

**EFEKTIVITAS BIOKOAGULAN BIJI PEPAYA
(*Carica papaya L.*) TERHADAP PENURUNAN KADAR
PENCEMAR PADA LIMBAH *LAUNDRY***

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

NURUL MUSFIRA

NIM. 170702013

**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

**EFEKTIVITAS BIOKOAGULAN BIJI PEPAYA (*Carica papaya L.*)
TERHADAP PENURUNAN KADAR PENCEMAR PADA LIMBAH
*LAUNDRY***

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana Dalam Prodi Teknik Lingkungan

Diajukan Oleh:

NURUL MUSFIRA

NIM. 170702013

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

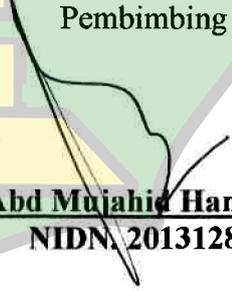
Banda Aceh, 19 Juli 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


Bhayu Gita Bhernama, M.Si
NIDN. 2023018901


Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc
NIDN. 2013128901

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


Dr. Eng. Nur Aida, M.Si.
NIDN. 2016067801

LEMBAR PENGESAHAN

**EFEKTIVITAS BIOKOAGULAN BIJI PEPAYA (*Carica papaya L.*)
TERHADAP PENURUNAN KADAR PENCEMAR PADA LIMBAH
*LAUNDRY***

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

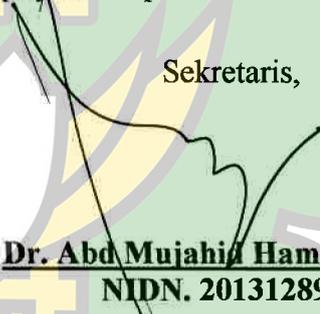
Pada Hari/Tanggal: Selasa, 19 Juli 2022
20 Dzulhijjah 1443 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

Sekretaris,


Bhayu Gita Bhernama, M.Si
NIDN. 2023018901


Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc
NIDN. 2013128901

Penguji I,

Penguji II,


Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
NIDN. 2002028301


Vera Viena, M.T
NIDN. 0123067802

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



Deo Azhar Amsal, M.Pd.
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nurul Musfira
Nim : 170702013
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Efektivitas Biokoagulan Biji Pepaya (*Carica papaya*
L.) Terhadap Penurunan Kadar Pencemar Pada Limbah
Laundry

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
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 dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

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

Banda Aceh, 19 Juli 2022

Yang menyatakan,



Nurul Musfira
NIM.170702013

ABSTRAK

Nama : Nurul Musfira
NIM : 170702013
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Efektivitas Biokoagulan Biji Pepaya (*Carica papaya L.*)
Terhadap Penurunan Kadar Pencemar Pada Limbah
Laundry
Tanggal Sidang : Selasa, 19 Juli 2022
Tebal Skripsi : 80 Halaman
Pembimbing I : Bhayu Gita Bhernama, M.Si.
Pembimbing II : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.
Kata Kunci : Limbah *laundry*, koagulasi flokulasi, biokoagulan, biji pepaya

Limbah *laundry* merupakan limbah yang berasal dari kegiatan pencucian pakaian yang menggunakan deterjen, sabun atau bahan pembersih lainnya. Salah satu metode untuk menurunkan kadar pencemar pada limbah *laundry* yaitu melalui proses koagulasi dan flokulasi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) dalam menurunkan kadar pH, COD, TSS dan fosfat pada limbah *laundry* serta mengetahui pengaruh variasi massa biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap penurunan kadar pH, COD, TSS dan fosfat pada limbah *laundry*. Variasi massa biokoagulan biji pepaya yaitu 2, 3, 4 dan 5 gram. Hasil analisis perlakuan menggunakan biokoagulan biji pepaya menurunkan nilai pH dari kadar pH awal 8,1 menjadi 6,5 pada massa biokoagulan biji pepaya 4 gram dan masih memenuhi rentang pH 6–9 sesuai baku mutu. Penurunan kadar COD dan TSS yang terbaik dari penelitian ini pada massa biokoagulan biji pepaya 4 gram dengan persentase penurunan COD sebesar 54% dan TSS sebesar 33%, namun tidak memenuhi baku mutu. Semakin besar massa biokoagulan biji pepaya maka semakin besar pula penurunan kadar pH, COD dan TSS. Berbeda dengan kadar fosfat yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya massa biokoagulan biji pepaya. Oleh karena itu, penggunaan biokoagulan biji pepaya masih belum efektif dalam menurunkan kadar pencemar pada limbah *laundry*.

ABSTRACT

Name : Nurul Musfira
Student ID Number : 170702013
Study Program : Environmental Engineering
Title : Effectiveness of Papaya Seeds Biocoagulant (*Carica papaya L.*) Against Reducing Pollutant Levels in Laundry Wastewater
Session Date : Tuesday, 19 July 2022
Thesis Thickness : 80 pages
Advisor I : Bhayu Gita Bhernama, M.Si.
Advisor II : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.
Keywords : Laundry wastewater, coagulation flocculation, biocoagulant, papaya seeds

*Laundry wastewater is wastewater that comes from washing clothes that use detergent, soap or other cleaning agent. One of the method to reduce the level of pollutants in laundry wastewater is through the process of coagulation and flocculation. The purpose of this research is to knowing the effectiveness of papaya seed biocoagulant (*Carica papaya L.*) in reducing pH, COD, TSS and phosphate levels in laundry wastewater as well as knowing the effect of variations at the mass of papaya seed biocoagulant (*Carica papaya L.*) in reducing pH, COD, TSS and phosphate levels in laundry wastewater. The mass variation of papaya seed biocoagulant is 2, 3, 4 and 5 grams. The results of the treatment analysis using papaya seed biocoagulant lowered the pH value from the initial pH level of 8.1 to 6.5 at the mass of papaya seed biocoagulant 4 grams and still met the pH range of 6–9 according to quality standards. The best reduction in COD and TSS levels from this research at the mass of papaya seed biocoagulant 4 grams with percentage decrease in COD by 54% and TSS by 33%, but did not meet quality standards. The greater the mass of papaya seed biocoagulant, the greater the decrease in pH, COD and TSS levels. In contrast to phosphate levels which increased along with increasing mass of papaya seed biocoagulant. Therefore, the use of papaya seed biocoagulant is still not effective in reducing pollutant levels in laundry wastewater.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. karena berkat limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Efektivitas Biokoagulan Biji Pepaya (*Carica papaya L.*) Terhadap Penurunan Kadar Pencemar Pada Limbah *Laundry*.”

Selawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad Saw. yang telah membawa umatnya dari alam kebodohan menuju alam yang penuh ilmu pengetahuan. Beliau yang telah menunjukkan jalan yang lurus yaitu ajaran agama Islam yang sangat sempurna dan menjadi rahmatan lil 'alamin.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry.
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc. selaku Sekretaris Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry.
3. Ibu Bhayu Gita Bhernama, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Teuku Muhammad Ashari, M.Sc. selaku Dosen Penguji I Tugas Akhir yang telah memberi saran dan arahan yang dapat membangun dalam penulisan tugas akhir.

6. Ibu Vera Viena, M.T selaku Dosen Penguji II Tugas Akhir yang telah memberi saran dan arahan yang dapat membangun dalam penulisan tugas akhir.
7. Bapak M. Faisi Ikhwali, M.Eng. selaku Dosen Penasehat Akademik (PA) Program Studi Teknik Lingkungan.
8. Bapak Arief Rahman, M.T. selaku Ketua Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry.
9. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama perkuliahan.
10. Ibu Firda Elvisa dan Ibu Nurul Huda selaku Staf Program Studi Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry.
11. Teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Lingkungan, terkhusus angkatan 2017 yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan kepada penulis.
12. Semua pihak yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Teristimewa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua tercinta yang selalu mendoakan kesuksesan penulis, memberikan nasihat, dukungan dan pengorbanan yang tak terhingga sehingga penulis berkesempatan melanjutkan pendidikan ke tingkat perguruan tinggi, semoga penulis bisa membahagiakan dan membanggakan kedua orang tua.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca, terutama bagi penulis sendiri dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun bagi penyempurnaan tugas akhir ini. Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Banda Aceh, 19 Juli 2022

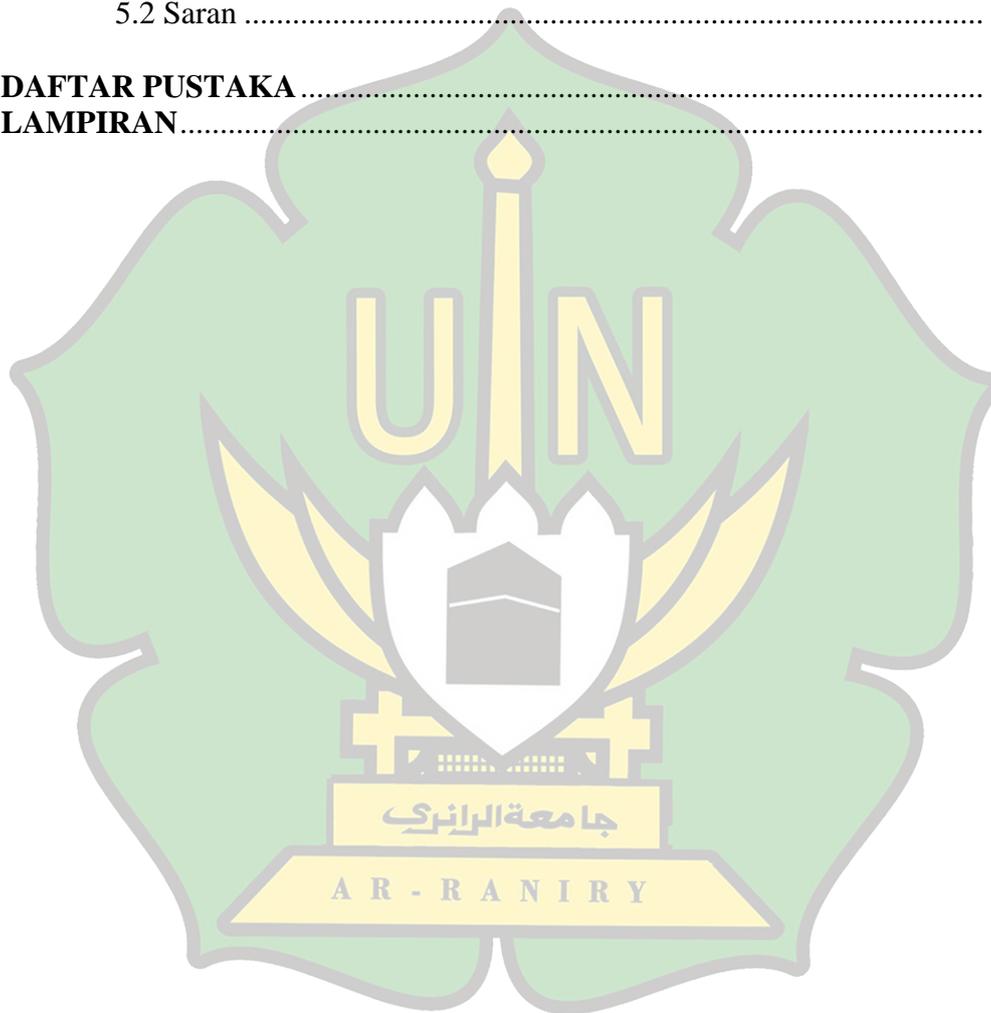
Penulis,

Nurul Musfira

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Limbah <i>Laundry</i>	5
2.2 Koagulasi dan Flokulasi	10
2.3 Biji Pepaya	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Alur Penelitian	17
3.2 Variabel Penelitian	19
3.3 Uji Pendahuluan	19
3.4 Lokasi Pengambilan dan Pengujian Sampel	20
3.4.1 Lokasi Pengambilan Sampel	20
3.4.2 Lokasi Pengujian Sampel	22
3.5 Alat dan Bahan Penelitian	22
3.6 Preparasi Biokoagulan Biji Pepaya	23
3.7 Pengujian Koagulasi Flokulasi	23
3.8 Pengujian Parameter	24
3.8.1 Pengujian pH	24
3.8.2 Pengujian <i>chemical oxygen demand</i> (COD)	25
3.8.3 Pengujian <i>total suspended solid</i> (TSS)	25
3.8.4 Pengujian Fosfat	26
3.9 Analisis Data	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Eksperimen	28
4.2 Pembahasan	30

4.2.1 Efektivitas Biokoagulan Biji Pepaya (<i>Carica papaya L.</i>) Terhadap Penurunan Kadar pH, COD, TSS dan Fosfat....	30
4.2.2 Pengaruh Massa Biokoagulan Biji Pepaya (<i>Carica papaya L.</i>) Terhadap Penurunan Kadar pH, COD, TSS dan Fosfat	35
BAB V PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme proses koagulasi-flokulasi	13
Gambar 2.2 Mekanisme <i>charge neutralization</i>	15
Gambar 2.3 Biji pepaya.....	16
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	17
Gambar 3.2 Lokasi pengambilan sampel limbah <i>laundry</i>	20
Gambar 3.3 Pengambilan sampel limbah <i>laundry</i>	21
Gambar 3.4 Sampel limbah <i>laundry</i>	21
Gambar 3.5 Pengadukan cepat dan lambat	24
Gambar 4.1 Limbah <i>laundry</i> sebelum perlakuan.....	29
Gambar 4.2 Limbah <i>laundry</i> setelah perlakuan	30
Gambar 4.3 Grafik penurunan pH.....	31
Gambar 4.4 Grafik penurunan COD	32
Gambar 4.5 Grafik penurunan TSS.....	34
Gambar 4.6 Grafik kenaikan fosfat.....	35
Gambar 4.7 Grafik pengaruh massa biokoagulan biji pepaya terhadap penurunan pH.....	36
Gambar 4.8 Grafik pengaruh massa biokoagulan biji pepaya terhadap penurunan COD	37
Gambar 4.9 Grafik pengaruh massa biokoagulan biji pepaya terhadap penurunan TSS.....	39
Gambar 4.10 Grafik pengaruh massa biokoagulan biji pepaya terhadap kenaikan Fosfat.....	40

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku mutu air limbah <i>laundry</i>	7
Tabel 3.1 Hasil uji pendahuluan limbah <i>laundry</i>	19
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam proses penelitian	22
Tabel 3.3 Bahan yang digunakan dalam pengujian parameter	22
Tabel 4.1 Hasil pengujian parameter limbah <i>laundry</i> sebelum dan setelah dilakukan perlakuan.....	28



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Tahapan Penelitian	48
Lampiran 2 Contoh Perhitungan	60
Lampiran 3 Hasil Uji Pendahuluan Parameter Fosfat.....	64
Lampiran 4 Hasil Uji Parameter Fosfat	65
Lampiran 5 Hasil Uji Fosfat Pada Biokoagulan Biji Pepaya.....	66
Lampiran 6 SNI 6989.59:200862 Metoda Pengambilan Contoh Air	67



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan Ketua Asosiasi *Laundry* Indonesia (ASLI), usaha *laundry* mengalami pertumbuhan sebesar 20% dari tahun ke tahun. Tahun 2018 tercatat bahwa jumlah usaha *laundry* di Indonesia telah mencapai 4.000 usaha (Pangesti, 2021). Usaha *laundry* menghasilkan limbah dari kegiatan mencuci yang menggunakan deterjen, sabun atau bahan pembersih lainnya (Hak, dkk., 2018). Kegiatan pencucian pakaian mengakibatkan penggunaan deterjen meningkat. Faktanya pencucian pada jasa *laundry* ini mencapai 75 s.d 80 kg setiap harinya dan limbah *laundry* yang dihasilkan berkisar 35 s.d 50 liter. Peningkatan jumlah limbah akibat pencucian pakaian yang dihasilkan ini memiliki dampak langsung kepada lingkungan apabila tidak dikelola dan diolah dengan baik karena limbah *laundry* dapat mencemari badan air (Abdullah dkk., 2019). Apabila limbah *laundry* yang berasal dari sisa kegiatan mencuci dibuang begitu saja dengan kandungan busa yang melimpah dapat menghambat masuknya oksigen ke perairan, menghalangi masuknya cahaya matahari ke badan air, dan mengurangi nilai estetika. Pencemaran lingkungan perairan di sekitar pemukiman penduduk dari kegiatan *laundry* yang membuang limbah cairnya tanpa proses pengolahan ke badan air menyebabkan menurunnya kualitas air dan berpengaruh terhadap ekosistem akuatik (Rachmawati dkk., 2014).

