

**PEMANFAATAN CANGKANG TIRAM (*Saccostrea echinata*)
SEBAGAI BIOKOAGULAN PADA PENGOLAHAN LIMBAH
CAIR DOMESTIK (*GREY WATER*)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

**ERAWATI
NIM. 170702111
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M/1443 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN CANGKANG TIRAM (*Saccostrea echinata*) SEBAGAI BIOKOAGULAN PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DOMESTIK (*GREY WATER*)

TUGAS AKHIR

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

Diajukan oleh:

ERAWATI

NIM. 170702111

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

Banda Aceh, 28 Juni 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I



Bhayu Gita Bhernama, M.Si.

NIDN. 2023018901

Pembimbing II



Husnawati Yahya, M.Sc.

NIDN. 2009118301

Mengetahui,

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



Dr. Eng Nur Aida, M.Si.

NIDN. 2016067801

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN CANGKANG TIRAM (*Saccostrea echinata*) SEBAGAI BIOKOAGULAN PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DOMESTIK (*GREY WATER*)

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: Kamis, 14 Juli 2022
14 Dzulhijjah 1443

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

Sekretaris,


Bhayu Gita Bhernama, M.Si.


Husnawati Yahya, M.Sc.

NIDN. 2023018901

NIDN. 2009118301

Penguji I,

Penguji II,

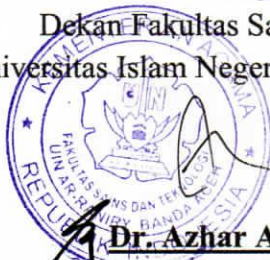

Aulia Rohendi, M.Sc.


Arief Rahman, M.T.

NIDN. 2010048202

NIDN. 2010038901

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



Dr. Azhar Amsal, M.Pd.
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Erawati
NIM : 170702111
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Pemanfaatan Cangkang Tiram (*Saccostrea echinata*)
Sebagai Biokoagulan pada Pengolahan Limbah Cair
Domestik (*Grey Water*)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

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

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya 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 penulis buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh 14 Juli 2022

Yang Menyatakan



Erawati

NIM. 170702111

ABSTRAK

Nama : Erawati
NIM : 170702111
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pemanfaatan Cangkang Tiram (*Saccostrea echinata*)
Sebagai Biokoagulan pada Pengolahan Limbah Cair
Domestik (*Grey Water*)
Tanggal Sidang : 14 Juli 2022
Jumlah Halaman : 82 Halaman
Pembimbing I : Bhayu Gita Bhernama, M.Si.
Pembimbing II : Husnawati Yahya, M.Sc.
Kata Kunci : Cangkang tiram, biokoagulan, koagulasi flokulasi, Limbah
cair domestik

Kebiasaan masyarakat membuang air sisa kegiatan rumah tangga tanpa mengolahnya terlebih dahulu dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran dan menimbulkan dampak bagi lingkungan. Salah satu metode yang dilakukan untuk mengurangi pencemar yang berasal dari limbah domestik adalah proses koagulasi-flokulasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi massa koagulan dan kecepatan serta waktu pengendapan terhadap pH, Turbiditas, BOD dan COD. Koagulan yang digunakan adalah limbah cangkang tiram. Variasi massa koagulan yang digunakan yaitu 0 g/L; 10 g/L; 30 g/L; 50 g/L; dan 70 g/L. Sedangkan variasi pengadukan cepat yaitu 100, 125 dan 150 rpm selama 30 menit, dengan pengendapan 30, 60 dan 90 menit. Didapatkan nilai hasil akhir pH 8,8 yang bersifat basa pada variasi II dengan penambahan koagulan 70 g/L. Penurunan BOD dan kekeruhan yang optimum dengan massa koagulan 50 g/L dengan kecepatan 125 rpm sebesar 82,4 % (BOD) dan 76,26 % (kekeruhan). Sedangkan penurunan COD yang optimum dengan massa koagulan 50 g/L pada kecepatan 150 rpm sebesar 83,75 %. Dapat dilihat bahwa proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan dari cangkang tiram mampu menurunkan kadar pencemar yang ada pada limbah cair domestik, sehingga dapat menjadi salah satu solusi dalam pengolahan limbah cair domestik.

ABSTRACT

Name : Erawati
NIM : 170702111
Study Program : Environmental Engineering
Title : *Utilization Of Oyster Shells (Saccostrea echinata) As Biocoagulants in Domestic Wastewater Treatment (Grey Water)*
Session Date : 14 Juli 2022
Number of Pages : 82 Pages
Supervisor I : Bhayu Gita Bhernama, M.Si.
Supervisor II : Husnawati Yahya, M.Sc.
Keywords : *Oyster shells, biocoagulants, coagulation flocculation, domestic liquid waste*

The community habit of disposing of any leftover water from domestic activities without first treating it can pollute and have any impact toward the environment. Coagulation-flocculation is one technique used to minimize contaminants in residential waste. The purpose of this study is to ascertain how changes in coagulant mass, speed, and precipitation duration affect toward pH, Turbidity, BOD and COD. Oyster shell waste serves as the coagulant. The coagulant's mass varies by 0 g/L, 10 g/L, 30 g/L, 50 g/L, and 70 g/L. For example, quick stirring can be done at speeds of 100, 125, or 150 rpm for 30 minutes, with precipitation times of 30, 60, or 90 minutes. With the addition of 70 g/L coagulant, a final pH of 8.8 was produced in variant II, which was alkaline. The optimal reduction in BOD, and turbidity with a coagulant mass of 50 g/L at a speed of 125 rpm was 82.4 % (BOD), and 76.26 % (turbidity). While the COD reduction was best achieved at 83.75 % with a coagulant mass of 50 g/L at a speed of 150 rpm. As can be observed, the residential liquid waste can include less contaminants thanks to the coagulation-flocculation process that uses coagulants derived from oyster shells. And in terms of treating domestic wastewater, this may be a solution.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. Yang telah memberi rahmat dan karunia-Nya kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir yang berjudul: **“Pemanfaatan Cangkang Tiram (*Saccostrea echinata*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik (*Grey Water*)”**. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad saw. Yang merupakan suri tauladan bagi seluruh umat sepanjang masa.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat kurikulum jenjang Sarjana pada Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini telah banyak mendapatkan bantuan baik moril maupun material dari berbagai pihak, sehingga penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu dan Ayah tercinta serta kakak, abang dan adik yang telah memberikan doa serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir.
2. Dr. Azhar Amsal, M.Pd. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si. Selaku ketua Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc. Selaku koordinator tugas akhir Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dan juga selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Ibu Bhayu Gita Bhernama, S.Si., M.Si. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc. Selaku Dosen penguji I Sidang Munaqasyah Tugas Akhir.
7. Bapak Arief Rahman, M.T. Selaku Dosen penguji II Sidang Munaqasyah Tugas Akhir.

8. Bapak Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc. Selaku Penasehat Akademik (PA) penulis.
9. Seluruh Dosen Prodi Teknik Lingkungan yang telah mengajarkan ilmu kepada penulis.
10. Ibu Firda Elvisa, S.E., Ak. yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
11. Ibu Nurul Huda, S.Pd. yang telah membantu selama proses penelitian dan administrasi.
12. Seluruh teman-teman seperjuangan Angkatan 2017 yang mendukung, membantu dan mendoakan penulis selama proses pengerjaan tugas akhir.
13. Semua pihak secara langsung atau tidak langsung yang telah mendukung motivasi penulis. Terima Kasih.
14. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, for just being me at all time.*

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun bagi penyempurnaan tulisan ini. Semoga karya sederhana ini bermanfaat untuk pengembangan pengetahuan bagi masyarakat luas, dan terutama bagi penulis sendiri.

Banda Aceh, 14 Juli 2022

Penulis

Erawati

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Limbah.....	5
2.2 Limbah Cair Domestik	5
2.3 Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	6
2.3.1 Derajat Keasaman (pH)	7
2.3.2 <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD).....	7
2.3.3 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	8
2.3.4 Turbiditas (Kekeruhan)	8
2.3.5 Minyak dan lemak	8
2.4 Koagulasi dan Flokulasi.....	9
2.5 Biokoagulan	9
2.6 Tiram (<i>Saccostrea echinata</i>).....	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Lokasi Penelitian	12

3.2	Waktu Penelitian.....	13
3.3	Jenis Penelitian	14
3.4	Alat dan Bahan Penelitian	15
3.4.1	Alat-alat	15
3.4.2	Bahan-bahan	15
3.5	Pengambilan Sampel	15
3.6	Tahapan Penelitian.....	16
3.6.1	Persiapan biokoagulan	16
3.6.2	Persiapan sampel.....	16
3.6.3	Pengujian sampel	17
3.7	Pengukuran Parameter Kualitas Air Limbah.....	17
3.7.1	Pengujian derajat keasaman (pH)	17
3.7.2	Pengujian <i>Turbiditas</i> (kekeruhan)	17
3.7.3	Pengujian BOD	18
3.7.4	Pengujian COD	20
3.8	Analisis Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		22
4.1	Hasil Eksperimen	22
4.2	Hasil dan Pembahasan	22
4.2.1	Parameter pH	22
4.2.2	Parameter BOD.....	25
4.2.3	Parameter COD.....	29
4.2.4	Parameter Kekeruhan.....	32
BAB V PENUTUP.....		36
5.1	Kesimpulan	36
5.2	Saran	36
DAFTAR PUSTAKA.....		38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tiram (<i>Saccostrea echinata</i>).....	10
Gambar 3.1 Peta Lokasi.....	12
Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel Limbah Cair Domestik.....	13
Gambar 3.3 Lokasi Pengambilan Cangkang Tiram.....	13
Gambar 3.4 Pengambilan Sampel Limbah Cair Domestik.....	16
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Parameter pH.....	24
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Massa Koagulan dan Kecepatan Pengadukan serta Waktu Pengendapan Terhadap Penurunan Parameter BOD	26
Gambar 4.3 Grafik Persentase Penurunan Nilai BOD Pada Limbah Domestik	27
Gambar 4.4 Air Limbah Setelah Perlakuan Dengan Koagulan 50g/L dan 70 g/L	28
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Massa Koagulan dan Kecepatan Pengadukan serta Waktu Pengendapan Terhadap Penurunan Parameter COD.	30
Gambar 4.6 Grafik Persentase Penurunan Nilai COD Pada Limbah Domestik	30
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Massa Koagulan dan Kecepatan Pengadukan serta Waktu Pengendapan Terhadap Penurunan Parameter Kekeruhan.....	33
Gambar 4.8 Grafik Persentase Penurunan Nilai Kekeruhan Pada Limbah Domestik.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik	7
Tabel 3.1 Jadwal Aktivitas Penelitian.....	14
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran pH sebelum dan sesudah perlakuan.....	23
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran BOD sebelum dan sesudah perlakuan	25
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran COD sebelum dan sesudah perlakuan	29
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Kekeruhan sebelum dan sesudah perlakuan	32



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu sumber energi yang mempunyai manfaat sangat berarti bagi kehidupan adalah air karena termasuk komponen yang sangat dibutuhkan untuk keberlangsungan hidup manusia maupun makhluk hidup lainnya (Solihin, Prasetyani, Sari, Sugiarti, & Sunardi, 2020). Kebutuhan air yang paling umum dan sering digunakan ialah untuk masak, mandi, mencuci, dan minum. Pertumbuhan jumlah penduduk dan pemukiman masyarakat yang semakin pesat berpengaruh terhadap kebutuhan konsumsi air yang berdampak pada jumlah buangan limbah yang ditimbulkan oleh aktivitas dalam kegiatan rumah tangga (Sunarsih, 2014).

Limbah yang berasal dari berbagai aktivitas rumah tangga, baik berupa limbah cair maupun padat disebut sebagai limbah domestik. Limbah domestik dapat meliputi berbagai limbah cair hasil produksi dari kegiatan pemukiman, perumahan warga, perkantoran, apartemen dan perniagaan (Sulianto, Kurniati, & Haspari, 2020). Limbah cair memiliki berbagai kandungan zat organik dan senyawa mineral yang bersumber dari sisa makanan, sabun, dan urin yang dapat berbentuk suspensi, maupun zat terlarut, yang dapat membahayakan kelangsungan hidup manusia dan lingkungan. Sebagian besar masyarakat membuang air sisa kegiatan rumah tangga langsung pada saluran atau badan air tanpa dioalah terlebih dahulu serta tidak memperhatikan bahaya dan dampak yang ditimbulkan dari limbah cair domestik ini. Sehingga diperlukan metode pengolahan limbah domestik lebih lanjut untuk mengurangi dampak terhadap lingkungan (Nasihah, Saraswati, & Najah, 2018).

Beberapa metode pengolahan limbah cair yang telah banyak dilakukan diantaranya melalui metode adsorpsi, koagulasi-flokulasi, filtrasi, penggunaan mikroorganisme dan proses oksidasi. Akan tetapi pengolahan limbah dengan metode koagulasi dan flokulasi lebih banyak dilakukan karena dapat mereduksi kandungan polutan organik, mengurangi tingkat kekeruhan, patogen dan zat warna (Martini, Yuliwati, & Kharismadewi, 2020).

Pengolahan limbah menggunakan metode koagulasi dan flokulasi bertujuan untuk menghilangkan koloid atau material suspensi pada limbah. Koagulasi merupakan suatu proses pencampuran koagulan dengan dilakukan pengadukan cepat untuk mendistabilisasi solid tersuspensi, koloid dan inti partikel yang kemudian akan terbentuk flok-flok. Proses koagulasi dipengaruhi faktor-faktor yang berupa suhu air, jenis koagulan, tingkat kekeruhan, kadar ion terlarut, dosis koagulan serta kecepatan pengadukan (Hendrawati, Sumarni, & Nurhasni, 2015). Flokulasi merupakan proses pengadukan lambat yaitu penggabungan flok-flok yang dihasilkan dari proses koagulasi sehingga terbentuk flok atau gumpalan yang lebih besar sehingga partikel-partikel tersebut dapat mengendap akibat dari proses pengadukan lambat (Husnah, 2016).

Koagulan kimia seperti tawas merupakan koagulan yang efektif dan sering digunakan dalam industri pengolahan air. Akan tetapi koagulan kimia dapat menyebabkan endapan yang sulit ditangani apabila dalam tingkatan dosis yang tinggi. Oleh karena itu koagulan alami dapat dijadikan sebagai suatu alternatif untuk menggantikan koagulan kimia. Pada umumnya biokoagulan yang dimanfaatkan berasal dari biji tanaman seperti biji asam jawa, biji kelor dan cangkang (Coniwanti, Mertha, & Diana, 2013).

Cangkang tiram termasuk limbah perikanan yang pemanfaatannya belum dimanfaatkan secara maksimal, sehingga dari penumpukan cangkang tiram ini dapat berpengaruh terhadap kualitas air, tanah serta estetika lingkungan. Kandungan kalsium yang ada pada cangkang tiram yang tinggi sebagai penyusun dasar dari pelindung tubuh cangkang tiram yang keras. Cangkang tiram mengandung Kalsium Karbonat (CaCO_3) sebanyak 80-95 % (Handayani & Syahputra, 2017).

Berdasarkan beberapa literatur, pada penelitian yang dilakukan oleh Sari (2013) mengenai kalsium karbonat (CaCO_3) yang terkandung pada kerang dapat digunakan untuk pengolahan dalam penjernihan air sumur serta juga dapat mengurangi kandungan tembaga, besi serta jenis logam lainnya. Kemudian berdasarkan penelitian dari Sriwahyuni (2020) bahwa biokoagulan dari cangkang keong sawah pada pengolahan air limbah domestik mampu menurunkan parameter

turbiditas yaitu sebesar 88,52% dengan penambahan koagulan sebanyak 50 g/l dengan pengadukan cepat 125 rpm dan waktu pengendapan 60 menit. Sedangkan penurunan COD yang paling optimum terjadi pada kecepatan 125 rpm dan waktu pengendapan 60 menit dengan massa koagulan 50 g/l yaitu sebesar 18,6 mg/l serta persentase penurunannya 90,88%. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Aulia, Sustrisno, & Hadiwidodo (2016), bahwa dalam penurunan tingkat kekeruhan dan kandungan COD pada limbah cair *laundry* dosis koagulan kitosan yang optimal adalah pada dosis 700 mg/l dengan persentase penurunannya 73,09 %, dengan pengadukan cepat 150 rpm dan waktu pengendapan 30 menit.

