

**PENGARUH VARIASI BIOKOAGULAN KITOSAN LIMBAH
SISIK IKAN MUJAIR (*Oreochromis mossambicus*) DALAM
PENURUNAN POLUTAN LIMBAH CAIR PENCUCIAN
KENDARAAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

VARISA MUFLIHA

NIM. 160702035

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi

Program Studi Teknik Lingkungan



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**

BANDA ACEH

2023 M/1445H

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI BIOKOAGULAN KITOSAN LIMBAH SISIK IKAN MUJAIR (*Oreochromis mossambicus*) DALAM PENURUNAN POLUTAN LIMBAH CAIR PENCUCIAN KENDARAAN

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

Varisa Mufliha

NIM. 160702035

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

Disetujui untuk dimunaqasyahkan oleh:

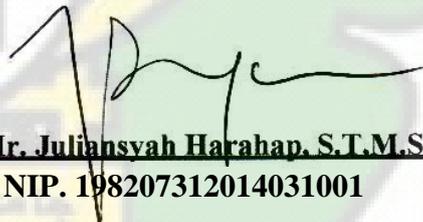
Pembimbing I,

Pembimbing II,



Febrina Arfi, M. Si

NIP. 198602212014032001



Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T.M.Sc

NIP. 198207312014031001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Husnawati Yahya, M.Sc

NIP. 198311092014032002

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI BIOKOAGULAN KITOSAN LIMBAH
SISIK IKAN MUJAIR (*Oreochromis mossambicus*) DALAM
PENURUNAN POLUTAN LIMBAH CAIR PENCUCIAN
KENDARAAN**

TUGAS AKHIR

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

Pada Hari/Tanggal: Senin, 24 Juli 2023
8 Muharram 1445
di Darussalam, Banda Aceh

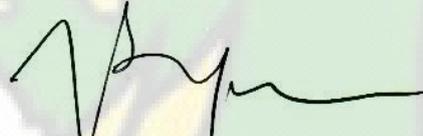
Panitia Ujian Munqasyah Skripsi

Ketua,

Sekretaris,



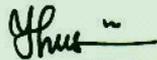
Febrina Arfi, M. Si
NIP. 198602212014032001



Dr. Ir. Juliansyah Harahap, ST.M.Sc
NIP. 198207312014031001

Penguji I,

Penguji II,



Husnawati Yahya, M. Sc
NIP. 198311092014032002



M. Faisi Ikhwal, M. Eng
NIP. 199110082020121013

Mengetahui:

~~Dekan~~ Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UPI Ar-Raniry Banda Aceh,



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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Varisa Mufliha
NIM : 1607020
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul : Pengaruh Variasi Biokoagulan Kitosan Limbah Sisik Ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus*) Dalam Penurunan Polutan Limbah Cair Pencucian Kendaraan

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

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

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

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

Banda Aceh, 11 Juli 2023

Yang Menyatakan,




Varisa Mufliha

ABSTRAK

Nama : Varisa Mufliha
NIM : 160702035
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pengaruh Variasi Biokoagulan Kitosan Limbah Sisik Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Dalam Penurunan Polutan Pada Limbah Pencucian Kendaraan
Tanggal Sidang : 24 Juli 2023
Jumlah Halaman : 81 Halaman
Pembimbing I : Febrina Arfi, M.Si
Pembimbing II : Dr. Ir. Juliansyah Harahap, ST, M.Sc
Kata Kunci : Kitosan, Sisik Ikan Mujair, Limbah Pencucian Kendaraan, Pengolahan Air.

Layanan cuci mobil di Indonesia sedang marak-maraknya di perkotaan. Salah satunya usaha pencucian kendaraan di Kecamatan Kuta Raja, Banda Aceh yang setiap harinya menerima konsumen sekitar 60-70 kendaraan. Namun dibalik jasa pencucian kendaraan tidak hanya meningkatkan pendapatan daerah, tetapi juga menghasilkan limbah cair pencucian kendaraan yang dapat menurunkan kualitas lingkungan. Sehingga diperlukannya pengolahan limbah cair salah satunya dengan penggunaan kitosan sisik ikan mujair. Penelitian ini bertujuan menentukan nilai dosis koagulan terbaik massa kitosan dalam penurunan polutan COD, TSS dan Fosfat pada limbah pencucian kendaraan. Metode preparasi pembuatan kitosan dapat dilakukan dengan pembersihan sisik, proses deproteinasi, proses demineralisasi serta proses deasetilasi. Kitosan dikarakterisasi menggunakan FTIR, kemudian dihitung derajat deasetilasi dari % transmitan FTIR kitosan. Pengolahan pada penelitian ini dilakukan dengan variasi dosis 10 mg/L, 20 mg/L dan 30mg/L dengan pengadukan cepat 120 rpm selama 30 menit dan pengadukan lambat 90 rpm selama 40 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis terbaik untuk penurunan parameter COD adalah penggunaan dosis 20 mg/L lalu massa terbaik untuk penurunan parameter TSS adalah penggunaan dosis 30 mg/L serta efektivitas penurunan kadar COD sebesar 81,53% lalu penurunan kadar TSS sebesar 88,11%. Pada fosfat terjadi kenaikan konsentrasi dari setiap dosis yang diberikan. Penambahan kitosan terhadap COD, TSS dan Fosfat tergantung pada dosis optimum yang terdapat pada limbah cair pencucian kendaraan. Dengan demikian, pengolahan limbah cair pencucian kendaraan dengan menggunakan kitosan sisik ikan mujair dengan metode flokulasi-koagulasi mampu menurunkan konsentrasi pada parameter.

ABSTRACT

Name : Varisa Mufliha
NIM : 160702035
Departement : *Environmental Engineering*
Title : *Effect of Variation of Chitosan Biocoagulant Waste
Mujair Fish Scales (Oreochromis mossambicus) in
Reducing Pollutants in Vehicle Washing Waste*
Date : 24 July 2023
Number of Pages : 81 Pages
Advisor I : Febrina Arfi, M.Si
Advisor II : Dr. Ir. Juliansyah Harahap, ST, M.Sc
Keywords : *Chitosan, Mujair Fish Scales, Vehicle Washing
Waste, Water Treatment*

Car wash services in Indonesia are currently booming in urban areas. One of them is a vehicle wash business in Kuta Raja District, Banda Aceh, which receives around 60-70 vehicles every day. However, behind the scenes, vehicle washing services not only increase regional income, but also produce vehicle washing liquid waste which can reduce environmental quality. So that it is necessary to treat wastewater, one of which is the use of tilapia fish scale chitosan. This study aims to determine the best coagulant dose value of chitosan mass in reducing COD, TSS and Phosphate pollutants in vehicle washing waste. The preparation method for making chitosan can be done by cleaning the scales, deproteination process, poroses demineralization and deacetylation process. Chitosan was characterized using FTIR, then the degree of deacetylation was calculated from the % transmittance of FTIR chitosan. Processing in this study was carried out with varying doses of 10 mg/L, 20 mg/L and 30 mg/L with fast stirring at 120 rpm for 30 minutes and slow stirring at 90 rpm for 40 minutes. The results showed that the best dose for reducing COD parameters was using a dose of 20 mg/L, then the best mass for reducing TSS parameters was using a dose of 30 mg/L and the effectiveness of reducing COD levels was 81.53% and then reducing TSS levels by 88.11% . In phosphate there is an increase in concentration from each dose given. The addition of chitosan to COD, TSS and Phosphate depends on the optimum dose found in the vehicle washing wastewater. Thus, the treatment of vehicle washing wastewater using tilapia fish scale chitosan using the flocculation-coagulation method is able to reduce the concentration of the parameters.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji hanya milik Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah melimpahkan *rahmat* dan karunia nya sehingga penulis masih diberi kesempatan dan kesehatan dan dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. *Shalawat* serta *salam* tak lupa pula disanjung kan kepada Nabi kita yaitu Nabi Besar Muhammad *shalallahu Alaihi Wassalam* yang mana beliau telah membawa umat manusia dari alam kebodohan menuju alam yang berilmu pengetahuan.

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* telah memberi pertolongan dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini yang berjudul “Pengaruh Variasi Biokoagulan Kitosan Limbah Sisik Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Dalam Penurunan Polutan Pada Limbah Pencucian Kendaraan”.

Ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya penulis tujukan kepada kedua orang tua yaitu Ibu Elva Wirda S.Pd., M.Pd dan Bapak Muslim Liwan yang selalu membantu dan memberikan motivasi, nasehat, cinta, perhatian, kasih sayang, dukungan baik moral, spiritual, dan material serta doa kepada penulis hingga detik ini yang tentu takkan bisa penulis balas dengan apapun. Serta ucapan terima kasih penulis tujukan kepada Abang penulis Mivtahul Fahmy S.Pd dan Adik Fadhilah Fitria yang telah memberikan dukungan semangat dan untaian doa selama ini.

Dan juga penulis banyak mendapatkan dukungan, bimbingan, motivasi serta semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Ibu Husnawati Yahya, M. Sc selaku Kepala Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Bapak Aulia Rohendi, M. Sc selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh serta koordinator tugas akhir.
3. Ibu Febrina Arfi, M. Si selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir ProdiTeknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam

Negeri Ar-Raniry

4. Bapak Dr. Ir. Juliansyah Harahap, S.T, M.Sc selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
5. Bapak Teuku Muhammad Anshari, M. Sc selaku dosen Penasehat Akademik yang telah memberi arahan dan dukungan selama masa perkuliahan.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Lingkungan yang telah mengajarkan banyak ilmu selama masa perkuliahan.
7. Rizkha Shavira, Syarifah ‘Aliya Yasmin, Sri Mutia Mayliansa, Nur Azizah, Cut Tia Mardha Nadila, M. Arisda F, Amrizqa Bahtera serta teman-teman tersayang yang telah banyak membantu, memberikan semangat dan kebersamaan.
8. Irfan, Adhini, Syahrina Ramadhani dan Maula Rivada yang telah banyak memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih dan berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Akhir kata dengan kerendahan hati, penulis telah membuat tugas akhir ini semaksimal mungkin namun penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun untuk mencapai kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Banda Aceh, 11 Juli 2023

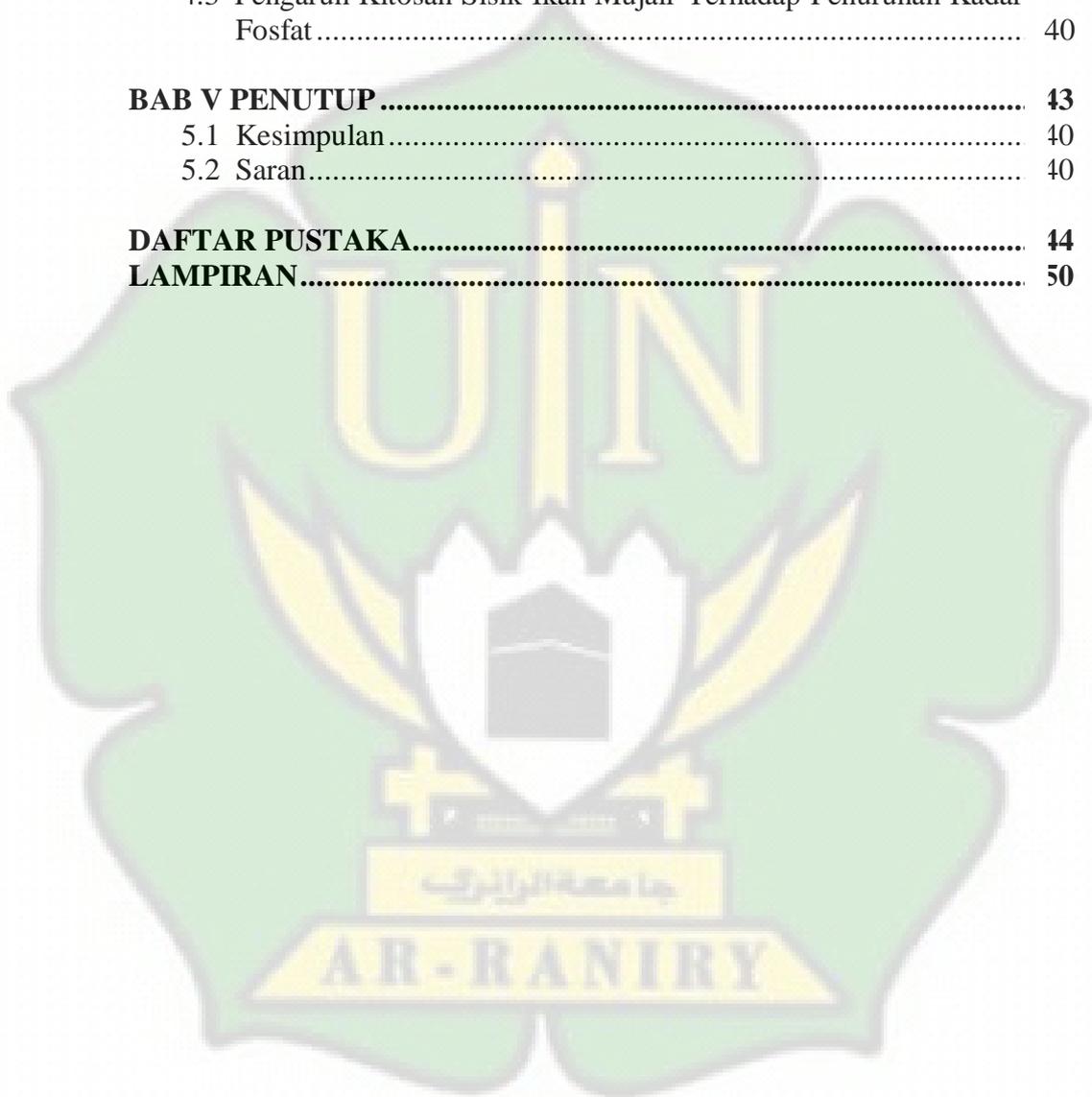
Penulis,

Varisa Mufliha

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Limbah Pencucian Kendaraan	6
2.1.1 Pengertian limbah pencucian kendaraan	6
2.1.2 Dampak pembuangan limbah pencucian kendaraan	6
2.1.3 Baku mutu limbah pencucian kendaraan.....	7
2.2 Sisik Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	8
2.3 Kitosan.....	10
2.3.1 Deproteinasi.....	13
2.3.3 Derajat Deasetilasi	13
2.4 Instrumentasi dan Parameter.....	16
2.4.1 Spektrofometri FTIR	16
2.4.2 Chemical Oxygen Demand (COD)	18
2.4.3 Total Suspended Solid (TSS).....	19
2.4.4 Fosfat.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	21
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	22
3.3 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	23
3.4 Alat dan Bahan.....	23
3.4.1 Alat-alat	23
3.4.2 Bahan-bahan	24
3.5 Prosedur Kerja	24
3.5.1 Pembuatan kitosan sisik ikan.....	24

3.5.2 Pengujian Limbah Pencucian Kendaraan Pada Variasi Massa Biokoagulan Kitosan	25
3.5.3 Pengujian parameter setelah pengolahan.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Pengujian Limbah Pencucian Kendaraan	33
4.2 Pengaruh Kitosan Sisik Ikan Mujair Terhadap Penurunan Kadar COD	35
4.3 Pengaruh Kitosan Sisik Ikan Mujair Terhadap Penurunan Kadar Fosfat.....	40
BAB V PENUTUP	43
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN.....	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	8
Gambar 2.2 Struktur Kitin.....	11
Gambar 2.3 Struktur Kitosan.....	11
Gambar 2.4 Reaksi Deasetilasi.....	14
Gambar 2.5 Spektrofotometri FTIR.....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel.....	22
Gambar 4.1 Hasil FTIR dari Sisik Ikan Mujair.....	31
Gambar 4.2 Grafik Penurunan Kadar COD, TSS dan Fosfat.....	34
Gambar 4.3 Grafik Penurunan Kadar COD.....	35
Gambar 4.4 Grafik Penurunan Kadar TSS.....	37
Gambar 4.5 Grafik Penurunan Kadar Fosfat.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor.....	7
Tabel 2.2 Klasifikasi Ikan Mujair	9
Tabel 2.3 Karakteristik Mutu Kitosan.....	12
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	21
Tabel 4.1 Hasil Analisis Limbah Cair Pencucian Kendaraan Sebelum Proses Pengolahan	27
Tabel 4.2 Hasil Analisis Limbah Cair Pencucian Kendaraan Sesudah Proses Pengolahan	33
Tabel 4.3 Hasil Analisis Penurunan Kadar COD	34
Tabel 4.3 Hasil Analisis Penurunan Kadar TSS.....	36
Tabel 4.3 Hasil Analisis Kenaikan Kadar Fosfat.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Pengujian Awal	46
Lampiran 2 Perhitungan Persentase	47
Lampiran 3 Alur Tahapan Pembuatan Kitosan.....	48
Lampiran 4 Dokumentasi Pengambilan Air Sampel.....	49
Lampiran 5 Dokumentasi Proses Pembuatan Serbuk Sisik Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	50
Lampiran 6 Pembuatan Kitosan	52
Lampiran 7 Pengolahan Limbah Pencucian Menggunakan Kitosan Sisik Ikan Mujair.....	53
Lampiran 8 Baku Mutu.....	54
Lampiran 9 Pengukuran COD	55
Lampiran 10 Pengukuran TSS.....	57
Lampiran 11 Pengukuran Fosfat.....	59

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan/Lambang	Kepanjangan/Makna	Halaman
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>	1
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>	1
P dan PO ₄	Phospat	1
ABS	<i>Alkyl Benzene Sulphanate</i>	15
(C ₈ H ₁₃ NO ₅) _N	Kitin	21
NH ₂	Gugus Amina	21
kDa	Kilo Dalton	21
DD	Derajat Deasetilasi	22
Al ₂ (SO ₄) ₃	Aluminium Sulfat	23
Fe ₂ (SO ₄) ₃	Ferric Sulphate	23
PAC	Polyalumunium Chloride	23
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared</i>	24
TPI	Tempat Pelelangan Ikan	27
H ₂ SO ₄	Asam Sulfat	29
Na ₂ S ₂ O ₃	Natrium Tiosulfat	29
MnSO ₄	Mangan Sulfat	29
K ₂ CrO ₇	Kalium Kromat	29
HCl	Asam Klorida	29
NaOH	Natrium Hidroksida	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Layanan cuci mobil di Indonesia sedang menjamur di perkotaan. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk maka kebutuhan akan kendaraan juga semakin meningkat, dan jumlah kendaraan yang tergolong tinggi memberikan peluang munculnya jasa pembersihan kendaraan atau biasa disebut *doorsmeer* (Hargianintya dkk, 2018). Berdasarkan hasil wawancara dari salah satu narasumber yang bekerja pada usaha pencucian kendaraan di Kecamatan Kuta Raja, Banda Aceh memiliki konsumen 60-70 kendaraan setiap harinya dan usaha ini beroperasi selama 24 jam.

Menurut penelitian Andina (2020), jasa pencucian kendaraan tidak hanya mendorong pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan pendapatan daerah, tetapi juga menghasilkan limbah air pencucian kendaraan bermotor yang dapat menurunkan kualitas lingkungan. Jasa cuci kendaraan membutuhkan air yang banyak. Satu unit kendaraan roda empat membutuhkan sekitar 240-600 liter air murni. Air bersih yang digunakan dalam proses pencucian akan menjadi limbah yang kemudian dilepaskan ke lingkungan. Air Limbah pencucian kendaraan mengandung nilai TSS dan COD yang tinggi. Kusumawardani dkk (2019), juga menambahkan limbah cair dari pencucian kendaraan bermotor biasanya mengandung kotoran yang lengket (tanah/debu), buih deterjen (surfaktan) dan minyak dari pengkilap kendaraan.

Kuantitas yang tinggi dari limbah pencucian kendaraan menyebabkan semakin banyak badan air yang tercemar. Oleh karena itu, proses koagulasi dan flokulasi menggunakan koagulan alami memerlukan perlakuan untuk menurunkan kadar kontaminan yang dianalisis yaitu kadar COD, TSS dan fosfat. Menurut Putri dkk (2015), proses koagulasi-flokulasi dapat menghilangkan partikel-partikel yang mudah mengendap (koloid), melalui penempatan koagulan ke dalam air baku diikuti dengan pengadukan cepat (koagulasi) dan pengadukan lambat (flokulasi) sehingga menyebabkan terjadinya penggumpalan partikel-partikel

koloid lalu sebagian besar dapat dipisahkan dalam proses sedimentasi. Koagulan pada proses koagulasi- flokulasi memiliki efek mempercepat pembentukan flok yang lebih besar, kuat dan stabil. Dalam penelitian ini menggunakan kitosan sebagai koagulan dimana koagulan tersebut berasal dari sisik ikan mujair.