Limbah *laundry* memiliki kandungan diantaranya surfaktan, fosfat, *chemical oxygen demand* (COD), *biological oxygen demand* (BOD) dan *total suspended solid* (TSS) yang tinggi (Rajagukguk, 2018). Keberadaan COD, TSS dan fosfat yang berlebihan di badan air akan mencemari badan air dan dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi (*blooming algae*) (Purnama dan Sang, 2015). Eutrofikasi ditandai dengan tumbuhnya alga yang menyebabkan permukaan badan air menjadi tertutup dan menghambat masuknya matahari. Sinar matahari yang masuk ke dalam perairan pun menjadi menurun sehingga proses fotosintesis terganggu menyebabkan penurunan oksigen dalam air (Hayat dan Mu'tamirah,

2019). Kualitas air menjadi menurun karena rendahnya oksigen terlarut sehingga mengganggu ekosistem perairan dan menyebabkan kematian biota air seperti ikan dan spesies lainnya yang hidup di air (Hutapea dkk., 2021). Oleh karena itu, penyisihan COD, TSS dan fosfat di dalam air limbah perlu dilakukan sebelum dibuang ke perairan (Noviana dan Dyah, 2021).

Berdasarkan hasil uji pendahuluan terhadap limbah *laundry* dalam penelitian ini diperoleh bahwa nilai COD dan TSS pada limbah *laundry* tersebut yaitu 2968 mg/L dan 124 mg/L. Nilai tersebut telah melebihi kadar baku mutu COD dan TSS yaitu 100 mg/L dan 30 mg/L menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Oleh karena itu, limbah *laundry* tersebut dapat mencemari badan air, sehingga perlu dilakukan proses pengolahan terhadap limbah *laundry* untuk menurunkan kadar COD dan TSS.

Beberapa penelitian terhadap penurunan kadar COD dan TSS dari limbah *laundry* yaitu melalui proses koagulasi dan flokulasi. Proses koagulasi dan flokulasi merupakan salah satu proses pengolahan air maupun air limbah. Koagulasi merupakan proses pengadukan cepat yang bertujuan untuk mendestabilisasi partikel koloid di dalam air menggunakan koagulan sehingga menyebabkan terbentuknya gumpalan. Flokulasi adalah lanjutan dari proses koagulasi dengan pengadukan lambat, sehingga partikel yang terdestabilisasi membentuk partikel yang lebih besar atau flok yang kemudian akan mengendap (Martina dkk., 2018). Proses koagulasi dan flokulasi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya pH, suhu, kekeruhan, ukuran partikel koagulan, jenis koagulan, dosis koagulan dan kecepatan pengadukan (Novita dkk., 2021).

Penggunaan biokoagulan atau koagulan alami lebih aman digunakan daripada koagulan sintetis. Penggunaan koagulan sintetis memang lebih praktis dalam pengaplikasiannya, namun penggunaan koagulan sintetis dalam jumlah yang besar akan menghasilkan limbah lumpur yang sulit didegradasi yang memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Biokoagulan yang dapat digunakan dapat berasal dari biji tumbuhan (Olivia dkk., 2021). Penggunaan biokoagulan yang berasal dari tumbuhan tentunya lebih ramah lingkungan dan *biodegradable*. Biji

tumbuhan yang dapat digunakan sebagai koagulan diantaranya biji asam jawa (*Tamarindus indica*), biji kelor (*Moringa oleifera*), biji kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*), dan biji pepaya (*Carica papaya L.*) (Martina dkk., 2018).

Biji pepaya berpotensi menjadi biokoagulan atau koagulan alami. Menurut Lestari dkk. (2021), kandungan senyawa tanin dan protein (polielektrolit) yang terdapat dalam biji pepaya sehingga biji pepaya dapat berperan sebagai biokoagulan. Ningsih (2020), menyebutkan bahwa biji pepaya sebagai biokoagulan dapat menurunkan parameter pencemaran limbah industri tahu, koagulan biji pepaya yang paling optimum dalam menurunkan COD sebesar 61% dan BOD sebesar 62% pada dosis 5 gram, serta TSS sebesar 64% pada dosis 2 gram dengan pengadukan cepat 1500 rpm menggunakan alat *magnetic stirer* selama 2 menit, pengadukan lambat 800 rpm selama 15 menit dan pengendapan selama 60 menit. Hasil penelitian Lestari dkk. (2021), biji pepaya mampu menurunkan BOD dan COD dengan persentase penurunan 93% dan total coliform sebesar 66% pada limbah cair domestik industri baja pada dosis 3 gram dengan pengadukan cepat 100 rpm selama 1 menit dan pengadukan lambat 45 rpm selama 15 menit. Kecepatan pengadukan sejalan dengan penelitian Abraham dan Harsha (2019) dengan kecepatan pengadukan cepat 100 rpm selama 1 menit sedangkan pengadukan lambat 40 rpm selama 10 menit, dan sedimentasi selama 40 menit. Hasil penelitian Olivia dkk. (2021) bahwa biokoagulan biji pepaya mampu menurunkan nilai kekeruhan pada air sungai sebesar 87,42% pada dosis 0,6 gr/L. Sedangkan pada penelitian Aprilion dkk. (2015) penggunaan biokoagulan biji pepaya mampu menurunkan kekeruhan hingga 99,6% dengan massa biji pepaya sebanyak 2,5 gram.

Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian tentang efektivitas biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap penurunan kadar pH, COD, TSS dan fosfat pada limbah *laundry* dengan variabel yang digunakan yaitu variasi massa biokoagulan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap penurunan kadar pH, COD, TSS dan fosfat pada limbah *laundry*?
2. Bagaimana pengaruh variasi massa biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap penurunan kadar pH, COD, TSS dan fosfat pada limbah *laundry*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui efektivitas biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) dalam menurunkan kadar pH, COD, TSS dan fosfat pada limbah *laundry*.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi massa biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap penurunan kadar pH, COD, TSS dan fosfat pada limbah *laundry*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui efektivitas biji pepaya (*Carica papaya L.*) sebagai biokoagulan dalam menurunkan kadar pH, COD, TSS dan fosfat pada limbah *laundry*.
2. Mengetahui pengaruh variasi massa biokoagulan biji pepaya terhadap penurunan kadar pH, COD, TSS dan fosfat pada limbah *laundry*.
3. Dapat memberikan informasi terkait biokoagulan dalam pengolahan air atau air limbah.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini, antara lain:

1. Parameter yang diteliti yaitu pH, COD, TSS dan fosfat pada limbah *laundry*.
2. Variabel yang digunakan yaitu variasi massa biokoagulan yaitu 2, 3, 4 dan 5 gram.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah *Laundry*

Usaha pencucian pakaian (*laundry*) banyak menggunakan deterjen sebagai bahan pembersih untuk menghilangkan kotoran atau noda pada pakaian. Deterjen lebih efektif daripada sabun biasa karena deterjen mampu mengatasi air sadah dan larutan asam. Kandungan utama yang terdapat dalam deterjen yaitu *sodium tripolifosfat* yang digunakan sebagai surfaktan dan *builder*. Bahan penyusun deterjen terdiri dari surfaktan, *builder*, *bleaching agents* dan *additives*. Selain itu, usaha *laundry* juga menggunakan bahan pemutih, pelembut, dan pewangi (Apriyani, 2017).

Surfaktan atau *surface active agent* berfungsi sebagai penghilang noda atau kotoran pada pakaian. *Linear Alkyl Benzene Sulfonate* (LAS) dan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) merupakan jenis surfaktan yang biasa digunakan, tetapi ABS dapat menimbulkan racun dan sulit diurai oleh mikroorganisme. Selain surfaktan, terdapat *builder* (penguat) yang melunakkan air sadah dengan mengikat mineral-mineral terlarut sehingga dapat meningkatkan efisiensi surfaktan. Salah satu *builder* yang banyak digunakan dalam deterjen adalah fosfat. Fosfat memegang peranan penting dalam produk deterjen, yaitu sebagai *softener* (pelunak) air. Bahan lain yang terkandung dalam deterjen adalah *filler* (pengisi) yang merupakan bahan tambahan pada deterjen, contohnya yaitu sodium sulfat (Na_2SO_4). Bahan lain yang ditambahkan pada deterjen adalah *additives* seperti pewangi, pelarut, pemutih, dan pewarna yang tidak berhubungan langsung dengan daya cuci deterjen (Noviana dan Dyah, 2021).

Menurut (Rumi, 2021), limbah *laundry* dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan, diantaranya yaitu:

- a. Eutrofikasi atau *blooming algae* yaitu kondisi dimana meningkatnya kandungan bahan organik di dalam suatu perairan. Kondisi ini ditandai dengan adanya peningkatan tumbuhan air dan fitoplankton. Kandungan

fosfat yang tinggi di perairan menyebabkan pertumbuhan alga secara cepat, sehingga menghambat proses pertukaran oksigen dalam air dan mengakibatkan rendahnya kadar oksigen terlarut di perairan.

- b. Kerusakan organ ikan, pencemaran limbah *laundry* menyebabkan kehidupan ikan terganggu, akibatnya ikan mengalami kematian, perubahan tingkah laku dan terganggu pertumbuhannya. Organ ikan terganggu akibat pengaruh deterjen akan mengalami degradasi yang menyebabkan pertumbuhan ikan terhambat. Deterjen dalam badan air dapat merusak insang dan organ pernapasan ikan yang mengakibatkan menurunnya toleransi ikan terhadap badan air yang kandungan oksigennya rendah. Hewan-hewan seperti ikan, udang dan kerang akan mati akibat oksigen terlarut dalam perairan yang berkurang dengan cepat.
- c. Penurunan kadar oksigen terlarut dalam air, disebabkan banyaknya limbah deterjen yang terakumulasi di badan air, sehingga proses respirasi ikan terganggu. Timbulnya busa di permukaan air dapat mengganggu difusi oksigen dari udara ke dalam air.
- d. Menyebabkan pendangkalan badan air, akibat meningkatnya kandungan fosfat di perairan merangsang tumbuhnya alga menyebabkan permukaan badan air tertutup dan menghambat matahari masuk untuk proses fotosintesis, apabila tumbuhan air mati maka akan mengalami pembusukan yang menghabiskan persediaan oksigen dan terjadi pengendapan bahan yang mengakibatkan pendangkalan badan air.
- e. Menurunnya estetika lingkungan, pengaruh negatif dari limbah *laundry* juga dapat dilihat secara langsung yaitu dengan timbulnya busa putih yang melimpah di permukaan badan air dan bau yang tak sedap akan mengganggu estetika lingkungan.
- f. Kesehatan masyarakat menurun, limbah *laundry* dapat menyebabkan diare, penyakit kulit seperti gatal-gatal dan iritasi. Bahaya toksik jika masuk ke tubuh manusia akan menghambat fungsi fisiologis tubuh dan penurunan sistem kekebalan tubuh.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Baku mutu air limbah *laundry* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Baku mutu air limbah *laundry*

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	–	6 – 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak dan Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	jumlah/100 mL	3000

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

Beberapa parameter yang digunakan dalam pengukuran kualitas air limbah *laundry* antara lain sebagai berikut:

1. pH (Derajat Keasaman)

pH (*power of hydrogen*) merupakan derajat keasaman dalam menyatakan tingkat kebasahan atau keasaman yang ada di suatu zat cair. Nilai pH adalah tinggi atau rendahnya konsentrasi ion hidrogen yang ada di dalam air. pH memiliki pengaruh besar bagi hewan dan tumbuhan di perairan. Umumnya pH baik akuatik yang ideal 7 - 8,5. Apabila kondisi suatu perairan memiliki pH terlalu rendah atau terlalu tinggi maka akan terjadinya gangguan pada respirasi dan metabolisme organisme akuatik (Rumi, 2021).

Apabila zat basa ditambahkan ke dalam air maka akan berpengaruh terhadap bertambahnya ion OH^- dan berkurangnya ion H^+ , sedangkan apabila zat asam ditambahkan ke dalam air maka akan berpengaruh terhadap bertambahnya ion H^+ dan berkurangnya ion OH^- . Penentuan derajat keasaman suatu zat dapat diketahui dari banyak atau tidaknya jumlah ion H^+ dan OH^- di dalam air. pH (derajat keasaman) dapat mempengaruhi toksiknya suatu perairan (Effendi, 2003). Nilai

pH memberikan pengaruh yang besar terhadap organisme akuatik, sehingga pH menjadi salah satu parameter yang penting untuk diukur. Apabila suatu perairan memiliki pH yang tinggi (basa) atau pH yang rendah (asam) akan mengganggu kehidupan organisme yang ada di dalam perairan (Adira, 2020).

2. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD (*chemical oxygen demand*) atau kebutuhan oksigen kimia (KOK) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi atau mendegradasi zat-zat organik yang ada dalam air limbah melalui reaksi kimia (Fajri dkk., 2017). COD didefinisikan sebagai ukuran kebutuhan oksigen yang digunakan oksidator untuk proses oksidasi semua zat organik dan anorganik melalui reaksi kimia di dalam perairan (Fitriyanti, 2020). Angka COD diperoleh sebagai ukuran pencemaran air oleh zat organik, dimana secara alami dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologi yang mengakibatkan oksigen terlarut dalam air menjadi berkurang (Noviana dan Dyah, 2021). COD merupakan parameter analisis kualitas air yang menunjukkan banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terkandung dalam sampel air. Oksidator yang biasa digunakan yaitu $K_2C_2O_7$. Senyawa $K_2Cr_2O_7$ (*kalium dikromat*) sebagai agen penyedia oksigen (*oxidizing agent*) membantu mendegradasi zat organik secara kimiawi dalam suatu sampel air menjadi CO_2 dan H_2O . Semakin banyak bahan organik dalam sampel air, maka oksigen yang dibutuhkan untuk degradasi senyawa organik tersebut semakin banyak sehingga semakin tinggi COD (*chemical oxygen demand*) maka semakin tinggi pencemaran organik pada sampel air (Airun, 2020).

Nilai COD lebih tinggi daripada BOD karena nilai COD menunjukkan banyaknya oksigen yang dibutuhkan dalam mengurai zat organik secara kimiawi baik yang bersifat *biodegradable* atau *non biodegradable*, sedangkan nilai BOD menunjukkan banyaknya oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme dalam mengurai zat organik hanya yang *biodegradable* (Haslinah dan Andrie, 2018). Uji COD biasanya memperoleh nilai yang lebih tinggi daripada uji BOD, karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologis dan mikroorganisme ikut teroksidasi dalam uji BOD. Agen hayati berupa bakteri yang mengoksidasi zat

organik menjadi CO_2 dan H_2O , agen kimia berupa *kalium dikromat* yang mengoksidasi lebih banyak zat, sehingga nilai COD lebih tinggi daripada nilai BOD pada air limbah yang sama (Widyaningsih, 2011).

3. *Total Suspended Solid (TSS)*

Total suspended solid atau padatan tersuspensi total (TSS) menyatakan kandungan zat tersuspensi di dalam limbah. TSS menunjukkan banyaknya zat tersuspensi seperti pasir, lumpur dan jasad renik yang tertahan oleh saringan berdiameter 0,45 μm . Kandungan TSS tinggi mempengaruhi proses fotosintesis dengan terhalangnya sinar matahari masuk ke perairan dan berdampak pada biota perairan (Fitriyanti, 2020).