Berdasarkan uraian yang telah disebutkan pada latar belakang diatas penulis tertarik untuk melakukan penelitian terkait pemanfaatan limbah cangkang tiram sebagai suatu alternatif dalam mengurangi penggunaan koagulan sintetis pada pengolahan limbah cair domestik (*grey water*) sehingga bisa memperoleh pengolahan limbah cair yang ramah lingkungan dan lebih ekonomis.

1.2 Rumusan Masalah

Adapula rumusan permasalahan yang ada pada penelitian ini meliputi:

1. Bagaimana pengaruh variasi massa serbuk cangkang tiram terhadap beberapa parameter limbah cair domestik seperti: parameter pH, Turbiditas, COD dan BOD?
2. Bagaimana pengaruh kecepatan dan waktu pengendapan pada metode koagulasi-flokulasi terhadap parameter pH, Turbiditas, COD dan BOD pada pengolahan limbah cair domestik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan yang dapat diambil yaitu:

1. Mengetahui pengaruh variasi massa serbuk cangkang tiram terhadap beberapa parameter limbah cair domestik seperti: parameter pH, Turbiditas, COD dan BOD.

2. Mengetahui pengaruh kecepatan dan waktu pengendapan pada metode koagulasi-flokulasi terhadap parameter pH, Turbiditas, COD dan BOD pada pengolahan limbah cair domestik.

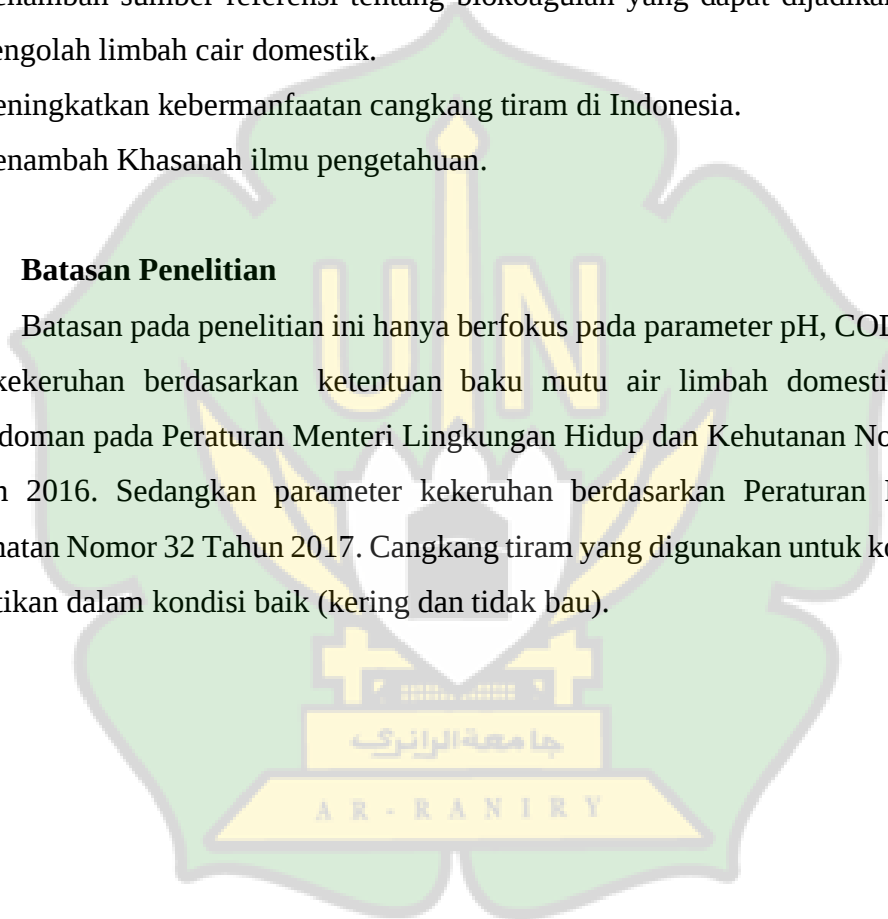
1.4 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Menambah sumber referensi tentang biokoagulan yang dapat dijadikan untuk mengolah limbah cair domestik.
2. Meningkatkan kebermanfaatan cangkang tiram di Indonesia.
3. Menambah Khasanah ilmu pengetahuan.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan pada penelitian ini hanya berfokus pada parameter pH, COD, BOD dan kekeruhan berdasarkan ketentuan baku mutu air limbah domestik yang berpedoman pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016. Sedangkan parameter kekeruhan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017. Cangkang tiram yang digunakan untuk koagulan dipastikan dalam kondisi baik (kering dan tidak bau).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah

Limbah yaitu bahan yang bersumber dari sisa ataupun bahan buangan yang tidak dipakai lagi dari aktivitas kegiatan harian manusia, baik dari kegiatan industri, kegiatan rumah tangga bahkan dari kegiatan pertambangan. Limbah berdasarkan bentuknya terdiri dari limbah cair, padat dan gas. (Sunarsih, 2014). Limbah cair yaitu hasil dari sisa buangan proses produksi atau kegiatan rumah tangga dalam bentuk cair. Limbah padat yaitu hasil dari suatu sisa kegiatan dalam bentuk padat. Sedangkan limbah gas yaitu limbah yang memanfaatkan udara sebagai media.

Berdasarkan asalnya limbah di kelompokkan menjadi limbah organik dan anorganik. Limbah organik berasal dari bahan dengan sifatnya yang organik atau mudah terurai dan limbah anorganik ialah limbah yang tidak dapat diuraikan yang berasal dari sumber daya alam (SDA). Sedangkan berdasarkan sumbernya limbah di bedakan menjadi tiga kelompok diantaranya dari limbah industri, limbah pabrik, serta limbah rumah tangga (Dahruji, Wilianarti, & Hendarto, 2017). Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014 air limbah merupakan buangan atau sisa dari suatu kegiatan atau/ usaha dalam wujud cair.

2.2 Limbah Cair Domestik

Limbah cair domestik yaitu air buangan atau sisa dari aktivitas rumah tangga yang berupa hasil dari air cucian, limbah dapur, toilet dan sebagainya. Rata-rata kandungan dari air limbah meliputi senyawa-senyawa mineral dan bahan organik dari sabun, makanan sisa dan urin. Limbah dari kegiatan rumah tangga sebagian dalam bentuk zat terlarut dan sebagian dalam bentuk suspensi (Mulyana, Purnaini, & Sitorus, 2013). Limbah cair dari kegiatan rumah tangga yang terkandung bahan organik dan bahan anorganik maupun gas bisa menyebabkan timbulnya berbagai penyakit dan pencemaran lingkungan. Kandungan dari air limbah yaitu 99,7% air

dan 0,03% bahan lainnya, yaitu koloid, zat terlarut dan bahan padat lainnya (South & Nazir, 2016).

Selain itu limbah cair juga memiliki karakteristik. Karakteristik limbah dapat dilihat dari parameter pH, TSS, BOD, COD (Rosidi & Razif, 2017). pH ialah suatu nilai indeks pada kadar ion Hidrogen (H^+) yang dapat menyeimbangkan asam dan basa yang digunakan sebagai penentu baik buruknya suatu perairan. Parameter pH sangat berpengaruh terhadap organisme yang terdapat di perairan, sehingga parameter pH sebagai petunjuk baik atau buruknya suatu perairan (Yulis, 2018). BOD merupakan jumlah kandungan oksigen diperlukan di perairan. Sedangkan COD merupakan jumlah bahan organik yang terdapat di perairan (Atima, 2015). Beberapa dampak limbah cair yang diperoleh dari kegiatan rumah tangga ke lingkungan diantaranya (Dahruji, Wilianarti, & Hendarto, 2017):

1. Dari segi lingkungan, pada limbah cucian terkandung bahan kimia seperti deterjen yang berpengaruh terhadap tingkat keasaman atau nilai pH tanah. Limbah yang mengandung zat kimia dan di buang ke badan air atau sungai dapat mematikan hewan dan tumbuhan yang hidup di sungai. Sehingga kondisi ini dapat merusak atau mengganggu ekologi sungai di waktu yang akan datang.
2. Dari aspek kesehatan, air hasil dari toilet mengandung bakteri *E.coli* yang bisa mengakibatkan penyakit perut seperti *kolera*, diare dan *typhus*. Air limbah bisa merembes ke dalam sumur apabila jarak sumur dengan *septic tank* tidak sesuai baku mutu serta bila tidak dilakukan pengolahan dengan benar
3. Dari segi estetika, sama halnya dengan limbah padat, air limbah yang tidak dilakukan pengolahan dapat memunculkan bau busuk dan mengakibatkan lingkungan yang tidak indah untuk dipandang.

2.3 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Limbah cair domestik meliputi parameter pH, BOD, COD, TSS, Amoniak dan Minyak dan Lemak mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Sedangkan parameter kekeruhan mengacu pada Peraturan

Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017. Baku mutu parameter limbah cair domestik dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Kadar Maksimum
1	pH	6-9
2	BOD	30 mg/L
3	COD	100 mg/L
4	TSS	30 mg/L
5	Amoniak	10 mg/L
6	Minyak & lemak	5 mg/L
7	Kekeruhan*	25 NTU

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016

*Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017

2.3.1 Derajat Keasaman (pH)

pH atau disebut derajat keasaman yakni suatu ukuran yang ditetapkan untuk menetapkan kadar sifat asam atau basa pada suatu zat. Perubahan nilai pH akan berpengaruh pada proses fisika, kimia dan biologi dari organisme yang ada di perairan. Kondisi asam jika skala pH antara 1-7, kondisi basa jika skala pH 7-14 dan kondisi netral pada skala 7 (Randy, Samsunar, & Utami, 2021).

2.3.2 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

BOD ialah jumlah oksigen terlarut yang diperlu oleh mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik dalam keadaan aerobik. Pengukuran BOD digunakan untuk dapat diketahui jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menstabilkan zat organik yang ada secara biologi (Andika, Wahyuningsih, & Fajri Rahmatul, 2020). Tingginya kadar BOD di perairan bisa diakibatkan dengan meningkatnya mikroorganisme yang terkandung di dalam perairan tersebut (Randy, Samsunar, & Utami, 2021).

2.3.3 Chemical Oxygen Demand (COD)

COD yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik yang terdapat di perairan secara kimiawi. Tujuan dianalisis COD yaitu untuk mengetahui ukuran efisiensi dari proses pengolahan limbah serta untuk mengetahui sesuai atau tidaknya dengan ketentuan yang diperbolehkan mengenai pembuangan air limbah (Andika, Wahyuningsih, & Fajri Rahmatul, 2020).

2.3.4 Turbiditas (Kekeruhan)

Kekeruhan atau disebut juga turbiditas. Kekeruhan di perairan dapat mempengaruhi penetrasi cahaya ke dalam air karena cahaya mempunyai peran yang penting untuk algae untuk proses fotosintesis. Oleh sebab itu jika mengalami kekeruhan maka cahaya matahari yang masuk ke air kurang efektif karena terhambat oleh zat padat tersuspensi sehingga mengakibatkan proses fotosintesis tidak sempurna. Dan juga penetrasi cahaya yang kurang dapat mempengaruhi ke dalam habitat tumbuhan di air yang bisa menyebabkan kematian (Maturbongs, 2015). Parameter kekeruhan mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017

2.3.5 Minyak dan lemak

Minyak dan lemak yaitu kumpulan padatan yang yang tidak dapat menguap dan mengalami emulsi, yang menjadikan air dan minyak bercampur sehingga akan tampak mengapung di permukaan air dan air akan tampak kecoklatan (Nofriadi, 2021). Tingginya tingkat minyak dan lemak dapat mengakibatkan rusaknya ekosistem perairan. Minyak dan lemak yang ada di badan perairan dapat membentuk lapisan di permukaan, dikarenakan massa jenis minyak lebih kecil dari massa jenis air. Oleh karena itu terhalangnya cahaya matahari yang masuk sehingga tumbuhan yang ada di perairan tidak dapat melakukan fotosintesis. maka perlu dilakukan pengolahan agar sesuai ketentuan baku mutu yang telah ditentukan (Maharani, 2017).

2.4 Koagulasi dan Flokulasi

Pengolahan pada limbah cair dapat menggunakan cara fisik-kimia serta secara biologi. Pengolahan dengan cara fisik-kimia yang dapat dilakukan diantaranya yaitu proses koagulasi-flokulasi, sedimentasi, oksidasi kimia dan lain-lain. Sedangkan secara biologi berupa proses degradasi yang menggunakan bakteri dengan proses aerob maupun secara anaerobik (Rosidi & Razif, 2017).

Koagulasi merupakan kegiatan pencampuran koagulan dengan dilakukan pengadukan cepat untuk mendistabilisasi solid tersuspensi halus dan koloid serta inti partikel yang akan membentuk flok-flok. Proses koagulasi dipengaruhi faktor-faktor yang berupa suhu air, jenis koagulan, tingkat kekeruhan, kadar ion terlarut, dosis koagulan serta kecepatan pengadukan. Flokulasi merupakan proses penggabungan flok-flok yang dihasilkan dari proses koagulasi menjadi flok atau gumpalan yang lebih besar sehingga partikel-partikel tersebut dapat mengendap akibat dari proses pengadukan lambat (Husnah, 2016).

Iswanto, & Winarni (2009), mengemukakan bahwa koagulasi merupakan suatu kegiatan ditambahkan koagulan pada air baku yang mengakibatkan terjadinya destabilisasi dari partikel koloid agar terjadi agregasi dari partikel yang telah terdestabilisasi tersebut. Dengan ditambahkan koagulan, solid tersuspensi halus dan koloid yang stabil dapat dihancurkan sehingga partikel koloid akan mengumpal serta akan terbentuk partikel yang ukurannya besar, sehingga pada unit sedimentasi dapat dihilangkan.

2.5 Biokoagulan

Biokoagulan adalah koagulan alami yang memiliki peran dalam proses sedimentasi partikel kecil yang tidak dapat atau sulit mengendap serta fungsinya untuk mengikat partikel-partikel atau kotoran yang ada di air. Dan pemanfaatan koagulan yang alami dalam proses penjernihan air dapat memanfaatkan biji kecipir, biji kelor dan biji asam jawa (Bija, et al., 2020). Biasanya koagulan yang sering digunakan yaitu aluminium sulfat dan PAC (*Polyaluminium chloride*). Alternatif lain yang digantikan untuk penggunaan koagulan sintetis yaitu dengan memanfaatkan bahan koagulan yang berasal dari alam (Hendrawati, Delsy, & Nurhasni, 2013).

2.6 Tiram (*Saccostrea echinata*)

Menurut Salmanu (2017), hewan laut yang tidak memiliki tulang belakang salah satunya yaitu tiram dan disebut juga hewan invertebrata. Tiram (*Saccostrea echinata*) tergolong dalam filum *Mollusca* dan kelas *Bivalvia*. Berdasarkan morfologinya bentuk dari cangkangnya tidak sama (*inequivalve*). Adapun ciri-ciri morfologinya yaitu cangkanya berwarna kuning kecoklatan dan bagian luar cangkangnya berbentuk seperti beruas atau garis-garis radier. Warnanya lebih terang dari warna cangkang. Serta hidup (*Saccostrea echinata*) menempel pada daerah bebatuan. Cangkang tiram memiliki fungsi untuk melindungi matel dan bagian yang ada di dalamnya. Hewan ini biasanya ditemukan di daerah intertidal, sebab pengaruh dari bermacam komponen di daerah ini termasuk bagian ekosistem pesisir, baik komponen biotik ataupun komponen abiotik. Gambar tiram (*Saccostrea echinata*) dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tiram (*Saccostrea echinata*)

(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2021)

Menurut Handayani & Syahputra (2017), Cangkang tiram termasuk limbah perikanan yang pemanfaatannya belum dimanfaatkan secara maksimal, sehingga dari penumpukan cangkang tiram ini dapat berpengaruh terhadap kualitas air, tanah

serta estetika lingkungan. Kandungan kalsium yang ada pada cangkang tiram yang tinggi sebagai penyusun dasar dari pelindung tubuh cangkang tiram yang keras. Cangkang tiram mengandung Kalsium Karbonat (CaCO_3) sebanyak 80-95%.