Ikan mujair merupakan salah satu ikan di perairan air tawar yang mudah untuk hidup dan bereproduksi relatif lebih cepat dibandingkan dengan ikan air tawar lainnya. Ikan mujair termasuk ikan pemakan segalanya (omnivora). Ikan mujair di habitat aslinya hidup di berbagai perairan air tawar seperti danau, waduk, muara, situ, tambak dan sungai. Pemeliharaan ikan mujair dengan air yang berkualitas baik, yaitu air yang tidak terlalu banyak, tidak keruh, tidak tercemar limbah dan bahan kimia dan beracun (Fadhilah N, 2019). Menurut Bija dkk, (2021) Penggunaan kitosan sisik ikan mujair dilakukan melalui analisis proksimat untuk mengetahui kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, dan kadar karbohidrat. Suatu bahan dapat diolah menjadi suatu produk senyawa yang bermanfaat bagi kehidupan manusia jika diketahui persentase dari komponen kimia di dalamnya.

Dalam penelitian Rachman (2018), mengatakan isi protein sisik ikan bermacam-macam tergantung dengan jenisnya. Perbedaan komposisi kimia pada sisik ikan meliputi oleh perbedaan spesies, habitat, umur, jenis makanan, dan teknik dalam penyiapan bahan. Nur & Asy'ari (2020), mengatakan sisik ikan banyak mengandung bahan kimia seperti protein organik (41-84%), selebihnya merupakan residu mineral dan garam anorganik. Ramadhani & Firdhausi (2021), menyatakan sisik ikan yang mengandung kitin dapat diubah menjadi kitosan. Sisik ikan yang mengandung kitosan dapat digunakan tergantung penggunaannya. Kitosan biasanya diperoleh dari isolasi kitin berasal dari cangkang krustasea seperti kepiting, udang, krustasea, juga ditemukan pada serangga dan jamur kutikula. Tapi ternyata selain yang telah disebutkan, kitosan juga di dapat dari sisik ikan.

Kitosan dapat diekstraksi dari sisik ikan karena mengandung kitin (Azis dkk 2017). Peneliti Ifa dkk (2018), mengatakan kitosan pada umumnya larut dalam pelarut asam organik pada kisaran pH 4-6,5. Kitin dan kitosan banyak digunakan

dalam industri modern. Semua turunan kitin dan kitosan dapat digunakan dalam industri, pertanian, farmasi, obat kosmetik, pengolahan air limbah dan bioteknologi. Kitosan mempunyai gugus aktif yang akan berikatan dengan mikroba sehingga kitosan juga mampu menghambat pertumbuhan mikroba. Selanjutnya peneliti Nur & Asy'ari (2020), meneliti pemanfaatan limbah sisik ikan sebagai kitosan. Hasil deproteinasi menunjukkan bahwa sisik ikan mengandung protein sebesar 67,83% ikan biji nangka (*Upeneus mullocensis*), 36,80% ikan lele (*Lethrinus sp.*), 51,84% ikan lolosi merah (*Caesio chrysozona*), dan 82,96% ikan kakatua (*Scarus rivulatus*). Kandungan mineral sisik ikan sebesar 29,84% ikan biji nangka, 15,99% ikan lele, 22,99% ikan lolosi merah, dan 14,31% ikan kakatua. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kitosan dapat diekstraksi dari sisik ikan. Rendemen kitosan tertinggi diperoleh dari ikan lele 13,22%, diikuti ikan lolosi merah 7,74%, ikan biji nangka 0,80%, dan ikan kakatua 0,05%. Namun, hanya sedikit peneliti yang menggunakan kitosan dari skala ikan.

Penggunaan sisik ikan menjadi kitosan dapat meningkatkan nilai ekonomi sisik ikan yang saat ini disalahgunakan dan hanya menimbulkan masalah lingkungan seperti bau yang tidak sedap dan pertumbuhan bakteri di tempat pembuangan. Menurut Ibrahim dkk (2009), menyatakan bahwa kitosan dapat dijadikan koagulan, dan dapat dijadikan untuk salah satu cara pemurnian air dan pengolahan air minum.

Beberapa peneliti sebelumnya telah mempelajari produksi kitosan dari sisik ikan yaitu melalui sintesis biokoagulan berbasis kitosan limbah sisik ikan bandeng dalam menurunkan kadar COD dan BOD pada limbah tahu (Bija dkk, 2020). Mengingat hasil yang diperoleh setelah pengujian kitosan dengan konsentrasi 20 ppm menunjukkan perubahan terhadap kualitas limbah tahu yang semakin mendekati nilai baku mutunya. Nilai COD masih berada di bawah nilai standarnya, sedangkan nilai BOD telah memenuhi standar mutunya. Kitosan dari limbah sisik ikan bandeng dapat memperkualitas limbah tahu dan optimal jika memiliki nilai Derajat Deasetilasi (DD) yang sesuai standar mutu.

Berdasarkan latar belakang diatas, perlu dilakukannya pengolahan limbah

pencucian kendaraan dengan kitosan limbah sisik ikan menggunakan metode flokulasi-koagulasi dengan variasi rasio jumlah biokuagulan dan kecepatan pengadukan. Pada metode ini, koagulan yang digunakan berupa kitosan dari sisik ikan mujair.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah berapakah dosis optimum kitosan dalam penurunan polutan *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan Fosfat pada limbah pencucian kendaraan dengan menggunakan kitosan sisik ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*).

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah menentukan nilai dosis koagulan terbaik massa kitosan dalam penurunan polutan COD, TSS dan Fosfat pada limbah pencucian kendaraan dengan menggunakan kitosan sisik ikan yaitu ikan mujair.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian dari tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan informasi tentang efisiensi pengolahan limbah pencucian kendaraan menggunakan kitosan sisik ikan mujair.
2. Sebagai salah satu referensi maupun bahan kajian penelitian berikutnya untuk mencoba berbagai variasi percobaan sehingga didapatkan data yang lebih lengkap mengenai penurunan polutan dengan menggunakan kitosan sisik ikan mujair.

1.5 Batasan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan sebelumnya batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini menggunakan biokoagulan kitosan alami yang berasal dari sisik ikan yaitu ikan mujair.

2. Penelitian ini berfokus pada variabel terikat yaitu:, COD, TSS dan Fosfat dan variabel bebas berfokus pada variasi massa kitosan 10 mg/L, 20 mg/L dan 30 mg/L.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Pencucian Kendaraan

2.1.1 Pengertian limbah pencucian kendaraan

Air limbah adalah air limbah yang tidak dapat digunakan kembali di rumah-rumah, pabrik-pabrik industri dan tempat-tempat umum lainnya dan seringkali mengandung zat-zat yang dapat berbahaya bagi lingkungan. Umumnya detergen digunakan untuk mencuci. Menurut Kusumawardani dkk (2019), saat pencucian kendaraan mengandung minyak, oli dan tanah atau debu. Air limbah pencucian kendaraan yang dibuang langsung ke badan air dalam jumlah besar dapat mengakibatkan kandungan TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan fosfat meningkat, sehingga jika dibuang langsung ke badan air akan berbahaya bagi perairan tersebut karena senyawa aktif dalam deterjen tidak mudah didegradasikan oleh bakteri yang ditemukan pada saluran pembuangan limbah.

Dalam penelitian Haryati dkk (2016), mengatakan limbah pencucian kendaraan dapat menurunkan kualitas air. Hal ini yang dapat merusak lingkungan perairan di sekitar industri kegiatan *doorsmeer*. Air limbah deterjen ini mengandung bahan pencemar polutan zat pembuat deterjen yaitu *Alkyl Benzene Sulphonate* ataupun ABS. Zat ini merupakan deterjen kuat yang sulit terurai. Deterjen ini berasal dari minyak nabati maupun turunan minyak bumi.

2.1.2 Dampak pembuangan limbah pencucian kendaraan

Usaha cuci mobil adalah usaha yang menyediakan jasa cuci mobil, dan peningkatan jumlah usaha cuci mobil misalnya dapat berdampak negatif terhadap lingkungan seperti :

1. Eutrofikasi

Pencemaran badan air oleh limbah cair detergen bisa diamati sebab terdapatnya gelembung-gelembung yang sangat besar yang menampilkan adanya deterjen atau surfaktan, surfaktan anionik ialah komponen utama. Tidak hanya itu, limbah deterjen yang memiliki senyawa fosfat hendak memicu perkembangan

alga ataupun tumbuhan sehingga badan air jadi tertutup oleh tumbuhan tersebut. Menurut Yuliani dkk (2015), gulma air bisa berkembang lebih cepat dari perkembangan wajar sebab dipengaruhi oleh tingginya kadar fosfat di dalam air, sehingga bisa membatasi pertukaran oksigen serta menimbulkan rendahnya kandungan oksigen di dalam air.

2. Kerusakan Organ Ikan

Pencemaran dari limbah cuci mobil dapat mengganggu kehidupan ikan, mulai dari perubahan perilaku hingga gagal tumbuh dan kematian. Toksisitas deterjen untuk semua organisme air bervariasi: fitoplankton 10-100 mg/L, annelida 0,1-10 mg/L, ikan 9-50 mg/L dan makrofita berkisar 0,8-100 mg/L. Organ ikan yang rusak dapat terdegradasi oleh kontaminasi deterjen (Rachman, 2018) yang dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan terhambat dan kerusakan epitel saluran pernafasan insang, serta perkembangan gonad dan saluran pencernaan (Kamiswari dkk, 2013)

3. Penurunan Kadar Oksigen Terlarut Perairan

Semakin banyak deterjen yang terbuang di air, semakin sedikit oksigen terlarut dalam air, yang mengganggu proses pernafasan ikan. Hal ini dipengaruhi oleh munculnya buih di permukaan air yang dapat mengganggu difusi oksigen dari udara ke air dan mengakibatkan kematian ikan akibat penurunan oksigen dan toksik yang tidak dapat ditoleransi (Ardiyanto & Yuantari, 2016).

4. Menurunnya Estetika Lingkungan

Dampak negatif dari limbah deterjen dapat diketahui secara langsung. Pengaruh secara langsung yang dapat diketahui yaitu terhadap estetika lingkungan yang disebabkan oleh timbulnya busa dan bau yang melimpah (Yuliani dkk, 2015)

2.1.3 Baku mutu limbah pencucian kendaraan

Pemerintah Aceh hingga saat ini belum memutuskan tentang standar baku mutu limbah pencucian kendaraan untuk kawasan Kota Banda Aceh dan Aceh Besar. Dengan demikian sebagai acuan lain yang bisa dijadikan peraturan tentang Baku Mutu limbah pencucian kendaraan yaitu Keputusan Menteri Lingkungan

Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Untuk itu perlu dilakukan analisis jumlah pencemar yang terkandung dalam limbah pencucian kendaraan sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Limbah yang ditetapkan pada tabel 2.1 Standar kualitas yang ditetapkan ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/ Atau Kegiatan Industri Sabun, Deterjen dan Produk-Produk Minyak Nabati

Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton)		
		Sabun	Minyak Nabati	Deterjen
BOD5	75	0.6	1.88	0.075
COD	180	1.44	4.5	0.18
TSS	60	0.48	1.5	0.06
Fosfat(PO4)	2	0.016	0.05	0.002
MBAS	3	0.024	0.075	0.003
pH	6.0 – 9.0			
Debit Limbah Maksimum	-	8 m ³ per ton produk sabun	25 m ³ per ton produk minyak nabati	1 m ³ per ton produk deterjen

Sumber: Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014

2.2 Sisik Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)



Gambar 2.1. Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)
Sumber: (Dokumen Pribadi)

Ikan Mujair adalah ikan yang hidup berkelompok dan bersifat teritorial. Ikan mujair merupakan organisme air tawar yang dapat bertahan hidup di berbagai kondisi perairan. Diantaranya kadar oksigen rendah dan perubahan salinitas yang cukup atau ekstrim. Biasanya ikan ini hidup hampir di seluruh perairan seperti waduk, danau, rawa maupun sungai. Ikan mujair memiliki nama ilmiah *Oreochromis mossambicus* yang termasuk dalam ikan omnivora dan merupakan salah satu ikan yang rakus. Ikan yang masih kecil cenderung makan plankton dan zooplankton (Haryati dkk.,2016). Menurut Diniari dkk (2015), ikan mujair memiliki sifat yang mudah mati dan mudah mengalami kerusakan yang disebabkan oleh bakteri. Menurut Rachman (2018), klasifikasi ikan mujair akan disajikan sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Filum : Chordata
Kelas : Actinopterygii
Ordo : Perciformes
Famili : Cichlidae
Genus : *Oreochromis*
Spesies : *Oreochromis mossambicus*

Menurut penelitian Rachman (2018), mengatakan ikan mujair adalah jenis ikan air tawar dengan tubuh pipih dan memanjang yang berwarna abu-abu, coklat atau hitam. Perbedaan warna ikan mujair tergantung pada lingkungan hidupnya. Ikan mujair memiliki toleransi rasa asin yang kuat. Ikan mujair memiliki tingkat pertumbuhan yang relatif lebih tinggi dibandingkan ikan tawar lainnya, namun tingkat pertumbuhannya melambat saat dewasa. Menurut Haslinda (2013), panjang total maksimum yang dapat dicapai ikan mujair adalah 40 cm. Ikan mujair memiliki kelebihan dibandingkan dengan ikan pada umumnya yaitu memiliki rasa yang unik, mudah dipelihara dan memiliki harga jual yang relatif murah. Sisik ikan mujair memiliki bentuk menyerupai kipas.

Dalam penelitian Nur & Asy'ari (2020), sisik ikan yang dibuang masih dapat dimanfaatkan karena banyak mengandung senyawa (41-84%) seperti protein organik,selebihnya merupakan residu mineral dan garam anorganik. Sisik

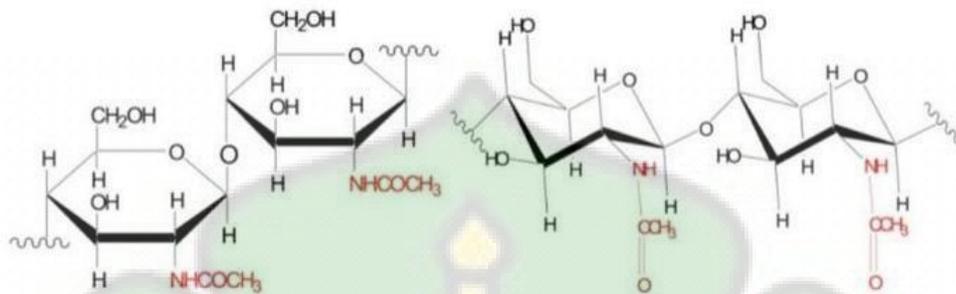
ikan adalah produk limbah yang kurang dimanfaatkan. Sisik ikan mengandung proksimat, kalsium, kitin, alkaloid, benedict, brulette dan ninhidrin. Sisik ikan merupakan lapisan kulit terluar dan berperan sebagai pelindung, mencegah masuknya zat asing dan zat asing masuk ke dalam tubuh ikan. Ada banyak sekali jenis sisik ikan sehingga dapat dibedakan dari bentuk, ukuran dan susunannya.

Menurut Ramadhani & Firdhausi, (2021) kitosan juga terdapat pada sisik ikan yang merupakan hasil buangan kegiatan penangkapan ikan. Sisik ikan yang terus menumpuk tanpa diolah dapat menghasilkan bau yang tidak sedap dan mengurangi keindahan lingkungan. Sisik ikan olahan mengandung 4.444 kitin yang dapat diubah menjadi kitosan. Sisik mengandung kitosan dan dapat digunakan untuk berbagai tujuan. Kitosan dapat digunakan sebagai pengawet di bidang pangan, kesehatan dan pertanian untuk menurunkan kadar logam dalam air.

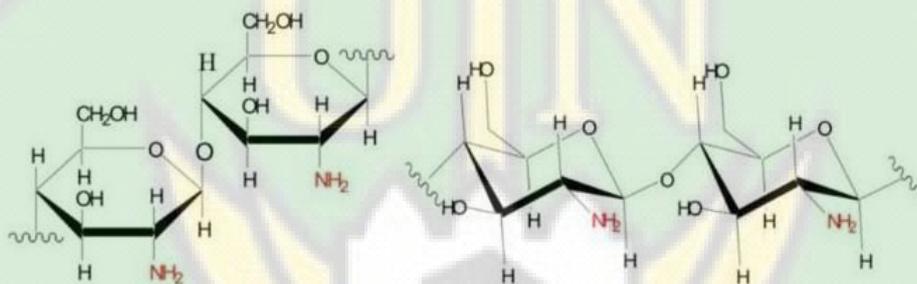
2.3 Kitosan

Kitin bersifat biodegradasi, tidak beracun, tidak larut dalam air, dan penggunaannya terbatas karena kandungan asam organik lemah yang tinggi. Namun dengan bantuan modifikasi kimia dapat diperoleh senyawa yang merupakan turunan kitin dengan sifat kimia yang lebih baik. Sitorus dkk (2014), menyebutkan kitin sendiri berwarna putih, keras dan tidak mudah lentur. Kitin banyak mengandung nitrogen didalam polisakaridanya. Menurut Mursida dkk (2018), meskipun kitin memiliki struktur yang sama, ia berasal dari sumber yang berbeda, tetapi hubungan antara protein dan kalsium karbonat berada pada tingkat yang berbeda. Salah satu turunan kitin adalah kitosan. Kitosan adalah polisakarida linear yang terdiri dari N-asetilglukosamin dan monomer D-glukosamin, yang dapat diperoleh dibuat dengan hidrolisis kitin menggunakan basa kuat. Menurut Pratiwi (2014), kitin adalah suatu komposisi linear yang terdiri dari 2000 – 3000 monomer N-asetil D-glukosamin dalam ikatan $\beta(1-4)$ atau 2-asetamida-2 deoksi-D glukopiranososa dengan rumus molekul $(C_8H_{13}NO_5)_n$. Tanjung (2016), menambahkan kitosan adalah jenis polimer rantai yang tidak linier yang mempunyai rumus umum $(C_6H_{11}NO_4)_n$ atau disebut sebagai $\beta(1-4)$ -2-

Amino-2-Deoksi-D-Glukosa, dimana strukturnya dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3.



Gambar 2.2 Struktur Kitin



Gambar 2.3 Struktur Kitosan

Sumber : (Kusumaningsih dkk., 2004)

Peneliti Sitorus dkk (2014), kembali menambahkan sebagian besar golongan polisakarida ialah polimer alami seperti pati dan derivatnya, selulosa dan derivatnya pektin (asam alginat, agar, karagenan) gum arab dan kitosan. Kitosan merupakan polisakarida alami yang berasal dari hasil proses deasetilasi. Menurut Hambali dkk (2017), kitosan hanya larut dalam asam encer seperti asam sitrat, asam format, dan asam asetat, kecuali kitosan tersubstitusi yang larut dalam air.

Pada penelitian Hambali dkk (2017), menambahkan berat molekul total kitin lebih dari 1 juta Dalton dan berat molekul kitosan berkisar antara 100 kDa – 1200 kDa, tergantung pada proses dan kualitas produk. Peneliti Pratiwi (2014), menambahkan bahwa berat molekul kitosan juga bergantung pada degradasi yang terjadi selama deasetilasi. Karena kitosan memiliki gugus amino (NH_2) yang kuat,

maka kitosan dapat digunakan sebagai polielektrolit dan koagulan yang multifungsi. Kitosan dapat ditemukan pada eksoskeleton invertebrata dan beberapa fungi pada dinding selnya. Kitosan berasal dari bahan organik dan bersifat polielektrolit kation sehingga dalam proses pengolahan air sangat potensial digunakan sebagai koagulan alam (Sinardi dkk, 2004).

Dapat disebut sebagai kitosan jika nilai nitrogen yang terkandung lebih dari 7%. Hambali dkk (2017), kembali menambahkan sifat kitosan dapat dibedakan menjadi dua sifat utama yaitu, sifat kimia dan biologi. Sifat kimia kitosan antara lain :

- Poliamina kationik dengan massa jenis
- Gugus amino aktif
- Berat molekul tinggi
- Secara kimiawi mudah dimodifikasi
- Mampu mengikat logam tertentu
- Muatan polielektrolit yang tinggi pada $\text{pH} \leq 6,5$.

Sifat biologi kitosan antara lain:

- Bersifat polimer alam
- Mudah terbiodegradasi
- Aman dan tidak beracun

Kitosan mengandung enzim lisozim dan gugus amino polisakarida yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme, sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai agen antibakteri. Kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan bakteri karena adanya gugus amino bebas kitosan, yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur (Octavian, 2015). Kemudian Octavian (2015), juga menambahkan kitosan memiliki sifat antibakteri yang baik, namun tidak menyerap air dengan baik. Kualitas kitosan dapat ditentukan dengan parameter fisika dan kimia. Parameter fisik meliputi bentuk, ukuran (mesh size) dan viskositas. Dalam hal ini, parameter kimia didekati dengan nilai derajat deasetilasi (DD) dan nilai proksimat. Mursida dkk (2018), juga menambahkan bahwa semakin tinggi kualitas kitosan maka semakin tinggi nilai deasetilasi. Kitosan telah dipelajari dan diterapkan secara luas oleh beberapa peneliti,

termasuk studi tentang karakteristik kitosan. Dalam penelitian Hambali dkk (2017), pembuatan kitosan terdapat 3 proses yaitu: deproteinasi, demineralisasi, dan derajat deasetilasi. Kitin kemudian di deasetilasi melalui proses hidrolisis basa kuat dan pekat sehingga diperoleh kitosan.