TSS adalah semua zat padat dari padatan total yang tertahan pada saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 μm dan dapat mengendap. Zat tersuspensi dalam air yaitu pasir halus, lumpur, dan tanah liat merupakan bahan anorganik. Bahan organik yang termasuk zat tersuspensi yaitu lemak, selulosa, protein dalam air atau berupa mikroorganisme seperti bakteri dan *algae*. TSS dapat menyebabkan proses masuknya sinar matahari ke dalam perairan menjadi terhambat, sehingga kadar oksigen dalam perairan berkurang. Apabila oksigen berkurang maka bakteri anaerob akan cepat mati karena oksigen yang sedikit, dan akan tumbuh bakteri anaerob yang akan mendekomposisi dan menggunakan oksigen dalam molekul yang dihancurkan, sehingga membentuk gas yang berbau busuk dan berbahaya yaitu hidrogen sulfida (H_2S) (Widyaningsih, 2011).

TSS merupakan zat padat yang terkandung dalam limbah cair, yang dapat menyebabkan kekeruhan pada air namun tidak dapat terlarut dan tidak dapat mengendap secara langsung. TSS pada limbah *laundry* diperoleh dari pengangkatan kotoran pada pakaian saat proses pencucian (Noviana dan Dyah, 2020). TSS merupakan total padatan tersuspensi dalam air, umumnya dinyatakan sebagai konsentrasi dalam bentuk miligram per liter (mg/L) (Fajri dkk., 2017). TSS yaitu jumlah bahan padat tersuspensi (diameter > 1 μm) yang tertahan pada saringan *milipore* dengan diameter pori 0,45 mikrometer (Amanda, 2019).

4. Fosfat

Fosfat merupakan bentuk persenyawaan fosfor yang berperan penting dalam menunjang kehidupan organisme akuatik. Secara alami fosfat dalam perairan berasal dari pelapukan batuan dan mineral. Senyawa fosfat dibedakan menjadi ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Senyawa fosfat dalam air limbah dapat berasal dari limbah penduduk, industri dan pertanian. Ortofosfat berasal dari bahan pupuk dari daerah pertanian yang masuk ke dalam sungai melalui drainase dan air hujan. Polifosfat dapat memasuki sungai melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan deterjen yang mengandung fosfat, seperti industri pencucian (usaha *laundry*), industri logam dan lain sebagainya. Fosfat organik terdapat dalam air buangan penduduk (tinja) dan sisa makanan (Widyaningsih, 2011).

Fosfat berasal dari *Sodium Tripoly Phosphate* (STTP) yang merupakan salah satu bahan dalam deterjen. STTP berfungsi sebagai *builder* yang merupakan unsur penting kedua setelah surfaktan karena kemampuannya menghilangkan kesadahan air sehingga deterjen dapat bekerja secara optimal (Rizky dkk., 2017). Keberadaan fosfat di perairan memberikan manfaat bagi mikroorganisme air sebagai nutrisi dalam proses penguraian. Namun, jumlah fosfat yang cukup banyak di perairan menyebabkan pengkayaan unsur hara (eutrofikasi) yang berlebihan. Eutrofikasi ditandai dengan pertumbuhan alga dan tanaman air lainnya yang sangat pesat. Oleh karena itu, penyisihan fosfat dalam air limbah sebelum dibuang ke perairan perlu dilakukan agar melindungi perairan dari eutrofikasi (Noviana dan Dyah, 2021).

2.2 Koagulasi dan Flokulasi

Koagulasi merupakan proses pengolahan limbah dengan memanfaatkan perbedaan muatan antara koloid dalam limbah dengan koagulan sehingga bekerja dengan meniadakan kestabilan ion. Prinsip dasar dari proses koagulasi yaitu gaya tarik-menarik antara ion-ion negatif dari partikel polutan dan ion-ion positif dari partikel koagulan sehingga membentuk mikroflokk (Airun, 2020). Koagulasi adalah destabilisasi partikel koloid dan partikel tersuspensi termasuk bakteri dan

virus melalui penetralan muatan elektrik untuk mengurangi gaya tolak menolak antar partikel sehingga partikel dapat saling bergabung (Yunita dkk., 2017).

Menurut Rahimah dkk. (2016), koagulasi adalah proses pencampuran koagulan dengan pengadukan cepat untuk mendestabilisasi koloid dan padatan tersuspensi membentuk mikroflok. Beberapa faktor yang mempengaruhi proses koagulasi adalah sebagai berikut:

a. Suhu air

Suhu air yang rendah memiliki pengaruh terhadap efisiensi koagulasi. Apabila suhu air turun, maka besar pH optimum pada proses koagulasi akan berubah dan dosis pembubuhan koagulan juga berubah. Suhu air memiliki efek yang signifikan pada proses koagulasi. Suhu yang rendah menyebabkan penurunan kecepatan pembentukan flok.

b. Derajat keasaman (pH)

Proses koagulasi akan baik apabila berada pada pH optimum. pH air limbah mempengaruhi kinerja bahan koagulan karena setiap jenis koagulan bekerja efektif pada rentang pH tertentu.

c. Jenis koagulan

Jenis koagulan dipilih berdasarkan segi ekonomis dan efektivitasnya dalam pembentukan flok.

d. Dosis koagulan

Untuk menghasilkan flok dari proses koagulasi dan flokulasi sangat bergantung pada dosis koagulan yang dibutuhkan. Apabila pembubuhan koagulan sesuai dengan dosis yang dibutuhkan maka proses pembentukan flok akan berjalan baik.

e. Kecepatan pengadukan

Pengadukan dilakukan agar tercampurnya koagulan dalam air. Hal yang perlu diperhatikan bahwa pengadukan harus merata, sehingga koagulan yang dibubuhkan dapat bereaksi dengan partikel atau ion-ion dalam air. Kecepatan pengadukan mempengaruhi pembentukan flok. Apabila pengadukan terlalu lambat maka flok akan lambat pula terbentuk, begitu juga sebaliknya.

f. Kadar ion terlarut

Ion-ion yang terlarut dalam air berpengaruh terhadap proses koagulasi. Anion pengaruhnya lebih besar daripada kation. Ion natrium, kalsium dan magnesium tidak berpengaruh terhadap proses koagulasi.

g. Tingkat kekeruhan

Proses destabilisasi pada tingkat kekeruhan yang rendah akan sulit terjadi. Namun sebaliknya, jika tingkat kekeruhan tinggi maka proses destabilisasi akan berjalan cepat. Akan tetapi, apabila dosis koagulan yang digunakan rendah maka pembentukan flok akan kurang efektif.

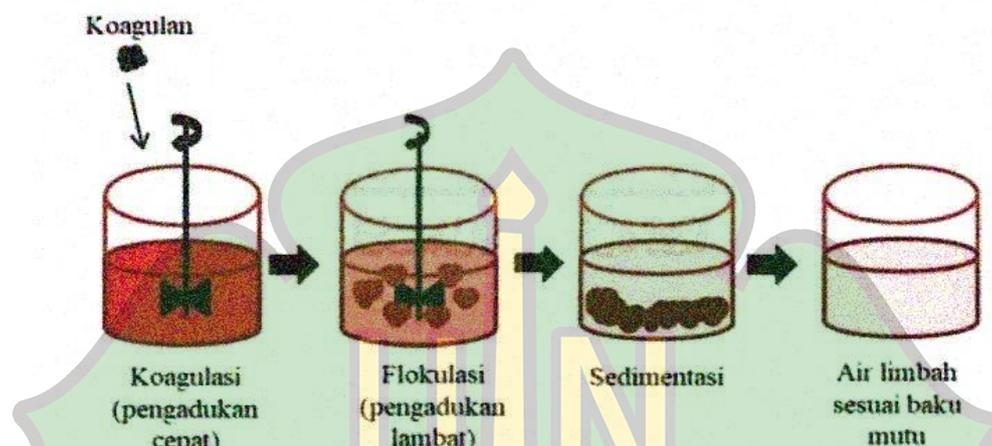
h. Alkalinitas

Alkalinitas dalam air ditentukan oleh kadar asam atau basa yang terjadi dalam air. Alkalinitas dalam air dapat membentuk flok yang menghasilkan ion hidroksida dan reaksi hidrolisis pada koagulan.

Flokulasi merupakan proses pembentukan partikel flok yang besar dan padat agar mudah diendapkan. Proses flokulasi dilakukan setelah pengadukan cepat. Flokulasi adalah penggabungan partikel dengan koagulan dengan proses pengadukan lambat (*slow mixing*) (Amanda, 2019). Flokulasi adalah pengadukan lambat terhadap partikel koloid yang menghasilkan partikel yang lebih besar (flok) dan kemudian mengendap. Saat pengadukan lambat pada proses flokulasi mengakibatkan terjadinya kontak antara air dan partikel, sehingga terbentuk gabungan partikel yang berukuran besar yang mudah mengendap (Adira, 2020). Flokulasi merupakan proses gabungan partikel yang tidak stabil setelah proses koagulasi melalui pengadukan (*stirring*) lambat sehingga membentuk gumpalan atau flok yang dapat diendapkan (Yunita dkk., 2017). Menurut Rahimah dkk. (2016), proses flokulasi terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

- a. Flokulasi perikinetik, flok yang diakibatkan oleh gerak thermal yang dikenal dengan gerak Brown, gerak acak dari partikel koloid yang timbul karena tumbuh molekul-molekul air, akan mengakibatkan terjadinya gabungan antar partikel sangat kecil $1 < 100$ milimikron.
- b. Flokulasi ortokinetik, yaitu proses terbentuknya flok yang diakibatkan oleh gerak media (air) misalnya pengadukan. Umumnya kecepatan aliran cairan

akan berubah terhadap waktu dan tempat. Perubahan kecepatan dari satu titik ke titik yang lain disebut gradien kecepatan (G). Adanya perbedaan kecepatan aliran media cair akan memiliki aliran kecepatan yang berbeda juga akibatnya terjadi tumbukan atau kontak antar partikel.



Gambar 2.1. Mekanisme proses koagulasi-flokulasi

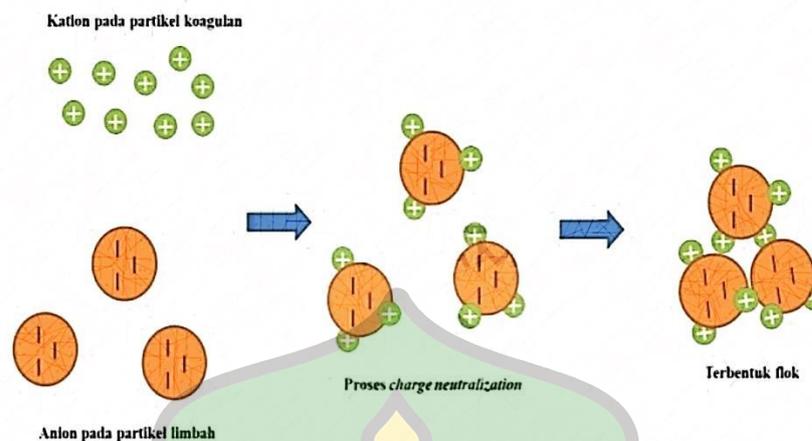
(Sumber: Airun, 2020)

Koagulan adalah suatu zat yang ditambahkan pada proses koagulasi dan flokulasi yang membantu proses pengendapan partikel. Koagulan merupakan bahan yang mampu mendestabilisasi koloid dengan cara menetralkan koloid sehingga membentuk flok dan koloid akan lebih mudah mengendap. Berdasarkan jenisnya, koagulan terbagi menjadi dua jenis yaitu koagulan sintetis dan koagulan alami. Koagulan sintetis atau koagulan kimia adalah koagulan yang menggunakan bahan-bahan kimia yang biasanya memiliki kandungan logam (Martina dkk., 2018). Koagulan sintetis merupakan garam logam yang bereaksi dengan air yang bersifat alkali (basa) untuk menghasilkan flok logam hidroksida yang tidak dapat larut, dimana flok yang terbentuk tidak dikategorikan sebagai partikel koloid. Koagulan yang sering digunakan yaitu tawas (Yunita dkk., 2017). Contoh koagulan kimia yaitu aluminium sulfat (alum) atau biasa disebut tawas, *polyaluminium chloride* (PAC), *ferrous sulfate*, dan *ferric chloride*. Koagulan kimia memiliki beberapa kelemahan, yaitu harganya relatif mahal, memiliki efek

toksik apabila masuk ke dalam tubuh manusia, dan menghasilkan endapan lumpur sisa pengolahan yang sulit ditangani (Prabowo dkk., 2017).

Koagulan alami atau biokoagulan memiliki banyak kelebihan antara lain yaitu mudah terdegradasi, aman terhadap lingkungan, bahan bakunya mudah diperoleh dengan harga yang terjangkau (Airun, 2020). Biokoagulan bersifat tidak beracun, tingkat *biodegradable* yang tinggi dan menghasilkan lumpur yang lebih sedikit (Prabowo dkk., 2017). Koagulan alami berasal dari sumber daya alam seperti biji tumbuhan yang mengandung protein, tanin, dan polimer alami (pati), cangkang hewan yang banyak mengandung kitin dan kitosan (Martina dkk., 2018). Koagulan alami yang biasa digunakan berasal dari biji tumbuhan karena mengandung protein kationik yang mengandung asam amino kationik dalam rantai polipeptidanya sehingga dapat menetralsir partikel muatan negatif dan koloid (Yunita dkk., 2017). Kandungan protein yang tinggi memiliki potensi yang perlu didayagunakan terutama biji-bijian yang kaya akan asam amino kationik yang menyusun rantai proteinnya, sehingga dapat berfungsi sebagai koagulan alami. Asam amino kationik yaitu asam amino yang memiliki rantai samping yang mengandung gugus amina dengan muatan positif. Semakin banyak komposisi asam amino kationik yang menyusun protein pada biji-bijian, semakin tinggi pula potensi dan kemampuan biji-bijian tersebut sebagai koagulan (Ariati, 2017).

Contoh koagulan alami yaitu biji pepaya (*Carica papaya L.*), biji asam jawa (*Tamarindus indica*), biji kelor (*Moringa oleifera L.*), biji labu kuning (*Cucurbita moschata*), biji trembesi (*Samanea saman*), kulit udang, cangkang telur ayam ras dan lainnya. Protein, tanin, dan pektin pada suatu bahan alam dapat berperan sebagai polielektrolit yang berfungsi mempermudah pembentukan flok. Muatan positif dan negatif pada protein dapat membantu mengendapkan partikel polutan pada air limbah, karena protein dapat membantu terjadinya gaya tarik-menarik antar muatan. Proses ini disebut dengan mekanisme *charge neutralization* (netralisasi muatan) pada proses koagulasi dan flokulasi (Airun, 2020).



Gambar 2.2. Mekanisme *charge neutralization*

(Sumber: Airun, 2020)

2.3 Biji Pepaya

Pepaya dengan nama latin *Carica papaya L.* adalah tumbuhan buah dari suku *Caricaceae*. Pepaya merupakan tumbuhan yang berasal dari Meksiko bagian selatan dan bagian utara Amerika Selatan yang sekarang telah tersebar luas di daerah beriklim tropis dan subtropis di seluruh dunia. Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang banyak terdapat tumbuhan pepaya. Buah pepaya sangat disukai oleh masyarakat karena rasanya yang manis dan memiliki banyak kandungan vitamin dan nutrisi, yaitu diantaranya vitamin A, vitamin C dan gula. Kandungan gula dalam pepaya yaitu fruktosa 21,9%, glukosa 29,8% dan sukrosa 48,3% (Febjisلامي dkk., 2018). - R A N I R Y

Menurut Ningsih (2020), pepaya merupakan tumbuhan dengan genus *Carica*. Genus ini memiliki kurang lebih 40 spesies, namun hanya tujuh spesies yang dapat dikonsumsi, salah satunya yaitu *Carica papaya L.* Struktur klasifikasi tumbuhan pepaya yaitu sebagai berikut:

- Kerajaan : *Plantae*
- Divisi : *Spermatophyta*
- Kelas : *Dicotyledoneae*
- Bangsa : *Brassicales*
- Suku : *Caricaceae*

Marga : *Carica*

Jenis : *Carica papaya L.*

Pepaya termasuk tumbuhan yang tidak bermusim, sehingga buahnya selalu tersedia sehingga mudah ditemui dan harganya yang relatif murah dan terjangkau. Selain itu, tumbuhan pepaya juga dapat dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Seluruh bagian tumbuhan pepaya mulai dari akar hingga daun dan buahnya memiliki manfaat bagi kesehatan. Umumnya, buah pepaya yang sudah tua memiliki biji yang berwarna hitam dan berukuran kecil (Purwanto dkk., 2021).