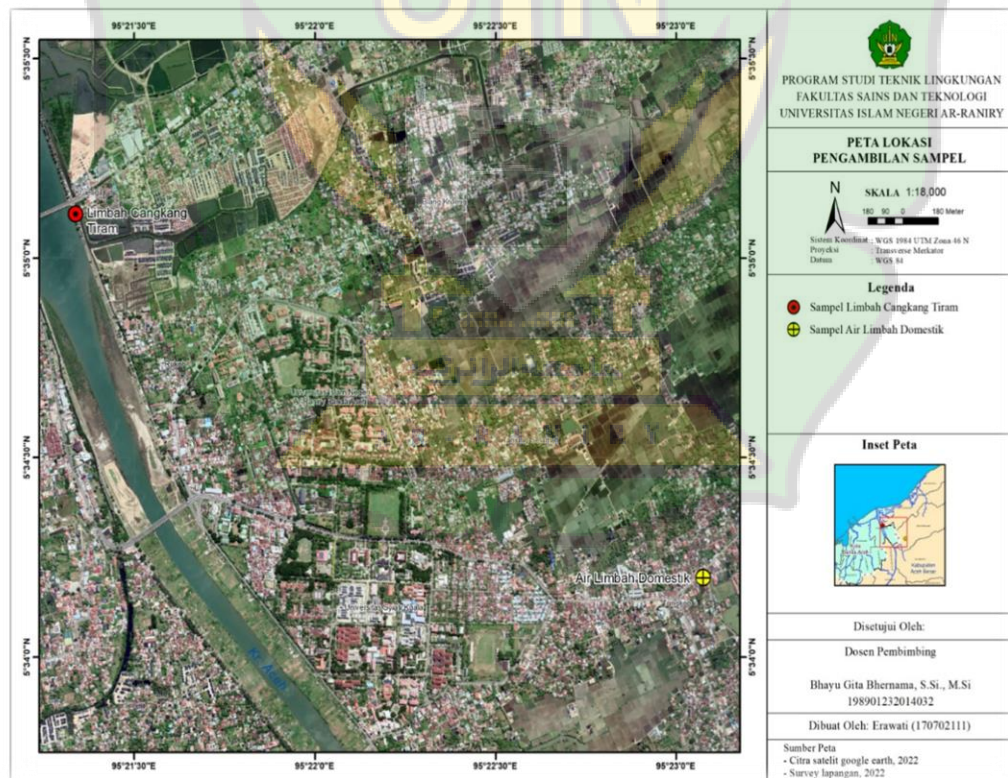


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh beralamat Jalan Lingkar Kampus UIN Ar-Raniry, Rukoh, Darussalam, Banda Aceh Banda Aceh dan di Laboratorium FMIPA Kimia USK. Pengambilan sampel limbah cangkang tiram berlokasi di tempat jualan tiram di sekitar jembatan Krueng Cut-lamnyong Desa Tibang Banda Aceh dan untuk pengambilan sampel air limbah cair domestik (*grey water*) diperoleh dari pemukiman rumah Desa Tungkop Kabupaten Aceh Besar. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.1. dan 3.2. serta lokasi pengambilan cangkang tiram dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Cangkang Tiram dan Air Limbah Domestik



Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel Limbah Cair Domestik



Gambar 3.3. Lokasi Pengambilan Sampel Cangkang Tiram

3.2 Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dimulai dari bulan November 2021 sampai Juli 2022. Jadwal aktivitas penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jadwal Aktivitas Penelitian

Kegiatan	Jadwal Aktivitas Penelitian																											
	Agustus				September				Oktober				November				Desember				Januari- Juni				Juli			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
Studi Literatur																												
Penyusunan proposal																												
Seminar proposal																												
Revisi proposal																												
Persiapan biokoagulan																												
Pengambilan sampel																												
Pembuatan sampel uji																												
Analisis data																												
Penyusunan tugas akhir																												
Sidang (munaqasyah)																												

3.3 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah jenis kuantitatif dengan metode eksperimen serta menggunakan dua variabel yaitu variabel bebas dan terikat. Variabel bebas adalah yang memberikan pengaruh pada variabel lain. Pada penelitian ini variabel bebas yang digunakan berupa variasi massa serbuk cangkang tiram, waktu pengadukan cepat dan waktu pengendapan. Sedangkan variabel terikat adalah yang dikenai pengaruh oleh variabel bebas. Pada penelitian ini variabel terikat berupa parameter yang diuji yang terdiri dari pH, BOD, COD, dan Turbiditas (kekeruhan).

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat-alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini ialah *Jar test*, timbangan analitik, *beaker glass*, *Erlenmeyer*, tabung reaksi, toples, lesung, jerigen, ember, gayung, blender elektrik, pipet volume, ayakan 100 mesh, multiparameter, COD meter, BOD meter, dan turbidity meter.

3.4.2 Bahan-bahan

Adapun bahan yang digunakan ialah limbah cangkang tiram, air limbah domestik (*grey water*), air suling (air bebas mineral), larutan H_2SO_4 , dan larutan $K_2Cr_2O_7$.

3.5 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel limbah cair domestik dapat dilihat pada Gambar 3.4. Teknik yang dipakai untuk mengambil sampel air ialah dengan metode pengambilan sesaat (*grab sampling*) yaitu air limbah diambil langsung saat itu juga pada lokasi tertentu sesuai dengan peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI 6989.59.2008). Berdasarkan standar tersebut, pengambilan sampel dilakukan dengan Langkah-langkah berikut:

1. Pengambilan sampel limbah cair domestik langsung diambil di saluran akhir pemukiman Desa Tungkob Kecamatan Darussalam Kabupaten Aceh Besar. Pengambilan Sampel dilakukan pada sore hari jam 16.30 WIB. Setelah itu di bawa ke lab untuk disimpan di lemari pendingin (tempat penyimpanan sampel) untuk dilakukan pengujian di keesokan harinya.
2. Sampel di ambil menegggunakan gayung bergagang Panjang dan kemudian dimasukkan ke dalam jirigen yang berukuran 5 L. Sehingga total air limbah yang diambil berkisar 20 L air limbah. Wadah tempat memasukkan sampel sesuai dengan SNI 6989.59.2008 yaitu terbuat dari bahan plastik poli etilen (PE) atau poli propilen (PP) atau dari bahan gelas, yang mudah ditutup kuat dan rapat, bersih, tidak mudah pecah dan bebas kontaminan.

3. Pengambilan sampel limbah cair domestik dilakukan dengan cara disiapkan alat pengambilan sampel lalu dibilas terlebih dahulu alatnya, kemudian diambil sampel dengan gayung bergagagang dan dimasukkan ke dalam jirigen (wadah yang sesuai peruntukannya). Setelah itu dilakukan pengujian parameter yang diuji dan catat hasil pengujian yang didapatkan.



Gambar 3.4 Pengambilan Sampel Limbah Cair Domestik

3.6 Tahapan Penelitian

3.6.1 Persiapan biokoagulan

Cangkang tiram terlebih dahulu dibersihkan dan dicuci serta dijemur sampai kering di bawah sinar matahari selama 7 hari. Lalu cangkang tiram ditumbuk menggunakan lesung dan diblender sampai halus setelah itu diayak dengan ayakan 100 mesh (Sriwahyuni, 2020).

3.6.2 Persiapan sampel

Cangkang tiram yang telah dihaluskan kemudian di timbang dengan timbangan analitik dan dibagi varian massanya serbuknya menjadi 0 g; 10 g; 30g; 50 g; dan 70 g. Lalu masing-masing varian massanya dimasukan kedalam *beaker*

glass dan ditambahkan air limbah domestik sebanyak 1 L pada tiap *beaker glass*. (Sriwahyuni, 2020).

3.6.3 Pengujian sampel

Pengujian sampel pada penelitiannya ini dilakukan dengan proses koagulasi dan flokulasi menggunakan *Jar test*, untuk penggunaan *Jar test* sesuai dengan peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI 19-6449-2000). Serbuk cangkang tiram yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam 1 L air limbah domestik dengan masing-masing variasi massa 0 g; 10 g; 30 g; 50 g; dan 70 g. Selanjutnya setiap variasi massanya diletakkan pada *Jar test* dengan kecepatan pengadukan 100 rpm, 125 rpm dan 150 rpm selama 30 menit dan kemudian dilanjutkan pengadukan lambat 50 rpm dengan waktu 60 menit. Lalu diendapkan selama 30, 60 dan 90 menit.

3.7 Pengukuran parameter kualitas air limbah

Parameter yang diukur yaitu parameter pH, BOD, COD, dan kekeruhan sesudah dilakukan proses koagulasi dan flokulasi menggunakan jartes.

3.7.1 Pengujian derajat keasaman (pH)

Berdasarkan SNI 06.6989.11.2004 untuk dapat mengetahui nilai pH (derajat keasaman) dilakukan dengan menggunakan pH meter. Adapun Langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Dibilas elektroda dengan akuades lalu dikeringkan dengan tisu
2. Dibilas elektroda dengan menggunakan sampel yang akan di uji
3. Dichelupkan elektroda kedalam sampel uji, lalu ditunggu sampai pembacaanya tetap.
4. Dicatat hasil pembacaan angka yang terdapat dalam pH meter.

3.7.2 Pengujian Turbiditas (Kekeruhan)

Berdasarkan (SNI 06.6989.25.2005) untuk menentukan kekeruhan air serta air limbah dapat menggunakan nefelometer dengan satuan NTU (*Nefelometrik Turbidity Unit*).

1. Kalibrasi nefelometer

- a. Nefelometer dioptimalkan sesuai petunjuk
- b. Dimasukkan larutan baku misal 40 NTU pada tabung pada nefelometer, lalu ditutup
- c. Ditunggu hingga alat menunjukkan pembacaan stabil
- d. Diatur alat hingga menampilkan angka kekeruhan larutan baku (misal 40 NTU)

Pengujian sampel:

- a. Dicuci tabung nefelometer dengan akuades
- b. Dimasukkan sampel kedalam tabung hingga batas ditentukan pada nefelometer.
- c. Kemudian tekan *call* dan dibiarkan alat hingga menunjukkan pembacaan nilainya menjadi stabil
- d. Dicatat nilai kekeruhan yang dihasilkan.

3.7.3 Pengujian BOD

Berdasarkan SNI 6989.72.2009 dalam mendapatkan jumlah oksigen terlarut yang diperlu oleh mikroba untuk mengoksidasi bahan organik karbon dalam contoh uji pada air limbah. Pengujian ini dilakukan di suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ dalam waktu 5 hari ± 6 jam.

1. Bahan yang dibutuhkan

- a. Akuades
- b. Larutan nutrisi (larutan *magnesium sulfat*, larutan *buffer fosfat*, larutan *feri klorida* dan *kalsium klorida*)
- c. Larutan suspensi bibit mikroba
- d. Larutan air pengencer
- e. Larutan glukosa-asam glutamate
- f. Larutan asam dan basa 1 N (larutan natrium hidroksida dan larutan asam sulfat)
- g. Larutan natrium sulfit
- h. Inhibitor nitrifikasi Allythiourea (ATU)

- i. Asam asetat
 - j. Larutan kalium iodide 10%
 - k. Kanji
2. Alat yang akan dipakai
- a. Botol DO
 - b. *Water cooler* atau lemari inkubasi suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, gelap
 - c. Botol gelas ukuran 5 L – 10 L
 - d. Pipet volumetrik ukuran 1,0 mL dan 1000,0 mL
 - e. pH meter
 - f. DO meter yang telah dilakukan kalibrasi
 - g. *Shaker*
 - h. Blender
 - i. Oven
 - j. Timbangan analitik
3. Prosedur
- a. 2 buah botol DO disiapkan dahulu, tiap botol dengan tanda A₁ dan A₂.
 - b. Dimasukkan larutan contoh ke setiap botol DO A₁ dan A₂ hingga meluap, hati-hati dalam menutup semuanya untuk terhindar dari munculnya gelembung udara.
 - c. Lalu dikocok, selanjutnya air akuades ditambahkan sekitar mulut botol DO yang ditutup.
 - d. Botol A₁ disimpan pada lemari inkubator $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ dalam waktu 5 hari.
 - e. Pengukuran oksigen terlarut dilakukan pada larutan botol A₁ dengan menggunakan alat DO meter yang sudah dikalibrasi sesuai dengan *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Membrane electrode method (4500-O G)* atau dengan metode titrasi secara iodometri (modifikasi Azida) sesuai dengan SNI 06-6989.14-2004. Hasil pengukuran ialah nilai dari oksigen terlarut nol hari (A₁) dilakukan paling lambat 30 menit setelah pengencaran.
 - f. Diulangi bagian e untuk botol A₂ yang sudah diinkubasi 5 hari $\pm$ 6 jam. Hasil pengukuran yang didapat ialah nilai oksigen terlarut 5 hari (A₂).

- g. Bagian a sampai f dilakukan untuk penetapan blanko dengan larutan pengencer tanpa menggunakan contoh uji. Hasil yang didapat ialah nilai oksigen terlarut nol hari (B_1) dan nilai oksigen terlarut 5 hari (B_2).
- h. Dilakukan bagian a hingga f untuk menetapkan ketetapan kontrol standar dengan digunakan larutan glukosa-asam glutamat. Perolehan hasilnya ialah nilai oksigen terlarut nol hari (C_1) dan nilai oksigen terlarut 5 hari (C_2).
- i. Diulangi poin a hingga f dari beberapa pengenceran contoh uji.

3.7.4 Pengujian COD

Berdasarkan (SNI 6989.2.2009) COD diuji untuk pengujian kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dalam air limbah. Adapun Langkah-langkahnya sebagai berikut:

Persiapan Sampel

1. Dimasukkan sampel limbah dengan pipet volume kedalam tabung reaksi sebanyak 2,5 ml, kemudian disusun ke dalam rak tabung reaksi dan diberi nama dengan label sesuai massa yang diberikan
2. Ditambahkan 1,5 ml larutan $K_2Cr_2O_7$ dengan pipet volume
3. Kemudian, ditambahkan 3,5 ml H_2SO_4 dengan menggunakan pipet volume, lalu ditutup.

Proses COD Inkubator

1. Dinyalakan alat COD reaktor, lalu ditekan tombol start, lalu tunggu suhunya sampai 150 °C hingga inkubator berbunyi.
2. Diletakkan tabung reaksi yang sudah dimasukkan sampel tadi ke dalam inkubator.
3. Ditekan start, lalu timer akan aktif, dan ditunggu selama 2 jam sampai inkubator bunyi.
4. Setelah itu, dikeluarkan tabung reaksi dari inkubator dan disusun kembali di rak tabung reaksi, kemudian didiamkan selama 15 menit. Sampel siap diuji.

Pengujian COD

1. Dinyalaan alat COD meter kemudian dikalibrasi dan dimasukkan akuades ke dalam tabung, lalu dimasukkan ke dalam COD meter sampai keluar angka 0,0 mg/L. Setelah itu alat siap digunakan.
2. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam alat COD meter.
3. Kemudian tekan *mencure*, lalu ditekan enter, dan akan muncul nilai COD dan dilakukan pencatatan hasil.

3.8 Analisis Data

Setelah nilai dari pengukuran parameter pH, BOD, COD, dan kekeruhan didapatkan, maka dilakukan perhitungan akhir untuk mengetahui efektivitas penurunan beban pencemar yang terdapat pada limbah cair domestik. Adapun perhitungannya yakni:

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{(Co - Ce)}{Co} 100\%$$

Keterangan:

Co = Konsentrasi awal (mg/L)

Ce = Konsentrasi akhir (mg/L)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Eksperimen

Pengujian eksperimen ini dari limbah cair domestik yang berlokasi di pemukiman rumah Desa Tungkop, Kecamatan Darussalam, Kabupaten Aceh Besar. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar parameter air limbahnya, seperti pH, BOD, COD, dan Kekeruhan.

Sampel limbah cair domestik telah diuji pengukuran awal dan parameter yang diuji yaitu parameter pH, BOD, COD, dan Kekeruhan. Pada pengukuran awal yang telah dilakukan menunjukkan bahwa parameter pH, BOD, COD yang telah diuji melebihi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016. Sedangkan parameter kekeruhan juga melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017.