2.3.1 Deproteinasi

Protein yang terdapat pada sisik ikan diekstrak dalam bentuk protein Na. Ion Na^+ berikatan dengan ujung rantai protein yang bermuatan (-) dan larut dalam larutan ekstrak. Dengan ini dia menarik dirinya sendiri dan membentuk ikatan dalam hubungan tersebut. Kelarutan protein dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- Konsentrasi pelarut, semakin tinggi konsentrasi pelarut, semakin banyak protein yang terlarut.
- Pengaruh suhu, suhu yang digunakan dalam ekstraksi protein tidak terlalu tinggi karena pada suhu tinggi protein mengalami denaturasi. Protein didenaturasi pada suhu 60-100°C.
- Efek waktu adalah waktu pengamatan yang diperlukan untuk mencapai waktu kontak optimal antara protein dan pelarut. Efek penambahan garam meningkatkan kelarutan protein melalui efek garam netral. Beberapa ion garam berinteraksi dengan ion molekul protein, menghasilkan interaksi antara molekul protein sendiri menurun, dan yang meningkatkan kelarutan (pengasinan).

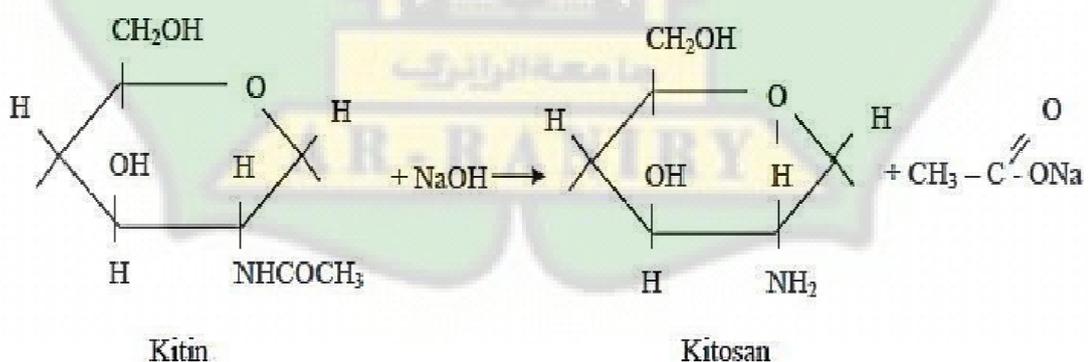
2.3.2 Demineralisasi

Demineralisasi bertujuan mengurangi dan menghilangkan mineral-mineral yang masih ada dalam bahan baku. Semakin banyak mineral yang dihilangkan maka kitin yang didapatkan akan semakin baik. Mineral-mineral primer yang terkandung pada kitin merupakan kalsium fosfat, kalsium karbonat, & magnesium karbonat. Mineral-mineral ini akan bereaksi menggunakan HCl membuat garam CaCl_2 & MgCl .

2.3.3 Derajat Deasetilasi

Kitosan dapat diperoleh dari kitin dari proses deasetilasi. Semakin banyak gugus asetil yang hilang dari polimer kitin, semakin kuat interaksi ikatan

hidrogen dan ionik serta muatan positif kitosan berbeda dengan polisakarida alami lainnya. Deasetilasi dengan larutan basa (biasanya larutan NaOH) adalah salah satu reaksi terpenting untuk mengubah kitin menjadi kitosan. Pada proses deasetilasi terjadi reaksi antara ikatan N-asetil kitin (rantai C-2) dengan NaOH, dan akhirnya terbentuk kitosan. Proses deasetilasi kitin berlangsung pada suhu tinggi dan lingkungan basa kuat. Semakin tinggi DD, gugus NH₂ pada kitosan semakin banyak sehingga kitosan bersifat reaktif. Hal ini diperlukan karena ikatan hidrogen antara gugus karboksilat dan atom nitrogen dari unit berulang terdekat kuat dan struktur kitin sangat tebal. Namun, waktu pemanasan yang terlalu lama dan suhu yang terlalu tinggi menyebabkan kitosan mengalami depolimerisasi, sehingga berat molekul kitosan menjadi lebih rendah. Menurut Seta dkk, (2019) beberapa faktor yang memengaruhi derajat deasetilasi adalah konsentrasi basa kuat yang digunakan, suhu deasetilasi, lama waktu deasetilasi, dan jumlah pengulangan (redeasetilasi). Pencampuran terus menerus dilakukan selama produksi kitosan. Besaran DD menunjukkan tentang jumlah gugus amina dalam kitosan. Pada proses deasetilasi terjadi pemutusan ikatan antara karbon dengan nitrogen pada gugus asetil kitin menjadi gugus amina. Deasetilasi dipengaruhi oleh faktor konsentrasi, basa kuat, suhu, waktu dan jumlah pengulangan deasetilasi.



Gambar 2.4 Reaksi Deasetilasi

Sumber : (Hambali dkk., 2017)

Beberapa penelitian yang menggunakan kitosan sebagai biokoagulan telah

dilakukan, diantaranya oleh Ika dkk (2018), bahwa kitosan dapat bertindak sebagai koagulan limbah cair tekstil dan Ihsani & Widyastuti (2014), ia menggunakan kitosan sebagai koagulan dalam pengolahan air sungai yang tercemar limbah industri jamu. Azis dkk (2017), mengatakan bahan utama dalam pembuatan kitosan dapat berupa sisik ikan karena mengandung kitin. Kandungan kitin pada sisik ikan laut kering biasanya adalah 20-30% kitin, 30-50% mineral, dan 30-40% protein. Penggunaan timbangan seperti kitosan tidak hanya menambah nilai ekonomis pada timbangan yang tidak terpakai dengan baik, tetapi juga dapat menimbulkan masalah lingkungan seperti bau dan pertumbuhan bakteri di sekitarnya. Sisik ikan seperti kitosan dapat meningkatkan nilai ekonomi sisik ikan yang belum dimanfaatkan dengan baik dan hanya menimbulkan masalah lingkungan seperti bau yang tak sedap dan berkembang biaknya bakteri di sekitarnya.

Kation kitosan memiliki sifat linear dan merupakan flokulan sangat baik yang membentuk polielektrolit bermuatan negatif dan pengikat ion logam. Sifat kimia kitosan adalah poliamin linear, gugus amino reaktif dan gugus hidroksil. Sedangkan sifat biologi kitosan ialah tidak beracun dan merupakan polimer alami. Penggunaan kitosan dalam berbagai bidang tergantung pada sifat kationik, biologi dan kimianya (Tanjung, 2016). Kitosan juga rentan terhadap degradasi dan interaksi dengan senyawa organik, seperti protein (Bija dkk, 2020). Adapun karakteristik Baku mutu kitosan ditunjukkan pada Tabel 2.3 di bawah ini.

Tabel 2.3 Karakteristik Baku Mutu Kitosan

No	Parameter	Standar	
		Dalwoo Korea	Lab. Protan Jepang
1.	Penampakan	Bubuk Putih Atau Kuning	Larutan Jernih
2.	Ukuran Partikel	25- 200 Mesh	Serpihan Sampai Serbuk
3.	Kadar Air	≤ 10 %	≤ 10 %
4.	Kadar Abu	≤ 0,5 %	≤ 0,2 %
5.	Kadar Protein	≤ 0,3 %	-
6.	Derajat Deasetilasi(DD)	≥ 70%	≥ 70%
7.	Viskositas	50 – 500 Cps	200 – 2000 Cps
8.	Ketidaklarutan	< 1%	-
9.	Kadar Logam Berat :As, Pb	< 10 Ppm	-
10.	pH	7 – 9	7 – 8
11.	Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau

Sumber: (Rochima, 2014)

Koagulan adalah bahan kimia yang diperlukan air untuk mengatur partikel dan mencegahnya mengendap dengan sendirinya. Menurut Bija dkk (2020), koagulan dibagi menjadi koagulan organik dan koagulan anorganik. Koagulan organik merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai alternatif koagulan kimia. Koagulan organik yang umum digunakan biasanya diperoleh dari biji tanaman, antara lain biji asam jawa, biji kecipir dan biji kelor dan lainnya.

2.4 Instrumentasi dan Parameter

2.4.1 Spektrofometri FTIR



Gambar 2.5 Spektrofotometri FTIR

Radiasi elektromagnetik adalah energi yang dipancarkan melalui ruang dalam bentuk gelombang atau paket energi. Ketika radiasi gelombang elektromagnetik mengenai suatu bahan, terjadi interaksi berupa penyerapan energi (absorpsi) oleh atom atau molekul bahan tersebut. Elektron tereksitasi ketika mereka menyerap sinar ultraviolet dan cahaya tampak. Ketika radiasi inframerah diserap, energi tidak cukup untuk mendeteksi elektron, tetapi meningkatkan amplitudo getaran (osilasi) atom dalam molekul (Suarsa, 2015).

Penyerapan radiasi gelombang elektromagnetik adalah senyawa yang menyerap radiasi dengan panjang gelombang tertentu pada struktur senyawa tersebut. Dalam upaya untuk memahami komposisi materi dan komponennya, penyerapan mendorong pengembangan spektroskopi. Salah satu teknik spektroskopi yang paling banyak digunakan adalah FTIR (*Fourier Transform Infrared*), suatu teknik spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk menganalisis hasil spektral. Metode spektroskopi yang telah dihasilkan tiga metode yaitu metode pertama adalah teknik absorpsi yaitu metode spektroskopi yang didasarkan pada perbedaan serapan radiasi inframerah, teknik emisi (*emission*), teknik fluoresensi (*fluorescence*) (Suarsa, 2015).

Spektrofotometer FTIR dapat dengan cepat mengukur sampel tanpa merusakkan dan mampu menganalisis beberapa komponen secara bersamaan. Penggunaan FTIR masih terbatas dalam analisis tumbuhan karena matriks dan spektrum yang dihasilkan cukup kompleks. Metode analisis ini dikembangkan dengan menggunakan informasi analitik unik dari sidik jari, sebagai variabel yang mempengaruhi penampakan kimiawi contoh seperti aktivitas biologis, konsentrasi, dan polarisabilitas (Wahyuningrum, 2006).

Menurut Suryaningrum dkk, (2005) derajat deasetilasi kitosan dapat diukur menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Spektrum diambil dengan scanning pada daerah bilangan gelombang $4000-500\text{ cm}^{-1}$. Pengukuran derajat deasetilasi dengan menggunakan metode *Base Line* pada hasil FTIR. Cara perhitungan dalam metode ini adalah dengan mengukur puncak tertinggi dan

dicatat dari garis yang diperoleh, dan absorbansi. Pambudi dkk, (2017) juga menambahkan cara kerja FTIR seperti berikut ini: pertama zat yang akan diukur diidentifikasi, berupa atom atau molekul. Sinar infra merah yang berperan sebagai sumber sinar dibagi menjadi dua berkas, satu dilewatkan melalui sampel dan yang lain melalui pembanding. Kemudian secara berturut-turut melewati chopper. Setelah melalui prisma atau grating, berkas akan jatuh pada detektor dan diubah menjadi sinyal listrik yang kemudian direkam oleh rekorder. Selanjutnya diperlukan amplifier bila sinyal yang dihasilkan sangat lemah.

Adapun keuntungan dalam menggunakan spektrofotometer FTIR ialah:

1. Menganalisa dengan cepat dan akurat
2. Tidak merusak sampel yang akan dianalisis
3. Mampu menganalisis senyawa organik maupun anorganik yang bersifat padat, cair maupun udara
4. Sampel padat dan cair dapat dianalisa langsung agar mendapatkan hasil spektrum
5. Ramah lingkungan (Umaira, 2019).

2.4.2 Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) oksigen yang diperlukan untuk oksidasi limbah organik melalui reaksi kimia. Oksigen terlarut merupakan parameter penting karena berperan dalam menentukan perpindahan massa air dan merupakan indikator sensitif proses biologi dan kimia. Perhitungan BOD berbeda dengan COD. Uji BOD biasanya menghasilkan nilai yang lebih rendah dibandingkan COD. Hal ini dikarenakan pengujian COD dapat mereduksi zat-zat yang resisten terhadap reaksi mikroba dan biologis. Agen biologis adalah bakteri yang dapat mengoksidasi bahan organik menjadi H_2O dan CO_2 , sedangkan agen kimia adalah kalium dikromat, dapat mengoksidasi semua zat sehingga menghasilkan nilai BOD lebih rendah daripada COD di air yang sama (Widyaningsih, 2011).

Peneliti Widyaningsih (2011), kembali menambahkan COD menggunakan oksidan kimia kuat dalam larutan asam dan panas untuk mengoksidasi karbon organik menjadi CO_2 dan H_2O . COD jika didefinisikan ialah COD merupakan ukuran ekuivalen oksigen dalam kandungan bahan organik sampel yang rentan

terhadap oksidasi oleh oksidan kimia yang kuat. COD ditentukan dengan mengukur jumlah oksidan COD tidak terpengaruh oleh zat beracun. Hasil pengujian COD akan tersedia dalam 1-1/2 hingga 3 jam yang akan memberikan penilaian terhadap kualitas air dengan kontrol yang lebih cepat. Hasil pengujian COD juga dapat digunakan untuk memperkirakan nilai BOD pada sampel yang sama. COD, BOD, dan *Total Organic Carbon* (TOC) memiliki hubungan empiris.

2.4.3 Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) atau yang sering disebut kekeruhan disebabkan oleh partikel tersuspensi yang terdiri tanah liat, lumpur alami dan pasir halus yang merupakan bahan organik. Zat tersuspensi merupakan bahan-bahan organik yang berasal dari berbagai jenis senyawa seperti lemak, selulosa, protein yang mengapung didalam air seperti alga, bakteri dan lainnya. Simanjuntak (2019), menambahkan TSS adalah partikel-partikel yang tidak larut serta ukuran dan beratnya lebih kecil dari sedimen seperti lempung, zat organik tertentu, dan sel mikroba. Padatan tersuspensi dalam sampel air adalah berat total bahan tersuspensi dalam volume air tertentu, biasanya dinyatakan dalam miligram atau ppm per liter. Adanya TSS di perairan mengakibatkan terhambatnya sinar matahari masuk ke dalam air. Penambahan kadar TSS yang tinggi pada air sungai membuat sungai menjadi keruh. Kekeruhan mencegah sinar matahari masuk ke dasar sungai. Kadar TSS yang mengendap di dasar sungai membentuk lumpur yang dapat mengganggu aliran sungai dan menyebabkan pendangkalan sungai (Widyarningsih, 2011).

Pada limbah cair pencucian kendaraan TSS berasal dari pasir, tanah atau debu yang menempel pada kendaraan. Menurut Daroini & Arisandi (2020), TSS adalah padatan tersuspensi (diameter $>1 \mu\text{m}$) yang tertahan dalam saringan Millipore dengan ukuran pori 0,45 μm . TSS terdiri dari lumpur, pasir halus dan mikroorganisme. Penyebab utama TSS di badan air adalah erosi tanah atau erosi tanah yang masuk ke badan air. Jiyah dkk (2017), juga menambahkan TSS merupakan tempat berlangsungnya reaksi heterogen dan dapat berperan sebagai bahan pembentuk sedimen paling awal dan mengganggu kemampuan menghasilkan bahan organik di badan air.

2.4.4 Fosfat

Fosfat merupakan salah satu unsur senyawa kimia yang sangat penting untuk mendukung kehidupan organisme dalam suatu perairan. Dalam mendukung kebutuhan organisme dalam pertumbuhan dan perkembangan hidupnya terutama fitoplankton diperlukan adanya fosfat. Fosfat adalah zat hara yang penting untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan di perairan. Namun jika konsentrasinya sangat besar di perairan dan melebihi nilai ambang batas maka terjadi eutrofikasi dengan disertai *blooming fitoplankton*. *Blooming fitoplankton* mengakibatkan kematian pada berbagai jenis biota laut. Proses penguraian pelapukan, sisa-sisa organisme mati dan penguraian tumbuh-tumbuhan menjadi sumber utama fosfat (Patty dkk, 2015).

Menurut Utomo dkk (2018), fosfat pada perairan berbentuk ortofosfat (PO₄). Kesuburan perairan menandakan adanya kandungan ortofosfat. Fosfat berbentuk organik dan anorganik, fosfat berbentuk organik merupakan fosfor yang secara organik terikat sedangkan fosfat berbentuk anorganik ialah ortofosfat dan polifosfat. Penyumbang kadar fosfat yang signifikan dalam perairan yaitu penggunaan detergen dalam pada rumah tangga. Fosfat digunakan sebagai bahan pembusa dalam pembuatan sabun dan juga keberadaan fosfat dalam air limbah dapat menghambat degradasi dalam proses biologis. Di sisi lain detergen juga dapat meningkatkan penyerapan racun pada ikan melalui insang dan terakumulasi. Masing-masing senyawa fosfat ini ada dalam bentuk terlarut, tersuspensi, atau terikat di dalam sel organisme akuatik.

Ketika alga mati, bakteri akan memecahnya menggunakan oksigen terlarut di dalam air. Senyawa fosfat dalam air terdapat dalam bentuk terlarut dan terikat di dalam sel organisme dalam air. Fosfat terlarut adalah salah satu bahan nutrisi yang memicu pertumbuhan yang sangat luar biasa pada alga dan rumput-rumputan dalam danau, estuaria, dan sungai berair tenang (Utomo dkk., 2018).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan April sampai Juli 2023. Kegiatan pengujian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dan Laboratorium Teknik Pengujian Kualitas Lingkungan Universitas Syiah Kuala. Lokasi pengambilan limbah sisik ikan di Pasar Keutapang Kecamatan Darul Imarah Aceh Besar serta pengambilan limbah pencucian kendaraan diambil dari usaha *doorsmeer* yang berada di Lampaseh Kota, Kecamatan Kuta Raja, Kabupaten Banda Aceh. Peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini:

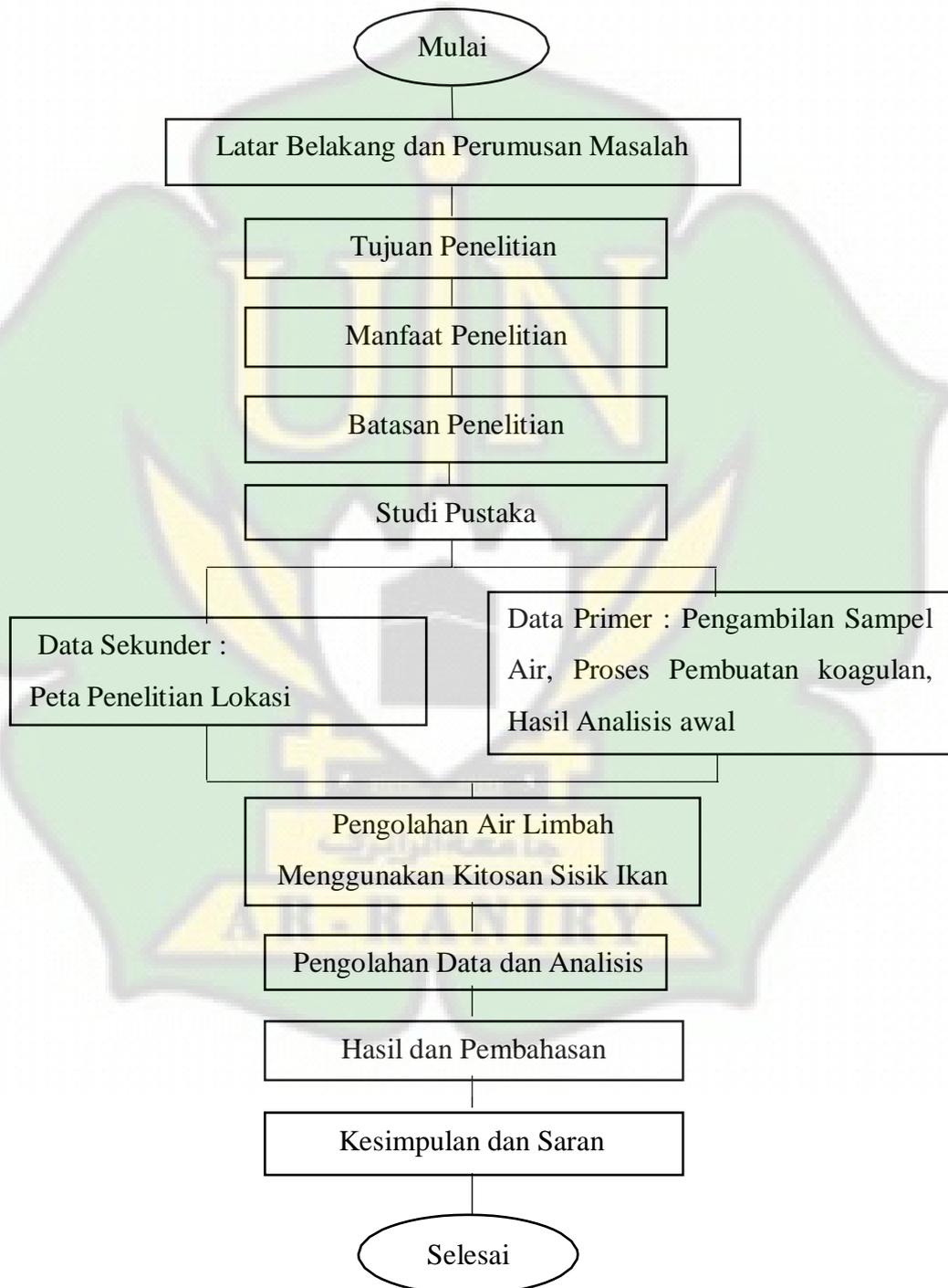


Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel

(Sumber: Google Earth, 2022)

3.2 Diagram Alir Penelitian

Tahapan proses yang dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.3 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Jadwal pelaksanaan penelitian disajikan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli
1.	Pengajuan Judul									
2.	Uji Pendahuluan									
3.	Penyusunan Laporan									
4.	Revisi Laporan									
5.	ACC Laporan									
6.	Seminar Proposal									
7.	Revisi Proposal									
8.	Penelitian									
9.	Penyusunan Tugas Akhir									
10.	Sidang									

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat-alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *beaker glass* merk Pyrex, oven merk GP-45BE, spatula, waterbath merk 18 ONE, timbangan elektrik merk Sojiky, erlenmeyer Pyrex, *stopwatch* merk OPPO A39, gelas ukur merk Pyrex, termometer Multiparameter HI 9813-5, labu ukur merk Pyrex, magnetic stirrer merk Daihan Scientific, cawan, blender merk Panasonic tipe MX-GX1061, spektrofotometer FTIR IR Prestige-21, *jar test* merk Messgerate model S6S, ayakan 100 mesh merk Patraproduk, jerigen dan furnace merk 18 ONE.