Biji pepaya memiliki kandungan senyawa-senyawa aktif diantaranya adalah flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin (Ginting, 2021). Biji pepaya diketahui juga memiliki kandungan asam oleat 71,60%, asam palmitat 15,13%, asam linoleat 7,68%, asam stearat 3,60% dan asam-asam lain yang jumlahnya terbatas (Acthami dkk., 2017). Biji pepaya juga mempunyai kandungan serat 29%, lemak 26%, dan protein 25% (Azevedo, 2014). Buah dan biji pepaya mengandung protein yang cukup tinggi. Biji pepaya memiliki kandungan protein 25,1%, serat kasar 45,6% dan abu 8,2%. Kandungan protein pada biji pepaya dapat berperan membantu dalam proses destabilisasi partikel air limbah sehingga dapat terjadi pembentukan dan pengendapan flok (Airun, 2020). Kandungan protein yang terdapat dalam biji pepaya sehingga biji pepaya dapat berperan sebagai koagulan (Ariati, 2017).



Gambar 2.3. Biji pepaya

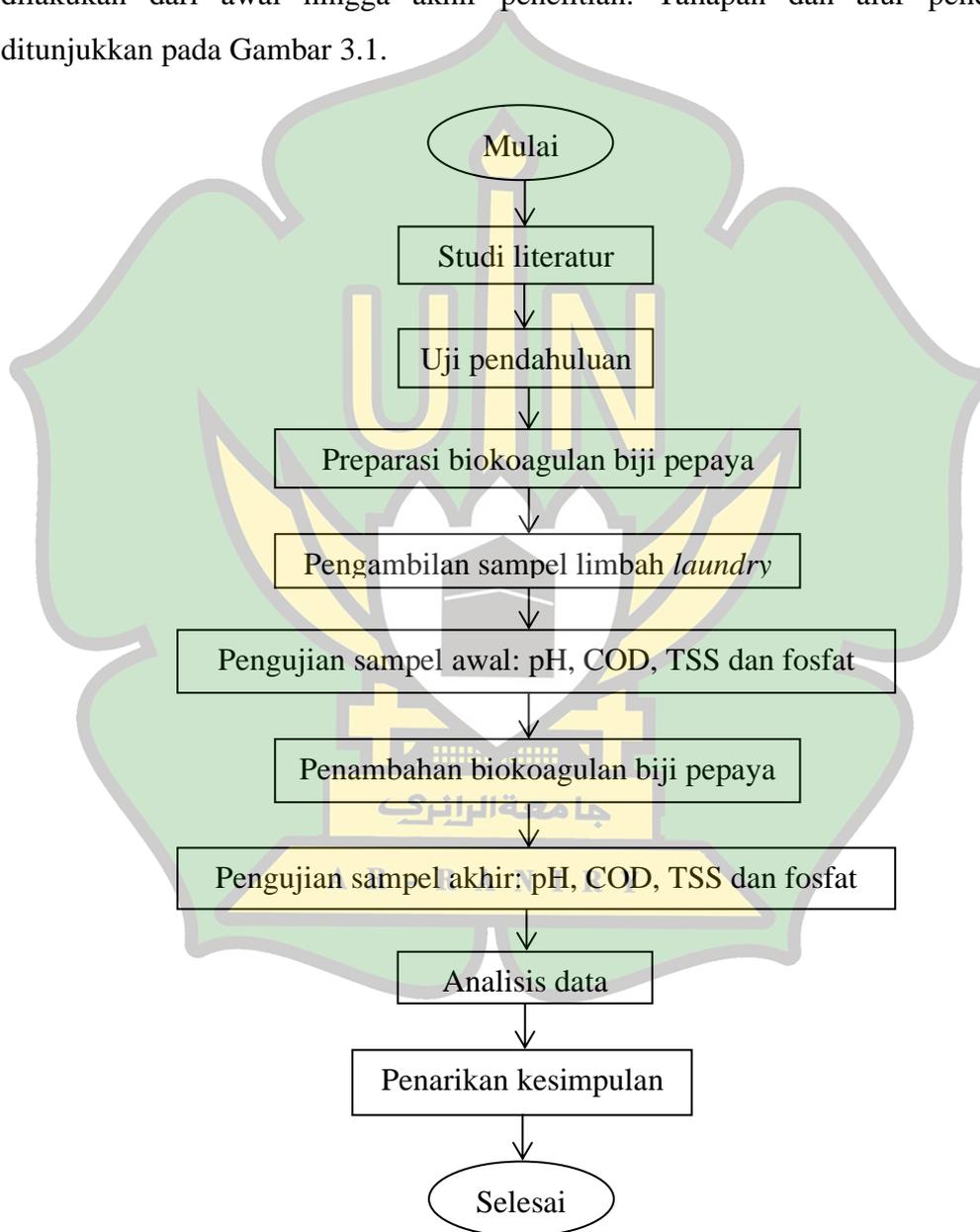
(Sumber: Dokumentasi penelitian, 2022)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan langkah-langkah atau tahapan proses yang dilakukan dari awal hingga akhir penelitian. Tahapan dan alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

Alur penelitian dibagi menjadi beberapa tahapan yang dijelaskan secara rinci sebagai berikut.

1. Tahapan studi literatur. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh informasi tentang alur dan proses penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur dalam penelitian ini menggunakan literatur jurnal dan skripsi yang terkait dengan judul penelitian.
2. Tahapan uji pendahuluan. Uji pendahuluan dilakukan untuk mengetahui nilai kadar pencemar pada limbah *laundry* apakah melebihi baku mutu atau tidak. Parameter pencemar limbah *laundry* yang dilakukan uji pendahuluan yaitu parameter pH, COD, TSS dan fosfat.
3. Tahapan preparasi biokoagulan biji pepaya. Tahapan preparasi biokoagulan biji pepaya dimulai dari proses pencucian biji pepaya, penjemuran biji pepaya selama 7 hari, penumbukan biji pepaya dengan lesung dan diblender, lalu biji pepaya diayak dengan menggunakan ayakan 100 mesh hingga menjadi serbuk yang akan digunakan sebagai biokoagulan.
4. Tahapan pengambilan sampel limbah *laundry*. Sampel limbah *laundry* diambil dari salah satu usaha *laundry* di Jalan Utama Rukoh, Gampong Rukoh, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Pengambilan sampel menggunakan metode *grab sampling* yang diambil pada saluran pembuangan limbah. Sampel diambil menggunakan gayung bertangkai panjang dan dimasukkan ke dalam jerigen sebanyak 10 liter.
5. Tahapan pengujian awal sampel. Pengujian awal sampel dilakukan untuk mengetahui nilai kadar pencemar pada limbah *laundry*, yaitu kadar pH, COD, TSS dan fosfat sebelum dilakukan perlakuan dengan penambahan biji pepaya. Pengujian awal akan digunakan sebagai nilai pembanding terhadap pengujian akhir sampel setelah perlakuan dengan penambahan biji pepaya.
6. Tahapan penambahan biokoagulan biji pepaya. Tahapan ini terjadi proses koagulasi dengan variasi penambahan biokoagulan biji pepaya yaitu 2, 3, 4 dan 5 gram dan pengadukan cepat pada *jar test* selama 1 menit, kemudian dilanjutkan dengan proses flokulasi dengan pengadukan lambat selama 20 menit, dan terakhir proses pengendapan selama 60 menit (sedimentasi).

7. Tahapan pengujian akhir sampel. Pengujian akhir sampel dilakukan untuk mengetahui nilai kadar pH, COD, TSS dan fosfat setelah dilakukan perlakuan dengan penambahan biokoagulan biji pepaya.
8. Tahapan analisis data dan hasil. Tahapan analisis data dan hasil dilakukan apabila keseluruhan tahapan pengujian sampel telah selesai. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis agar menjadi informasi yang dapat dipahami saat mengambil kesimpulan.
9. Tahapan penarikan kesimpulan. Tahapan penarikan kesimpulan akan menjawab semua pertanyaan yang berasal dari rumusan masalah dalam penelitian ini yang dijelaskan berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh.

2.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variabel independen/bebas, variabel dependen/terikat dan variabel kontrol/tetap. Variabel bebas yaitu variasi massa biokoagulan biji pepaya 2, 3, 4 dan 5 g.

Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pH, COD, TSS dan fosfat. Variabel kontrol/tetap yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biokoagulan biji pepaya, limbah *laundry*, ayakan ukuran 100 mesh, kecepatan pengadukan cepat sebesar 120 rpm selama 1 menit, pengadukan lambat 30 rpm selama 20 menit, dan waktu pengendapan selama 60 menit.

2.3 Uji Pendahuluan

Hasil uji pendahuluan terhadap limbah *laundry* yang dilakukan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry untuk pengujian parameter pH, COD dan TSS, serta untuk pengujian parameter fosfat dilakukan di Laboratorium Teknik Pengujian Kualitas Lingkungan, Teknik Kimia Universitas Syiah Kuala dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Hasil uji pendahuluan limbah *laundry*

No.	Parameter	Baku Mutu (mg/L)	Hasil Uji (mg/L)
1.	pH	6 – 9	7,3

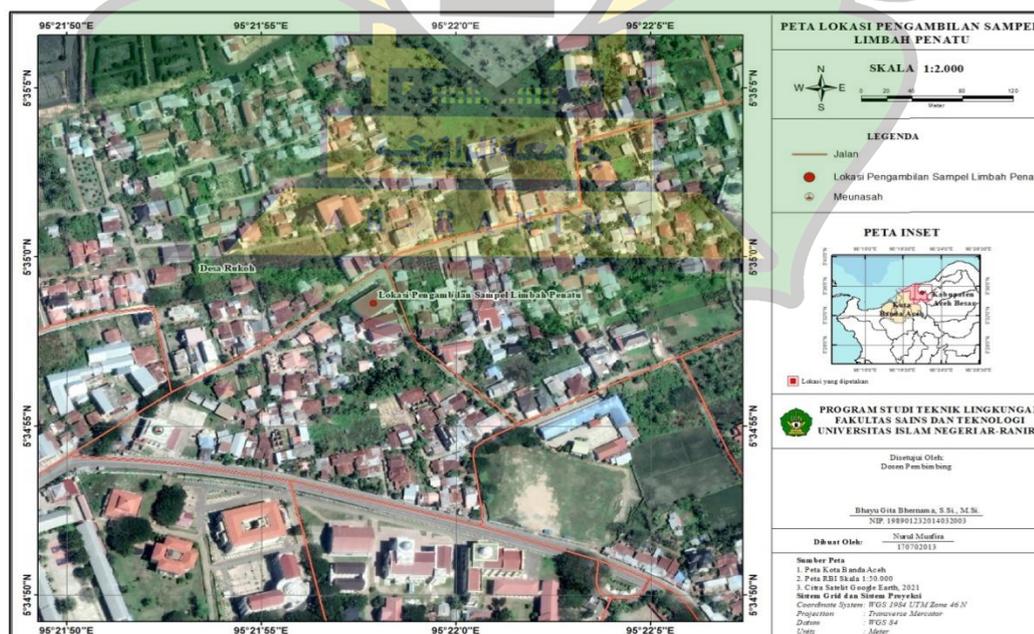
2.	COD	100	2968
3.	TSS	130	124
4.	Fosfat	-	59,73

Berdasarkan hasil uji pendahuluan, air limbah *laundry* yang diambil sampelnya pada salah satu usaha *laundry* mengandung kadar *chemical oxygen demand* (COD), *total suspended solid* (TSS) yang tinggi. Kandungan tersebut melebihi kadar baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Oleh karena itu, limbah *laundry* tersebut dapat mencemari badan air, sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air.

2.4 Lokasi Pengambilan dan Pengujian Sampel

2.4.1 Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel limbah *laundry* diambil dari salah satu usaha *laundry* di Jalan Utama Rukoh, Gampong Rukoh, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Lokasi pengambilan sampel limbah *laundry* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Lokasi pengambilan sampel limbah *laundry*

(Sumber: *Google Earth*, 2022)

Pengambilan sampel mengacu pada SNI 6989.59:2008, yaitu metode *grab sampling* dimana air limbah diambil sesaat pada satu lokasi tertentu. Sampel limbah *laundry* diambil pada saluran pembuangan. Sampel limbah *laundry* diambil secara langsung dengan alat yang terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi sifat sampel, mudah untuk dibawa, aman, dan sampel mudah untuk dipindahkan ke wadah penampung tanpa ada sisa bahan tersuspensi di dalamnya. Alat pengambilan sampel yang digunakan yaitu gayung bertangkai panjang. Sampel diambil sebanyak 10 liter dan dimasukkan ke dalam jerigen. Sampel limbah *laundry* yang telah diambil akan dilakukan uji analisa laboratorium yaitu diuji parameter pH, COD, TSS dan fosfat sebelum dan setelah perlakuan *jar test*.



Gambar 3.3. Pengambilan sampel limbah *laundry*



Gambar 3.4. Sampel limbah *laundry*

2.4.2 Lokasi Pengujian Sampel

Pengujian sampel untuk parameter pH, COD dan TSS dilakukan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Pengujian sampel untuk parameter fosfat dilakukan di Laboratorium Teknik Pengujian Kualitas Lingkungan, Teknik Kimia Universitas Syiah Kuala.

2.5 Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Jar test flocculator* (merek messgerate S6S), spektrofotometer UV-Vis (merek shimadzu UV 1800), multiparameter (merek hanna HI-9813-5), COD inkubator (merek hanna HI 839800), COD meter (merek hanna HI 83214), vakum filtrasi (merek multivac 310-MS-T), oven (merek memmert UF 110), desikator, timbangan analitik (merek sojiky), *stopwatch*, *beaker glass* (merek pyrex), erlenmeyer, tabung reaksi, pipet volume, penjepit, spatula, gunting, ayakan 100 mesh, blender, lesung, gayung bertangkai, jerigen dan botol sampel.

2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam proses penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam proses penelitian

Bahan	Jumlah
Limbah <i>laundry</i>	5 liter
Biji pepaya	14 gram

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

Tabel 3.3 Bahan yang digunakan dalam pengujian parameter

Bahan	Volume	Satuan
I. pH		
Larutan penyangga 4	20	mL
Larutan penyangga 7	20	mL
Larutan penyangga 10	20	mL

II. COD		
Larutan kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$)	9	mL
Larutan asam sulfat (H_2SO_4)	21	mL
III. TSS		
Kertas saring Whatman No.42	6	lembar
Akuades	160	mL
IV. Fosfat		
Larutan asam sulfat (H_2SO_4) 5N	80	mL
Larutan asam askorbat	30	mL
Larutan ammonium molibdat	15	mL
Larutan kalium antimonil tartrat	5	mL
Indikator fenolftalein	1	tetes

2.6 Preparasi Biokoagulan Biji Pepaya

Preparasi Biokoagulan biji pepaya pada penelitian ini merupakan modifikasi dari Olivia (2021) dan Ningsih (2020).

1. Biji pepaya yang digunakan untuk penelitian yaitu biji dari buah pepaya yang sudah matang, biji pepaya dicuci hingga bersih agar tidak lengket.
2. Biji pepaya dijemur di bawah paparan sinar matahari selama 7 hari agar menghilangkan kadar air dari pencucian (Olivia, 2021).
3. Selanjutnya, biji pepaya ditumbuk kasar menggunakan lesung, kemudian diblender hingga menjadi serbuk.
4. Kemudian serbuk biji pepaya diayak menggunakan ayakan 100 mesh untuk memperoleh serbuk biji pepaya yang lebih halus.
5. Selanjutnya, serbuk biji pepaya ditimbang menggunakan timbangan analitik (merek Sojikyoo) dengan variasi massa koagulan yaitu 2, 3, 4, dan 5 g (Ningsih, 2020).

