$$

Lampiran 7: Perhitungan Derajat Deasetilasi

$$\begin{aligned} \text{DD (\%)} &= \left[1 - \left(\frac{A_{1588}}{A_{3410}} \right) \times \left(\frac{1}{1,33} \right) \right] \times 100\% \\ &= \left[1 - \left(\frac{45,242}{53,385} \right) \times \left(\frac{1}{1,33} \right) \right] \times 100\% \\ &= 15,25\% \end{aligned}$$