4.4.2 Bahan-bahan

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain Sisik ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) sebanyak 3 kg, limbah pencucian kendaraan bermotor sebanyak 500 mL. Akuades, MnSO_4 1 mL, alkali iodida 1 mL, H_2SO_4 1 mL, $(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ 0,023 N, MnSO_4 1 mL, larutan campuran $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{H}_2\text{SO}_4$ 1,5 mL, larutan campuran $\text{Ag}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{SO}_4$ 3,5 mL, HCl 1 N, H_2SO_4 1 N, CH_3Cl_3 1 N NaOH 1 N dan CH_3COOH 1%.

3.5 Prosedur Kerja

3.5.1 Pembuatan kitosan sisik ikan

Menurut Bija dkk (2020), prosedur kerja dalam pembuatan kitin meliputi: Pembersihan Sisik, Proses Deproteinasi, Proses Demineralisasi dan Proses Deasetilasi.

1. Pembersihan Sisik

Proses pembersihan sisik mengacu pada penelitian Bija dkk (2020), pada proses pembersihan sisik dapat dilakukan dengan mempersiapkan sisik ikan mujair masing-masing sebanyak 3 kg, kemudian sisik ikan tersebut dicuci hingga bersih, lalu sisik ikan dikeringkan dibawah sinar matahari, setelah itu dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh.

2. Deproteinasi

Proses deproteinasi mengacu pada penelitian Bija dkk (2020), pada proses ini sisik ikan dicuci terlebih dahulu hingga lalu dikeringkan dibawah sinar matahari selama selama 24 jam. Kemudian haluskan sisik ikan yang telah dikeringkan menggunakan blender hingga menjadi serbuk. Lalu serbuk ditimbang dan dimasukkan kedalam Erlenmeyer. Kemudian larutan NaOH 2% ditambahkan dengan perbandingan solid : pelarut = 1:10. Lalu dipanaskan dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam pada suhu $60^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C}$. Kemudian disaring menggunakan kertas saring hingga diperoleh endapan.

3. Demineralisasi

Proses demineralisasi mengacu pada penelitian Bija dkk (2020), endapan yang dihasilkan dari deproteinasi dicampurkan dengan aquades hingga pH netral.

Setelah itu dikeringkan. Kemudian endapan yang telah dikeringkan dimasukkan kedalam Erlenmeyer. Lalu ditambahkan larutan HCl 1 N dengan perbandingan solid : pelarut = 1:10 selama 2 jam pada suhu ruangan. Kemudian disaring menggunakan kertas saring hingga diperoleh endapan.

4. Derajat Deasetilasi

Pada proses derajat deasetilasi ini mengacu pada penelitian Bija dkk (2020), endapan yang dihasilkan dari demineralisasi dicampurkan dengan aquades hingga pH netral. Kemudian dikeringkan hingga diperoleh kitin. Setelah itu kitin dimasukkan kedalam Erlenmeyer, lalu ditambahkan larutan NaOH 50%. Campuran kitin dan larutan NaOH dipanaskan pada suhu 121°C selama 1 jam dengan perbandingan solid : pelarut = 1 : 10 sehingga diperoleh hasil berupa bubuk dan disaring. Kemudian endapan dicuci dengan aquades lalu dinetralkan menggunakan larutan HCl. Setelah itu dikeringkan hingga terbentuk kitosan. Selanjutnya kitosan yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan metode spektrofotometer FTIR untuk mengetahui Derajat Deasetilasi (DD).

Untuk menentukan DD digunakan metode garis oleh Moore dan Robert, seperti ditunjukkan dalam persamaan (1). Sampel dibuat pellet dalam bubuk KBr kemudian ditentukan spektrumnya (Hanafi dkk, 1999).

$$\% \text{ DD} = 1 - \left(\frac{A_{1655}}{A_{3450}} \times \frac{1}{1.33} \right) \times 100 \%$$

Pers. 3.1

Keterangan:

A : $\log (PO/P) =$ absorbansi

A1588 : Absorbansi pada panjang gelombang 1588 cm^{-1} untuk serapan gugusamida/asetamida ($\text{CH}_3\text{CONH}-$)

A3410 : Absorbansi pada panjang gelombang 3410 cm^{-1} untuk serapan gugushidroksil ($\text{OH}-$)

3.5.2 Pengujian Limbah Pencucian Kendaraan Pada Variasi Massa Biokoagulan Kitosan

Sampel air limbah 500 mL dengan variasi massa 10 mg/L biokoagulan

kitosan dilakukan pengujian menggunakan *jartest* dengan pengadukan cepat 120 rpm selama 30 menit. Lalu pengadukan lambat dilakukan dengan kecepatan 90 rpm dengan waktu 40 menit. Setelah itu dilakukan pengendapan selama 30 menit. Kemudian dilakukan hal yang sama untuk variasi dosis 20 mg dan 30 mg. Setelah itu ukur sampel *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Total Suspended Solid (TSS)* dan Fosfat.

3.5.3 Pengujian parameter setelah pengolahan

Sampel limbah pencucian kendaraan diambil di salah satu usaha penyedia jasa pencucian kendaraan di daerah Lampaseh Kota Kecamatan Kuta Raja Banda Aceh. Sampel limbah akan diuji COD, TSS dan Fosfat terlebih dahulu yang bertujuan untuk mengetahui sampel limbah pencucian kendaraan tersebut melebihi baku mutu yang telah ditetapkan.

1. Pengukuran COD (SNI 6989.2:2009)

- a. Dimasukkan 2,5 mL sampel air limbah pencucian kendaraan bermotor kedalam tabung COD
- b. Ditambahkan 1,5 mL larutan campuran $K_2Cr_2O_7 - HgSO_4$ dan 3,5 mL larutan campuran $Ag_2SO_4 - H_2SO_4$
- c. Kemudian dilakukan perlakuan terhadap blanko dan deret standar 100, 200, 400, 600 dan 900 ppm sama dengan sampel.
- d. Dimasukkan ke tabung COD ke dalam reaktor COD dengan temperatur $150^\circ C$ selama 2 jam.
- e. Setelah di panaskan, tabung COD didinginkan hingga suhu ruang, kemudian sampel diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 600 nm.

2. Pengukuran TSS (SNI 06-6989.3-2004)

- a. Dilakukan penyaringan dengan peralatan vakum dan dibasahi saringan dengan sedikit air suling.
- b. Diaduk contoh uji dengan dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh contoh uji yang homogen.
- c. Kemudian dipipet contoh uji dengan volume tertentu, saat waktu contoh

diaduk. Kemudian-dicuci kertas saring dengan 3x10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan dilanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan yang sempurna. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi diperlukan pencucian tambahan.

- d. Pindahkan kertas saring dengan hati-hati dari peralatan penyaring dan dipindah ke wadah, kemudian timbang aluminium sebagai penyangga. Jika digunakan cawan porselen atau gooch pindahkan cawan dari rangkaian alat.
- e. Setelah itu, dikeringkan dalam oven pada suhu $104^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam. Lalu di dinginkan dalam desikator dan ditimbang, hingga diperoleh berat konstan perubahan berat lebih kecil dari 4% atau lebih kecil dari 5 mg dari penimbangan sebelumnya. Kemudian dihitung kadar TSS dalam mg/L, dengan perhitungan :

$$\text{Mg TSS Per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume Contoh Uji (mL)}}$$

Pers. 3.2

Keterangan :

A : berat kertas saring + residu kering (mg)

B : berat kertas saring (mg)

3. Pengukuran Fosfat (SNI 06-6989.31-2005)

- a. Dalam pembuatan larutan induk fosfat 500 mg P/L diperlukan sebanyak 2,195 g kalium dihidrogen fosfat anhidrat, KH_2PO_4 dilarutkan dengan 100 mL larutan akuades dalam labu ukur 1000 mL. Larutan tersebut ditambahkan dengan akuades hingga tanda tera dan dihomogenkan.
- b. Lalu pembuatan larutan baku fosfat 10 mg P/L dibutuhkan pipet 2 mL larutan induk fosfat 500 mg P/L dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Kemudian ditambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan.
- c. Setelah dihomogenkan, dilanjutkan pembuatan larutan kerja fosfat diperlukan pipet 0 mL, 5 mL, 10 mL, 20 mL dan 25 mL larutan baku fosfat

yang mengandung 10 mg P/L dan dimasukkan masing-masing ke dalam labu ukur 250 mL;

- d. Ditambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera kemudian dihomogenkan sehingga diperoleh kadar fosfat 0,0 mg P/L, 0,2 mg P/L, 0,4 mg P/L, 0,8 mg P/L dan 1,0 mg P/L. Pembuatan kurva kalibrasi dengan mengoptimalkan alat spektrofotometer sesuai dengan petunjuk alat untuk pengujian kadar fosfat. Kemudian sediakan pipet 50 mL larutan kerja dan masukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer.
- e. Kemudian ditambahkan 1 tetes indikator fenolftalin. Jika terbentuk warna merah muda, ditambahkan tetes demi tetes H_2SO_4 5N sampai warna hilang. Setelah itu ditambahkan 8 mL larutan campuran dan dihomogenkan.
- f. Setelah itu, dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapannya pada panjang gelombang 880 nm dalam kisaran waktu antara 10 menit sampai 30 menit.
- g. Lalu dibuatkan kurva kalibrasi dari data dan tentukan persamaan garis lurusnya.

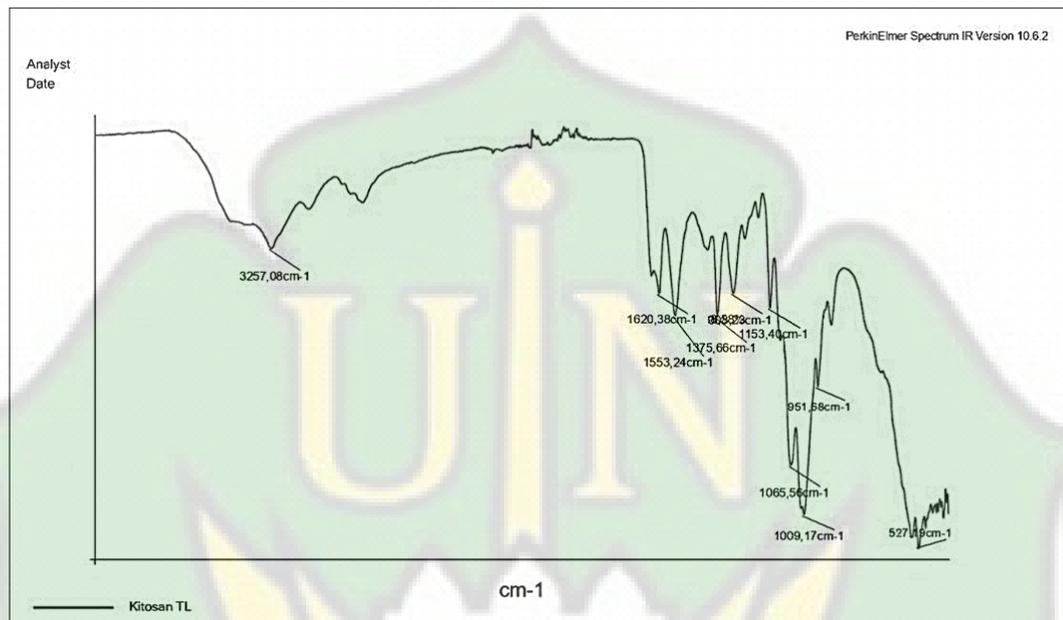
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rendemen yang dihasilkan pada setiap proses mengalami penurunan dari berat bahan baku awal yang diduga dipengaruhi oleh proses pembuatan kitosan itu sendiri. Kitosan merupakan produk yang melalui proses deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi sehingga komponen mineral atau bahan organik lainnya dan protein pada bahan baku sisik ikan mujair banyak yang terlarut dalam larutan HCl dan NaOH serta mengakibatkan berat akhir kitosan yang lebih rendah (Susanti dan Ani, 2020). Pada penelitian ini hasil proses deproteinasi setelah ditimbang sebesar 14,33 gr. Selanjutnya pada proses demineralisasi berpengaruh terhadap rendemen kitosan yaitu sesuai dengan pernyataan Mahmoud dkk (2010), bahwa selain pengaruh konsentrasi pelarut yang tinggi, waktu perendaman sisik ikan didalam larutan HCl akan mempengaruhi penurunan kadar mineral pada proses pembuatan kitosan. Semakin lama waktu perendaman, maka akan menghasilkan sedikit rendemen kitosan. Pada proses demineralisasi, terjadi proses penghilangan mineral yang terdapat pada sisik ikan mujair seperti kalsium karbonat (CaCO_3) dan fosfor menggunakan pelarut HCl. Penambahan larutan HCl bereaksi dengan mineral sehingga terbentuk garam-garam yang dapat larut dalam pelarut sehingga dengan mudah dihilangkan dan akan terbentuk gas CO_2 yang dapat terpisah dari campuran berupa gelembung-gelembung udara (Sinardi dkk, (2013). Saat proses demineralisasi sudah selesai dan ditimbang maka beratnya sebesar 6,54 g.

Proses tahapan terakhir dalam mendapatkan kitosan adalah proses deasetilasi. Proses ini gugus asetil pada kitin akan dihilangkan agar menjadi gugus amina. Proses deasetilasi kitin secara bertahap tidak memberikan pengaruh terhadap rendemen kitosan. Pada penelitian Puspawati dan Simpen (2014), bahwa pengaruh dari konsentrasi pelarut pada rendemen kitosan terjadi karena reaksi adisi gugus OH^- pada struktur gugus kitin yang mengakibatkan struktur gugus kitin menjadi semakin mengembang dan terbuka, seiring dengan kenaikan konsentrasi NaOH yang digunakan. Menurut Nadia dkk (2014), mengatakan

bahwa tinggi rendahnya rendemen kitosan yang didapatkan dipengaruhi oleh lamanya proses reaksi dan suhu reaksi. Pembuatan larutan kitosan untuk dijadikan koagulan mengacu pada Bija dkk (2020) kitosan sebanyak 1,8 gram di dalam 100 mL CH₃COOH. Berikut adalah gambar hasil Spektrofometri kitosan sisik ikan.



Gambar 4.1 Hasil FTIR dari Sisik Ikan Mujair

Kitosan yang sudah terbentuk diidentifikasi menggunakan FTIR untuk memeriksa gugus fungsi pada kitosan dan menghitung nilai derajat deasetilasi (DD) kitosan. Hasil DD akan menunjukkan bahwa gugus asetil dapat dihilangkan dari kitin yang akan menghasilkan kitosan. Semakin berkurang gugus asetil pada kitosan, interaksi antara ion dan ikatan hidrogen dari kitosan akan semakin kuat. Dalam penelitian ini, ditemukan hasil derajat deasetilasi sebesar 75%. Menurut Rahayu dan Purnavita (2007), derajat deasetilasi untuk kitosan secara umum adalah sekitar 60 - 100 % untuk kitosan yang mengalami deasetilasi sempurna.

Serbuk kitosan yang dianalisis menggunakan FTIR, muncul pita serapan pada bilangan gelombang 3257,08 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus –OH dan N-H yang saling bertumpang tindih. Gugus C-H alifatik yang muncul pada bilangan gelombang 2877,2 cm⁻¹. Pita serapan pada bilangan gelombang 1653 cm⁻¹ yang menandakan adanya N-H amina primer. Proses deasetilasi mengubah

gugus asetilamino yang terdapat pada kitin menjadi gugus amino. Hal ini dapat ditandai dengan hilangnya atau berkurangnya serapan gugus C=O dari molekul pada spektrum FTIR (Pitriani, 2010). Pada spektra FTIR kitosan tidak terdapat gugus C=O, sehingga hasil deasetilasi dapat dikatakan sudah sempurna. Bilangan gelombang 1439 cm^{-1} muncul pita serapan gugus CH_3 . Gugus OH yang muncul pada daerah jari-jari untuk memperkuat gugus OH pada daerah asal yang muncul pada bilangan gelombang $1409,2\text{ cm}^{-1}$. Gugus CN kitosan muncul pada bilangan gelombang $1396,8\text{ cm}^{-1}$ dan $1354,9\text{ cm}^{-1}$. Gugus C-O yang muncul pada bilangan gelombang 1278 cm^{-1} . Lebarnya serapan dan pergeseran bilangan gelombang gugus OH disebabkan adanya tumpang tindih dengan gugus NH amina. Pita serapan pada bilangan gelombang $3126,25\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur CH alifatik. Selain itu, pita serapan pada bilangan gelombang $1436,41\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya vibrasi tekuk NH amida primer. Pita serapan tekuk CH_3 pada bilangan gelombang $1384,9\text{ cm}^{-1}$ masih muncul, tetapi dengan intensitas yang lebih lemah. Hal tersebut menunjukkan hilangnya sebagian besar gugus metil akibat proses deasetilasi. Vibrasi gugus CN teridentifikasi pada bilangan gelombang $1323,3\text{ cm}^{-1}$ dengan intensitas lemah. Hal tersebut menunjukkan masih adanya sedikit gugus $-\text{NHCOCCH}_3$. Vibrasi ulur pada ikatan C-O teridentifikasi pada bilangan gelombang $1109,78\text{ cm}^{-1}$.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penurunan kadar pada COD, TSS dan Fosfat yang terdapat pada air limbah cair pencucian kendaraan bermotor dengan menggunakan kitosan yang terbuat dari limbah sisik ikan mujair. Berdasarkan hasil uji limbah cair pencucian kendaraan yang berlokasi di Lampaseh Kota Kecamatan Kuta Raja Kabupaten Banda Aceh yang dilakukan di Laboratorium Teknik Pengujian Kualitas Lingkungan Universitas Syiah Kuala. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan kitosan yang terbuat dari limbah sisik ikan mujair. Metode pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *Grab Sampling*, dimana dilakukannya pemantauan secara manual lalu dilakukan dengan pengambilan sampel terlebih dahulu, kemudian dilakukan analisis lebih lanjut di laboratorium. Istilah teknik *grab Sampling* adalah contoh air yang diambil pada satu kali pengambilan dari satu lokasi.