2.7 Pengujian Koagulasi Flokulasi

Pengujian koagulasi flokulasi merujuk pada SNI 19-6449-2000.

1. Sampel limbah *laundry* dimasukkan ke dalam empat *beaker glass* (merek Pyrex) sebanyak 1000 mL masing-masing ditambahkan biokoagulan biji pepaya sebanyak 2, 3, 4 dan 5 g secara berurutan (Ningsih, 2020).
2. Dihidupkan *jar test flocculator* (merek Messgerate S6S), dan diatur pengadukan cepat dengan kecepatan 120 rpm selama 1 menit, lalu pengadukan lambat dengan kecepatan 30 rpm selama 20 menit. Kemudian *jar test* dimatikan dan diendapkan selama 60 menit.
3. Selanjutnya dilakukan pengujian kadar pH, COD, TSS dan fosfat pada masing-masing *beaker glass* dan dicatat hasil pengukurannya.



Gambar 3.5. Pengadukan cepat dan lambat

2.8 Pengujian Parameter

2.8.1 Pengujian pH

Pengujian pH merujuk pada SNI 06-6989.11-2004.

1. Dilakukan kalibrasi alat multiparameter (merek Hanna HI-9813-5) terlebih dahulu dengan menggunakan larutan penyangga dengan cara ditekan tombol power untuk menghidupkan alat, dibuka penutup elektroda, kemudian batang ujungnya dimasukkan ke dalam larutan buffer, kemudian dibilas dengan akuades, lalu dikeringkan dengan tisu.
2. Setelah dikalibrasi, dipilih parameter pH dengan ditekan tombol pH.
3. Celupkan elektroda ke dalam sampel, kemudian muncul nilainya, dicatat.
4. Dibilas elektroda dengan menggunakan akuades, dikeringkan dengan tisu, ditutup elektroda, lalu tekan tombol power untuk mematikan alat.

2.8.2 Pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Pengujian COD merujuk pada SNI 6989.2-2009.

a. Persiapan sampel

1. Dimasukkan sampel sebanyak 2,5 mL ke dalam tabung reaksi, dan disusun ke dalam rak tabung reaksi dengan diberi label nama sesuai sampel.
2. Ditambahkan larutan $K_2Cr_2O_7$ sebanyak 1,5 mL dengan menggunakan pipet volume.
3. Ditambahkan larutan H_2SO_4 sebanyak 3,5 mL dengan menggunakan pipet volume, kemudian ditutup.

b. Proses COD inkubator

1. COD inkubator (merek Hanna HI 839800) disambungkan ke stop kontak, tekan tombol start, dan ditunggu sampai $150^\circ C$ sampai inkubator mengeluarkan bunyi.
2. Dimasukkan tabung reaksi yang berisikan sampel yang sudah disiapkan ke dalam inkubator.
3. Ditekan tombol start, maka timer akan berjalan, ditunggu selama 2 jam hingga inkubator akan berbunyi kembali.
4. Diangkat tabung reaksi dan didinginkan sampai $60^\circ C$, sampel siap untuk diuji.

c. Pengujian COD

1. Dinyalakan alat COD meter (merek Hanna HI 83214), dilakukan kalibrasi alat dengan cara dimasukkan akuades ke dalam tabung reaksi, lalu dimasukkan ke dalam alat COD meter sampai muncul angka 0,0 mg/L, jika sudah maka alat sudah dikalibrasi dan siap untuk digunakan.
2. Dihomogenkan sampel terlebih dahulu, lalu sampel dituangkan ke dalam tabung reaksi, dan dimasukkan ke dalam alat COD meter.
3. Ditekan *read*, maka akan muncul nilai COD dan dicatat hasilnya.

2.8.3 Pengujian *Total Suspended Solid* (TSS)

Pengujian TSS merujuk pada SNI 06-6989.3-2004.

a. Persiapan kertas saring

1. Dipotong kertas saring Whatman No. 42 dengan diameter 48 mm dan ditimbang dengan timbangan analitik (merek BEL Engineering).
 2. Dimasukkan kertas saring ke alat vakum filtrasi (merek Multivac 310-MS-T), lalu dimasukkan akuades sebanyak 80 mL.
 3. Setelah divakum, kertas saring dimasukkan ke dalam oven (merek Memmert UF 110) untuk dipanaskan pada suhu 103-105°C selama 1 jam.
 4. Setelah 1 jam di oven, didinginkan di dalam desikator yang berisi silika gel selama 15 menit.
 5. Ditimbang kertas saring setelah didinginkan dan dicatat berat timbangan.
- b. Pengujian sampel
1. Diambil kertas saring Whatman No. 42 yang telah dipotong dengan diameter 48 mm dimasukkan ke dalam alat vakum.
 2. Dimasukkan sampel sebanyak 80 ml ke dalam vakum filtrasi.
 3. Setelah divakum, diambil kertas saring yang sudah ada residunya, dimasukkan ke dalam oven pada suhu 103-105°C selama 1 jam.
 4. Diambil kertas saring dari oven, dimasukkan ke dalam desikator yang berisi silika gel untuk didinginkan.
 5. Setelah didinginkan, ditimbang kertas saring yang berisi residu kering.
 6. Dihitung kadar *total suspended solid* (TSS) dalam mg/L dengan perhitungan:
- $$\text{mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume sampel, mL}} \dots\dots\dots(3.1)$$
- A = berat kertas saring + residu kering (mg)
 B = berat kertas saring (mg)

2.8.4 Pengujian Fosfat

Pengujian fosfat merujuk pada SNI 6989.31-2005.

1. Pembuatan larutan asam sulfat (H₂SO₄) 5N

Dimasukkan asam sulfat pekat 70 mL ke dalam *beaker glass* yang berisi akuades sebanyak 300 mL dan diletakkan pada penangas es, kemudian larutan tersebut diencerkan dengan akuades sampai 500 mL, lalu dihomogenkan.

2. Pembuatan larutan campuran

Dicampurkan 50 mL larutan H₂SO₄ 5N, 30 mL larutan asam askorbat, 15 mL larutan ammonium molibdat, dan 5 mL larutan kalium antimonil tartrat secara berurutan, kemudian dikocok hingga homogen.

3. Penentuan kadar fosfat dengan alat spektrofotometer UV-Vis (merek Shimadzu UV 1800).

- Dipipet sampel sebanyak 50 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer.
- Ditambahkan indikator fenolftalein 1 tetes. Jika terbentuk warna merah muda, maka ditambahkan H₂SO₄ 5N tetes demi tetes sampai warna hilang.
- Ditambahkan larutan campuran sebanyak 8 mL, lalu dihomogenkan.
- Dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer UV-Vis, dibaca dan dicatat serapannya pada panjang gelombang 880 nm dalam kisaran waktu antara 10 menit sampai 30 menit.

2.9 Analisis Data

Persentase efektivitas penurunan nilai pH, COD, TSS dan fosfat dihitung berdasarkan kadar awal dan kadar akhir setelah perlakuan dengan biokoagulan biji pepaya. Dihitung dengan rumus:

$$P (\%) = \frac{(C_0 - C_e) \times 100\%}{C_0} \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana P (%) adalah persentase penurunan kadar pencemar limbah *laundry*, C₀ adalah kadar awal (mg/L) parameter pencemar limbah *laundry* sebelum perlakuan dengan biokoagulan biji pepaya, C_e adalah kadar akhir (mg/L) parameter pencemar limbah *laundry* setelah perlakuan dengan biokoagulan biji pepaya.

Efektivitas biokoagulan biji pepaya pada pengolahan limbah *laundry* dapat dilihat dari kemampuan biji pepaya dalam menurunkan kadar pH, COD, TSS dan fosfat, apakah memenuhi baku mutu atau tidak. Apabila nilai pH, COD, TSS dan fosfat pada limbah *laundry* dapat memenuhi baku mutu maka dikatakan efektif. Namun, apabila tidak dapat memenuhi baku mutu maka biokoagulan biji pepaya tidak efektif dalam dalam menurunkan kadar pH, COD, TSS dan fosfat pada limbah *laundry* tersebut.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Eksperimen

Hasil pengujian sampel limbah *laundry* dengan parameter pH, COD, TSS dan fosfat sebelum dan setelah dilakukan perlakuan pada *jar test* dan penambahan biokoagulan biji pepaya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil pengujian parameter limbah *laundry* sebelum dan setelah dilakukan perlakuan

Massa Biokoagulan Biji Pepaya (gram)	Kadar Pencemar Pada Limbah <i>Laundry</i>			
	pH	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Fosfat (mg/L)
Baku Mutu*	6-9	100	30	-
Kadar Awal	8,1	1160	117,5	14,29
2	6,9	804	98,75	20,62
3	6,7	793	93,75	26,87
4	6,5	534	78,75	28,55
5	6,6	602	100	35,74

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

Berdasarkan Tabel 4.1 hasil pengujian awal limbah *laundry* sebelum perlakuan dengan biokoagulan biji pepaya, yang melebihi syarat baku mutu yaitu parameter COD dan TSS, sedangkan parameter pH masih memenuhi syarat baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Hasil pengujian parameter terhadap limbah *laundry* mengalami perubahan setelah perlakuan pada *jar test* dan penambahan biokoagulan biji pepaya dengan variasi massa biokoagulan 2, 3, 4 dan 5 g. Hasil pengujian parameter pH setelah perlakuan pada *jar test* dengan penambahan biokoagulan

biji pepaya mengalami penurunan, namun masih berada dalam ambang baku mutu. Hasil pengujian parameter COD mengalami penurunan dari kadar COD awal sebelum perlakuan dengan biokoagulan biji pepaya, namun masih belum memenuhi syarat baku mutu. Hasil pengujian parameter TSS juga mengalami penurunan, namun belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Hasil pengujian parameter fosfat tidak mengalami penurunan, tetapi mengalami kenaikan setelah perlakuan pada *jar test* dengan penambahan biokoagulan biji pepaya.

Limbah *laundry* sebelum perlakuan dengan biokoagulan biji pepaya dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Limbah *laundry* sebelum perlakuan dengan biokoagulan biji pepaya

Limbah *laundry* setelah perlakuan dengan biokoagulan biji pepaya mengalami perubahan warna menjadi lebih keruh dibandingkan dengan sebelum perlakuan dengan biokoagulan biji pepaya. Berdasarkan Gambar 4.2 dapat diamati bahwa semakin banyak biokoagulan biji pepaya yang dibubuhkan ke dalam limbah *laundry* maka semakin meningkat kekeruhan pada limbah *laundry* seiring dengan penambahan biokoagulan biji pepaya sebanyak 2, 3, 4 dan 5 g. Limbah *laundry* setelah perlakuan dengan biokoagulan biji pepaya dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Limbah *laundry* setelah perlakuan dengan biokoagulan biji pepaya 2, 3, 4 dan 5 gram

4.2 Pembahasan

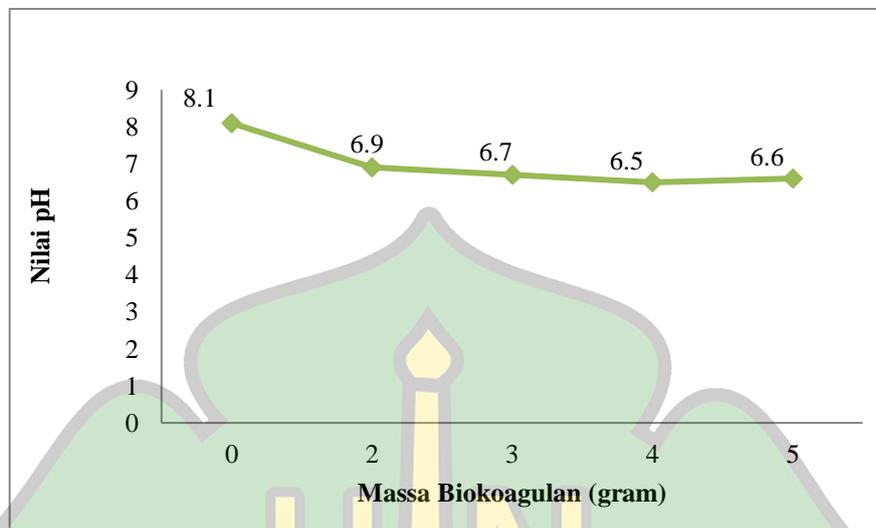
4.2.1 Efektivitas Biokoagulan Biji Pepaya (*Carica papaya L.*) Terhadap Penurunan Kadar pH, COD, TSS dan Fosfat

1. Parameter pH

Berdasarkan Gambar 4.3 menunjukkan bahwa nilai pH mengalami penurunan berturut-turut pada penambahan massa biokoagulan biji pepaya 2, 3 dan 4 gram. Penurunan nilai pH dikarenakan ion hidrogen (ion positif) pada biokoagulan biji pepaya seimbang dengan ion hidroksida (ion negatif) pada sampel limbah *laundry*. Oleh karena itu, proses pemecahan senyawa kimia semakin banyak terjadi di dalam limbah *laundry*. Menurut Adira (2020), seiring meningkatnya massa biokoagulan maka nilai pH semakin menurun karena semakin banyak proses terjadinya pemecahan senyawa kimia di dalam air sehingga ion-ion yang terionisasi akan semakin besar dan menyebabkan nilai pHnya turun. Namun, pada penambahan massa biokoagulan biji pepaya 5 gram nilai pH kembali naik dikarenakan proses pemecahan senyawa kimia di dalam air semakin sedikit akibat tidak semua partikel biokoagulan biji pepaya dapat terjadi ikatan kimia antara ion positif pada biokoagulan dan ion negatif pada limbah *laundry*, karena masih banyak sisa partikel biokoagulan yang berlebihan di dalam air limbah.

Nilai pH awal limbah *laundry* sebelum perlakuan dengan penambahan biokoagulan biji pepaya dan nilai pH akhir setelah perlakuan dengan penambahan biokoagulan biji pepaya memenuhi baku mutu yaitu 6-9 mg/L berdasarkan

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



Gambar 4.3. Grafik Penurunan pH

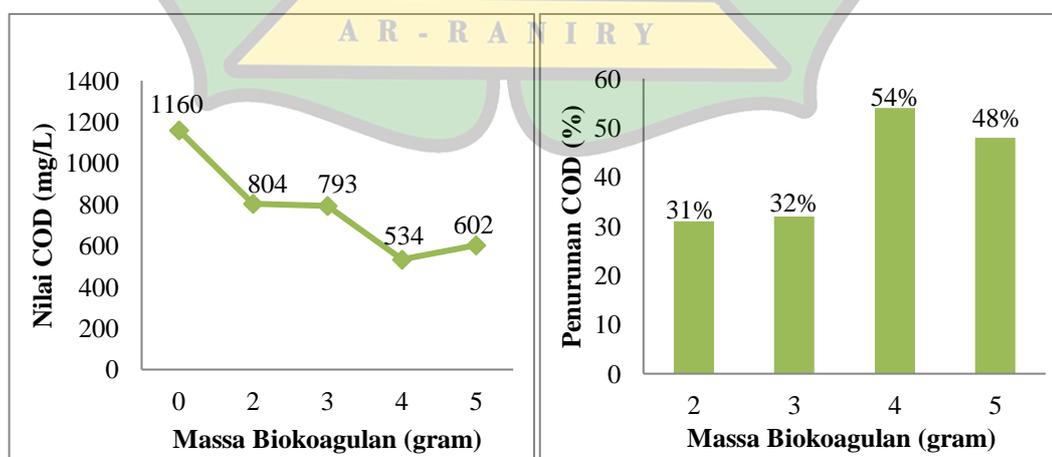
2. Parameter COD

Berdasarkan Gambar 4.4 menunjukkan bahwa efektivitas penurunan COD pada penambahan massa biokoagulan 2, 3, 4 dan 5 gram mengalami persentase penurunan berturut-turut sebesar 31, 32, 54, dan 48 %. Semakin besar massa biokoagulan biji pepaya maka efektivitas penurunan COD semakin meningkat. Hal ini dikarenakan biokoagulan biji pepaya memiliki kandungan protein dan tanin yang dapat mengikat bahan-bahan organik dalam limbah *laundry*. Bahan organik yang terkandung di dalam limbah *laundry* memiliki muatan negatif sehingga dapat berikatan dengan ion-ion positif yang terkandung di dalam biokoagulan biji pepaya. Ikatan-ikatan tersebut akan membentuk flok-flok yang lebih besar setelah mengalami proses pengadukan lambat dimana partikel saling bertabrakan dan kemudian akan mudah mengendap, sehingga kadar COD di dalam limbah *laundry* pun menurun. Menurut Adira (2020), senyawa tanin dapat berikatan dengan bahan organik dan partikel koloid pada air limbah sehingga dapat menyisihkan nilai COD. Protein kationik (ion positif) yang terkandung di dalam biji pepaya saling mengikat dengan ion negatif pada air limbah. Saat penambahan biokoagulan disertai dengan pengadukan cepat dan lambat, maka protein kationik yang dihasilkan akan terdistribusi ke seluruh bagian air limbah

dan akan berinteraksi dengan partikel-partikel negatif dan senyawa organik sehingga membentuk flok-flok. Menurut Coniwanti (2013), apabila berkurangnya senyawa organik dan padatan tersuspensi maka kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi senyawa tersebut semakin berkurang sehingga nilai COD pun menurun.