Setelah dilakukan proses koagulasi-flokulasi dengan penambahan biokoagulan dari cangkang tiram pada limbah cair domestik (*grey water*) terjadi penurunan pada parameter yang telah diuji pada limbah cair domestik tersebut. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan kalsium karbonat dalam cangkang tiram yang mampu menurunkan kadar pencemar pada limbah domestik yang sudah diuji. Meskipun nilai pH, BOD, COD, dan kekeruhan setelah perlakuan penambahan serbuk cangkang tiram belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan. Akan tetapi beberapa parameter yang diuji sudah sudah mulai mengalami penurunan.

4.2 Hasil dan Pembahasan

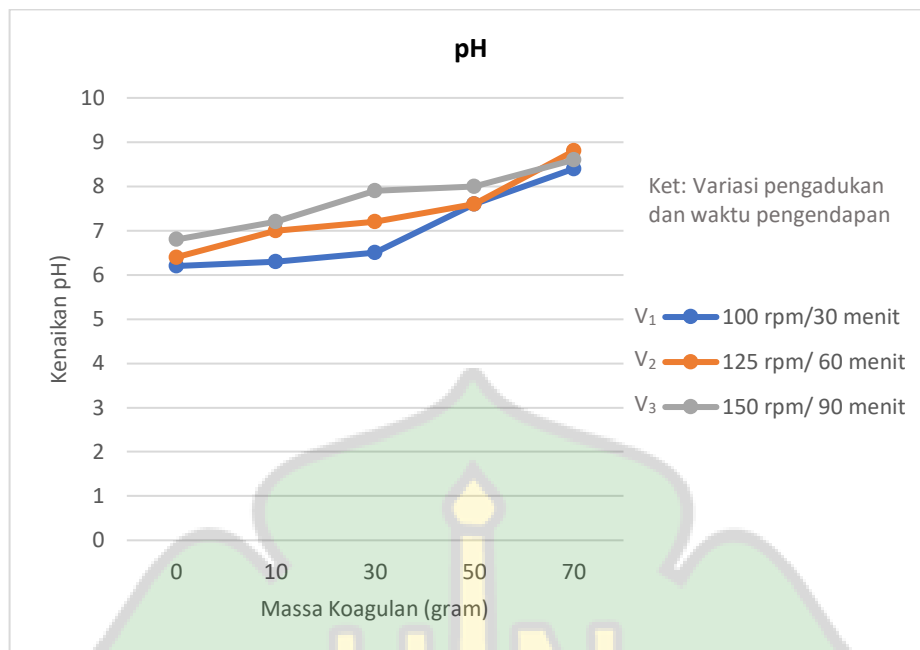
4.2.1 Parameter pH

Berikut penurunan nilai pH dengan beberapa variasi massa koagulan, variasi pengadukan cepat dan waktu pengendapan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran pH sebelum dan sesudah perlakuan

Tahapan Perlakuan	Massa koagulan	Kecepatan Pengadukan Cepat/Lambat	Waktu Pengendapan	Sebelum perlakuan	Setelah perlakuan pH	Baku mutu	ket.
Variasi I	0 gr	100 rpm (30 menit) / 50 rpm (60 menit)	30 menit	6,2	6,2	6-9	Memenuhi
	10 gr				6,3		
	30 gr				6,5		
	50 gr				7,6		
	70 gr				8,4		
Variasi II	0 gr	125 rpm (30 menit) / 50 rpm (60 menit)	60 menit	6,2	6,4	6-9	Memenuhi
	10 gr				7,0		
	30 gr				7,2		
	50 gr				7,6		
	70 gr				8,8		
Variasi III	0 gr	150 rpm (30 menit) / 50 rpm (60 menit)	90 menit	6,2	6,8	6-9	Memenuhi
	10 gr				7,2		
	30 gr				7,9		
	50 gr				8,0		
	70 gr				8,6		

Berdasarkan Tabel 4.1, nilai pH sebelum penambahan biokoagulan cangkang tiram adalah 6,2 yang menunjukkan bahwa parameter pH sudah memenuhi standar baku mutu. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai pH yang berbeda pada setiap variasi penambahan koagulan. Berikut hubungan massa koagulan dan kecepatan pengadukan serta lamanya waktu pengendapan terhadap kenaikan nilai pH dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik perbandingan parameter pH

Berdasarkan Gambar 4.1 di atas dapat dilihat bahwa di setiap penambahan koagulan nilai pH mengalami kenaikan dengan makin bertambahnya massa koagulan. Nilai pH yang bersifat netral diperoleh pada variasi II dengan penambahan koagulan 10 g yaitu 7. Dari ketiga variasi kenaikan nilai pH yang tinggi terjadi pada variasi II dengan kecepatan pengadukan cepat 125 rpm dengan pengendapan selama 60 menit kenaikan paling tinggi terjadi dengan massa koagulan 70 g yaitu 8,8 yang bersifat basa. Maka dari itu nilai pH sudah memenuhi standar baku mutu. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan kalsium karbonat yang ada pada cangkang tiram.

Kalsium karbonat sering digunakan dalam mengatasi masalah pencemaran limbah cair. Prastowo, Destiarti, & Zaharah (2017), menyatakan saat Kalsium Oksida (CaO) direaksikan dengan air (H_2O) maka akan terbentuk Ca(OH)_2 dan meningkatkan konsentrasi ion hidroksida (OH^-) yang merupakan pembawa sifat basa sehingga, pH air bertambah dari pH awal. Dengan demikian semakin tinggi penambahan variasi massa koagulan yang digunakan maka nilai pH semakin meningkat.

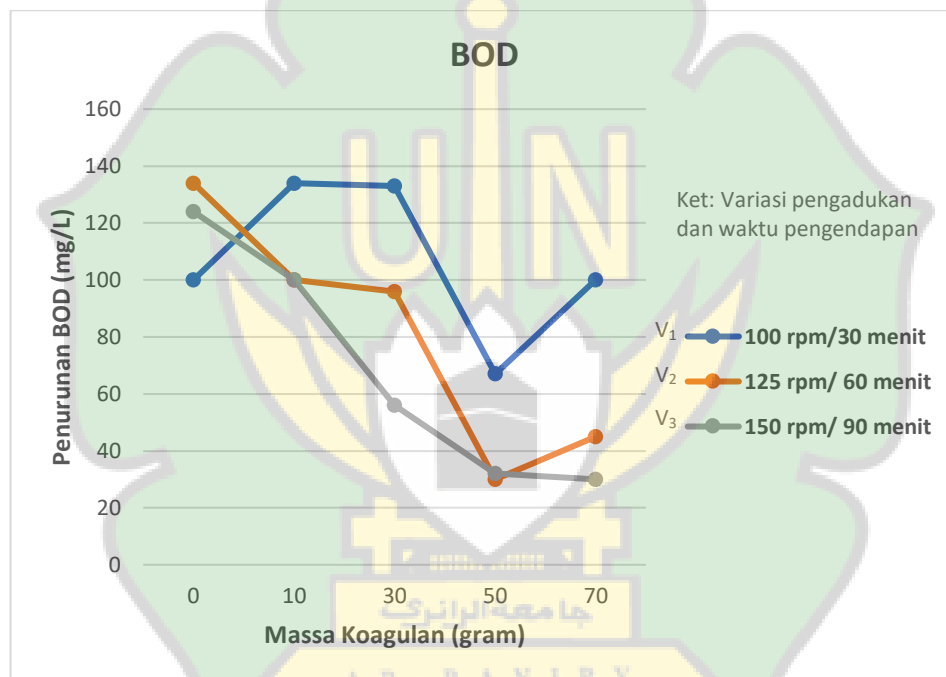
4.2.2 Parameter BOD

Berikut penurunan nilai parameter BOD dengan beberapa variasi massa koagulan, variasi pengadukan cepat dan waktu pengendapan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

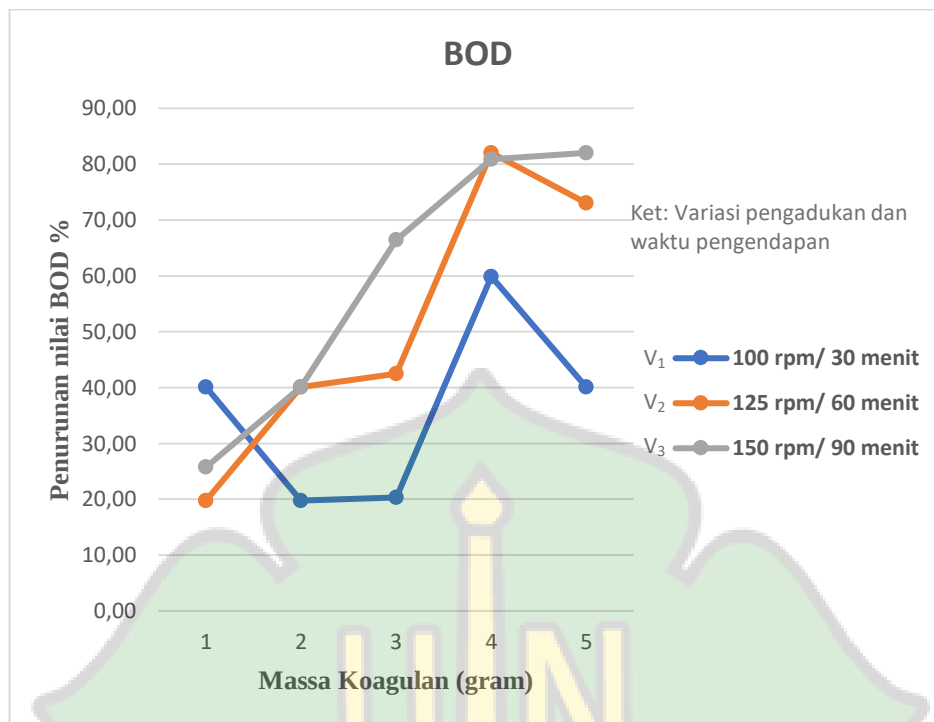
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran BOD sebelum dan sesudah perlakuan

Tahapan Perlakuan	Massa koagulan	Pengadukan Cepat/Lambat	Waktu Pengendapan	Sebelum perlakuan	BOD (mg/L) setelah perlakuan	Ef. (%)	Baku mutu	Ket.
Variasi I	0 g	150 rpm (30 menit)/ 50 rpm (60 menit)	30 menit	167	100	40,12	30	Tidak Memenuhi
	10 g				134	19,76		
	30 g				133	20,36		
	50 g				67	59,88		
	70 g				100	40,12		
Variasi II	0 g	125 rpm (30 menit)/ 50 rpm (60 menit)	60 menit	167	134	19,76	30	Tidak
	10 g				100	40,12		
	30 g				96	42,51		
	50 g				30	82,04		Memenuhi
	70 g				45	73,05		Tidak
Variasi III	0 g	150 rpm (30 menit)/ 50 rpm (60 menit)	90 menit	167	124	25,75	30	Tidak
	10 g				100	40,12		
	30 g				56	66,47		
	50 g				32	80,84		
	70 gr				30	82,04		Memenuhi

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 4.2, parameter BOD setelah uji *jar tes* mengalami penurunan dari penambahan variasi massa koagulan yang berbeda-beda. Sebelum uji *Jar test* nilai parameter BOD pada limbah cair domestik ialah 167 mg/L, hal ini menunjukkan bahwa parameter BOD pada air limbah tersebut belum memenuhi standar baku mutu, yaitu standar baku mutunya ialah 30 mg/L. Berikut hubungan massa koagulan dan pengadukan cepat serta lamanya waktu pengendapan terhadap penurunan nilai parameter BOD dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.

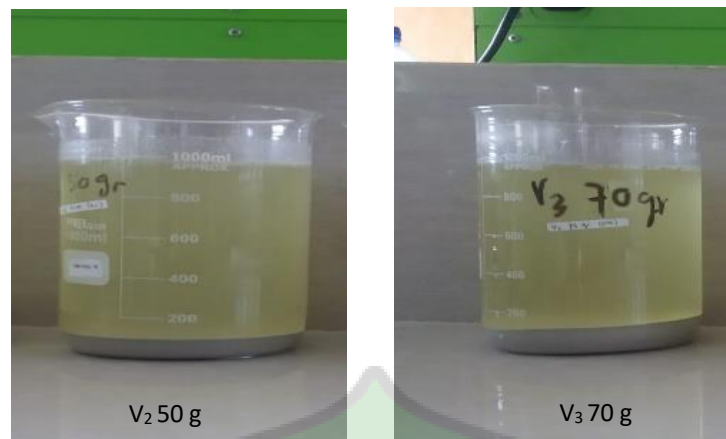


Gambar 4.2 Grafik Hubungan Massa Koagulan dan Kecepatan Pengadukan serta Waktu Pengendapan Terhadap Penurunan parameter BOD



Gambar 4.3 Grafik Persentase Penurunan nilai BOD pada Limbah Cair Domestik

Berdasarkan Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa di setiap penambahan koagulan nilai parameter BOD mengalami penurunan dengan makin bertambahnya massa koagulan. Maka pada konsentrasi optimum nilai parameter BOD semakin menurun. Pada variasi II dengan massa koagulan 50 g/L dengan kecepatan 125 rpm dan waktu pengendapan 60 menit sudah memenuhi standar baku mutu. Sedangkan pada variasi III dengan massa koagulan 70 g/L, juga memenuhi standar baku mutu. Oleh karena itu massa koagulan cangkang tiram pada variasi II dan III sudah ada yang memenuhi standar baku mutu yaitu batas maksimumnya 30 mg/L. Air Limbah setelah perlakuan dengan massa koagulan 50 g/L dan 70 g/L dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Air Limbah setelah perlakuan dengan massa koagulan 50 g/L dan 70 g/L

Dari ketiga variasi penurunan yang paling optimum terjadi pada variasi II dengan massa koagulan 50 g pada kecepatan pengadukan 125 rpm dan waktu pengendapan selama 60 menit yaitu 30 mg/L dan efektivitas penurunan sebesar 82,04 %. Hal ini dikarenakan pada kecepatan 125 rpm tidak terlalu cepat atau pun lambat.

Jenis koagulan dan kecepatan pengadukan merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses koagulasi. Sehingga semakin cepat atau lambatnya pengadukan maka nilai BOD akan bertambah dan efektivitas penurunannya akan semakin menurun (Nugraheni, Sudarno, & Hadiwidodo, 2014). Penurunan nilai BOD yang menurun juga dipengaruhi oleh kecepatan dan lama pengadukan saat proses koagulasi-flokulasi. Menurut Lestary, Darjati, & Marlik (2021), menyatakan bahwa saat pembentukan ukuran flok mencapai tingkat tertentu, maka flok-flok yang terbentuk menjadi tidak stabil dan akan mudah pecah kembali. maka dari itu kecepatan pengadukan akan berpengaruh terhadap penurunan nilai BOD.

Tingginya kadar BOD di perairan bisa diakibatkan dengan meningkatnya mikroorganisme yang terkandung di dalam perairan tersebut (Randy, Samsunar, & Utami, 2021). Penambahan massa koagulan cangkang tiram mengakibatkan menurunnya kadar BOD pada limbah cair domestik. Proses penurunan nilai BOD disebabkan oleh pengadukan terhadap penyerapan limbah domestik dengan koagulan yang digunakan dalam limbah tersebut. Dan Penambahan massa koagulan yang tidak sesuai maka akan menyebabkan koloid menjadi stabil kembali akibat

tidak ada ruang untuk membentuk penghubung antar partikel (Amanda, Marufi, & Dewi, 2019).