Dengan demikian data hasil pengukuran hanya mewakili kualitas air pada saat dilakukan pengambilan dan pada titik pengambilan. Oleh sebab itu, pengambilan air dengan teknik *grab sampling* ditujukan untuk badan air yang kualitasnya relatif stabil terhadap perubahan musim dan perubahan kedalaman badan air. Hasil pengujian awal parameter sebelum pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

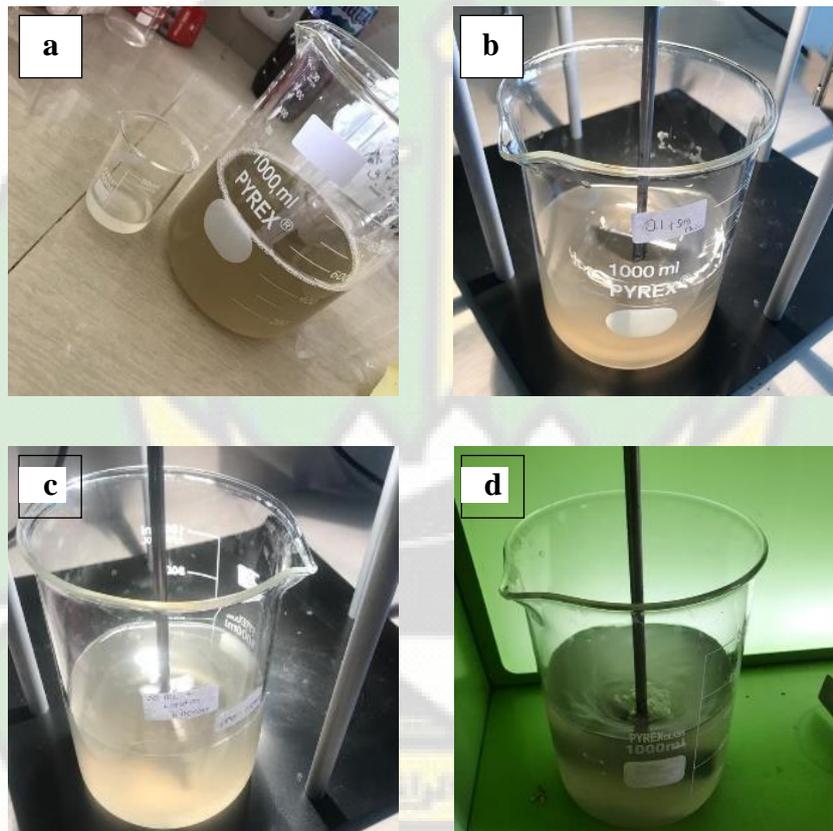
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Awal

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa
1	COD	mg/L	180	129,86
2	TSS	mg/L	60	142,86
3	Fosfat	mg/L	2	1,136

Hasil pengujian limbah cair pencucian kendaraan sebelum proses pengolahan pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa parameter COD dan Fosfat memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Dari hasil uji awal hanya TSS saja yang melebihi Baku Mutu yang telah ditetapkan. Hal ini dikarenakan adanya residu sehingga yang mengalami perubahan dengan signifikan adalah kadar TSS. Setelah dilakukannya pengujian tahap awal, maka terdapat faktor yang tidak memenuhi Baku Mutu Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Sabun, Detergen dan Produk-Produk Minyak Nabati, yaitu TSS. Namun konsentrasi COD dan Fosfat juga akan dilakukan pengolahan karena jika limbah cair pencucian kendaraan selalu dibuang ke badan air tanpa adanya proses pengolahan dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu, perlu dilakukannya pengolahan untuk meminimalisir konsentrasi kandungan limbah dengan menggunakan kitosan limbah sisik ikan mujair sebagai media adsorben. Menurut Hajar dkk (2016), adsorben adalah bahan padat dengan luas permukaan yang sangat besar. Luas permukaan yang besar ini dibentuk oleh adanya banyak pori dalam padatan. Selain permukaan spesifik dan diameter pori, kerapatan lapisan, distribusi ukuran partikel dan kekerasan merupakan data karakterisasi adsorben yang penting.

4.1 Pengujian Limbah Pencucian Kendaraan

Sampel air limbah 500 mL dengan variasi massa 10 mg biokoagulan dilakukan pengujian menggunakan *jar test* dengan kecepatan 150 rpm selama 30 menit. Lalu pengadukan lambat dilakukan dengan kecepatan 90 rpm dengan waktu 40 menit. Kemudian larutan tersebut diendapkan selama 30-40 menit. Lalu dilakukan hal yang serupa pada variasi dosis 20 mg/L dan 30 mg/L.



Gambar 4.2 Variasi massa penambahan biokoagulan kitosan ke dalam limbah pencucian kendaraan (a) limbah pencucian kendaraan dan larutankitosan (b) limbah pencucian kendaraan dan larutan kitosan 10 ml (c) limbah pencucian kendaraan dan larutan kitosan 20 ml (d) limbah pencucian kendaraan dan larutan kitosan 30 ml

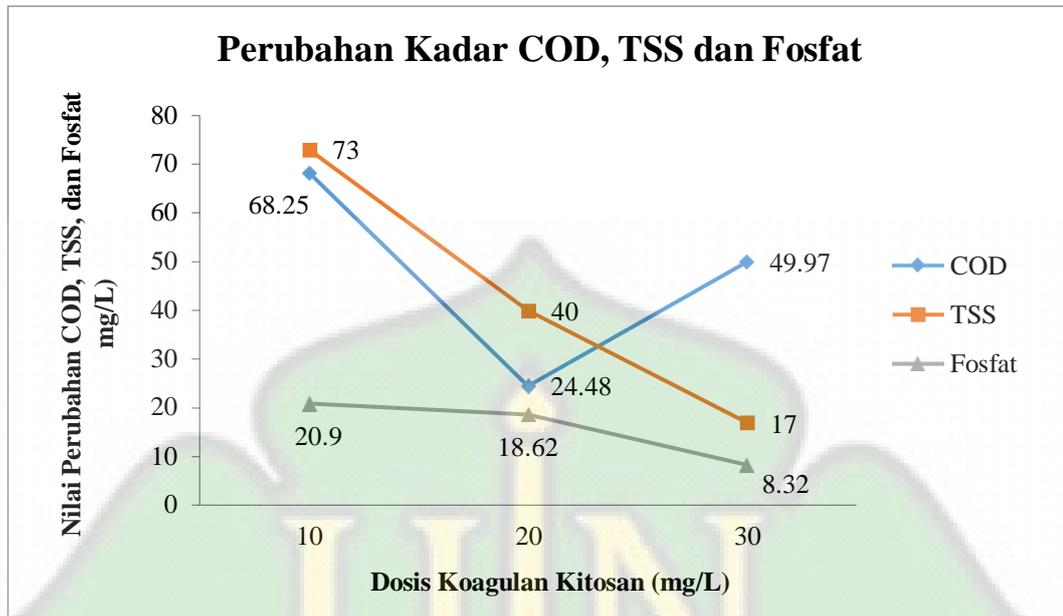
Setelah setiap pengolahan telah dilakukan maka peneliti melanjutkan dengan pengukuran parameter. Hasil penurunan yang didapatkan setelah

pengolahan limbah cair pencucian kendaraan menggunakan kitosan sisik ikan mujair dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil penurunan setelah pengolahan

Massa Kitosan (mg/L)	rpm	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Fosfat (mg/L)
Baku Mutu		180	60	2
Sebelum Pengolahan		129,86	142,86	1.136
Setelah Pengolahan				
10	120/90	68,25	73	20,90
20	120/90	24,48	40	18,62
30	120/90	49,97	17	8,32

Hasil yang didapatkan setelah pengolahan sangatlah bervariasi. Pada massa kitosan yang terbaik dalam menurunkan kadar COD terdapat pada massa 20 mg/L. Namun berbeda pada massa kitosan yang terbaik dalam menurunkan kadar TSS dan Fosfat terdapat pada masa 30 mg/L. Pada massa pengujian massa yang sangat signifikan dalam menurunkan kadar parameter ialah 20 mg/L dan 30 mg/L. Massa pada 10 mg/L belum dapat sepenuhnya menurunkan kadar parameter yang diuji. Setiap penambahan dosis koagulan juga harus pada batas optimumnya agar dapat menurunkan parameter dengan maksimal. Yuniarita dkk, (2022) menyatakan peningkatan kitosan yang berlebihan akan menjaga kestabilan endapan pencemar dan mengurangi efisiensi flokulasi. Hal ini disebabkan penambahan muatan bahan organik yang berada di dalam limbah cair. Berikut adalah grafik perubahan setelah pengolahan limbah cair pencucian.



Gambar 4.2 Grafik perubahan COD, TSS dan Fosfat

4.2 Pengaruh Kitosan Sisik Ikan Mujair Terhadap Penurunan Kadar COD

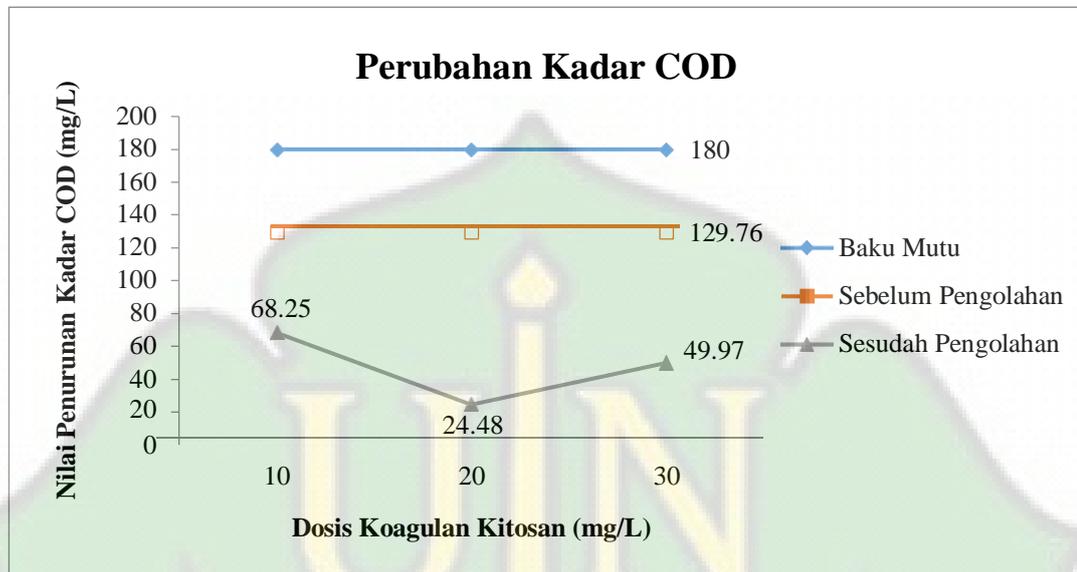
Pengaruh penambahan dosis koagulan kitosan terhadap penurunan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) didapatkan dengan hasil analisa laboratorium terhadap sampel sebelum perlakuan dan sampel setelah adanya perlakuan penambahan koagulan kitosan yang dapat dilihat dari Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil penurunan kadar COD

Massa Kitosan (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Sebelum Pengolahan (mg/L)	Sesudah Pengolahan (mg/L)
10	180	129,76	68,25
20			24,48
30			49,97

Penurunan kadar COD paling tinggi terdapat di dosis koagulan kitosan 20 mg/L. Penurunan dari 130 mg/L menjadi 24,48 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 81,16%. Pada massa kitosan sebesar 10 mg/L terjadi penurunan dari 130 mg/L menjadi 68,25 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 47,70% lalu pada massa 30 mg/L mengalami peningkatan dari 130 mg/L menjadi 49,97 mg/L.

Berikut adalah grafik dari hasil penurunan kadar COD setelah pengolahan dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.3 Grafik perubahan Kadar COD

Salah satu faktor yang mempengaruhi penurunan nilai COD yaitu jenis bahan baku kitosan yang digunakan. Penurunan COD disebabkan koagulan kitosan yang memiliki kemampuan untuk mengikat partikel tersuspensi sehingga partikel tersebut dapat diendapkan (Dewi dkk, 2020). Dari hasil pengendapan flok tersebut jumlah partikel tersuspensi dalam limbah akan berkurang dan jumlah oksigen dalam air akan meningkat kembali sehingga COD akan menurun. Menurut Bija (2020), penurunan pada konsentrasi 20 mg/L terjadi karena kitosan mempunyai sifat polielektrolit kation. Penambahan kitosan sebagai koagulan dengan berbagai konsentrasi yang berbeda-beda dapat menurunkan kadar COD karena adanya penyisihan bahan-bahan organik berupa padatan koloid dalam limbah pencucian kendaraan. Penambahan dosis koagulan juga harus pada batas optimumnya agar terjadi penurunan COD dengan maksimal.

Yuniarita dkk, (2022) menyatakan bahwa penambahan koagulan yang berlebihan akan menstabilkan endapan polutan dan mengurangi kinerja flokulasi. Hal ini disebabkan penambahan muatan bahan organik yang berada di dalam limbah cair. Sehingga dibutuhkan lebih banyak oksigen untuk mengoksidasikan

bahan-bahan organik tersebut yang mengakibatkan oksigen terlarut di dalam limbah semakin berkurang. Menurut Bija dkk (2020), penurunan kadar COD diduga karena jumlah oksigen terlarut untuk mengoksidasi senyawa organik yang terdapat di dalam limbah tahu sudah mulai berkurang. Oksigen dapat berkurang diakibatkan salah satu faktor yakni keberadaan bakteri yang menggunakan oksigen tersebut untuk proses pembusukannya. Faktor lain yang juga mempengaruhi adalah dosis kitosan yang digunakan rendah. Pemberian dosis koagulan yang tepat pada pengolahan limbah cair dapat mempengaruhi penurunan nilai COD.

Menurut Mutakhabbatillah dkk (2022), nilai COD dapat meningkat karena penggunaan dosis dan kecepatan koagulan yang tidak tepat. Hal ini terjadi karena kecepatan benturan antar partikel yang berlebih sehingga mengakibatkan gaya geser yang berlebihan, sehingga susunan flok yang diinginkan tidak bisa terbentuk. Kecepatan juga mempengaruhi kadar COD. Kecepatan pengadukan ini akan mempengaruhi banyaknya zat tersuspensi. Dengan terendapkannya zat tersuspensi melalui proses koagulasi menghasilkan efluen yang mengandung COD dengan konsentrasi yang rendah. Penyisihan COD terjadi akibat proses kimia saat koagulan berikatan dengan partikel penyebab COD (pada proses koagulasi). Selain itu penyisihan COD juga disebabkan proses flotasi yang mana proses ini menyebabkan terjadi turbulensi pada limbah yang membantu meningkatkan suplai oksigen (Hendriarianti dan Humairoh, 2011). Penurunan oksigen ini diakibatkan adanya bakteri yang menggunakan oksigen tersebut sebagai bahan pembusukannya (Muhajir, 2013).

Menurut Agustina, Made dan Nyoman (2015) penurunan pada dosis optimum terjadi karena adanya gaya tarik menarik antara koloid yang bermuatan negatif dengan koagulan kitosan yang memiliki sifat polielektrolit kationik, sehingga kation bermuatan positif yang terdapat pada ujung rantai kitosan menarik muatan negatif pada koloid. Koloid yang pada awalnya bersifat stabil menjadi tidak stabil muatannya, sehingga membentuk flok yang mudah mengendap. Menurut Bhernama dkk (2022) keefisienan penurunan konsentrasi parameter COD cenderung menurun dikarenakan beban positif yang berlebihan

dari bahan penggumpal sehingga pengikatan koloid yang mengandung zat organik tidak optimal.

Penelitian ini terjadi peningkatan pada pemberian dosis 30 mg/L mengalami sebesar 49,97 mg/L. Menurut Mutakhabbatillah dkk (2022), hal ini terjadi karena kitosan berasal dari zat organik sehingga berkontribusi terhadap peningkatan bahan organik dalam air limbah. Penambahan kitosan dengan konsentrasi yang tinggi akan menyebabkan restabilisasi pada padatan yang telah terkoagulasi, sehingga terjadi akumulasi antar partikel dan koagulan yang kurang optimal.

4.3 Pengaruh Kitosan Sisik Ikan Mujair Terhadap Penurunan Kadar TSS

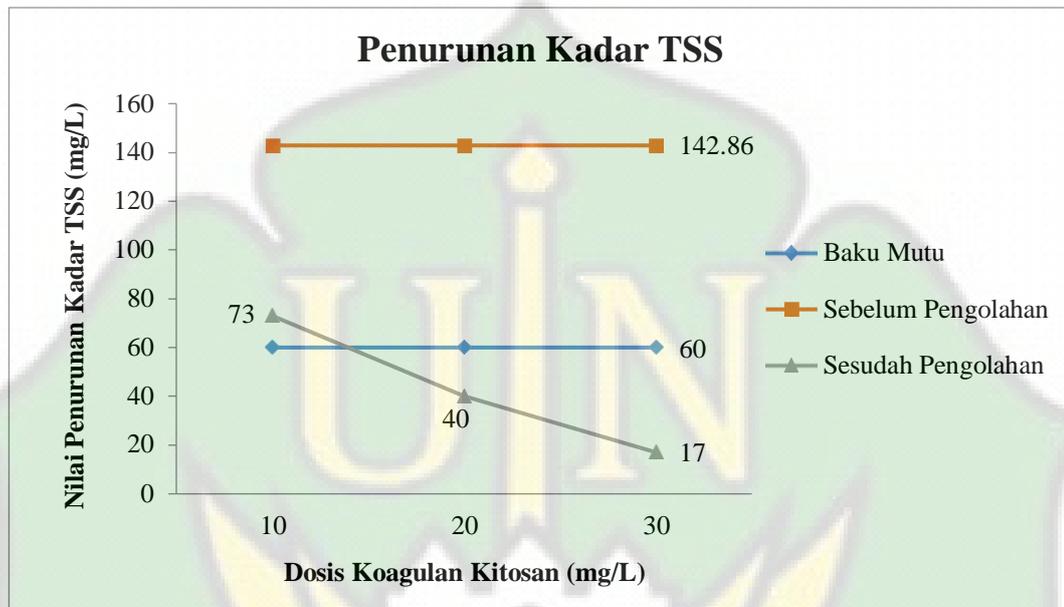
Pengaruh penambahan dosis koagulan kitosan terhadap penurunan kadar TSS (*Total Suspended Solid*) didapatkan dengan hasil analisa laboratorium terhadap sampel sebelum perlakuan dan sampel setelah adanya perlakuan penambahan koagulan kitosan yang dapat dilihat dari Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil pengolahan penambahan koagulan kitosan

Massa Kitosan (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Sebelum Pengolahan (mg/L)	Sesudah Pengolahan (mg/L)
10	60	142,86	73
20			40
30			17

Hasil penurunan konsentrasi TSS setelah dilakukan penambahan koagulan kitosan terjadi penurunan, konsentrasi awal TSS adalah 142,86 mg/L. Hasil penurunan konsentrasi TSS setelah dilakukan penambahan koagulan kitosan terjadi penurunan yang cukup signifikan. Konsentrasi awal TSS adalah 142,86 mg/L setelah dilakukan penambahan koagulan kitosan terjadi penurunan konsentrasi berbeda-beda dari tiap variasi massa yang diberikan. Dosis optimum terdapat pada massa 30 mg/L dengan didapatkan nilai konsentrasi TSS sebesar 17 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 88,11%. Lalu pada massa 20 mg/L

terjadi penurunan sebesar 40 mg/L dengan efisiensi 72,02% diikuti dengan massa 10 mg/L dengan penurunan 17 mg/L dengan efisiensi sebesar 48,95%. Berikut adalah grafik dari hasil penurunan kadar TSS setelah pengolahan dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4.4 Hasil penurunan kadar TSS

Menurut Yuniarita dkk (2022), mengatakan koagulan kitosan sisik ikan memiliki keefektifan dalam menurunkan konsentrasi TSS. Jika suatu dosis koagulan sudah melewati batas optimumnya, maka pada proses pengikatan ion akan mengalami kelebihan muatan positif yang terdapat dalam biokoagulan. Pada parameter TSS, dosis koagulan yang rendah akan menghasilkan penurunan konsentrasi TSS yang rendah pula. Sebaliknya jika dosis yang diberikan tepat maka akan memberikan hasil yang maksimal dalam penurunan konsentrasi TSS. Faktor lain yang mempengaruhi proses koagulasi flokulasi yaitu kecepatan pengadukan. Kecepatan pengadukan optimal juga akan mempengaruhi sifat fisik partikel penyebab TSS itu sendiri. Besar kecilnya TSS pada air limbah dipengaruhi oleh zat pengotor kendaraan yang terbawa air saat proses pencucian kendaraan dilakukan, semakin banyak zat pengotor kendaraan maka akan semakin tinggi TSSnya, hal ini tentunya juga akan mempengaruhi warna pada air limbah, karena TSS sebanding dengan warna (Hadiwidodo, 2008).

Menurut Mutakhabbatillah dkk (2022), koagulan kitosan juga mampu menurunkan nilai TSS karena kitosan mengandung gugus amino yang bermuatan positif sehingga kitosan bersifat polikationik dan muatan positif pada koagulan kitosan berikatan dengan muatan negatif pada koloid, sehingga akan membentuk partikel flokulen. Kelompok reaktif asam amino pada C-2 serta gugus hidroksil di posisi C-3 dan C-6 pada kitosan memiliki peranan penting dalam penerapannya sebagai agen flokulan. Gugus yang aktif di dalam kitosan berasal dari atom nitrogen pada gugus amina (NH_2) dan atom oksigen pada gugus hidroksil ($-\text{OH}$) yang memiliki elektron bebas yang mampu berikatan dengan proton atau ion logam, membentuk suatu kompleks. Terdapat keberadaan interaksi hidrogen yang mengakibatkan kitosan mampu terlarut dalam limbah organik dan memiliki kemampuan yang semakin tinggi untuk berikatan dengan protein dari limbah. Dengan demikian, kadar TSS pada air limbah pencucian kendaraan dapat diturunkan.