Efektivitas penurunan COD pada penambahan massa biokoagulan 5 gram kembali merendah, dikarenakan massa biokoagulan yang ditambahkan berlebihan sehingga tidak semua partikel biokoagulan dapat berinteraksi dengan bahan organik membentuk flok-flok dalam air limbah. Partikel biokoagulan yang tidak berikatan menyebabkan kadar COD kembali naik. Hal ini didukung oleh penelitian Coniwanti (2013), penambahan massa biokoagulan yang berlebihan pada air limbah dapat menyebabkan kejenuhan pada air limbah sehingga menyebabkan flok-flok yang akan direduksi sudah habis.

Berdasarkan variasi massa biokoagulan biji pepaya dengan kecepatan pengadukan 120/30 rpm maka penurunan kadar COD tertinggi yaitu pada massa biokoagulan biji pepaya 4 gram dengan efektivitas penurunan kadar COD sebesar 54%. Namun, penurunan COD yang terjadi masih belum memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang yaitu 100 mg/L. Oleh karena itu, biokoagulan biji pepaya belum efektif dalam menurunkan kadar COD pada limbah *laundry*.



Gambar 4.4. Grafik Penurunan COD

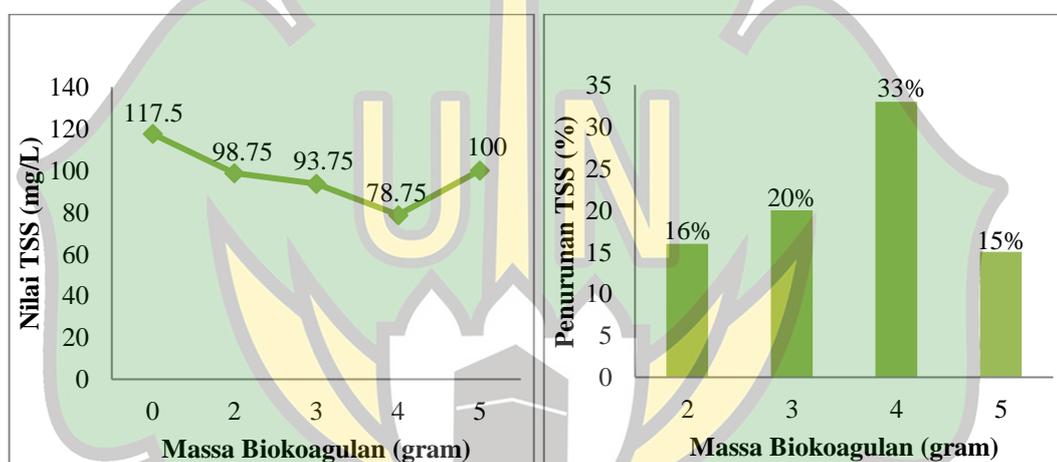
3. Parameter TSS

Berdasarkan Gambar 4.5 menunjukkan bahwa efektivitas penurunan kadar TSS pada penambahan massa biokoagulan 2, 3, 4 dan 5 gram mengalami persentase penurunan berturut-turut sebesar 16, 20, 33, dan 15 %. Semakin besar massa biokoagulan biji pepaya maka efektivitas penurunan kadar TSS semakin meningkat. Hal ini dikarenakan biokoagulan biji pepaya yang memiliki kandungan zat aktif berupa tanin yang dapat mengikat partikel koloid dan partikel tersuspensi membentuk flok-flok dan terjadi pengendapan sehingga kadar TSS pun menurun. Selain itu, biokoagulan biji pepaya memiliki kandungan protein kationik (ion positif). Terjadinya ikatan antara ion positif pada biokoagulan biji pepaya dengan ion negatif pada limbah *laundry* menyebabkan partikel koloid yang awalnya stabil menjadi tidak stabil (destabilisasi) sehingga terjadi pembentukan gumpalan (flok-flok) yang dapat mengendap dengan adanya bantuan gaya gravitasi. Menurut Airun (2020), kandungan protein pada biji pepaya dapat berperan membantu dalam proses destabilisasi partikel koloid dan partikel tersuspensi yaitu adanya gaya tarik-menarik antara ion-ion negatif (anionik) dari partikel polutan dan ion-ion positif (kationik) dari partikel koagulan sehingga membentuk mikroflok. Protein dapat berperan sebagai polielektrolit yang berfungsi mempermudah pembentukan flok. Menurut Ningsih (2020), penurunan TSS disebabkan oleh sifat biji pepaya yang mengandung protein yang larut dalam air dan apabila dilarutkan biji pepaya akan menghasilkan muatan-muatan positif dalam jumlah yang banyak.

Efektivitas penurunan kadar TSS pada massa biokoagulan biji pepaya 5 gram kembali merendah. Hal ini dikarenakan massa biokoagulan biji pepaya yang ditambahkan berlebihan sehingga tidak semua partikel biokoagulan dapat berinteraksi dengan partikel koloid membentuk flok-flok dalam limbah *laundry*. Oleh karena itu, partikel biokoagulan yang tidak berikatan menyebabkan kadar TSS kembali naik. Hal ini didukung oleh penelitian Coniwanti (2013), penambahan massa biokoagulan yang berlebihan pada air limbah dapat menyebabkan kejenuhan pada air limbah sehingga menyebabkan flok-flok yang

akan direduksi sudah habis dan biokoagulan melayang di dalam air limbah dan bertindak sebagai pengotor.

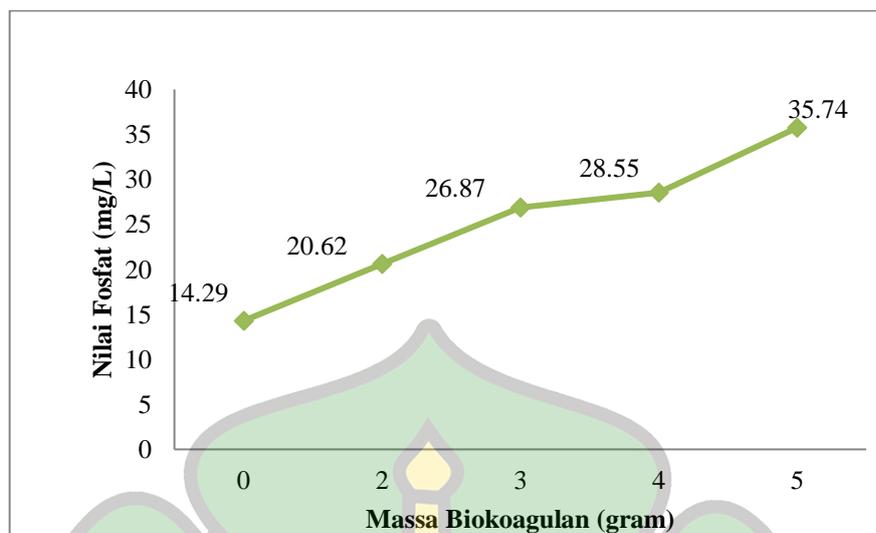
Berdasarkan variasi massa biokoagulan biji pepaya dengan kecepatan pengadukan 120/30 rpm maka penurunan kadar TSS tertinggi yaitu pada massa biokoagulan biji pepaya 4 gram dengan efektivitas penurunan TSS sebesar 33%. Penurunan kadar TSS belum memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 yaitu 30 mg/L. Oleh karena itu, biokoagulan biji pepaya belum efektif dalam menurunkan kadar TSS pada limbah *laundry*.



Gambar 4.5. Grafik Penurunan TSS

4. Parameter Fosfat

Berdasarkan Gambar 4.6 menunjukkan bahwa bahwa nilai fosfat pada sampel limbah *laundry* semakin naik seiring penambahan massa biokoagulan biji pepaya 2, 3, 4 dan 5 gram. Semakin banyak penambahan biokoagulan biji pepaya maka kadar fosfat semakin meningkat. Hal ini dikarenakan adanya kandungan fosfat yang terdapat dalam biokoagulan biji pepaya sehingga dapat meningkatkan kadar fosfat pada limbah *laundry*. Hal ini didukung oleh data hasil pengujian fosfat pada laboratorium yang menyatakan bahwa biji pepaya mengandung kadar fosfat sebanyak 3,043 mg/kg. Oleh karena itu, penambahan biokoagulan biji pepaya tidak efektif dalam menurunkan kadar fosfat, bahkan dapat meningkatkan kandungan fosfat pada air limbah.



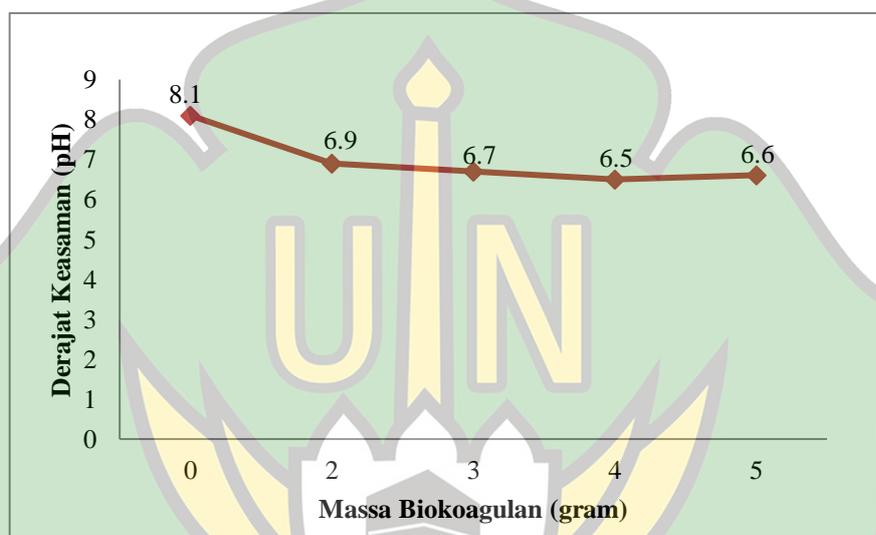
Gambar 4.6. Grafik Kenaikan Fosfat

4.2.2 Pengaruh Massa Biokoagulan Biji Pepaya (*Carica papaya L.*) Terhadap Penurunan Kadar pH, COD, TSS dan Fosfat

1. Parameter pH

Berdasarkan Gambar 4.7 menunjukkan bahwa nilai pH mengalami penurunan dari nilai pH awal limbah *laundry* sebelum perlakuan pada *jar test* dan penambahan biokoagulan biji pepaya. Penambahan massa biokoagulan biji pepaya 2 gram terjadi penurunan nilai pH dari pH awal sebelum penambahan biokoagulan biji pepaya yaitu dari 8,1 turun menjadi 6,9, kemudian pada penambahan massa biokoagulan biji pepaya 3 gram terjadi penurunan nilai pH menjadi 6,7, pada penambahan massa biokoagulan 4 gram terjadi penurunan nilai pH menjadi 6,5 dan penambahan massa biokoagulan 5 gram terjadi penurunan nilai pH menjadi 6,6. Semakin besar massa biokoagulan biji pepaya maka penurunan kadar pH juga semakin besar. Penurunan nilai pH dikarenakan ion hidrogen (kation) pada biokoagulan biji pepaya seimbang dengan ion hidroksida (anion) pada sampel limbah *laundry*, sehingga proses pemecahan senyawa kimia semakin banyak terjadi di dalam limbah *laundry*. Menurut Adira (2020), seiring meningkatnya massa biokoagulan maka nilai pH semakin menurun karena semakin banyak proses terjadinya pemecahan senyawa kimia di dalam air sehingga ion-ion yang terionisasi akan semakin besar dan menyebabkan nilai pHnya turun. Namun, pada

penambahan massa biokoagulan 5 gram nilai pH kembali naik dikarenakan proses pemecahan senyawa kimia di dalam air limbah semakin sedikit akibat tidak semua partikel biokoagulan biji pepaya dapat terjadi ikatan kimia antara ion positif (kation) pada biokoagulan dengan ion negatif (anion) pada limbah *laundry*, karena masih banyak sisa partikel biokoagulan yang berlebihan di dalam air limbah. Oleh karena itu, penambahan massa biokoagulan biji pepaya 5 gram telah melebihi massa optimum pada sampel limbah *laundry*.



Gambar 4.7. Grafik Pengaruh Massa Biokoagulan Biji Pepaya Terhadap Penurunan pH

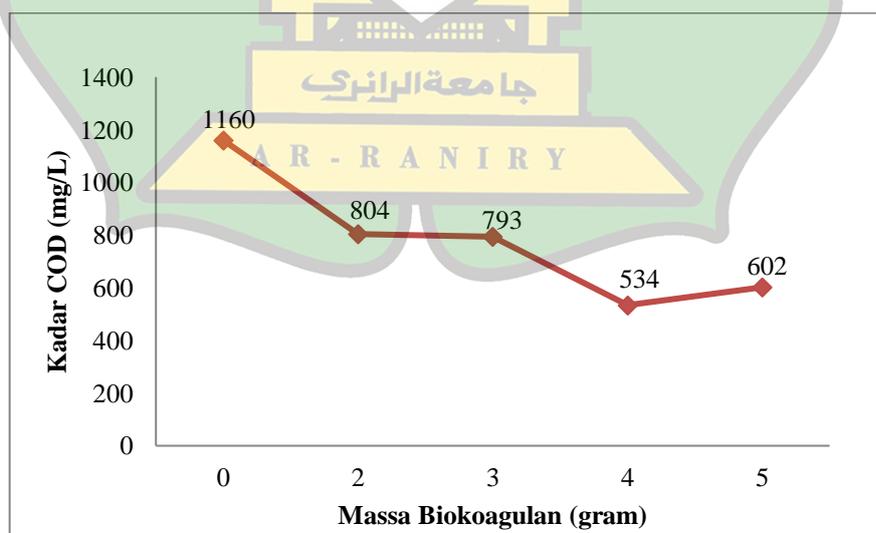
2. Parameter COD

Berdasarkan Gambar 4.8 menunjukkan bahwa sampel limbah *laundry* pada penambahan massa biokoagulan biji pepaya 2 gram terjadi penurunan kadar COD dari kadar COD awal sebelum penambahan biokoagulan yaitu dari 1160 mg/L turun menjadi 804 mg/L, kemudian pada penambahan massa biokoagulan biji pepaya 3 gram terjadi penurunan kadar COD menjadi 793 mg/L, pada penambahan massa biokoagulan 4 gram terjadi penurunan kadar COD menjadi 534 mg/L dan penambahan massa biokoagulan 5 gram terjadi penurunan kadar COD menjadi 602 mg/L.

Semakin meningkat massa biokoagulan biji pepaya maka kadar COD semakin menurun dari kadar COD awal limbah *laundry* hingga massa biokoagulan 4 gram. Kadar COD kembali meningkat pada massa biokoagulan biji

pepaya 5 gram. Hal ini dikarenakan massa biokoagulan yang ditambahkan berlebihan sehingga tidak semua partikel biokoagulan dapat berikatan dengan bahan-bahan organik membentuk flok-flok dalam air limbah. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan kadar COD terbaik pada sampel limbah *laundry* yaitu pada massa biokoagulan biji pepaya 4 gram.