4.2.3 Parameter COD

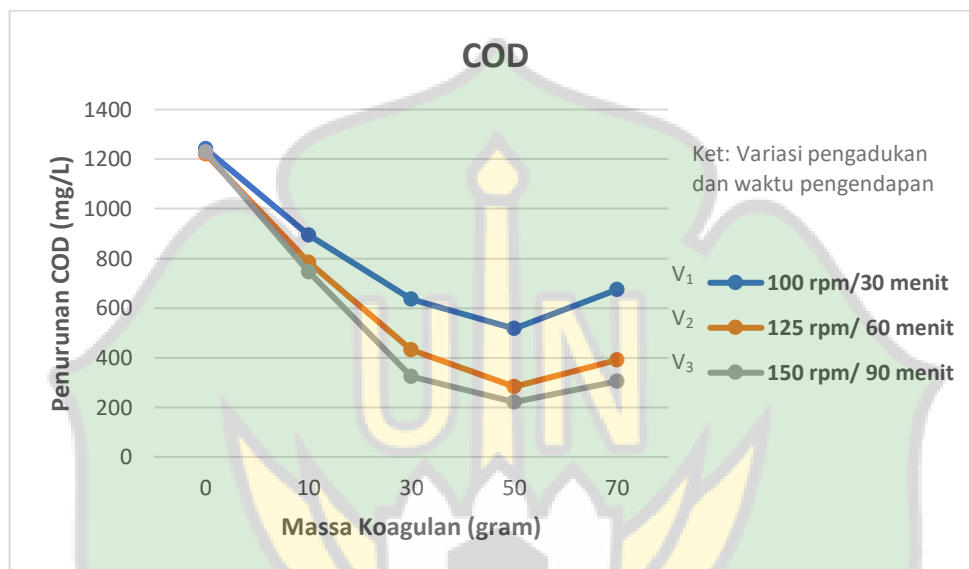
Berikut penurunan nilai parameter COD dengan beberapa variasi massa koagulan, pengadukan cepat dan waktu pengendapan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran COD sebelum dan sesudah perlakuan

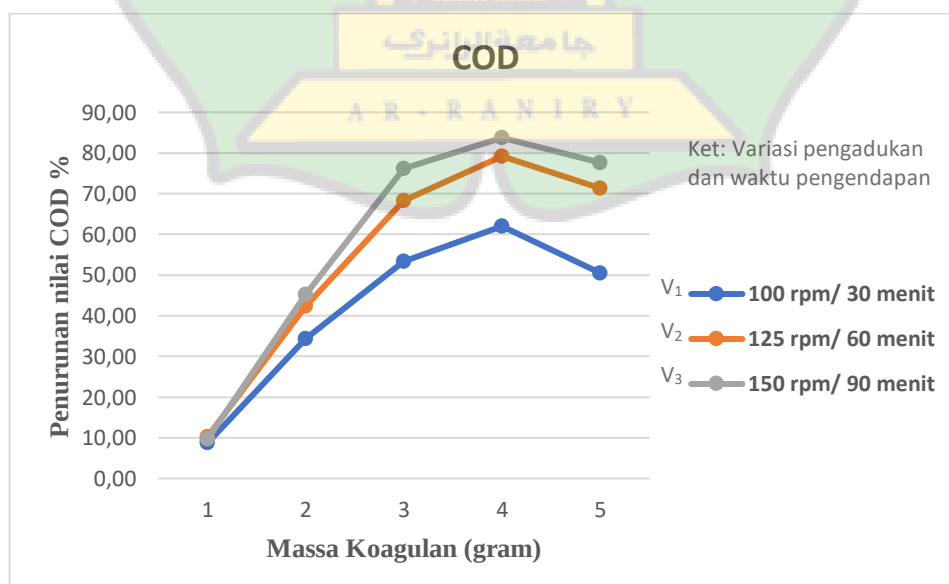
Tahapan Perlakuan	Massa koagulan	Pengadukan Cepat/ Lambat	Waktu Pengendapan	COD Sebelum perlakuan	COD (mg/L) setelah perlakuan	Ef. %	Baku Mutu	Ket.
Variasi I	0 gr	100 rpm (30 menit)/ 50 rpm (60 menit)	30 menit	1360	1241	8,75	100	Tidak memenuhi
	10 gr				893	34,34		
	30 gr				635	53,31		
	50 gr				517	61,99		
	70 gr				674	50,44		
Variasi II	0 gr	125 rpm (30 menit)/ 50 rpm (60 menit)	60 menit	1360	1220	10,29	100	Tidak memenuhi
	10 gr				784	42,35		
	30 gr				431	68,31		
	50 gr				283	79,19		
	70 gr				390	71,32		
Variasi III	0 gr	150 rpm (30 menit)/ 50 rpm (60 menit)	90 menit	1360	1228	9,71	100	Tidak memenuhi
	10 gr				745	45,22		
	30 gr				324	76,18		
	50 gr				221	83,75		
	70 gr				305	77,52		

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 4.3 parameter COD mengalami penurunan dari berbagai penambahan massa koagulan. Dapat dilihat nilai COD pada limbah cair domestik sebelum dilakukan uji *Jar test* ialah 1360 mg/L yang menunjukkan bahwa parameter COD pada air limbah tersebut masih belum

memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016. Berikut hubungan massa koagulan dan pengadukan cepat serta lamanya waktu pengendapan terhadap penurunan nilai parameter COD dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Massa Koagulan dan Kecepatan Pengadukan serta Waktu Pengendapan Terhadap Penurunan parameter COD



Gambar 4.6 Grafik Persentase Penurunan nilai COD pada Limbah Cair Domestik

Dapat dilihat dari Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 bahwa penambahan biokoagulan dari serbuk limbah cangkang tiram pada limbah cair domestik yang di uji dengan *Jar test* mampu menurunkan kadar nilai parameter COD yang ada pada air limbah domestik. Dari ketiga variasi diatas penurunan yang paling optimum terjadi pada variasi III dengan massa koagulan 50 g pada kecepatan pengadukan 150 rpm dan waktu pengendapan selama 90 menit yaitu 221 mg/L dan efektivitas penurunan sebesar 83,75 %. Maka dari itu parameter COD sudah mengalami penurunan akan tetapi belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 yaitu batas maksimum ialah 100 mg/L. Hal ini diduga karena adanya pengadukan cepat. Sriwahyuni, (2020) menyatakan bahwa dengan adanya pengadukan cepat akan mempermudah pencampuran koagulan pada air limbah. Maka koagulan yang sudah menyebar di air akan mampu mengikat padatan tersuspensi yang lebih banyak. Oleh karena itu didapatkan hasil endapan terhadap padatan tersuspensi yang lebih baik.

Penurunan nilai COD disebabkan oleh kemampuan kalsium pada cangkang tiram yang berfungsi mengikat molekul-molekul yang ada di air. Penambahan koagulan cangkang tiram mampu menurunkan nilai COD, karena disebabkan oleh oksidator yang mengoksidasi bahan organik di dalam air.

Pada penelitian yang telah dilakukan penurunan nilai COD yang diperoleh berbeda pada setiap penambahan koagulan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Aulia, Sustrisno, & Hadiwidodo (2016), bahwa efisiensi penurunan kadar parameter COD cenderung menurun disebabkan oleh muatan positif yang berlebih dari bahan koagulan sehingga pengikatan koloid yang mengandung zat organik kurang maksimal. Begitupun sebaliknya penyisihan kadar parameter COD yang kurang maksimal akibat kurangnya muatan positif dalam koagulan akan mengakibatkan tidak terbentuknya flok yang mengandung zat organik, yang bisa mengikat koloid, oleh karena itu hal ini berpengaruh dalam efisiensi penurunan nilai parameter COD pada limbah cair.

4.2.4 Parameter Kekeruhan

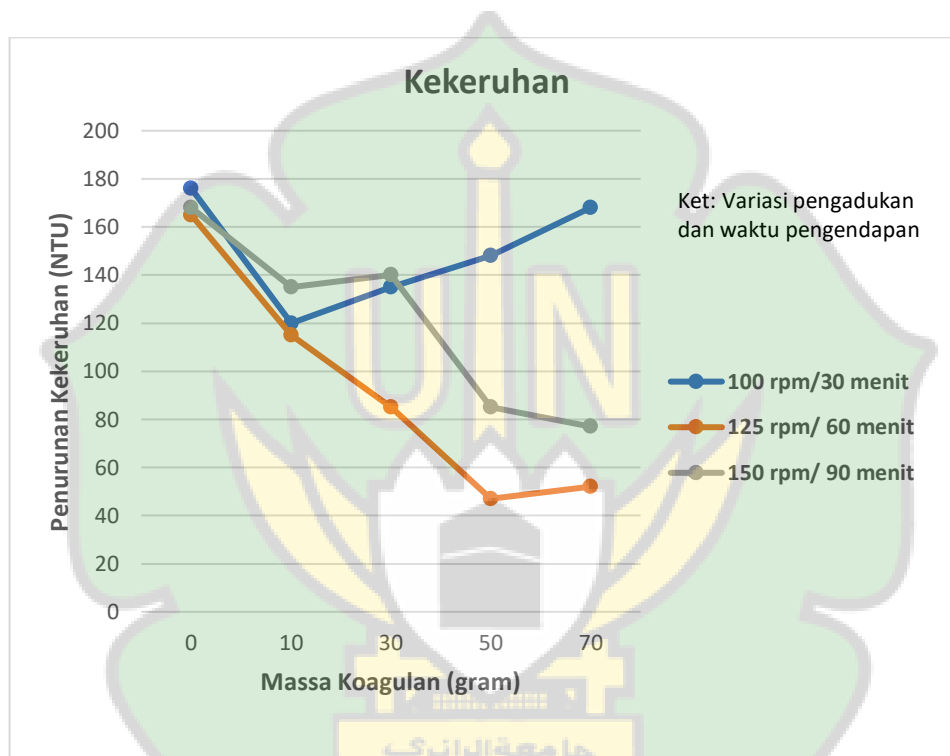
Berikut penurunan nilai parameter kekeruhan dengan beberapa variasi massa koagulan, variasi pengadukan cepat dan waktu pengendapan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Kekeruhan sebelum dan sesudah perlakuan

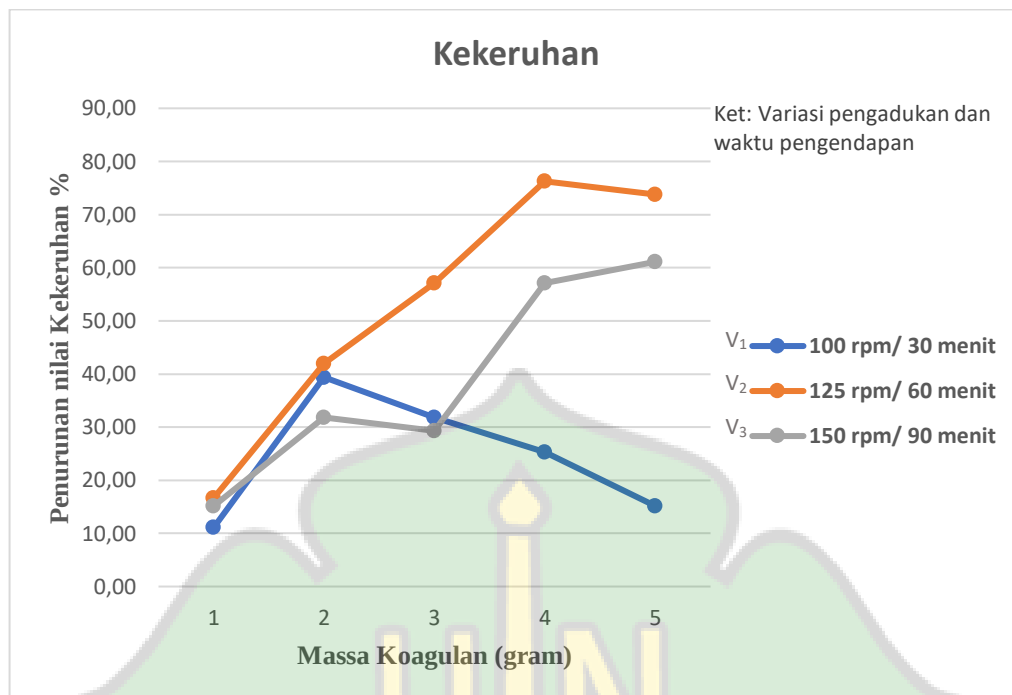
Tahapan Perlakuan	Massa koagulan	Pengadukan Cepat/ Lambat	Waktu Pengendapan	Sebelum perlakuan	Kekeruhan (NTU) Sesudah Perlakuan	Ef (%)	baku mutu	Ket.
Variasi I	0 gr	100 rpm (30 menit)/ 50 rpm (60 menit)	30 menit	198	176	11,11	25	Tidak memenuhi
	10 gr				120	39,39		
	30 gr				135	31,82		
	50 gr				148	25,25		
	70 gr				168	15,15		
Variasi II	0 gr	125 rpm (30 menit)/ 50 rpm (60 menit)	60 menit	198	165	16,67	25	Tidak memenuhi
	10 gr				115	41,92		
	30 gr				85	57,07		
	50 gr				47	76,26		
	70 gr				52	73,74		
Variasi III	0 gr	150 rpm (30 menit)/ 50 rpm (60 menit)	90 menit	198	168	15,15	25	Tidak
	10 gr				135	31,82		
	30 gr				140	29,29		
	50 gr				85	57,07		
	70 gr				77	61,11		

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 4.4 parameter kekeruhan mengalami penurunan dari berbagai penambahan variasi massa koagulan dan nilai yang diperoleh berbeda-beda. Parameter kekeruhan sebelum dilakukan uji *Jar test* ialah 198 NTU yang menunjukkan bahwa kadar parameter kekeruhan pada air

limbah tersebut masih belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air. Hubungan massa koagulan, kecepatan pengadukan, dan lama waktu pengendapan terhadap penurunan parameter kekeruhan dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8.



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Massa Koagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penurunan parameter Kekeruhan



Gambar 4.8 Grafik Hubungan Massa Koagulan dan Waktu Pengendapan Terhadap Penurunan parameter Kekeruhan

Berdasarkan Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 diatas dapat dilihat bahwa koagulan cangkang tiram mampu menurunkan nilai kekeruhan, dan pada setiap penambahan variasi massa koagulan mengalami nilai penurunan yang berbeda-beda. Dari ketiga variasi diatas penurunan yang paling optimum terjadi pada variasi II dengan massa koagulan 50 g pada kecepatan pengadukan 125 rpm dan waktu pengendapan selama 60 menit yaitu 47 NTU dan efektivitas penurunannya 76,26 %. Pada setiap variasi mengalami penurunan yang berbeda-beda, hal ini disebabkan dari kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan selama pengujian berlangsung.

Hendrawati, Sumarni, & Nurhasni (2015) menyatakan bahwa penambahan koagulan yang melebihi batas optimum dapat mengakibatkan naiknya nilai kekeruhan karena banyaknya bahan terlarut sehingga nilai kekeruhan akan naik, dan juga disebabkan terjadinya penyerapan kation yang berlebih oleh partikel koloid yang ada di air sehingga partikel koloid akan bermuatan positif dan terjadi gaya tolak menolak antar partikel, sehingga terjadi deflokulasi flok. Deflokulasi

flok mengakibatkan larutan akan menjadi semakin keruh dan nilai turbiditas akan meningkat. Menurut Sriwahyuni (2020), menyatakan bahwa nilai kekeruhan pada air limbah mengalami penurunan juga dapat dikarenakan penambahan dari berbagai variasi massa koagulan dan lamanya proses pengadukan cepat yang dilakukan.

Oleh karena itu berdasarkan gambar grafik diatas parameter kekeruhan pada limbah cair domestik ini sudah mulai mengalami penurunan akan tetapi belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 dengan standar baku mutunya adalah 25 NTU.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini yang dapat diambil adalah:

1. Penambahan variasi massa koagulan serbuk cangkang tiram berpengaruh terhadap parameter pH, BOD, COD dan Kekeruhan. Pada setiap variasi mengalami kenaikan dan penurunan yang berbeda-beda pada setiap parameter yang diuji. Meskipun masih ada yang belum memenuhi standar baku mutu, akan tetapi proses penurunan beberapa parameter yang diuji sudah mulai mengalami penurunan.
2. Kecepatan pengadukan dan waktu pengendapan berpengaruh terhadap parameter pH, BOD, COD dan Kekeruhan. Didapatkan nilai hasil akhir pH 8,8 yang bersifat basa pada variasi II dengan penambahan koagulan 70 g/L pada kecepatan 125 rpm dan pengendapan 60 menit. Penurunan parameter BOD dan Kekeruhan yang paling optimum pada variasi II dengan massa koagulan 50 g/L pada kecepatan 125 rpm dan pengendapan 60 menit sebesar 30 mg/L dengan efektivitas penurunan 82,4 % (BOD) dan 47 NTU dengan efektivitas penurunan 76,26 % (kekeruhan). Sedangkan penurunan COD yang paling optimum dengan massa koagulan 50 g/L pada kecepatan 150 rpm dan pengendapan 90 menit sebesar 221 mg/L dengan efektivitas penurunan 83,75 %.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini yang dapat diambil adalah:

1. Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan membandingkan efektivitas koagulan alami dan sintetis serta dengan metode yang berbeda seperti dijadikan dalam bentuk nanokalsium maupun sebagai kitosan.
2. Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan metode *Jar test* sebaiknya menggunakan sesuai dengan SNI 19-6449-2000 untuk kecepatan pengadukan lambat dan waktu pengadukan cepat $\pm$ selama 1 menit.