4.3 Pengaruh Kitosan Sisik Ikan Mujair Terhadap Penurunan Kadar Fosfat

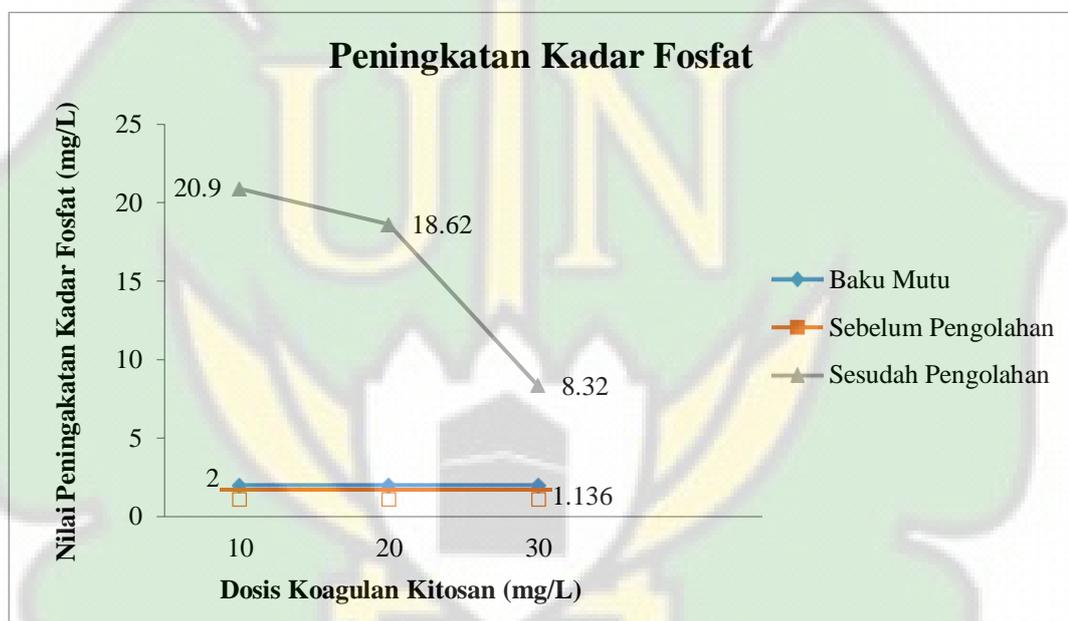
Pengaruh penambahan dosis koagulan kitosan terhadap penurunan kadar *Fosphat* didapatkan dengan hasil analisa laboratorium terhadap sampel sebelum perlakuan dan sampel setelah adanya perlakuan penambahan koagulan kitosan yang dapat dilihat dari Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil peningkatan kadar fosfat

Massa Kitosan (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Sebelum Pengolahan (mg/L)	Sesudah Pengolahan (mg/L)
10	2	1,136	20,90
20			18,62
30			8,32

Hasil penurunan konsentrasi Fosfat setelah dilakukan penambahan koagulan kitosan terjadi kenaikan, dengan konsentrasi awal adalah 1,136 mg/L. Hasil

kenaikan konsentrasi Fosfat setelah dilakukan penambahan koagulan kitosan konsentrasi berbeda-beda dari tiap variasi massa yang diberikan. Dosis optimum terdapat pada massa 30 mg/L dengan didapatkan nilai konsentrasi Fosfat sebesar 8,32 mg/L dengan efisiensi peningkatan sebesar 86,34% lalu pada massa 20 mg/L terjadi peningkatan sebesar 18,62 mg/L dengan efisiensi peningkatan sebesar 93,89% dan pada massa 10 mg/L dengan kenaikan sebesar 20,90 mg/L dengan efisiensi peningkatan sebesar 94,56%. Berikut adalah grafik dari hasil kenaikan kadar TSS setelah pengolahan dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik hasil peningkatan kadar fosfat

Dapat dilihat dari grafik diatas bahwa peningkatan kadar Fosfat dalam pengolahan limbah pencucian kendaraan bermotor sangat signifikan. Hal tersebut dikarenakan suatu dosis koagulan yang sudah melewati batas optimumnya akan mengalami penurunan konsentrasi. Namun yang terjadi pada parameter Fosfat ialah dosis yang diberikan belum mencapai batas optimumnya. Jika dilanjutkan ke dosis yang lebih tinggi kemungkinan dapat mengurangi konsentrasi Fosfat. Menurut Bija ddk (2020), faktor lain yang juga mempengaruhi adalah dosis kitosan yang digunakan rendah. Pemberian dosis koagulan yang tepat pada pengolahan limbah cair dapat mempengaruhi penurunan nilai Fosfat.

Pada Limbah cair pencucian kendaraan juga memiliki kadar fosfat, dimana dari pengukuran yang dilakukan pada limbah awal nilai fosfat mencapai 1,136 mg/L. Setelah dilakukan proses penambahan biokoagulan dalam proses koagulasi flokulasi terjadi peningkatan nilai fosfat yang sangat signifikan. Kadar fosfat pada tiap dosis koagulan mendapat nilai fosfat yang tinggi. Konsentrasi fosfat pada air limbah cair pencucian dapat dipengaruhi oleh suhu selama proses adsorpsi. Semakin tinggi suhunya maka semakin besar konsentrasi fosfatnya, sebaliknya semakin rendah suhunya maka semakin sedikit konsentrasi fosfatnya. Hal tersebut disebabkan oleh melambatnya laju adsorpsi seiring dengan peningkatan suhu. Menurut Syauqiyah dkk (2020), adsorpsi adalah reaksi eksoterm maka dari itu tingkat adsorpsi umumnya meningkat seiring dengan menurunnya suhu. Pada umumnya, naiknya suhu menyebabkan berkurangnya kemampuan adsorpsi (Jannatin, 2016). Molekul adsorban mempunyai energi yang lebih besar dibandingkan dengan adsorbennya, menyebabkan energi adsorban akan keluar dari permukaan, sehingga daya adsorpsinya menurun. Bila semakin tinggi pH maka semakin besar konsentrasi fosfat dan sebaliknya. PH basa pada air limbah disebabkan oleh *polyphosphate* dalam deterjen juga NaOH. Penyerapan fosfat dengan konsentrasi tertinggi akan terjadi pada saat kondisi pH airnya paling tinggi atau basa. Menurut Pujiastuti (2008), larutan basa dapat mengadsorpsi anion melalui proses pertukaran ion. Menurut Ristiana dkk (2009), penyerapan konsentrasi fosfat bergantung pada pH yang tinggi. Gugus fungsi adsorben cenderung bermuatan positif pada pH tinggi sehingga cenderung untuk menerima ion fosfat sehingga terjadi peningkatan absorpsi fosfat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi dosis terbaik untuk penurunan parameter COD adalah penggunaan dosis 20 mg/L lalu massa terbaik untuk penurunan parameter TSS adalah penggunaan dosis 30 mg/L. Efektivitas penurunan kadar COD sebesar 81,53% lalu penurunan kadar TSS sebesar 88,11%. Sedangkan pada parameter Fosfat setelah dilakukannya pengolahan mengalami peningkatan yang sangat signifikan. Hal itu terjadi karena dosis kitosan sisik ikan yang digunakan belum mencapai batas optimumnya.
2. Kenaikan dan penurunan pada kadar COD, TSS dan Fosfat dipengaruhi oleh pemberian dosis kitosan yang belum mencapai batas optimum dan juga dipengaruhi oleh pengadukan cepat dan lambat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan penelitian, maka hal yang disarankan adalah diperlukannya perlakuan yang lebih besar untuk melihat pengaruh pemberian koagulan yang lebih optimal sehingga dapat diketahui dengan jelas pengaruh dari pemberian massa koagulan dan perlu dilanjutkan oleh para peneliti lainnya dalam penggunaan sisik ikan lainnya baik yang hidup di air payau maupun di air laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Andina, I. M., Ratna, C. D., Hendriarianti E. (2022). Penurunan Konsentrasi TSS dan COD Air Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor di Kelurahan Sawojajar, Kota Malang Menggunakan Metode Biofilter-Fitoremediasi. *Jurnal Enviro*, 1(1), 1-9.
- Agustina, S., Made, D. S., dan Nyoman, S. (2015). Isolasi Kitin, Karakterisasi dan Sintesis Kitosan dari Kulit Udang. *Jurnal Kimia*, 271-278.
- Ardiyanto, P., & Yuantari, M. G. C. (2016). Analisis Limbah Laundry Informal Dengan Tingkat Pencemaran Lingkungan di Kelurahan Muktiharjo Kidul Kecamatan Pedurungan Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(1), 1–12.
- Azis, N., Ghufran, M. F. F. B., Pitoyo, W. U., & Suhandi. (2017). *Pemanfaatan Ekstrak Kitosan dari Limbah Sisik Ikan Bandeng di Selat Makassar Pada Pembuatan Bioplastik Ramah Lingkungan*. Hasanuddin Student, 1(1), 56–61.
- Bhernama, B, G , Erawati, dan Yahya, H. 2022. Pengolahan Limbah Cair Domestik (*Grey Water*) Menggunakan Cangkang Tiram (*Saccostrea Echinata*) Sebagai Biokoagulan. *AMINA*. 4(1).
- Bija, S., Yulma, Y., Imra, I., Aldian, A., Maulana, A., & Rozi, A. (2020). Sintesis Biokoagulan Berbasis Kitosan Limbah Sisik Ikan Bandeng dan Aplikasinya Terhadap Nilai BOD dan COD Limbah Tahu di Kota Tarakan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(1), 86–92.
- Bija, S., Aldian, & Anhar, R. 2021. Eksplorasi Kandungan Kimia Dari Sisik Ikan Air Payau Untuk Pengembangan Biomaterial Fungsional Di Industri Farmasetika. *Jurnal Harpodon Borneo*. Vol.14. No.1.
- Daroini, T. A., & Arisandi, A. (2020). Analisis BOD (*Biological Oxygen Demand*) di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Jurnal Ilmu keluatan dan Perikanan*, 1(4), 558–566.
- Diniari, N. A., Anggreni, A. A. M. D., & Arnata, I. W. (2015). Analisis Kandungan Angka Lempeng Total dan *Escherichia coli* Pada Ikan Nila Dan Mujair di Unit Pengolahan Air Limbah (UPAL) PT. Indonesia Tourism Development Corporation (ITDC). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 3(2), 101–108.

- Hambali, M., Wijaya, E., & Reski, A. (2017). Sebagai Agen Koagulasi-Flokulasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(2), 104–113.
- Hadiwidodo, M. (2008). *Penggunaan Abu Sekam Padi sebagai Adsorben dalam Pengolahan air Limbah yang Mengandung Logam Cu*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Hajar Erna W I ,Sitorus, R. S., Mulianingtias N, dan Welan F, J. 2016. Efektivitas Adsorpsi Logam Pb^{2+} Dan Cd^{2+} Menggunakan Media Adsorben Cangkang Telur Ayam. *Konversi*, 5(1).
- Hargianintya A., Heru, S & Wiharyanto, O. 2018. Pengolahan Limbah Cair Pencucian Mobil Menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi Berpori 10 Dan 25 KDa. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 15(3).
- Haryati, S., Afandi, A. M., & Tiofami, A. (2016). Pengaruh Waktu dan Temperatur Terhadap Ekstraksi Saponin Buah Mengkudu Sebagai Bahan Baku Pembuatan Deterjen. *Jurnal Teknik Kimia*, 22(1), 34–44.
- Haslinda, S. (2013). Sistem Pakar Penentuan Jenis Budidaya Ikan Air Tawar Berdasarkan Lokasi dan Kualitas Air [Institut Pertanian Bogor]. In *Jurnal Teknologi dan Informasi* ,11(2).
- Hendriarianti, E dan Suhastru, H. 2011. Penentuan Dosis Optimum Koagulan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica l*) Dalam Penurunan TSS Dan COD Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Di Kota Malang. *Spectra*. 17(1).
- Ibrahim, B., Suptijah, P., & Alat, B. (2009). The Utilization of Chitosan on Fishery Industrial Wastewater Treatment. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 12(2), 154–166.
- Ifa, L., Artiningsih, A., & Suhaldin. (2018). Pembuatan Kitosan Dari Sisik Ikan Kakap Merah. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 03(01), 47–50.
- 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.
- Ika, M., Marwah, & Setiawan, Y. (2018). Efektifitas Kitosan Limbah Kulit Udang dan Alum Sebagai Koagulan Dalam Penurunan TSS Limbah Cair Tekstil. *Jurnal Chemurgy*, 02(1), 1–5.

- Jannatin, R.D. Razif, M. Mursid, M. 2016. *Uji Efisiensi Removal Adsorpsi Arang Batok Kelapa Untuk Mereduksi Warna dan Permanganat Value Dari Limbah Cair Industri Batik*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Jiyah, Sudarsono, B., & Sukmono, A. (2017). Studi Distribusi Total Suspended Solid (TSS) di Perairan Pantai Kabupaten Demak Menggunakan Citra Landsat. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 41–47.
- Mutakhabbatillah, R M., Chumaidi, A., Mahendra K, R. 2022. Efektivitas Koagulan Kitosan Pada Pengolahan Air di Unit Water Treatment PPSDM Migas Cepu. *DISTILAT (Jurnal Teknologi Separasi)*. 8 (3).
- Kamiswari, R., Hidayat, M. T., & Rahayu, Y. S. (2013). Pengaruh Pemberian Deterjen Terhadap Mortalitas Ikan *Platy sp.* *Jurnal Lentera Bio*, 2(1), 139–142.
- Kusumaningsih, T., Masykur, A., & Arief, U. (2004). Synthesis of chitosan from chitin of escargot (*Achatina fulica*). *Biofarmasi Journal of Natural Product Biochemistry*, 2(2).
- Kusumawardani, Y., Subekti, S., & Soehartono. (2019). Potensi dan Pengaruh Batang Pisang Sebagai Media Filter Pada Pengolahan Air Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor. *Jurnal Presipitasi*, 16(3), 196–204.
- Muhajir MS. 2013. *Penurunan limbah cair bod dan cod pada industri tahu menggunakan tanaman cattail (Typha angustifolia) dengan sistem constructed wetland*. Skripsi. Semarang.
- Mursida, Tasir, dan Sahriawati. (2018). Efektifitas Larutan Alkali Pada Proses Deasetilasi Dari Berbagai Bahan Baku Kitosan. *Jurnal Pengolahan Perikanan Indonesia*, 21(2), 356–366.
- Nadia, L. M. H., Suptijah, P., dan Ibrahim, B. 2014. Produksi dan Karakteristik Nano Kitosan dari Cangkang Udang Windu dengan Metode Gelasi Ionik. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 17 (2) : 122
- Nur Fadhylah. (2019). *Identifikasi dan Prevalensi Ektoparasit Pada Ikan Mujair (Oreochromis mossambicus Trewavas, 1983) di Situ Malangnengah Kecamatan Ciseeng Kabupaten Bogor*. In Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Nur, R. M., & Asy'ari, A. (2020). Pemanfaatan Limbah Sisik Ikan Sebagai Kitosan. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 13(2), 269–273.
- Octavian, A. (2015). *Kajian Sifat Fisik-Mekanik dan Antibakteri Plastik Kitosan*

Termodifikasi Kolagen Limbah Sisik Ikan Kakap Merah. In Skripsi. Universitas Negeri Semarang.

- Pambudi, A., Farid, M. dan Nurdiansah, H. 2017. Analisis Morfologi dan Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) Hasil Proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2).
- Patty, S. I., Arfah, H., & Abdul, M. S. (2015). Zat Hara (Fosfat, Nitrat), Oksigen Terlarut dan pH Kaitannya Dengan Kesuburan di Perairan Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 3(1), 43.
- Pitriani, Pipit. (2010). *Sintesis dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Rajungan (Portunus pelagicus) Sebagai Penyerap Ion Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Untuk Pemurnian Natrium Silikat*. Skripsi. Jakarta: Universitas Negeri Syarif Hidayatullah
- Pratiwi, R. (2014). *Manfaat Kitin dan Kitosan Bagi Kehidupan Manusia*. Oseana, 19(1), 35–43.
- Pujiastuti Caecilia. 2008. Kajian Penurunan Ion (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) Dalam Air Laut Dengan Resin Dowex. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 1 (1)
- Puspawati N.M dan I.N. Simpen. 2014. Optimasi Deasetilasi Kitin dari Kulit Udang dan Cangkang Kepiting Limbah Restoran Seafood Menjadi Kitosan Melalui Variasi Konsentrasi NaO. *Jurnal Kimia*. Vol 4(1): 79-90.
- Putri, D., Joko, T., & Dewanti, N. (2015). Kemampuan Koagulan Kitosan Dengan Variasi Dosis Dalam Menurunkan Kandungan COD Dan Kekeruhan Pada Limbah Cair Laundry (Studi Pada Rahma Laundry, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang). *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro*, 3(3), 711–722.
- Rachman, T. L. (2018). *Produksi Hidrolisat Kolagen Kasar Ikan Mujair (Oreochromis mossambicus) Dengan Hidrolisis Secara Enzimatis (Konsentrasi Enzim Papain dan Waktu Hidrolisis)*. Universitas Brawijaya. In World Development 1(1).
- Rahayu, L.H., dan Purnavita, S. (2007). Optimasi Pembuatan Kitosan dari Kitin Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) untuk Adsorben Ion Logam Merkuri. *Akademi Kimia Industri St. Paulus*. Semarang
- Ramadhani, A. A., & Firdhausi, N. F. (2021). Potensi Limbah Sisik Ikan Sebagai Kitosan dalam Pembuatan Bioplastik. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 6(2), 90.

- Ristiana, N., D. Astuti., dan T.P Kurniawan. 2009. Keefektifan Ketebalan Kombinasi Zeolit dengan Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur di Karangtengah Weru Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Kesehatan*. 2: 91-102
- Rochima, E. (2014). Kajian Pemanfaatan Limbah Rajungan Dan Aplikasinya Untuk Bahan Minuman Kesehatan Berbasis Kitosan. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 5(1), 71–82.
- Setha, B., Rumata, F., & Silaban, br B. 2019. Karakteristik Kitosan Dari Kulit Udang Vaname Dengan Menggunakan Suhu dan Waktu Yang Berbeda Dalam Proses Deasetilasi. *JPHPI*, 22(3)
- Simanjuntak, D. S. (2019). *Penurunan Kadar Tss Pada Limbah Cair Tahu Menggunakan Rumput Vetiver (Vetiveria zizanioides L)*. Ready Star, 2(1), 70–73.
- Sinardi., Prayatni, S, & Suprihanto, N. 2013. *Pembuatan, Karakterisasi dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Kerang Hijau (Mytilus Verdis Linneaus) Sebagai Koagulan Penjernih Air*. Konteks. Kampus Universitas Sebelas Maret (UNS).
- Sitorus, R. F., Karo-karo, T., & Lubis, Z. (2014). Pengaruh Konsentrasi Kitosan Sebagai Edible Coating dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Buah Jambu Biji Merah. *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 2(1), 37–46.
- Suarsa, I. W. (2015). *Spektroskopi*. 222(1).
- Suryaningrum TD, Basmal J, Aumeilia W. 2005. Pengaruh Konsentrasi Asam Monokloro Asetat dan Jenis Pelarut Sebagai Bahan Pengendap Terhadap Produksi Karboksimetil Kitin. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 11(4):89- 100.
- Susanti, N dan Ani P. 2020. Pembuatan Kitosan Dari Limbah Sisik Ikan (Variabel Konsentrasi Larutan NaOH dan Waktu Ekstraksi). *Jurnal Inovasi Proses*. 5(1).
- Syauqiah I., Kusuma, F. I., & Mardiana. 2022. Adsorpsi Logam Zn Dan Pb Pada Limbah Percetakan Pencucian Pelat Cetak PT. Grafika Wangi Kalimantan Menggunakan Arang Tongkol Jagung Sebagai Adsorben. *Konversi*, 9(1), 28 – 34
- Tanjung, D. S. (2016). *Pemanfaatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Kerang Sumping (Amusium pleuronectes) Sebagai Koagulan Penjernih Air*.

Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

- Umaira, M. R. (2019). *Uji Kualitatif Kandungan Asam Lemak Babi Pada Lipstik Yang Terdistribusi di Pasar Aceh Menggunakan Fourier Transform Infra Red (FTIR)*. In Skripsi, Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Utomo, W. P., Nugraheni, Z. V., Rosyidah, A., Shafwah, O. M., Naashihah, L. K., Nurfitriah, N., & Ullfindrayani, I. F. (2018). Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat dalam Air Limbah Laundry di Kawasan Keputih, Surabaya Menggunakan Karbon Aktif. *Jurnal Akta Kimia Indonesia*, 3(1), 127–140.
- Wahyuningrum, A. (2006). *Penentuan Flavonoid Total Tempuyung (Sonchus arvensis L.) Secara Cepat Dengan Teknik Spektroskopi Inframerah dan Kemometrik*. In Skripsi Departemen Kimia, Fakultas MIPA, IPB. Institut Pertanian Bogor.
- Widyaningsih, V. (2011). Pengolahan Limbah Cair Kantin Yongma Fisip UI. *Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Indonesia*. Universitas Indonesia.
- Yuliani, R. L., Purwanti, E., & Pantiwati, Y. (2015). *Pengaruh Limbah Detergen Industri Laundry Terhadap Mortalitas dan Indeks Fisiologi Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. In Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS.
- Yuniarita, D. P, Citra Widiyawati, Rizka Nisa H. (2022). *Kemampuan Koagulan Kitosan dalam Penurunan Konsentrasi TSS dan COD Pengolahan Limbah Cair (Review Jurnal)*. Teknik Kimia, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengujian Awal



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA
LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon-Fax (0651) 7552222
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>, e-mail: htpk1@che.unsyiah.ac.id

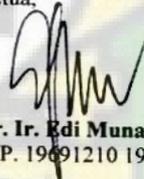
LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 330/JTK-USK/LTPKL/2023

Nama Pelanggan : Varisa Mufliha
Alamat Pelanggan : Darussalam-Banda Aceh
Tanggal di Terima : 5 Juli 2023
Jenis Contoh Uji : Limbah Doorsmer
Tanggal di Analisa : 6 Juli 2023 s/d 7 Juli 2023
Untuk Keperluan : Penelitian Tugas Akhir
Baku Mutu : Lampiran X Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

No.	Parameter Analisa	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	60	142,86	
2.	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/l	180	129,76	
3.	Fospfat (PO ₄)	mg/l	2	1,136	

Darussalam, 7 Juli 2023
Ketua,


Dr. Ir. Edi Munawar, S.T., M.Eng.
NIP. 19691210 199802 1001

AR-RANIRY

Lampiran 2. Perhitungan Persentase

Pengenceran HCl 1 N

$$\text{Konsentrasi HCl} = 37 \%$$

$$\text{Berat Awal} = 1,19 \text{ g/mol}$$

$$\text{Berat Jenis} = 36,5 \text{ g/mol}$$

$$N = \frac{10 \times \text{Berat Awal} \times \text{Valensi}}{\text{Berat Jenis}}$$

$$N = \frac{10 \times 37 \times 1,19 \text{ g/mol} \times 1}{36,5 \text{ g/mol}}$$

$$N = 12,06$$

HCl yang diperlukan sebanyak :

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 12,06 = 200 \times 1$$

$$V_1 = 16,6$$

Perhitungan Rendemen Deproteinasi

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{14,33 \text{ gr}}{23 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Rendemen} = 62\%$$

Perhitungan Rendemen Demineralisasi

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{6,54 \text{ gr}}{14,33 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Rendemen} = 45\%$$

Perhitungan Rendemen Derajat Deasitilasi

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{2,18 \text{ gr}}{6,54 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Rendemen} = 33\%$$

Perhitungan Derajat Deasitilasi

$$\% \text{ DD} = 1 - \left(\frac{A_{1655}}{A_{3450}} \times \frac{1}{1,33} \right) \times 100 \%$$

Keterangan :

A : $\log (P_0/P) =$ absorbansi

A1588 : Absorbansi pada panjang gelombang 1588 cm^{-1} untuk serapan gugus amida/asetamida ($\text{CH}_3\text{CONH-}$)

A3410 : Absorbansi pada panjang gelombang 3410 cm^{-1} untuk serapan gugus hidroksil (OH-)

$$\% \text{ DD} = 1 - \left(\frac{A_{1655}}{A_{3450}} \times \frac{1}{1,33} \right) \times 100 \%$$

$$\% \text{ DD} = 1 - \left(\frac{2098}{6287} \times \frac{1}{1,33} \right) \times 100 \%$$

$$\% \text{ DD} = 1 - 0,25 \times 100\%$$

$$\% \text{ DD} = 75 \%$$

Perhitungan Efisiensi Penurunan COD

$$10 \text{ mg/l} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

$$10 \text{ mg/l} = \frac{130 - 68}{130} \times 100\%$$

$$10 \text{ mg/l} = 47 \%$$

$$20 \text{ mg/l} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

$$20 \text{ mg/l} = \frac{130 - 24}{130} \times 100\%$$

$$20 \text{ mg/l} = 81,16 \%$$

$$30 \text{ mg/l} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

$$30 \text{ mg/l} = \frac{130 - 50}{130} \times 100\%$$

$$30 \text{ mg/l} = 61,53 \%$$

Perhitungan Efisiensi Penurunan TSS

$$10 \text{ mg/l} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

$$10 \text{ mg/l} = \frac{143 - 73}{143} \times 100\%$$

$$10 \text{ mg/l} = 48,95 \%$$

$$20 \text{ mg/l} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

$$20 \text{ mg/l} = \frac{143 - 40}{130} \times 100\%$$

$$20 \text{ mg/l} = 72,02 \%$$

$$30 \text{ mg/l} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

$$30 \text{ mg/l} = \frac{143 - 17}{130} \times 100\%$$

$$30 \text{ mg/l} = 88,11 \%$$

Perhitungan Efisiensi Kenaikan Fosfat

$$10 \text{ mg/l} = \frac{\text{Konsentrasi akhir} - \text{konsentrasi awal}}{\text{Konsentrasi akhir}} \times 100\%$$

$$10 \text{ mg/l} = \frac{20,96 - 1136}{2090} \times 100\%$$

$$10 \text{ mg/l} = 94,56 \%$$

$$20 \text{ mg/l} = \frac{\text{Konsentrasi akhir} - \text{konsentrasi awal}}{\text{Konsentrasi akhir}} \times 100\%$$

$$20 \text{ mg/l} = \frac{18,62 - 1136}{1832} \times 100\%$$

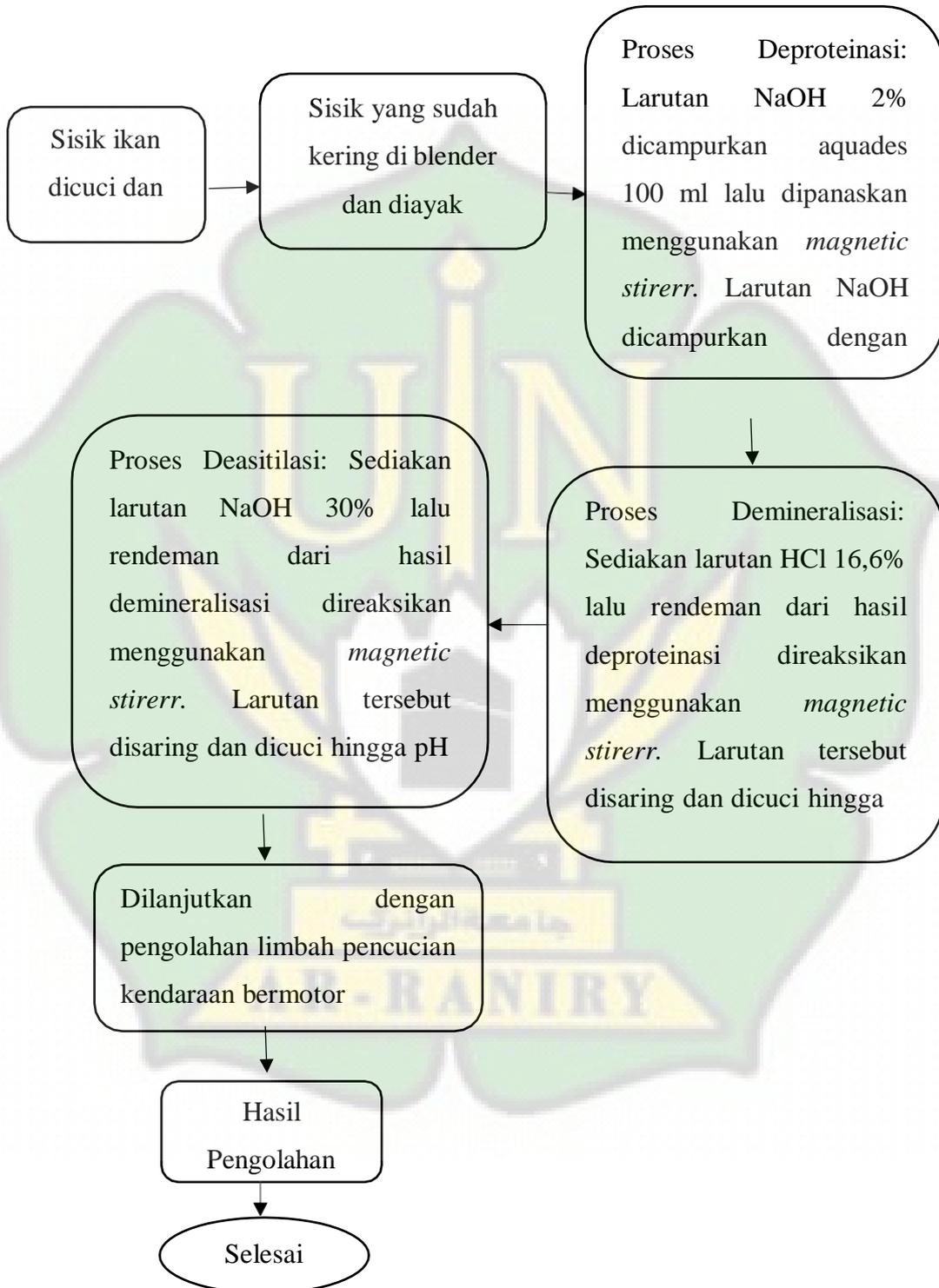
$$20 \text{ mg/l} = 93,89 \%$$

$$30 \text{ mg/l} = \frac{\text{Konsentrasi akhir} - \text{konsentrasi awal}}{\text{Konsentrasi akhir}} \times 100\%$$

$$30 \text{ mg/l} = \frac{832 - 1136}{832} \times 100\%$$

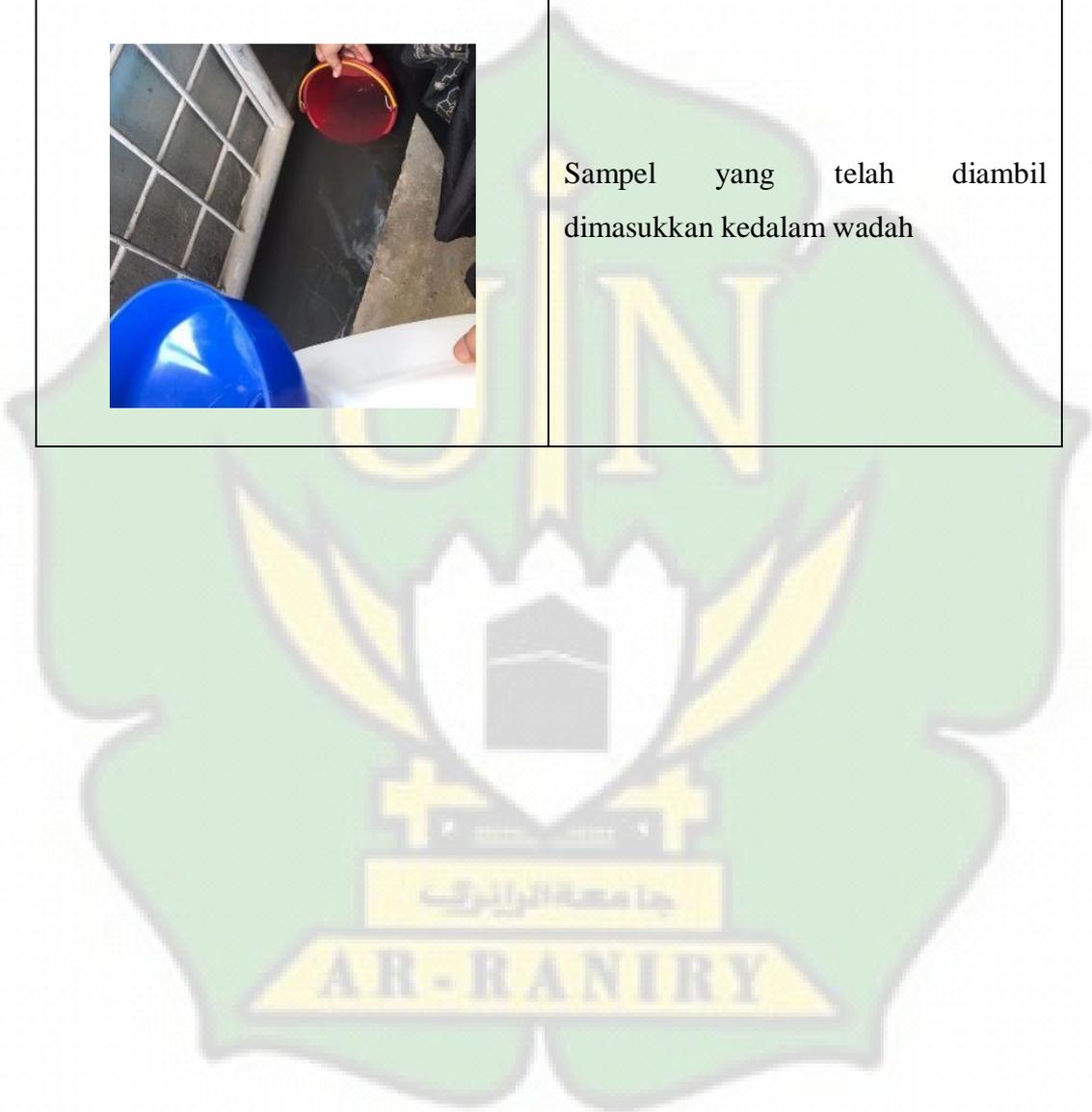
$$30 \text{ mg/l} = 86,34 \%$$

Lampiran 3. Alur Tahapan Pembuatan Kitosan



Lampiran 4. Dokumentasi Pengambilan Air Sampel

Gambar	Keterangan
	Sampel yang telah diambil dimasukkan kedalam wadah



Lampiran 5. Dokumentasi Proses Pembuatan Serbuk Sisik Ikan Mujair
(*Oreochromis mossambicus*)

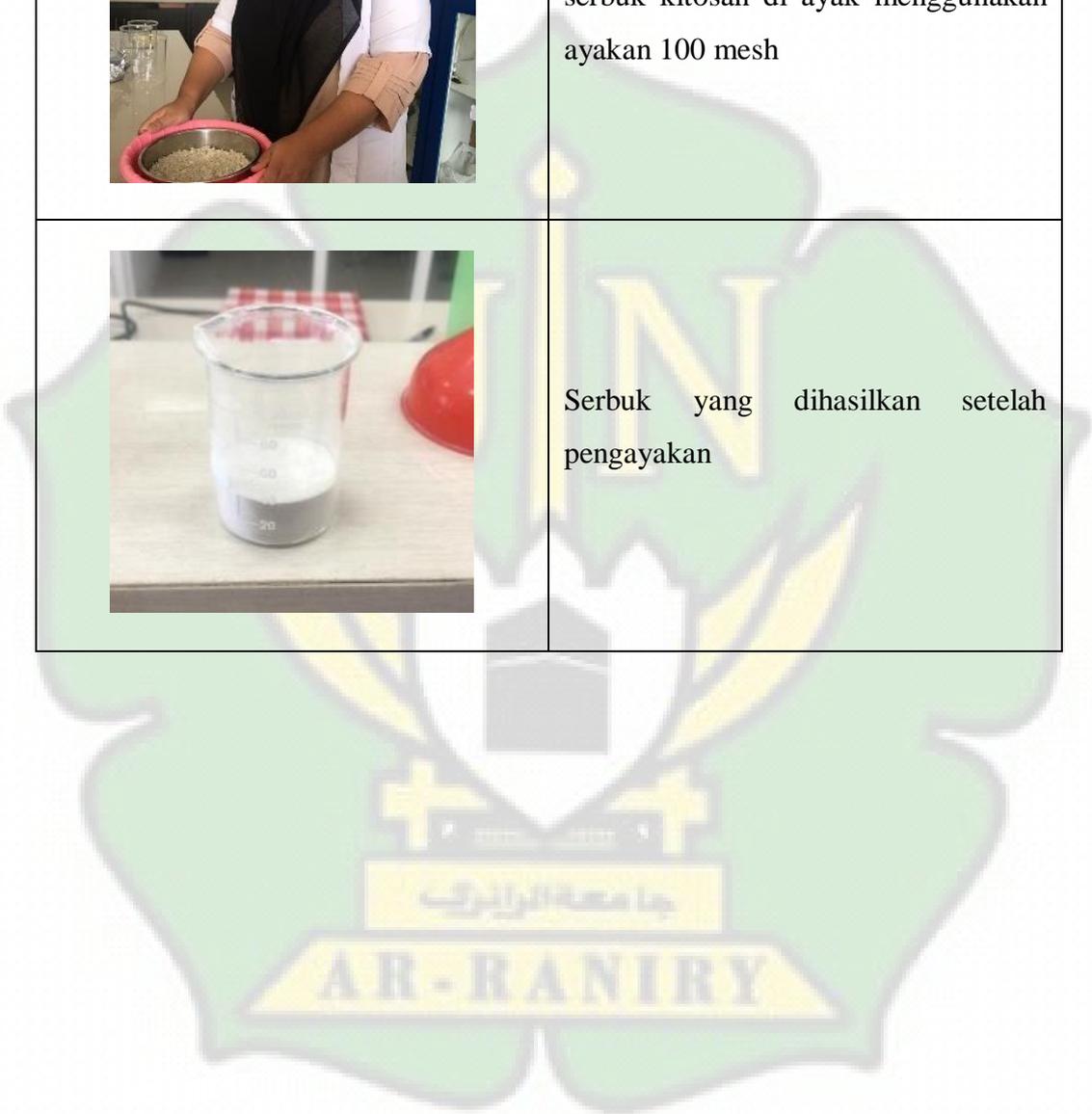
Gambar	Keterangan
	Proses pengambilan Ikan Mujair di Pasar Keutapang, Aceh Besar
	Proses Pencucian Sisik Ikan Mujair dan Dijemur
	Setelah dijemur dan keringkan, Kemudian di Blender hingga halus



Setelah di blender beberapa kali,
serbuk kitosan di ayak menggunakan
ayakan 100 mesh



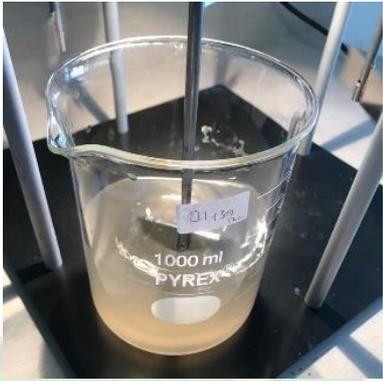
Serbuk yang dihasilkan setelah
pengayakan

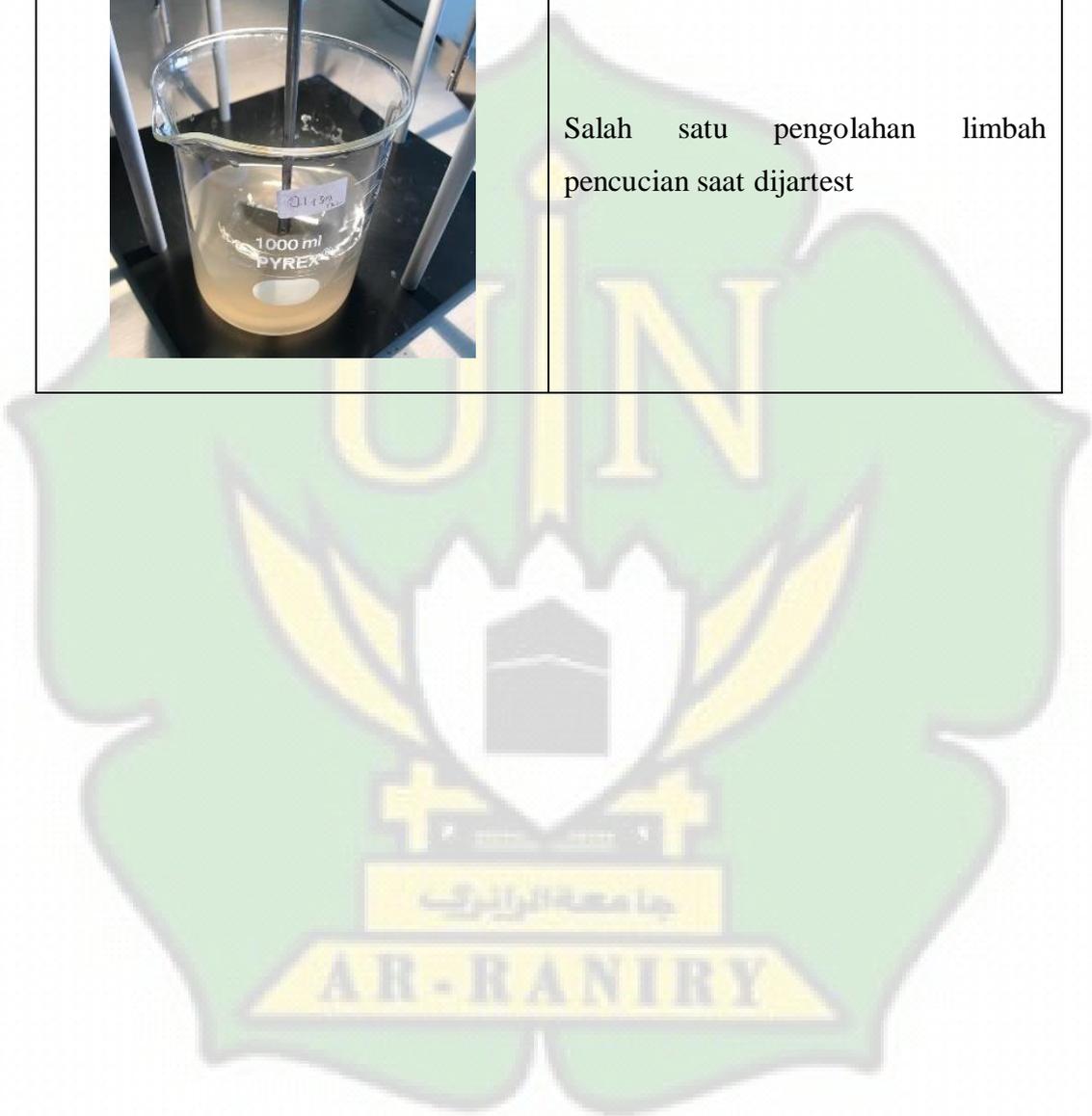


Lampiran 6. Pembuatan Kitosan

Gambar	Keterangan
	Larutan Kitosan yang sudah di <i>magnetic stirrer</i>
	Serbuk Kitosan sedang dipompa untuk menetralkan menjadi pH 7