Seiring dengan meningkatnya penambahan massa biokoagulan maka penurunan kadar COD semakin baik. Hal ini dikarenakan biokoagulan biji pepaya memiliki kandungan protein dan tanin yang mempunyai kemampuan mengikat bahan-bahan organik dalam limbah *laundry*. Senyawa tanin dapat berikatan dengan bahan organik dan partikel koloid pada air limbah sehingga dapat menyisihkan nilai COD. Menurut Adira (2020), protein kationik (ion positif) yang terkandung di dalam biji pepaya saling mengikat dengan ion negatif pada air limbah. Saat penambahan biokoagulan disertai dengan pengadukan cepat dan lambat, maka protein kationik yang dihasilkan akan terdistribusi ke seluruh bagian air limbah dan akan berinteraksi dengan partikel-partikel negatif dan senyawa organik sehingga membentuk flok-flok. Menurut Coniwanti (2013), apabila berkurangnya senyawa organik dan padatan tersuspensi maka kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi senyawa tersebut semakin berkurang sehingga nilai COD pun menurun.



Gambar 4.8. Grafik Pengaruh Massa Biokoagulan Biji Pepaya Terhadap Penurunan COD

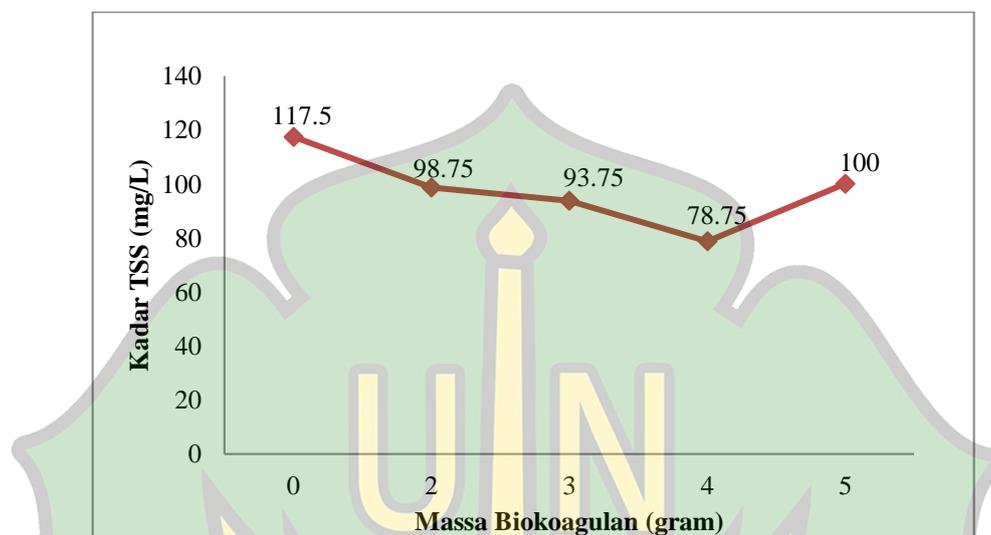
3. Parameter TSS

Berdasarkan Gambar 4.9 menunjukkan bahwa sampel limbah *laundry* pada penambahan massa biokoagulan biji pepaya 2 gram terjadi penurunan kadar TSS dari kadar TSS awal sebelum penambahan biokoagulan yaitu dari 117,5 mg/L turun menjadi 98,75 mg/L, kemudian pada penambahan massa biokoagulan biji pepaya 3 gram terjadi penurunan kadar TSS menjadi 93,75 mg/L, pada penambahan massa biokoagulan 4 gram terjadi penurunan kadar TSS menjadi 78,75 mg/L dan penambahan massa biokoagulan 5 gram terjadi penurunan kadar TSS menjadi 100 mg/L.

Semakin bertambahnya massa biokoagulan biji pepaya maka kadar TSS semakin menurun dari kadar TSS awal limbah *laundry* hingga massa biokoagulan 4 gram. Namun, kadar TSS kembali meningkat pada massa biokoagulan biji pepaya 5 gram. Hal ini dikarenakan massa biokoagulan yang ditambahkan berlebihan sehingga tidak semua partikel koagulan dapat berinteraksi dengan partikel koloid membentuk flok-flok dalam air limbah. Penurunan kadar TSS paling tinggi terjadi pada massa biokoagulan biji pepaya 4 gram. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan kadar TSS terbaik pada sampel limbah *laundry* yaitu pada massa biokoagulan biji pepaya 4 gram. Penggunaan dosis optimum menyebabkan proses destabilisasi partikel akan semakin mudah terjadi, hal ini membuat flok akan semakin mudah terbentuk, sehingga terjadi penurunan kadar TSS pada limbah.

Penurunan kadar TSS dikarenakan kandungan biji pepaya berupa protein kationik. Gaya tarik-menarik (netralisasi muatan) antara ion bermuatan positif (kation) pada biokoagulan biji pepaya dengan ion bermuatan negatif (anion) pada partikel limbah *laundry* menyebabkan partikel koloid yang awalnya stabil menjadi tidak stabil (destabilisasi) sehingga terjadi pembentukan gumpalan (flok-flok) yang dapat mengendap dengan adanya bantuan gaya gravitasi. Menurut Airun (2020), kandungan protein pada biji pepaya dapat berperan membantu dalam proses destabilisasi partikel koloid dan partikel tersuspensi yaitu adanya gaya tarik-menarik antara ion-ion negatif (anionik) dari partikel polutan dan ion-ion positif (kationik) dari partikel koagulan sehingga membentuk mikroflok. Protein

dapat berperan sebagai polielektrolit yang berfungsi mempermudah pembentukan flok. Menurut Ningsih (2020), penurunan TSS disebabkan oleh sifat biji pepaya yang mengandung protein yang larut dalam air dan apabila dilarutkan biji pepaya akan menghasilkan muatan-muatan positif dalam jumlah yang banyak.

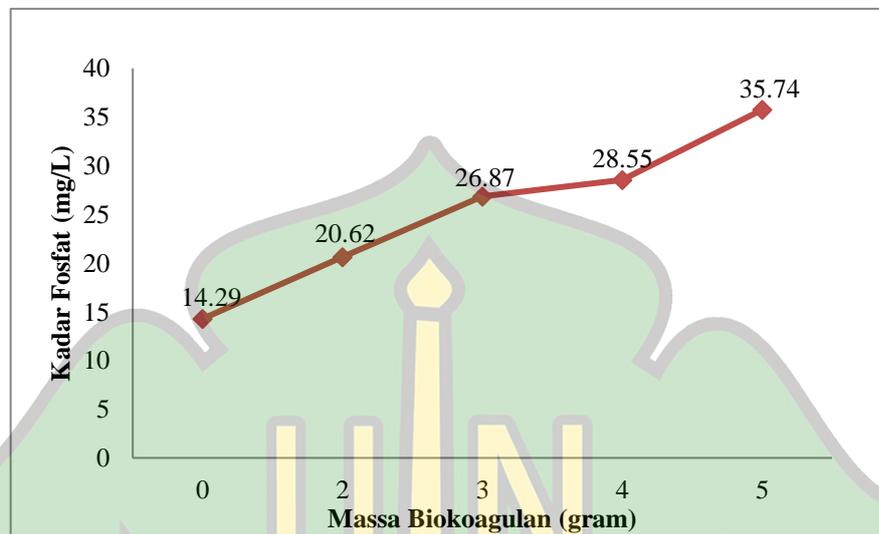


Gambar 4.9. Grafik Pengaruh Massa Biokoagulan Biji Pepaya Terhadap Penurunan TSS

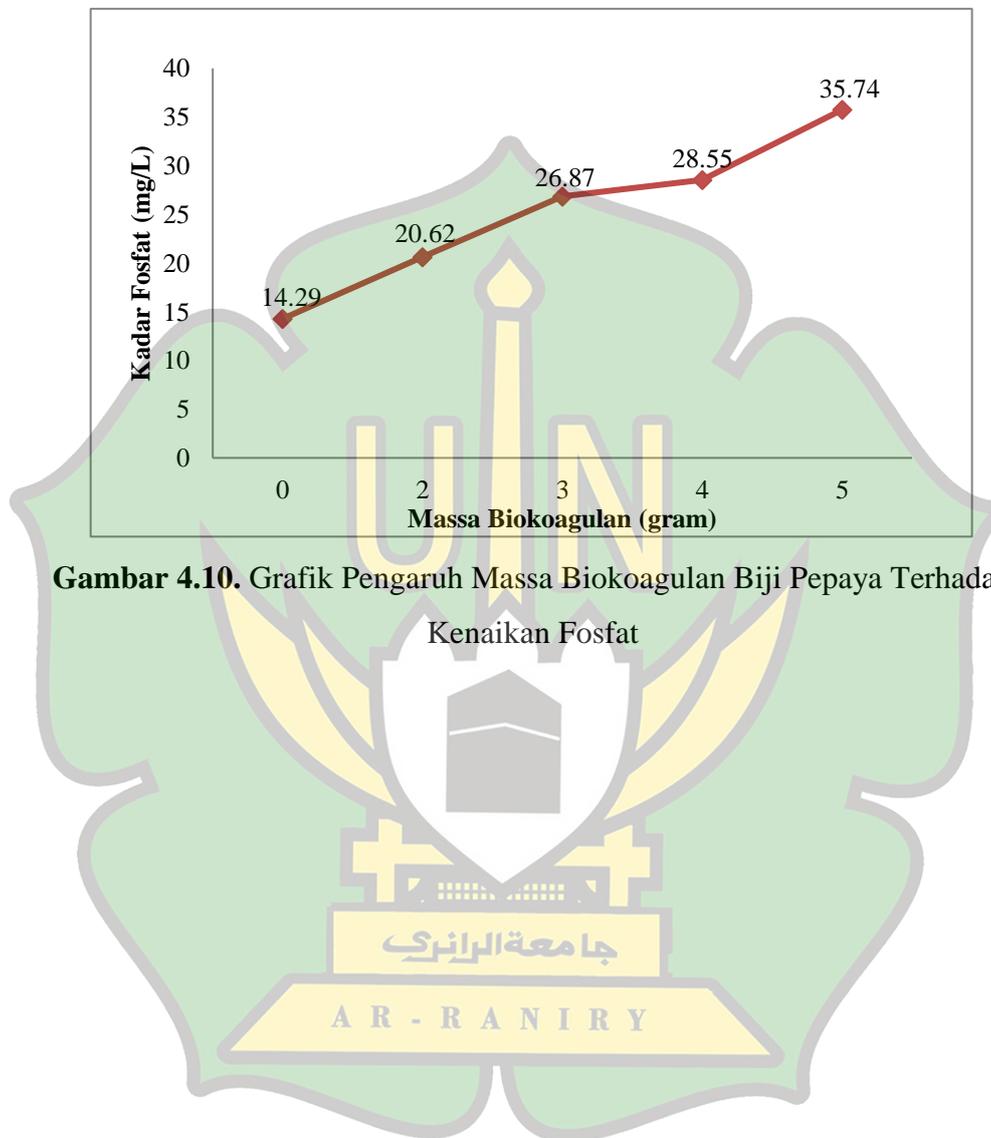
4. Parameter Fosfat

Berdasarkan Gambar 4.10 menunjukkan bahwa kadar fosfat setelah penambahan biokoagulan biji pepaya mengalami kenaikan yaitu kadarnya berada di atas kadar fosfat awal pada limbah *laundry*, dapat dilihat pada penambahan massa biokoagulan biji pepaya 2 gram terjadi kenaikan kadar fosfat dari kadar fosfat awal sebelum penambahan biokoagulan yaitu dari 14,29 mg/L naik menjadi 20,62 mg/L, kemudian pada penambahan massa biokoagulan biji pepaya 3 gram terjadi kenaikan kadar fosfat menjadi 26,87 mg/L, pada penambahan massa biokoagulan 4 gram terjadi kenaikan kadar fosfat menjadi 28,55 mg/L dan penambahan massa biokoagulan 5 gram terjadi kenaikan kadar fosfat menjadi 35,74 mg/L. Kenaikan kadar fosfat ini terjadi seiring meningkatnya penambahan massa biokoagulan biji pepaya. Hal ini dikarenakan oleh adanya kandungan fosfat yang terdapat di dalam biokoagulan biji pepaya, yang didukung oleh data hasil pengujian kadar fosfat pada biokoagulan biji pepaya di laboratorium seperti yang

terlampir pada Lampiran 5 yang menyatakan bahwasanya biokoagulan biji pepaya mengandung fosfat sebanyak 3,043 mg/kg, sehingga dapat mengakibatkan peningkatan kadar fosfat pada limbah *laundry*.



Gambar 4.10. Grafik Pengaruh Massa Biokoagulan Biji Pepaya Terhadap Kenaikan Fosfat



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) menurunkan nilai pH dari kadar pH awal 8,1 menjadi 6,5 pada massa biokoagulan biji pepaya 4 gram dan masih memenuhi rentang pH 6–9 sesuai baku mutu. Penurunan kadar COD dan TSS yang terbaik dari penelitian ini pada massa biokoagulan biji pepaya 4 gram dengan persentase penurunan COD sebesar 54% dan TSS sebesar 33%, namun tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Maka dari itu, penggunaan biokoagulan biji pepaya belum efektif dalam menurunkan kadar pencemar pada limbah *laundry*.
2. Pengaruh massa biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap penurunan pH, COD dan TSS pada limbah *laundry* yaitu semakin besar massa biokoagulan biji pepaya maka semakin besar pula penurunan nilai pH, COD dan TSS. Sedangkan kadar fosfat semakin meningkat seiring meningkatnya massa biokoagulan biji pepaya.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan uji permukaan terhadap biokoagulan biji pepaya seperti uji FTIR, Uji SEM dan uji proksimat.
2. Perlu dilakukan proses optimasi pH untuk menentukan pH optimum yang dapat bekerja pada biokoagulan biji pepaya.
3. Perlu dilakukan pengenceran dengan penambahan pelarut agar biokoagulan biji pepaya lebih mudah melarut dalam limbah *laundry*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Ayu Andani, Irwan, Ekawaty Prasetya (2019). Analisis Karakteristik Limbah *Laundry* Terhadap Penyakit Dermatitis Kontak Iritan Pada Pekerja *Laundry* X Tahun 2019. Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo.
- Abraham, Reena dan Harsha P (2019). Efficiency of Tamarind and Papaya Seed Powder As Natural Coagulants. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 6(4), 4850-4852.
- Acthami A., Sinardi, A. Sry Iryani (2017). Studi Karakteristik Komponen Kimia Biji Pepaya Dengan Metode Padat-Cair (Leaching). *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Teknik UNIFA*, Makassar.
- Adira, Riska (2020). Pemanfaatan Biji Trembesi (*Samanea saman*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik. *Skripsi*. Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Airun, Nurul Hidayati (2020). Pemanfaatan Biji Pepaya (*Carica papaya L.*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Skripsi*. Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Amanda, Yessinta Trizna (2019). Pemanfaatan Biji Trembesi (*Samanea saman*) Sebagai Koagulan Alami Untuk Menurunkan BOD, COD, TSS, Kekeruhan Pada Pengolahan Limbah Cair Tempe. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember.
- Aprilion, Raindy, Antaresti dan Adriana Anteng A (2015). Penurunan Kekeruhan Air Oleh Biji Pepaya, Biji Semangka dan Kacang Hijau. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*. 14(1), 35.
- Apriyani, Nani (2017). Penurunan Kadar Surfaktan dan Fosfat dalam Limbah Laundry. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*. 2(1), 37-38.