3. Koagulan dari limbah cangkang tiram lebih ramah lingkungan sehingga dapat dimanfaatkan keberadaan limbah cangkang tiram yang melimpah oleh perusahaan-perusahaan seperti farmasi ataupun herbal untuk memproduksi koagulan dari cangkang tiram sebagai koagulan alami untuk pengganti koagulan sintetis.



DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, Y. T., Marufi, I., & Dewi, A. (2019). Pemanfaatan Biji Trembesi (Samanea Saman) Sebagai Koagulan Alami Untuk Menurunkan BOD, COD, TSS dan Kekeruhan Pada Pengolahan Limbah Cair Tempe. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 2(3); 92-96.
- Andika, B., Wahyuningsih, P., & Fajri Rahmatul. (2020). Penentuan Nilai BOD Dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 2(1); 14-20.
- Ardiatma, D., Sari, P. A., & Imaniar, I. (2021). Effectiveness of Utilization Kerang Dara Shell's (Andara Granosa) As A Coagulants in Industrial Waste Water Treatment Processing. *Journal of Physics: Conference Series*, 1845;1-5.
- Atima, W. (2015). BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science dan Education*, 4(1); 83-94.
- Aulia, Z., Sustrisno, E., & Hadiwidodo, M. (2016). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kepiting Sebagai Biokoagulan Untuk Menurunkan Parameter Pencemar COD dan TSS Pada Limbah Industri Tahu. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1-11.
- Bija, S., Yulma, Imra, Aldian, Maulana, A., & Rozi, A. (2020). Sintesis Biokoagulan Berbasis Kitosan Limbah Sisik Ikan Bandeng Dan Aplikasinya Terhadap Nilai Bod Dan Cod Limbah Tahu Di Kota Tarakan. *JPHPI*, 23(1); 86-92.
- Chatoui, M., Lashian, S., Aguelmous, A., Souabi, S., Bahaoui, M., & Jada, A. (2017). Removal Of Oil and Grease From Vegetabel Oil Refinery Watewater by Coagulation-Flocculation Process. *Moroccan Journal Of Chemistry*, 683-690.

- Coniwanti, P., Mertha, I., & Diana, E. (2013). Pengaruh Beberapa Jenis Koagulan Terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dalam Tinjauannya Terhadap Turbidity, TSS, dan COD. *Jurnal Teknik Kimia*, 3(19) ; 22-30.
- Dahruji, Wilianarti, P. F., & Hendarto, T. (2017). Studi Pengolahan Limbah Usaha Mandiri Rumah Tangga dan Dampak Bagi Kesehatan di Wilayah Kenjeran. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1) ; 36-44.
- Handayani, L., & Syahputra, F. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Nanokalsium dari Cangkang Tiram (*Crassostrea gigas*). *JPHPI 2017*, 3(20) ; 515-523.
- Hendrawati, Delsy, S., & Nurhasni. (2013). Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarind indica* L) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) Sebagai Koagulan Alami Dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung* , 357-367.
- Hendrawati, Sumarni, S., & Nurhasni. (2015). Penggunaan Kitosan sebagai Koagulan Alami dalam perbaikan Kualitas Air Danau. *Jurnal Kimia Valensi*, 1(1) ; 1-11.
- Husnah. (2016). Pengaruh Waktu Pengadukan Pelan Pada Koagulasi Air Rawa. *Jurnal Redoks*, 1(1) ; 58-64.
- Imaniar, I., Ardiatama, D., & Sari, P. A. (2021). Effectiveness of Utilization Kerang Dara Shell's (*Andara Granosa*) As A Coagulants in Industrial Waste Water Treatment Processing. *Journal of Physics: Conference Series*, 1845;1-5.
- Kristijarti, A., Suharto, I., & Marieanna. (2013). *Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X*. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.
- Lestary, D. Y., Darjati, & Marlik. (2021). Penurunan Kadar BOD, COD, dan Total Coliform Dengan Penambahan Biokoagulan Biji Pepaya (*Carica Papaya* L). *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 18(1); 49-54.

- Maharani, V. S. (2017). *Studi Literatur: Pengolahan Minyak dan Lemak Limbah Industri*. Surabaya: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Martini, S., Yuliwati, E., & Kharismadewi, D. (2020). Pembuatan Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. *Distilasi*, 5(2) ; 26-33.
- Maturbongs, M. R. (2015). Pengaruh Tingkat Kekeruhan Perairan Terhadap Komposisi Spesies Makro Algae Kaitannya Dengan Proses Upwelling Pada Perairan Rutong-Leahari. *Agricola*, 5(1); 21-31.
- Mulyana, Y., Purnaini, R., & Sitorus, B. (2013). Pengolahan Limbah Cair Domestik Untuk Penggunaan Ulang (Water Reuse). *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1); 1-10.
- Nasihah, M., Saraswati, A. A., & Najah, S. (2018). Uji Pengolahan Limbah Cair Domestik Melalui Metode Koagulasi-Flokulasi dan Fitoremediasi dengan Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*). *Jurnal EnviScience*, 2(2) : 76-78.
- Nofriadi, R. K. (2021). *Pemanfaatan Limbah Cangkang Udang Sebagai Biokoagulan Dalam Pengolahan Air Terproduksi*. Pekanbaru: Program Studi Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Riau.
- Noperisa, V., & Waspodo, R. B. (2018). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Domestik Menggunakan Metode Regresi di Kota Bogor. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 3(3); 121-130.
- Nugraheni, D. T., Sudarno, & Hadiwidodo, M. (2014). *Cangkang Udang Sebagai Biokoagulan Untuk Penyisihan Turbidity, TSS, BOD dan COD Pada Pengolahan Air Limbah Farmasi PT. Phapros TBK, Semarang*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014. *Tentang Baku mutu Air Limbah*.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016. *Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.*

Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017. *Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum.*

Prastowo, P., Destiarti, L., & Zaharah, T. A. (2017). Penggunaan Kulit Kerang Darah Sebagai Koagulan Air Gambut. *JKK*, 6(4); 65-68.

Putra, D. N. (2021). *Penggunaan Kitosan dari Limbah Cangkang Bekicot (Achathina Fulica) Sebagai Biokoagulan dalam Pengolahan Air Terproduksi.* Pekanbaru: Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Putri, D. A., Joko, T., & Yunita, N. A. (2015). Kemampuan Koagulan Kitosan Dengan Vairasi Dosis Dalam Menurunkan Kandungan COD dan Kekeruhan Pada Limbah Cair Laundry (Studi pada Rahma Laundry, Kec. Tembalang Kota Semarang). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3(4) ; 711-722.

Rahimah, Z., Heldawati, H., & Syaunqiah, I. (2016). Pengolahan Limbah Deterjen dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur dan PAC. *Konversi*, 5(2) ; 13-19.

Randy, R., Samsunar, S., & Utami, M. (2021). Analisis Suhu, Derajat Keasaman (pH), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Biologycal Oxygen Demand (BOD) dalam Air Limbah Domestik di Dinas Lingkungan Hidup Sukoharjo. *Indonesian Journal Of Chemical Research*, 6(2); 12-22.

Rosidi, M., & Razif, M. (2017). Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Kertas Halus. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1); 40-44.

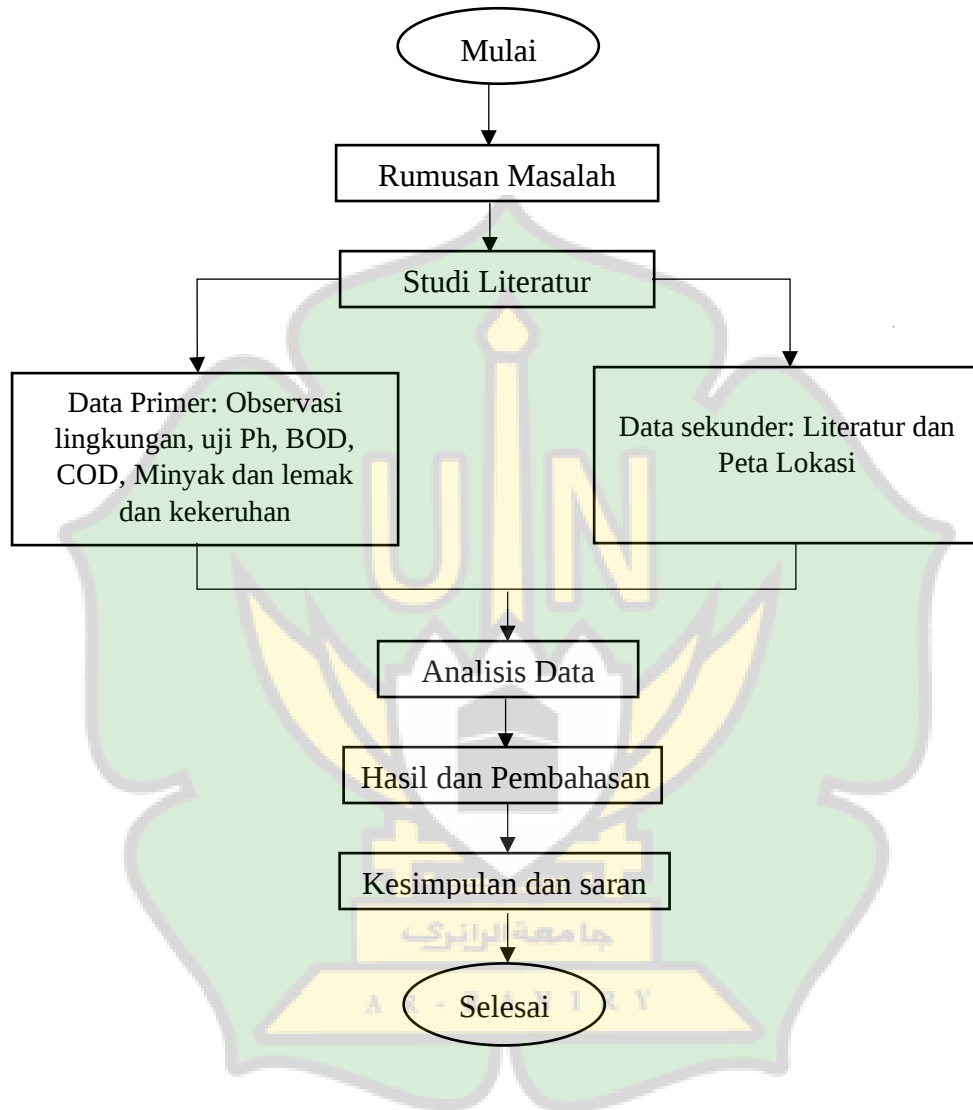
S, R. W., Iswanto, B., & Winarni. (2009). Pengaruh pH Pada Proses Koagulasi dengan Koagulan Aluminium Sulfat dan Ferri Klorida. *JTL*, 5(2) ; 40-46.

- Salmanu, S. A. (2017). Identifikasi Jenis Tiram dan Keanekaragamannya di Daerah Intertidal Desa Haria Kecamatan Sapura Kbupaten Maluku Tengah. *Jurnal Biology Science dan Education*, 6(2); 171-175).
- Sari S, R. S. (2013). Perbedaan Kemampuan Cangkang Kerang, Cangkang Kepiting Dengan Cangkang Udang Sebagai Koagulan Alami dalam Penjernihan Air Sumur Di Desa Tanjung Ibus Kecamatan Secanggang Kabupaten Langkat. *Skripsi*.
- SNI 19.6449. (2000). Metode Pengujian Koagulasi-Flokulasi Dengan Cara Jar. *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 06-6989.11. (2004). Air dan Air Limbah - Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) Dengan Menggunakan Alat pH Meter. *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 06-6989.25. (2005). Air dan Air Limbah - Bagian 25: Cara Uji Kekeruhan Dengan Nefelometer. *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI.6989.10. (2004). Air dan Air Limbah - Bagian 10: Cra Uji Minyak dan Lemak Secara Gravimetri. *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 6989.59. (2008). Air dan Air Limbah - Bagian 59: Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah. *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 6989.72. (2009). Air dan Air Limbah - Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/ BOD*). *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 6989.73. (2009). Tentang Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/ COD*) Dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri. *Badan Standarisasi Nasional*

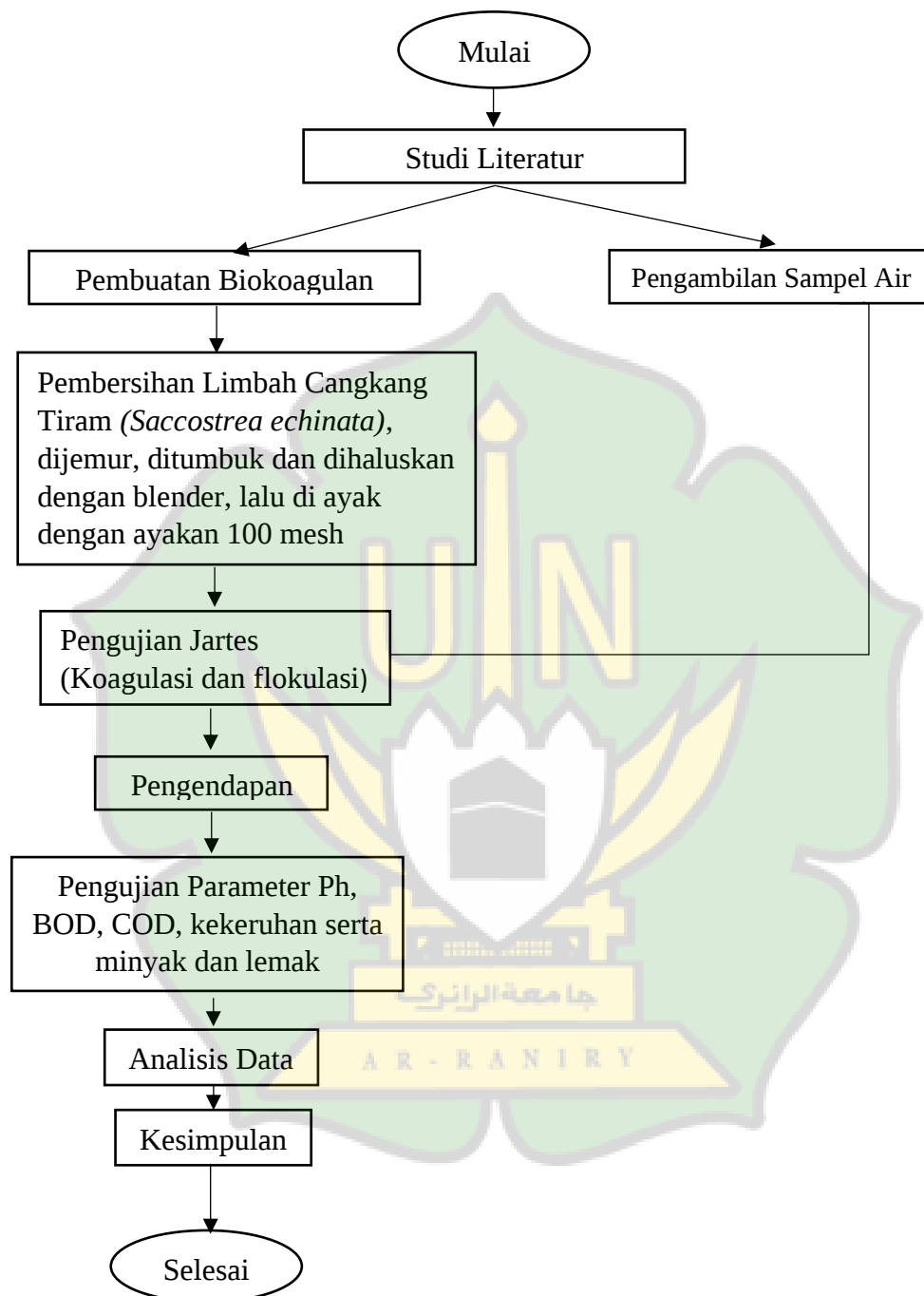
- Solihin, D., Prasetyani, D., Sari, A. R., Sugiarti, E., & Sunardi, D. (2020). Pemanfaatan Botol Bekas Sebagai Penyaring air Bersih Sederhana Bagi warga Desa Cicalengka Kecamatan Pagedangan Kabupaten Tangerang. *Dedikasi PKM Unpam*, 3(1) ; 98-102.
- South, E. A., & Nazir, E. (2016). Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga (Grey Water) Pada Salah Satu Perumahan Menengah Keatas yang Berada Di Tangerang Selatan. *Ecolab*, 10(2); 81-87.
- Sriwahyuni, D. (2020). *Penggunaan Cangkar Keong Sawah (Pila ampullacea) Sebagai Biokoagulan Pada Limbah Cair Domestik (Grey Water)*. Skripsi. Jurusan Teknik Lingkungan Uin Ar-raniry.
- Sulianto, A. A., Kurniati, E., & Haspari, A. A. (2020). Perancangan Unit Filtrasi Untuk Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Sistem Downflow. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 31-39.
- Sunarsih, E. (2014). Konsep Pengolahan Limbah Rumah Tangga Dalam Upaya Pencegahan Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 5(1) ; 162-167.
- Wibowo, M., & Rachman, R. A. (2020). Kajian Kualitas Perairan Laut Sekitar Muara Sungai Jelitik Kecamatan Sungailiat - Kabupaten Bangka. *Jurnal Presipitasi*, 17(1); 29-37.
- Yulis, P. A. (2018). Analisis Kadar Logam Merkuri (Hg) dan (pH) Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI). *Jurnal Pendidikan Kimia*, 2(1); 28-37.