Lampiran 7. Pengolahan Limbah Pencucian Menggunakan Kitosan Sisik Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Gambar	Keterangan
	Salah satu pengolahan limbah pencucian saat diartest



Lampiran 8. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014

29

2014, No.1815

LAMPIRAN X
PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 5 TAHUN 2014
TENTANG
BAKU MUTU AIR LIMBAH

BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN
INDUSTRI SABUN, DETERJENDAN PRODUK-PRODUK MINYAK NABATI

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (kg/ton)		
		Sabun	Minyak Nabati	Deterjen
BOD ₅	75	0,60	1,88	0,075
COD	180	1,44	4,50	0,180
TSS	60	0,48	1,50	0,06
Minyak dan Lemak	15	0,120	0,375	0,015
Fosfat (PO ₄)	2	0,016	0,05	0,002
MBAS	3	0,024	0,075	0,003
pH	6,0 - 9,0			
Debit Limbah Paling Tinggi sabun		8 m ³ per ton Produk sabun	25 m ³ per ton produk minyak nabati	1 m ³ per ton Produk deterjen

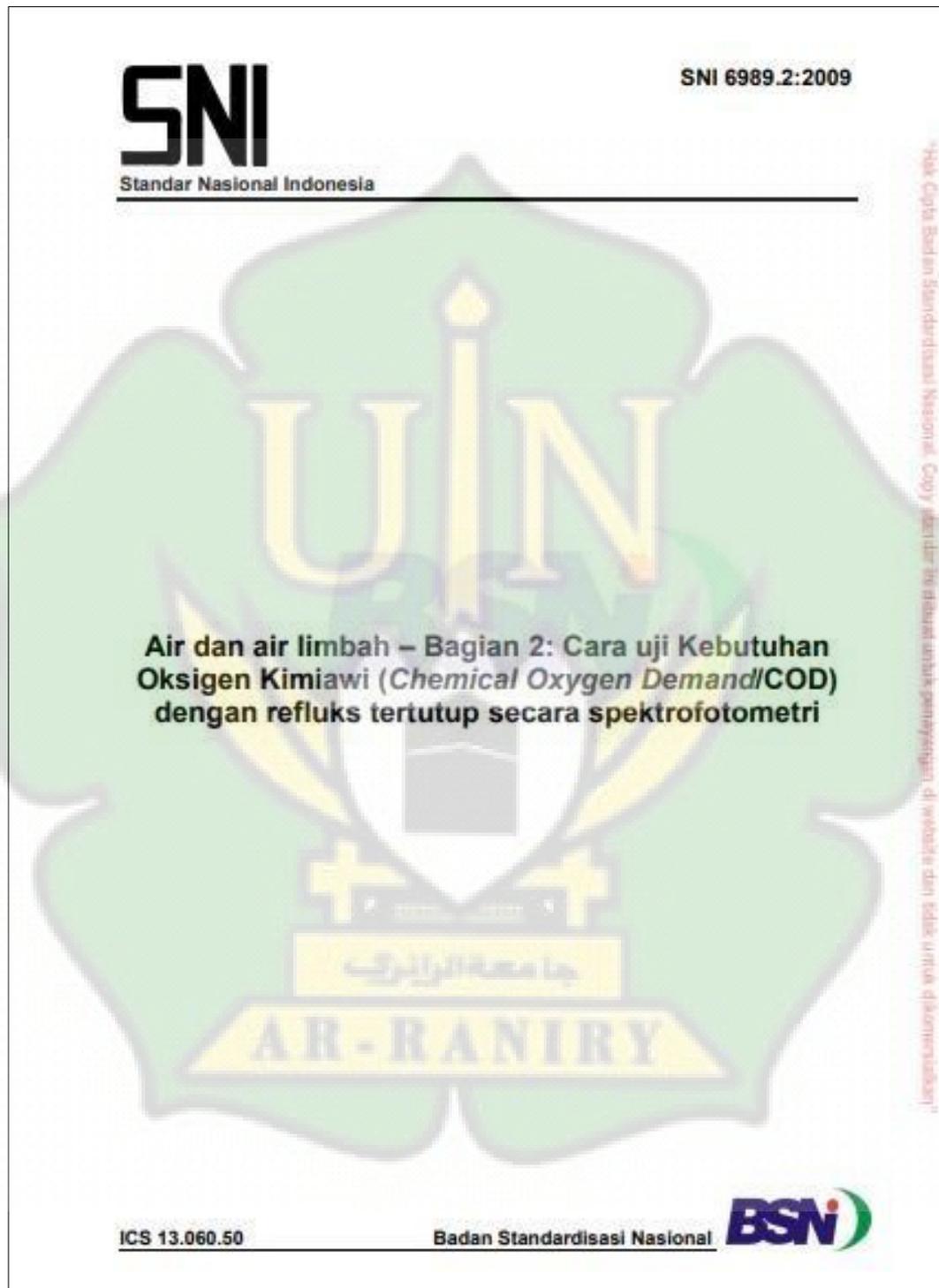
Catatan:

1. Kadar paling tinggi untuk setiap parameter pada tabel di atas dinyatakan dalam miligram parameter per liter air limbah.
2. Beban pencemaran paling tinggi untuk setiap parameter pada tabel di atas dinyatakan dalam kg parameter per ton produk sabun, minyak nabati dan deterjen.

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP
REPUBLIK INDONESIA,

BALTHASAR KAMBUAYA

Lampiran 9. Pengujian Parameter COD Menurut SNI 6989.2:2009



3.3 Peralatan

- a) spektrofotometer sinar tampak (400 nm sampai dengan 700 nm);
- b) kuvet;
- c) *digestion vessel*, lebih baik gunakan kultur tabung borosilikat dengan ukuran 16 mm x 100 mm; 20 mm x 150 mm atau 25 mm x 150 mm bertutup ulir. Atau alternatif lain, gunakan ampul borosilikat dengan kapasitas 10 mL (diameter 19 mm sampai dengan 20 mm);
- d) pemanas dengan lubang-lubang penyangga tabung (*heating block*);

CATATAN Jangan menggunakan oven.

- e) buret;
- f) labu ukur 50,0 mL; 100,0 mL; 250,0 mL; 500,0 mL dan 1000,0 mL;
- g) pipet volumetrik 5,0 mL; 10,0 mL; 15,0 mL; 20,0 mL dan 25,0 mL;
- h) gelas piala;
- i) *magnetic stirrer*; dan
- j) timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg.

3.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji

3.4.1 Persiapan contoh uji

- a) homogenkan contoh uji;

CATATAN Contoh uji dihaluskan dengan blender bila mengandung padatan tersuspensi.

- b) cuci *digestion vessel* dan tutupnya dengan H_2SO_4 20 % sebelum digunakan;

3.4.2 Pengawetan contoh uji

Bila contoh uji tidak dapat segera diuji, maka contoh uji diawetkan dengan menambahkan H_2SO_4 pekat sampai pH lebih kecil dari 2 dan disimpan dalam pendingin pada temperatur $4\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ dengan waktu simpan maksimum yang direkomendasikan 7 hari.

3.5 Pembuatan larutan kerja

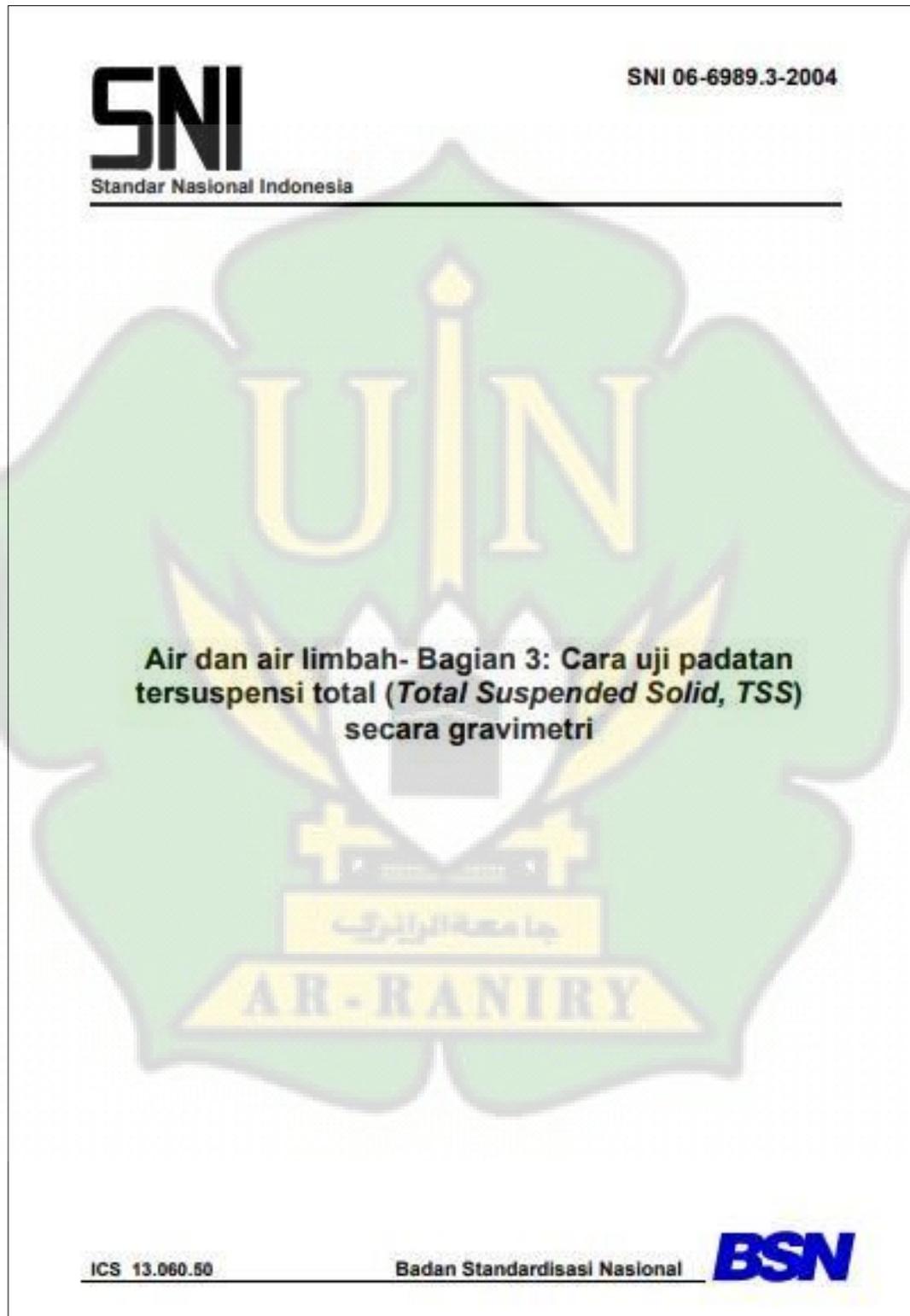
Buat deret larutan kerja dari larutan induk KHP dengan 1 (satu) blanko dan minimal 3 kadar yang berbeda secara proporsional yang berada pada rentang pengukuran.

3.6 Prosedur

3.6.1 proses *digestion*

- a) pipet volume contoh uji atau larutan kerja, tambahkan *digestion solution* dan tambahkan larutan pereaksi asam sulfat yang memadai ke dalam tabung atau ampul, seperti yang dinyatakan dalam tabel berikut.

Lampiran 10. Pengujian Parameter TSS Menurut SNI 06-6989.3-2004



3 Cara uji

3.1 Prinsip

Contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103°C sampai dengan 105°C. Kenaikan berat saringan mewakili padatan tersuspensi total (TSS). Jika padatan tersuspensi menghambat saringan dan memperlambatkan penyaringan, diameter pori-pori saringan perlu diperbesar atau mengurangi volume contoh uji. Untuk memperoleh estimasi TSS, dihitung perbedaan antara padatan terlarut total dan padatan total.

3.2 Bahan

- a) Kertas saring (*glass-fiber filter*) dengan beberapa jenis:
 - 1) Whatman Grade 934 AH, dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,5 μm (*Standar for TSS in water analysis*).
 - 2) Gelman type A/E, dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,0 μm (*Standar filter for TSS/TDS testing in sanitary water analysis procedures*).
 - 3) E-D Scientific Specialities grade 161 (VWR brand grade 161) dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,1 μm (*Recommended for use in TSS/TDS testing in water and wastewater*).
 - 4) Saringan dengan ukuran pori 0,45 μm .
- b) Air suling.

3.3 Peralatan

- a) desikator yang berisi silika gel;
- b) oven, untuk pengoperasian pada suhu 103°C sampai dengan 105°C;
- c) timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg;
- d) pengaduk magnetik;
- e) pipet volum;

1 dari 6

SNI 06-6989.3-2004

- f) gelas ukur;
- g) cawan aluminium;
- h) cawan porselen/cawan Gooch;
- i) penjepit;
- j) kaca arloji; dan
- k) pompa vacuum.

3.4 Persiapan dan pengawetan contoh uji

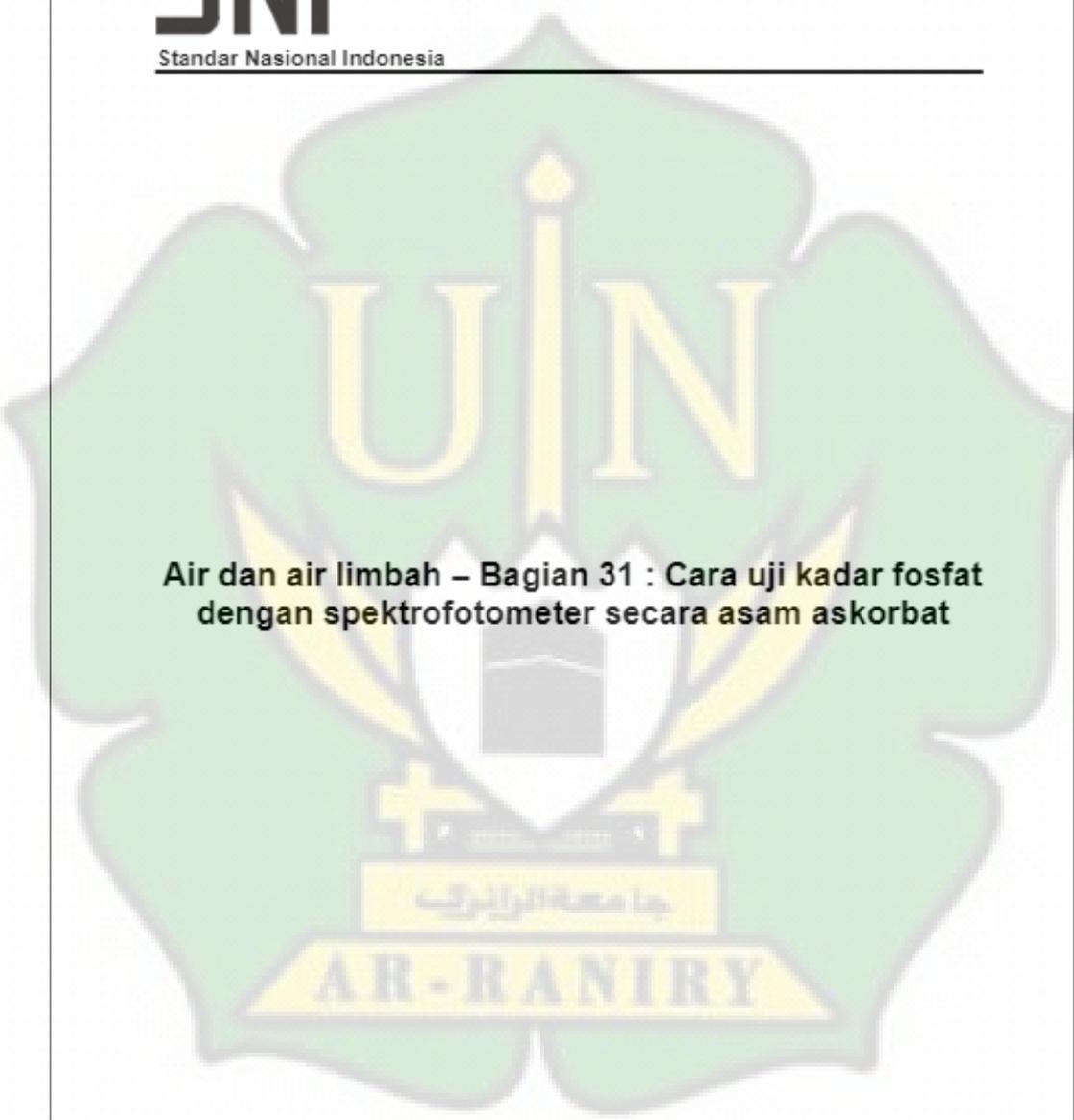
3.4.1 Persiapan contoh uji

Gunakan wadah gelas atau botol plastik polietilen atau yang setara.

Lampiran 11. Pengujian Parameter Fosfat Menurut SNI 06-6989.31-2005

SNI
Standar Nasional Indonesia

SNI 06-6989.31-2005



Air dan air limbah – Bagian 31 : Cara uji kadar fosfat dengan spektrofotometer secara asam askorbat

ICS 13.060.01 Badan Standardisasi Nasional **BSN**

SNI 06-6989.31-2005

b) Larutan kalium antimonil tartrat ($K(SbO)C_4H_4O_6 \cdot \frac{1}{2} H_2O$)
Larutkan 1,3715 g kalium antimonil tartrat dengan 400 mL air suling dalam labu ukur 500 mL.
Kemudian tambahkan air suling hingga tepat tanda tera dan dihomogenkan.

c) Larutan amonium molibdat ($(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$)
Larutkan 20 g amonium molibdat dalam 500 mL air suling dan dihomogenkan.

d) Larutan asam askorbat, $C_6H_8O_6$ 0,1 M
Larutkan 1,76 g asam askorbat dalam 100 mL air suling.

CATATAN Larutan ini stabil selama 1 minggu pada suhu 4°C

e) Larutan campuran
Campurkan secara berturut-turut 50 mL H_2SO_4 5N, 5 mL larutan kalium antimonil tartrat, 15 mL larutan amonium molibdat dan 30 mL larutan asam askorbat.

CATATAN 1 Bila terbentuk warna biru, larutan campuran tidak dapat digunakan.

CATATAN 2 Jika terjadi kekeruhan pada larutan campuran, kook dan biarkan beberapa menit sampai hilang kekeruhannya sebelum digunakan.

CATATAN 3 Larutan campuran ini stabil selama 4 jam.

f) Kalium dihidrogen fosfat anhidrat (KH_2PO_4)

3.3 Peralatan

- a) spektrofotometer;
- b) timbangan analitik;
- c) erlenmeyer 125 mL;
- d) labu ukur 100 mL; 250 mL dan 1000 mL;
- e) gelas ukur 25 mL dan 50 mL;
- f) pipet ukur 10 mL;
- g) pipet volumetrik 2 mL; 5 mL; 10 mL; 20 mL dan 25 mL;
- h) gelas piala 1000 mL; dan
- i) pipet tetes.

3.4 Persiapan pengujian

3.4.1 Pembuatan larutan induk fosfat 500 mg P/L

- a) larutkan 2,195 g kalium dihidrogen fosfat anhidrat, KH_2PO_4 , dengan 100 mL air suling dalam labu ukur 1000 mL;
- b) tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan.

CATATAN Larutan induk fosfat yang digunakan dapat diperoleh dari larutan induk fosfat siap pakai yang diperdagangkan.

3.4.2 Pembuatan larutan baku fosfat 10 mg P/L

- a) pipet 2 mL larutan induk fosfat 500 mg P/L dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL;
- b) tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera dan dihomogenkan.