LAMPIRAN I

1. Diagram Alir Tahapan Umum Penelitian



2. Diagram Alir Prosedur Kerja



LAMPIRAN II

PERHITUNGAN EFEKTIVITAS PARAMETER

A. Efektivitas Penurunan Parameter BOD

Variasi I

1. Koagulan 0 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(BOD \text{ Awal} - BOD \text{ Akhir})}{BOD \text{ Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(167 - 100)}{167} 100 \\ &= 40,12 \% \end{aligned}$$

2. Koagulan 10 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(BOD \text{ Awal} - BOD \text{ Akhir})}{BOD \text{ Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(167 - 134)}{167} 100 \\ &= 19,76 \% \end{aligned}$$

3. Koagulan 30 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(BOD \text{ Awal} - BOD \text{ Akhir})}{BOD \text{ Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(167 - 133)}{167} 100 \\ &= 20,36 \% \end{aligned}$$

4. Koagulan 50 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(BOD \text{ Awal} - BOD \text{ Akhir})}{BOD \text{ Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(167 - 67)}{167} 100 \\ &= 59,88 \% \end{aligned}$$

5. Koagulan 70 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(BOD \text{ Awal} - BOD \text{ Akhir})}{BOD \text{ Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(167 - 100)}{167} 100 \\ &= 40,12 \% \end{aligned}$$

Variasi II

1. Koagulan 0 gr, pengadukan cepat 125 rpm, pengendapan 60 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(BOD \text{ Awal} - BOD \text{ Akhir})}{BOD \text{ Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(167 - 134)}{167} 100 \\
 &= 19,76
 \end{aligned}$$

2. Koagulan 10 gr, pengadukan cepat 125 rpm, pengendapan 60 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(BOD \text{ Awal} - BOD \text{ Akhir})}{BOD \text{ Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(167 - 100)}{167} 100 \\
 &= 40,12
 \end{aligned}$$

3. Koagulan 30 gr, pengadukan cepat 125 rpm, pengendapan 60 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(BOD \text{ Awal} - BOD \text{ Akhir})}{BOD \text{ Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(167 - 96)}{167} 100 \\
 &= 42,51
 \end{aligned}$$

4. Koagulan 50 gr, pengadukan cepat 125 rpm, pengendapan 60 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(BOD \text{ Awal} - BOD \text{ Akhir})}{BOD \text{ Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(167 - 30)}{167} 100 \\
 &= 82,04
 \end{aligned}$$

5. Koagulan 70 gr, pengadukan cepat 125 rpm, pengendapan 60 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(BOD \text{ Awal} - BOD \text{ Akhir})}{BOD \text{ Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(167 - 45)}{167} 100 \\
 &= 73,05
 \end{aligned}$$

Variasi III

1. Koagulan 0 gr, pengadukan cepat 150 rpm, pengendapan 90 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(BOD \text{ Awal} - BOD \text{ Akhir})}{BOD \text{ Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(167 - 124)}{167} 100 \\
 &= 25,75 \%
 \end{aligned}$$

2. Koagulan 10 gr, pengadukan cepat 150 rpm, pengendapan 90 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(BOD \text{ Awal} - BOD \text{ Akhir})}{BOD \text{ Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(167 - 100)}{167} 100 \\
 &= 40,12 \%
 \end{aligned}$$

3. Koagulan 30 gr, pengadukan cepat 150 rpm, pengendapan 90 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(BOD \text{ Awal} - BOD \text{ Akhir})}{BOD \text{ Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(167 - 56)}{167} 100 \\
 &= 66,47 \%
 \end{aligned}$$

4. Koagulan 40 gr, pengadukan cepat 150 rpm, pengendapan 90 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(BOD \text{ Awal} - BOD \text{ Akhir})}{BOD \text{ Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(167 - 32)}{167} 100 \\
 &= 80,84 \%
 \end{aligned}$$

5. Koagulan 50 gr, pengadukan cepat 150 rpm, pengendapan 90 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(BOD \text{ Awal} - BOD \text{ Akhir})}{BOD \text{ Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(167 - 30)}{167} 100 \\
 &= 82,04 \%
 \end{aligned}$$

B. Efektivitas Penurunan Parameter COD

Variasi I

1. Koagulan 0 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(COD \text{ Awal} - COD \text{ Akhir})}{COD \text{ Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(1360 - 1241)}{1360} 100 \\
 &= 8,75 \%
 \end{aligned}$$

2. Koagulan 10 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(COD \text{ Awal} - COD \text{ Akhir})}{COD \text{ Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(1360 - 893)}{1360} 100 \\
 &= 34,34 \%
 \end{aligned}$$

3. Koagulan 30 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(1360 - 635)}{1360} 100 \\
 &= 53,31 \%
 \end{aligned}$$

4. Koagulan 50 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(1360 - 517)}{1360} 100 \\
 &= 61,99 \%
 \end{aligned}$$

5. Koagulan 70 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(1360 - 674)}{1360} 100 \\
 &= 50,44 \%
 \end{aligned}$$

Variasi II

1. Koagulan 0 gr, pengadukan cepat 125 rpm, pengendapan 60 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(1360 - 1220)}{1360} 100 \\
 &= 10,29 \%
 \end{aligned}$$

2. Koagulan 10 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(1360 - 784)}{1360} 100 \\
 &= 42,35 \%
 \end{aligned}$$

3. Koagulan 30 gr, pengadukan cepat 125 rpm, pengendapan 60 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(1360 - 431)}{1360} 100 \\
 &= 68,31 \%
 \end{aligned}$$

4. Koagulan 50 gr, pengadukan cepat 125 rpm, pengendapan 60 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(1360 - 283)}{1360} 100 \\
 &= 79,19 \%
 \end{aligned}$$

5. Koagulan 70 gr, pengadukan cepat 125 rpm, pengendapan 60 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(1360 - 390)}{1360} 100 \\
 &= 71,32 \%
 \end{aligned}$$

Variasi III

1. Koagulan 0 gr, pengadukan cepat 150 rpm, pengendapan 90 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(1360 - 1228)}{1360} 100 \\
 &= 9,71 \%
 \end{aligned}$$

2. Koagulan 10 gr, pengadukan cepat 150 rpm, pengendapan 90 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(1360 - 745)}{1360} 100 \\
 &= 45,22 \%
 \end{aligned}$$

3. Koagulan 30 gr, pengadukan cepat 150 rpm, pengendapan 90 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(1360 - 324)}{1360} 100 \\
 &= 76,18 \%
 \end{aligned}$$

4. Koagulan 40 gr, pengadukan cepat 150 rpm, pengendapan 90 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(1360 - 221)}{1360} 100 \\
 &= 83,75 \%
 \end{aligned}$$

5. Koagulan 50 gr, pengadukan cepat 150 rpm, pengendapan 90 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(1360 - 305)}{1360} \times 100 \\
 &= 77,57 \%
 \end{aligned}$$

C. Efektivitas Penurunan Parameter Kekeruhan

Variasi I

1. Koagulan 0 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(198 - 176)}{198} \times 100 \\
 &= 11,11 \%
 \end{aligned}$$

2. Koagulan 10 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(198 - 120)}{198} \times 100 \\
 &= 39,39 \%
 \end{aligned}$$

3. Koagulan 30 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(198 - 135)}{198} \times 100 \\
 &= 31,82 \%
 \end{aligned}$$

4. Koagulan 50 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(198 - 148)}{198} \times 100 \\
 &= 25,25 \%
 \end{aligned}$$

5. Koagulan 70 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{(198 - 168)}{198} \times 100 \\
 &= 15,15 \%
 \end{aligned}$$

Variasi II

1. Koagulan 0 gr, pengadukan cepat 125 rpm, pengendapan 60 menit

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(198 - 165)}{198} \times 100 \\ &= 16,67\% \end{aligned}$$

2. Koagulan 10 gr, pengadukan cepat 100 rpm, pengendapan 30 menit

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(198 - 115)}{198} \times 100 \\ &= 41,92 \% \end{aligned}$$

3. Koagulan 30 gr, pengadukan cepat 125 rpm, pengendapan 60 menit

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(198 - 85)}{198} \times 100 \\ &= 57,07 \% \end{aligned}$$

4. Koagulan 50 gr, pengadukan cepat 125 rpm, pengendapan 60 menit

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(198 - 47)}{198} \times 100 \\ &= 76,26 \% \end{aligned}$$

5. Koagulan 70 gr, pengadukan cepat 125 rpm, pengendapan 60 menit

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(198 - 52)}{198} \times 100 \\ &= 73,74\% \end{aligned}$$

Variasi III

1. Koagulan 0 gr, pengadukan cepat 150 rpm, pengendapan 90 menit

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(198 - 168)}{198} \times 100 \\ &= 15,15 \% \end{aligned}$$

2. Koagulan 10 gr, pengadukan cepat 150 rpm, pengendapan 90 menit

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(198 - 135)}{198} \times 100 \\ &= 31,82 \% \end{aligned}$$

3. Koagulan 30 gr, pengadukan cepat 150 rpm, pengendapan 90 menit

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(198 - 140)}{198} \times 100 \\ &= 29,29\% \end{aligned}$$

4. Koagulan 40 gr, pengadukan cepat 150 rpm, pengendapan 90 menit

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(198 - 85)}{198} \times 100 \\ &= 57,07 \% \end{aligned}$$

5. Koagulan 50 gr, pengadukan cepat 150 rpm, pengendapan 90 menit

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Kekeruhan Awal} - \text{Kekeruhan Akhir})}{\text{Kekeruhan Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(198 - 77)}{198} \times 100 \\ &= 61,11 \% \end{aligned}$$

LAMPIRAN III
Dokumentasi Pengujian

No	Gambar	Keterangan
1.		Pengambilan Limbag cangkang tiram di dekat Jembatan krueng cut desa Tibang
2.		Pencucian Limbah cangkang tiram
3.		Penjemuran cangkang tiram
4.		Penumbukan limbah cangkang tiram
5.		

	 	Pengayakan serbuk cangkang tiram
6.		Penimbangan variasi massa serbuk cangkang tiram
7.		Pengambilan sampel limbah cair domestik

8.		Sampel limbah cair sebelum perlakuan
9.		Proses koagulasi flokulasi

	    	
10.		Pengukuran pH
11.		Proses pengukuran COD

		
12.		Proses pengukuran kekeruhan

Air dan air limbah – Bagian 25 : Cara uji kekeruhan dengan nefelometer

1 Ruang lingkup

Cara uji ini digunakan untuk menetapkan kekeruhan air dan air limbah dengan nefelometer. Kekeruhan maksimum yang dapat diukur dalam pengujian ini adalah 40 *Nefelometrik Turbidity Unit* (NTU), apabila contoh uji mempunyai kekeruhan lebih dari 40 NTU maka contoh harus diencerkan.

2 Istilah dan definisi

2.1

contoh uji

air dan air limbah untuk keperluan pemeriksaan kualitas air

2.2

Kekeruhan

sifat pembiasan dan atau penyerapan optik dari suatu cairan, di hitung dalam satuan *Nefelometrik Turbidity Unit* (NTU) atau Unit Kekeruhan Nefelometri (UKN)

2.3

suspensi induk

suspensi yang mempunyai kekeruhan 4000 NTU , yang digunakan untuk membuat suspensi baku dengan kekeruhan yang lebih rendah

2.4

suspensi baku

suspensi induk yang diencerkan dengan air suling sampai kekeruhan tertentu

3 Cara uji

3.1 Prinsip

Intensitas cahaya contoh uji yang di serap dan dibiaskan, dibandingkan terhadap intensitas cahaya suspensi baku.

3.2 Bahan

- a) air suling yang mempunyai daya hantar listrik kurang dari 2 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- b) Larutan I
Larutkan 1,00 g hidrazin sulfat $((\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{SO}_4)$ dengan air suling dan encerkan menjadi 100 mL dalam labu ukur.
- c) Larutan II
Larutkan 10,00 g heksa metilen tetramine $((\text{CH}_2)_6\text{N}_4)$ dengan air suling dan encerkan menjadi 100 mL dalam labu ukur.
- d) suspensi induk kekeruhan 4000 NTU
Campurkan 5,0 mL larutan I dan 5,0 mL larutan II ke dalam labu ukur 100 mL. Diamkan selama 24 jam pada suhu $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$.

CATATAN Suspensi tersebut tahan sampai satu tahun bila disimpan secara baik.

SNI 06-6989.25-2005

- e) suspensi baku kekeruhan 40 NTU
 Encerkan 10 mL suspensi induk kekeruhan 4000 UKN menjadi 1000 mL dengan air suling.

CATATAN Siapkan suspensi baku ini setiap kali pengujian.

3.3 Peralatan

- a) nefelometer;
 b) gelas piala;
 c) botol semprot;
 d) pipet volume 5 mL dan 10 mL;
 e) neraca analitik; dan
 f) labu ukur 100 mL dan 1000 mL.

3.4 Prosedur pengujian

3.4.1 Kalibrasi nefelometer

- a) optimalkan nefelometer untuk pengujian kekeruhan, sesuai petunjuk penggunaan alat;
 b) masukkan suspensi baku kekeruhan (misalnya 40 NTU) ke dalam tabung pada nefelometer. Pasang tutupnya;
 c) biarkan alat menunjukkan nilai pembacaan yang stabil;
 d) atur alat sehingga menunjukkan angka kekeruhan larutan baku (misalnya 40 NTU).

3.4.2 Penetapan contoh uji

- a) cuci tabung nefelometer dengan air suling;
 b) kocok contoh dan masukkan contoh ke dalam tabung pada nefelometer. Pasang tutupnya;
 c) biarkan alat menunjukkan nilai pembacaan yang stabil;
 d) catat nilai kekeruhan contoh yang teramati.

3.5 Perhitungan

$$\text{Kekeruhan (NTU)} = A \times fp$$

dengan pengertian:

A adalah kekeruhan dalam NTU contoh yang diencerkan;
 fp adalah faktor pengenceran.

4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

4.1 Jaminan mutu

- a) Gunakan bahan kimia *pro analysis* (p.a).
 b) Gunakan alat gelas bebas kontaminan.
 c) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
 d) Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu penyimpanan maksimum.
 e) Dikerjakan oleh analis yang kompeten.

SNI 06-6989.11-2004

Air dan air limbah – Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter

1 Ruang lingkup

Metode ini meliputi, cara uji derajat keasaman (pH) air dan air limbah dengan menggunakan alat pH meter.

2 Acuan normatif

ASTM D1293 - 95, *Standard Test Methods for pH of Water*.

3 Istilah dan definisi

3.1

pH larutan

minus logaritma konsentrasi ion hidrogen yang ditetapkan dengan metode pengukuran secara potensiometri dengan menggunakan pH meter

3.2

larutan penyangga (buffer) pH

larutan yang dibuat dengan melarutkan garam dari asam lemah-basa kuat atau basa lemah-asam kuat sehingga menghasilkan nilai pH tertentu dan stabil

3.3

Certified Reference Material (CRM)

bahan standar bersertifikat yang tertelusur ke sistem nasional atau internasional

4 Cara uji

4.1 Prinsip

Metode pengukuran pH berdasarkan pengukuran aktifitas ion hidrogen secara potensiometri/elektrometri dengan menggunakan pH meter.

4.2 Bahan

4.2.1 Larutan penyangga (buffer)

Larutan penyangga 4, 7 dan 10 yang siap pakai dan tersedia dipasaran, atau dapat juga dibuat dengan cara sebagai berikut:

- a) Larutan penyangga, pH 4,004 (25°C).
Timbangkan 10,12 g kalium hidrogen ptalat, $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$, larutkan dalam 1000 mL air suling.
- b) Larutan penyangga, pH 6,863 (25°C).
Timbangkan 3,387 g kalium dihidrogen fosfat, KH_2PO_4 dan 3,533 g dinatrium hidrogen fosfat, Na_2HPO_4 , larutkan dalam 1000 mL air suling.
- c) Larutan penyangga, pH 10,014 (25°C).
Timbangkan 2,092 g natrium hidrogen karbonat, NaHCO_3 dan 2,640 g natrium karbonat, Na_2CO_3 , larutkan dalam 1000 mL air suling.

SNI 06-6989.11-2004

4.3 Peralatan

- a) pH meter dengan perlengkapannya;
- b) pengaduk gelas atau magnetik;
- c) gelas piala 250 mL;
- d) kertas tissue;
- e) timbangan analitik; dan
- f) termometer.

4.4 Persiapan pengujian

- a) Lakukan kalibrasi alat pH-meter dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat setiap kali akan melakukan pengukuran.
- b) Untuk contoh uji yang mempunyai suhu tinggi, kondisikan contoh uji sampai suhu kamar.

4.5 Prosedur

- a) Keringkan dengan kertas tisu selanjutnya bilas elektroda dengan air suling.
- b) Bilas elektroda dengan contoh uji.
- c) Celupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- d) Catat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.

5 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

5.1 Jaminan mutu

- a) Gunakan bahan kimia berkualitas pro analisis (pa).
- b) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi dan terkalibrasi.
- c) Gunakan pH meter yang terkalibrasi
- d) Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
- e) Lakukan analisis segera atau lakukan analisis di lapangan.

5.2 Pengendalian mutu

- a) Lakukan analisis duplo untuk kontrol ketelitian analisis.
- b) Buat kartu kendali (*control chart*) untuk akurasi analisis dengan CRM.

SNI 6989.59:2008

Air dan air limbah – Bagian 59: Metoda pengambilan contoh air limbah**1 Ruang lingkup**

Metoda ini digunakan untuk pengambilan contoh air guna keperluan pengujian sifat fisika dan kimia air limbah.

2 Acuan normatif

SNI 06-6989.1-2004, *Air dan air limbah – Bagian 1: Cara uji daya hantar listrik (DHL)*.

SNI 06-6989.11-2004, *Air dan air limbah – Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan pH meter*.

SNI 06-6989.14-2004, *Air dan air limbah – Bagian 12: Cara uji oksigen terlarut secara yodometri (modifikasi azida)*.

SNI 06-6989.23-2005, *Air dan air limbah – Bagian 23: Cara uji suhu dengan termometer*.

SNI 06-2420-1991, *Metode pengujian kelindian dalam air dengan titrimetrik*.

SNI 06-2422-1991, *Metode pengujian keasaman dalam air dengan titrimetrik*.

3 Istilah dan definisi**3.1****air limbah**

sisa dari suatu hasil usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair

3.2**kualitas air limbah**

sifat-sifat air limbah yang ditunjukkan dengan besaran, nilai atau kadar bahan pencemar atau komponen lain yang terkandung didalamnya

3.3**contoh sesaat (*grab sample*)**

air limbah yang diambil sesaat pada satu lokasi tertentu

3.4**contoh gabungan waktu**

campuran contoh yang diambil dari satu titik pada waktu yang berbeda, dengan volume yang sama

3.5**contoh gabungan tempat**

campuran contoh yang diambil dari titik yang berbeda pada waktu yang sama, dengan volume yang sama

3.6**contoh gabungan waktu dan tempat**

campuran contoh yang diambil dari beberapa titik dalam satu lokasi pada waktu yang berbeda, dengan volume yang sama

SNI 6989.59:2008

4 Peralatan

4.1 Alat pengambil contoh

4.1.1 Persyaratan alat pengambil contoh

Alat pengambil contoh harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

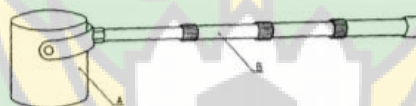
- terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi sifat contoh;
- mudah dicuci dari bekas contoh sebelumnya;
- contoh mudah dipindahkan ke dalam botol penampung tanpa ada sisa bahan tersuspensi di dalamnya;
- mudah dan aman di bawa;
- kapasitas alat tergantung dari tujuan pengujian.

4.1.2 Jenis alat pengambil contoh

- Alat pengambil contoh sederhana

Alat pengambil contoh sederhana dapat berupa ember plastik yang dilengkapi dengan tali atau gayung plastik yang bertangkai panjang.

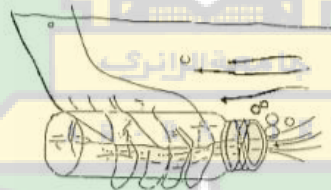
CATATAN Dalam praktiknya, alat sederhana ini paling sering digunakan dan dipakai untuk mengambil air permukaan atau air sungai kecil yang relatif dangkal.



Keterangan gambar:

- A adalah pengambil contoh terbuat dari polietilen
B adalah *handle* (tipe teleskopi yang terbuat dari aluminium atau stanlestit)

Gambar 1 Contoh alat pengambil contoh gayung bertangkai panjang



Gambar 2 Contoh botol biasa secara langsung

Air dan air limbah – Bagian 73: Cara uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi
(Chemical Oxygen Demand/COD) dengan refluks tertutup secara titrimetri

1 Ruang lingkup

Metode ini digunakan untuk pengujian kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dalam air dan air limbah dengan reduksi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ secara titrimetri pada kisaran nilai COD 40 mg/L sampai dengan 400 mg/L.

Metode ini digunakan untuk contoh uji dengan kadar klorida kurang dari 2000 mg/L.

4/10

2 Istilah dan definisi

2.1

blind sample

larutan dengan kadar analit tertentu yang diperlakukan seperti contoh uji

2.2

Chemical Oxygen Demand (COD)

jumlah oksidan $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ yang bereaksi dengan contoh uji dan dinyatakan sebagai mg O_2 untuk tiap 1000 mL contoh uji

2.3

larutan induk

larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah

2.4

larutan baku

larutan induk yang diencerkan dengan air suling bebas organik sampai kadar tertentu

2.5

larutan blanko atau air bebas organik

air suling yang tidak mengandung senyawa organik atau mengandung senyawa organik dengan kadar lebih rendah dari batas deteksi atau pertakuannya sama dengan contoh uji

2.6

spike matrix

contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

3 Cara uji

3.1 Prinsip

Senyawa organik dan anorganik, terutama organik, dalam contoh uji dioksidasi oleh $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ dalam refluks tertutup selama 2 jam menghasilkan Cr^{3+} . Kelebihan kalium dikromat yang tidak tereduksi, dititrasi dengan larutan Ferro Ammonium Sulfat (FAS) menggunakan indikator ferroin. Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen (O_2 mg/L).

SNI 6989.73:2009

3.2 Bahan

- a) air bebas organik;
- b) larutan pereaksi asam sulfat;
Larutkan 10,12 g serbuk atau kristal Ag_2SO_4 ke dalam 1000 mL H_2SO_4 pekat. Aduk hingga larut.

CATATAN Proses pelarutan Ag_2SO_4 dalam asam sulfat dibutuhkan waktu pengadukan selama 2 (dua) hari, sehingga digunakan magnetic stirrer untuk mempercepat melarutnya pereaksi.

- c) larutan baku kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 0,01667 M ($\approx 0,1$ N) (digestion solution);
Larutkan 4,903 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang telah dikeringkan pada suhu 150°C selama 2 jam ke dalam 500 mL air bebas organik. Tambahkan 167 mL H_2SO_4 pekat dan 33,3 g HgSO_4 . Larutkan dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.

CATATAN Larutan baku kalium dikromat ini dapat menggunakan larutan siap pakai.

- d) larutan indikator ferroin;
Larutkan 1,485 g 1,10-phenanthrolin monohidrat dan 695 mg $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dalam air bebas organik dan encerkan sampai 100 mL.

CATATAN Larutan indikator ini dapat menggunakan larutan siap pakai.

- e) larutan baku Ferro Ammonium Sulfat (FAS) 0,05 M;
Larutkan 19,6 g $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dalam 300 mL air bebas organik, tambahkan 20 mL H_2SO_4 pekat, dinginkan dan tepatkan sampai 1000 mL.

- f) asam sulfamat ($\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$);
Digunakan jika ada gangguan nitrit. Tambahkan 10 mg asam sulfamat untuk setiap mg $\text{NO}_2\text{-N}$ yang ada dalam contoh uji.

- g) larutan baku Kalium Hidrogen Ftalat ($\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOK}$, KHP) $\approx \text{COD } 500 \text{ mg O}_2/\text{L}$
Gerus perlahan KHP, lalu keringkan sampai berat konstan pada suhu 110°C . Larutkan 425 mg KHP ke dalam air bebas organik dan tepatkan sampai 1000 mL. Larutan ini stabil bila disimpan dalam kondisi dingin pada temperatur $4^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ dan dapat digunakan sampai 1 minggu selama tidak ada pertumbuhan mikroba. Sebaiknya larutan ini dipersiapkan setiap 1 minggu.

CATATAN 1 Larutan baku Kalium Hidrogen Ftalat digunakan sebagai pengendalian mutu kinerja pengukuran.

CATATAN 2 Larutan baku KHP dapat menggunakan larutan siap pakai.

3.3 Peralatan

- a) 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);
- b) pemanas dengan lubang-lubang penyangga tabung (heating block);

CATATAN Jangan menggunakan oven.

- c) mikroburet;
- d) labu ukur 100,0 mL dan 1000,0 mL;

- e) pipet volumetrik 5,0 mL; 10 mL dan 25,0 mL;
- f) pipet ukur 5 mL; 10 mL dan 25 mL;
- g) Erlenmeyer;
- 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 $4^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ dengan waktu simpan maksimum yang direkomendasikan 7 hari.

3.5 Persiapan pengujian

Lakukan standarisasi larutan baku FAS dengan larutan baku kalium dikromat setiap melakukan pengujian dengan cara sebagai berikut:

Pipet 5,0 mL digestion solution ke dalam erlenmeyer, tambahkan air bebas organik sejumlah contoh uji dan dinginkan pada suhu ruang. Tambahkan 1 tetes - 2 tetes indikator ferroin dan titrasi dengan larutan titrasi FAS. Hitung kembali molaritas larutan.

Molaritas larutan FAS =

$$\frac{\text{Volume } 0,1\text{N larutan } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ mL}}{\text{Volume FAS yang digunakan (mL)}} \times \text{normalitas digestion solution} \quad (1)$$

3.6 Prosedur

- a) pipet volume contoh uji dan tambahkan digestion solution dan tambahkan larutan pereaksi asam sulfat ke dalam tabung atau ampul, seperti yang dinyatakan dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1 – Contoh uji dan larutan pereaksi untuk bermacam-macam Digestion vessel

Digestion vessel	Contoh uji (mL)	Digestion solution (mL)	Larutan pereaksi asam sulfat (mL)	Total volume (mL)
Tabung kultur				
16 x 100 mm	2,50	1,50	3,5	7,5
20 x 150 mm	5,00	3,00	7,0	15,0
25 x 150 mm	10,00	6,00	14,0	30,0
Standar Ampul:				
10 mL	2,50	1,50	3,5	7,5

SNI 6989.73:2009

- b) tutup tabung dan kocok perlahan sampai homogen;
- c) letakkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150 °C, lakukan digestion selama 2 jam;

CATATAN Selalu gunakan alat pelindung diri yang sesuai dan lakukan di ruang asam.

- d) dinginkan perlahan-lahan contoh uji yang sudah direfluks sampai suhu ruang. Saat pendinginan sesekali tutup contoh uji dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas;
- e) pindahkan secara kuantitatif contoh uji dari tube atau ampul ke dalam Erlenmeyer untuk titrasi;
- f) tambahkan indikator ferroin 0,05 mL - 0,1 mL atau 1 - 2 tetes dan aduk dengan pengaduk magnetik sambil dititrasi dengan larutan baku FAS 0,05 M sampai terjadi perubahan warna yang jelas dari hijau-biru menjadi coklat-kemerahan, catat volume larutan FAS yang digunakan;
- g) lakukan langkah 3.6 a) sampai dengan 3.6 f) terhadap air bebas organik sebagai blanko. Catat volume larutan FAS yang digunakan.

3.7 Perhitungan

Nilai COD sebagai mg/L O₂:

$$\text{COD (mg O}_2\text{/L)} = \frac{(A - B) \times M \times 8000}{\text{mL contoh uji}} \quad (2)$$

Keterangan:

- A adalah volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko, dinyatakan dalam milliliter (mL);
- B adalah volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk contoh uji, dinyatakan dalam milliliter (mL);
- M adalah molaritas larutan FAS;
- 8000 adalah berat milliequivalent oksigen x 1000 mL/L.

4 Pengendalian mutu

- a) Gunakan bahan kimia pro analisa (pa).
- b) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- c) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- d) Gunakan air suling bebas organik untuk pembuatan blanko dan larutan kerja.
- e) Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
- f) Lakukan analisis blanko dengan frekuensi 5% - 10% per batch (satu seri pengukuran) atau minimal 1 kali untuk jumlah contoh uji kurang dari 10 sebagai kontrol kontaminasi.
- g) Lakukan analisis duplo dengan frekuensi 5% - 10% per satu seri pengukuran atau minimal 1 kali untuk jumlah contoh uji kurang dari 10 sebagai kontrol ketelitian analisis. Jika Perbedaan Persen Relatif (Relative Percent Difference, RPD) lebih besar atau sama dengan 10%, maka dilakukan pengukuran selanjutnya untuk mendapatkan RPD kurang dari 10%.

Persen RPD

$$\% \text{ RPD} = \frac{|\text{hasil pengukuran} - \text{duplikat pengukuran}|}{(\text{hasil pengukuran} + \text{duplikat pengukuran})/2} \times 100\% \quad (3)$$

- h) Lakukan kontrol akurasi dengan larutan baku KHP dengan frekuensi 5% - 10% per batch atau minimal 1 kali untuk 1 batch. Kisaran persen temu balik adalah 85% - 115%.

SNI 6989.73:2009

Persen temu balik (% recovery, %R)

$$\%R = \left(\frac{A}{B} \right) \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

A adalah hasil pengukuran larutan baku KHP, dinyatakan dalam miligram per liter (mg/L);

B adalah kadar larutan baku KHP hasil penimbangan (target value), dinyatakan dalam miligram per liter (mg/L).

5 Presisi dan bias

Standar ini telah melalui uji banding metode dengan peserta 10 laboratorium pada kadar 194 mg COD/L tanpa klorida dengan tingkat presisi (%RSD) 4,4% dan akurasi (bias metode) 1,8%, sedangkan pada kadar 48,6 mg COD/L tanpa klorida dengan peserta 11 laboratorium menghasilkan tingkat presisi (%RSD) 10,52% dan akurasi (bias metode) 5,5%.





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, DAN KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA
LABORATORIUM INSTRUMENTASI DAN PENELITIAN
DARUSSALAM BANDA ACEH

LEMBAR HASIL UJI
No : 007/B/LHU/Kim/2022

Sampel ID : Air Limbah
Permintaan : Erawati
Tanggal Penerimaan : 13 Desember 2021
Tanggal Analisa : 14 – 28 Desember 2021
Hasil Analisa :

No	Sampel ID		Hasil Analisa	
			Minyak Lemak (mg/L)	BOD (mg/L)
1	V1	0	0,144	100
2		10	0,056	134
3		30	0,066	133
4		50	0,064	67
5		70	0,088	100
6	V2	0	0,14	134
7		10	0,11	100
8		30	0,032	96
9		50	0,030	30
10		70	0,012	45
11	V3	0	0,14	124
12		10	0,12	100
13		30	0,08	56
14		50	0,07	32
15		70	0,02	30

Darussalam 3 Januari 2022
Laboratorium Analisis Instrumentasi Kimia
Kepala

Dr. Lelifajri, M.Si
Nip. 197002212000032002