- Ariati, Ni Komang dan Ketut Ratnayani (2017). Skrining Potensi Jenis Biji Polong-polongan (*Famili Fabaceae*) dan Biji Labu-labuan (*Famili Cucurbitaceae*) Sebagai Koagulan Alami Pengganti Tawas. *Jurnal Kimia*. 11(1), 17.
- Azevedo, L.A. and Campagnol, P.C.B. (2014). Papaya Seed Flour (*Carica papaya*) Affects The Technological and Sensory Quality of Hamburgers. *International Food Research Journal*. 21(6), 2141.
- Coniwanti I. D., Pamilia (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.
- Effendi, Hefni (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fajri R., Nurul, Mochtar Hadiwidodo, Arya Rezagama (2017). Pengolahan Lindi dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Aluminium Sulfat dan Metode Ozonisasi Untuk Menurunkan Parameter BOD, COD, dan TSS. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6(1), 3-4.
- Febjislami, Shalati, Ketty Suketi dan Rahmi Yuniarti (2018). Karakteristik Morfologi Bunga, Buah, dan Kualitas Buah Tiga Genotipe Pepaya Hibrida. *Buletin Agrohorti*. 6(1), 113.
- Fitriyanti, Reno (2020). *Karakteristik Limbah Domestik Di Lingkungan Mess Karyawan Pertambangan Batubara*. 5(2), 75.
- Ginting, Ovalina Sylvia Br. (2021). Perbandingan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Biji Pepaya (*Carica papaya L.*) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Forte Journal*. 1(1), 22.
- Hak, Ahsanul, Yeti Kurniasih, Husnul Hatimah (2018). Efektivitas Penggunaan Biji Kelor (*Moringa Oleifera, Lam*) Sebagai Koagulan Untuk Menurunkan Kadar TDS dan TSS Dalam Limbah Laundry. *Jurnal Kependidikan Kimia*. 6(1), 101-102.

- Haslinah dan Andrie (2018). Kombinasi *Eichornia crassipes*, Zeolit dan Ekstrak Daun Sirih Dapat Menurunkan Kadar BOD dan COD Dalam Air Limbah Domestik. *ILTEK*. 13(2), 1927.
- Hayat, A. Muhammad Fadhil dan St. Mu'tamirah (2019). Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Koagulan Dalam Menurunkan Kadar Fosfat (PO_4) dan Amoniak (NH_3) Pada Air Limbah Rumah Sakit. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- Hutapea, Ribka, Syarfi Daud, Edward Hs (2021). Pengaruh Kecepatan dan Waktu Pengadukan Lambat Terhadap Penyisihan Fosfat dan TSS Limbah Cair Laundry Menggunakan Biokoagulan Tepung Biji Asam Jawa. *Jom FTEKNIK*. 8, 1.
- Lestari, Dinda Yully, Darjati, Marlik (2021). Penurunan Kadar BOD, COD, dan Total Coliform Dengan Penambahan Biokoagulan Biji pepaya (*Carica papaya L.*). *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 18(1), 52.
- Martina, Angela, Dian Santoso Effendy, dan Jenny Novianti M. Soetedjo (2018). Aplikasi Koagulan Biji Asam Jawa Dalam Penurunan Konsentrasi Zat Warna *Drimaren Red* Pada Limbah Tekstil Sintetik Pada Berbagai Variasi Operasi. *Jurnal Rekayasa Proses*. 12(2), 99.
- Ningsih, Nunik Rahmawati (2020). Efektivitas Biji Melon (*Cucumis melo L.*) dan Biji Pepaya (*Carica papaya L.*) Sebagai Koagulan Alami Untuk Menurunkan Parameter Pencemar Air Limbah Industri Tahu. *Skripsi*. Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Noviana, Linda dan Dyah Prinajati (2021). Tingkat Toksisitas Limbah Laundry Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*). *Laporan Penelitian Dosen*. Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Sahid Jakarta.
- Novita, Elida, Moh. Bagus Salim, Hendra Andiananta Pradana (2021). Penanganan Air Limbah Industri Kopi Dengan Metode Koagulasi-

- Flokulasi Menggunakan Koagulan Alami Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica L.*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 22(1), 14.
- Olivia, Arinda, Lita Darmayanti, Dewi Fitria (2021). Penggunaan Biokoagulan dari Biji Tanaman Untuk Menurunkan Kekeruhan Pada Air Sungai. *JOM FTEKNIK*. 8(1), 1.
- Pangesti, Ayu Wening Maharani (2021). Analisis Karakteristik Limbah Cair Laundry Di Kecamatan Medan Selayang Kota Medan Tahun 2020. *Skripsi*. Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang *Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- Prabowo, Zuhda Nur, Arya Rezagama, Mochtar Hadiwidodo (2017). Pengolahan Air Lindi Menggunakan Metode Koagulasi Flokulasi Dengan Kombinasi Biokoagulan Sodium Alginat-Koagulan AL_2SO_4 dan *Advanced Oxidation Processes* (AOPs) Dengan Fenton (FE/H_2O_2). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 2.
- Purnama, I Gede Herry dan Sang Gede Purnama (2015). Pengolahan Air Limbah Binatu (*Laundry*) Dengan Menggunakan Metode Lahan Basah Buatan (*Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands*). *Laporan Penelitian Dosen Muda*. Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana.
- Purwanto, Didik, Anton Yuntarso, Ch. Destri Wiwis W. (2021). Analisa Bakteri Total Pada Buah Pepaya (*Carica papaya L.*) Yang Di Steril Menggunakan Metode Autoclave. *Jurnal SainHealth*. 5(1), 26.
- Rachmawati, Budiany, Yayok Surya P dan Mohamad Mirwan (2014). Proses Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah *Laundry*. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 6(1), 16.

- Rahimah, Zikri, Heliyanur Heldawati, Isna Syauqiah (2016). Pengolahan Limbah Deterjen Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur dan PAC. *Konversi*. 5(2), 53-54.
- Rajagukguk, Paul Timmie Reminiscere (2018). Pemanfaatan Kulit Durian Sebagai Adsorben Untuk Penyisihan Deterjen dan Fosfat Dalam Pengolahan Limbah Cair Laundry. *Skripsi*. Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Rizky, Nikita, Budiyono, Onny Setiani (2017). Pengaruh Variasi Lama Kontak Tanaman *Azolla microphylla* Terhadap Penurunan Kadar Fosfat dan COD Pada Limbah Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 5(1), 466.
- Rumi, Sofia (2021). Penyisihan Polutan Pada Limbah Binatu Menggunakan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Skripsi*. Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- SNI 19-6449-2000 tentang Metode Pengujian Koagulasi-Flokulasi Dengan Cara Jar.
- SNI 06-6989.3-2004 tentang Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid*, TSS) Secara Gravimetri.
- SNI 06-6989.11-2004 tentang Cara Uji Derajat Keasaman (pH) Dengan Menggunakan pH Meter.
- SNI 6989.2-2009 tentang Cara Uji kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*) Dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri.
- SNI 6989.31-2005 tentang Cara Uji Kadar Fosfat Dengan Spektrofotometer Secara Asam Askorbat.
- SNI 6989.59-2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah.
- Widyaningsih, Vini (2011). Pengolahan Limbah Cair Kantin Yongma FISIP UI. *Skripsi*. Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

Yunita, Anak Agung Istri Agung Mayun Laksmiwati, dan Ni Komang Ariati (2017). Pengaruh Ekstraksi Terhadap Efektivitas Serbuk Biji Semangka (*Cucurbitaceae*) dan Serbuk Biji Asem (*Fabaceae*) Sebagai Koagulan Alami Pengganti Tawas. *Jurnal Kimia*. 11(1), 89.



LAMPIRAN I
DOKUMENTASI TAHAPAN PENELITIAN

No.	Gambar	Keterangan
1.		Pencucian biji pepaya hingga bersih
2.		Penjemuran biji pepaya di bawah matahari selama 7 hari
3.		Penumbukan biji pepaya yang sudah kering dengan lesung

4.		Biji pepaya diblender menjadi serbuk
5.		Biji pepaya diayak dengan ayakan 100 mesh
6.		Biokoagulan Biji Pepaya

7.		Pengambilan sampel limbah <i>laundry</i>
8.		Penimbangan Biokoagulan Biji Pepaya
9.		Biji Pepaya ditimbang sebanyak 2 gram

10.	 A digital scale with a green display showing '3.00'. The scale is a SOJIKYO model with buttons for TARE, COUNT, and UNIT. The weighing pan contains a small amount of dark brown seeds on a piece of aluminum foil.	Biji Pepaya ditimbang sebanyak 3 gram
11.	 A digital scale with a green display showing '4.00'. The scale is a SOJIKYO model with buttons for TARE, COUNT, and UNIT. The weighing pan contains a small amount of dark brown seeds on a piece of aluminum foil.	Biji Pepaya ditimbang sebanyak 4 gram
12.	 A digital scale with a green display showing '5.00'. The scale is a SOJIKYO model with buttons for TARE, COUNT, and UNIT. The weighing pan contains a small amount of dark brown seeds on a piece of aluminum foil.	Biji Pepaya ditimbang sebanyak 5 gram

13.		<p>Pembubuhan biokoagulan biji pepaya pada sampel limbah <i>laundry</i></p>
14.		<p>Pengujian koagulan pada <i>jar test</i></p>
15.		<p>Proses pengadukan cepat 120 Rpm selama 1 menit</p>
16.		<p>Proses pengadukan lambat 30 Rpm selama 20 menit</p>

17.		Sampel dengan massa biokoagulan 2 gram setelah pengendapan
18.		Sampel dengan massa biokoagulan 3 gram setelah pengendapan
19.		Sampel dengan massa biokoagulan 4 gram setelah pengendapan
20.		Sampel dengan massa biokoagulan 5 gram setelah pengendapan

21.		Pengambilan sampel setelah pengendapan dengan pipet volume untuk dilakukan pengujian parameter
22.		Pengujian parameter pH
23.		Hasil pH awal pada sampel limbah <i>laundry</i>
24.		Hasil pH pada sampel dengan massa biokoagulan 2 gram

25.		Hasil pH pada sampel dengan massa biokoagulan 3 gram
26.		Hasil pH pada sampel dengan massa biokoagulan 4 gram
27.		Hasil pH pada sampel dengan massa biokoagulan 5 gram
28.		Proses penambahan larutan $K_2Cr_2O_7$ dan H_2SO_4

29.		Proses pemanasan sampel uji pada COD inkubator selama 2 jam
30.		Proses pendinginan sampel uji setelah di inkubator
31.		Pengujian COD
32.		Hasil COD awal pada sampel limbah <i>laundry</i>
33.		Hasil COD pada sampel dengan massa biokoagulan 2 gram

34.		Hasil COD pada sampel dengan massa biokoagulan 3 gram
35.		Hasil COD pada sampel dengan massa biokoagulan 4 gram
36.		Hasil COD pada sampel dengan massa biokoagulan 5 gram
37.		Pengujian TSS

38.		Kertas saring dimasukkan ke oven selama 1 jam pada suhu 105°C
39.		Pendinginan pada desikator selama 15 menit
40.		Penimbangan kertas saring
41.		Berat kertas saring + residu kering sampel awal limbah <i>laundry</i>

42.	 A digital scale with a blue display showing 0.1984. A piece of white paper with orange text is placed on the scale's weighing pan.	Berat kertas saring + residu kering sampel dengan massa biokoagulan 2 gram
43.	 A digital scale with a blue display showing 0.1987. A piece of white paper with orange text is placed on the scale's weighing pan.	Berat kertas saring + residu kering sampel dengan massa biokoagulan 3 gram
44.	 A digital scale with a blue display showing 0.1985. A piece of white paper with orange text is placed on the scale's weighing pan. The scale has Arabic text and 'ARRANIRY' printed on it.	Berat kertas saring + residu kering sampel dengan massa biokoagulan 4 gram
45.	 A digital scale with a blue display showing 0.1985. A piece of white paper with orange text is placed on the scale's weighing pan.	Berat kertas saring + residu kering sampel dengan massa biokoagulan 5 gram

LAMPIRAN II

CONTOH PERHITUNGAN

1. Perhitungan Kadar *Total Suspended Solid* (TSS)

Rumus perhitungan TSS, yaitu:

$$\text{mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume sampel.mL}}$$

A = berat kertas saring + residu kering (mg)

B = berat kertas saring (mg)

a. Kadar Awal

$$A = 0,1999 \text{ g} = 199,9 \text{ mg}$$

$$B = 0,1905 \text{ g} = 190,5 \text{ mg}$$

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume sampel.mL}} \\ &= \frac{(199,9-190,5) \times 1000}{80 \text{ mL}} \\ &= 117,5 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

b. Biokoagulan Biji Pepaya 3 gram

$$A = 0,1984 \text{ g} = 198,4 \text{ mg}$$

$$B = 0,1905 \text{ g} = 190,5 \text{ mg}$$

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume sampel.mL}} \\ &= \frac{(198,4-190,5) \times 1000}{80 \text{ mL}} \\ &= 98,75 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

c. Biokoagulan Biji Pepaya 2 gram

$$A = 0,1980 \text{ g} = 198 \text{ mg}$$

$$B = 0,1905 \text{ g} = 190,5 \text{ mg}$$

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume sampel.mL}} \\ &= \frac{(198-190,5) \times 1000}{80 \text{ mL}} \\ &= 93,75 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

d. Biokoagulan Biji Pepaya 4 gram

$$A = 0,1968 \text{ g} = 196,8 \text{ mg}$$

$$B = 0,1905 \text{ g} = 190,5 \text{ mg}$$

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume sampel.mL}} \\ &= \frac{(196,8-190,5) \times 1000}{80 \text{ mL}} \\ &= 78,75 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

e. Biokoagulan Biji Pepaya 5 gram

$$A = 0,1985 \text{ g} = 198,5 \text{ mg}$$

$$B = 0,1905 \text{ g} = 190,5 \text{ mg}$$

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume sampel.mL}} \\ &= \frac{(198,5-190,5) \times 1000}{80 \text{ mL}} \\ &= 100 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Efektivitas Penurunan COD

a. Biokoagulan Biji Pepaya 2 gram

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(1160 - 804)}{1160} \times 100 \\ &= 30,68\% = 31\% \end{aligned}$$

b. Biokoagulan Biji Pepaya 3 gram

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(1160 - 793)}{1160} \times 100 \\ &= 31,63\% = 32\% \end{aligned}$$

c. Biokoagulan Biji Pepaya 4 gram

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(1160 - 534)}{1160} \times 100 \end{aligned}$$

$$= 53,94\% = 54\%$$

d. Biokoagulan Biji Pepaya 5 gram

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{COD Awal} - \text{COD Akhir})}{\text{COD Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(1160 - 602)}{1160} \times 100 \\ &= 48,10\% = 48\% \end{aligned}$$

3. Perhitungan Efektivitas Penurunan TSS

a. Biokoagulan Biji Pepaya 2 gram

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{TSS Awal} - \text{TSS Akhir})}{\text{TSS Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(117,5 - 98,75)}{117,5} \times 100 \\ &= 15,95\% = 16\% \end{aligned}$$

b. Biokoagulan Biji Pepaya 3 gram

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{TSS Awal} - \text{TSS Akhir})}{\text{TSS Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(117,5 - 93,75)}{117,5} \times 100 \\ &= 20,21\% = 20\% \end{aligned}$$

c. Biokoagulan Biji Pepaya 4 gram

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{TSS Awal} - \text{TSS Akhir})}{\text{TSS Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(117,5 - 78,75)}{117,5} \times 100 \\ &= 32,97\% = 33\% \end{aligned}$$

d. Biokoagulan Biji Pepaya 5 gram

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{TSS Awal} - \text{TSS Akhir})}{\text{TSS Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(117,5 - 100)}{117,5} \times 100 \\ &= 14,89\% = 15\% \end{aligned}$$

4. Perhitungan Efektivitas Penurunan Fosfat

a. Biokoagulan Biji Pepaya 2 gram

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{fosfat Awal} - \text{fosfat Akhir})}{\text{fosfat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(14.29 - 20.62)}{14.29} \times 100 \\ &= -44,29\% = -44\% \end{aligned}$$

b. Biokoagulan Biji Pepaya 3 gram

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{fosfat Awal} - \text{fosfat Akhir})}{\text{fosfat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(14.29 - 26.87)}{14.29} \times 100 \\ &= -88,03\% = -88\% \end{aligned}$$

c. Biokoagulan Biji Pepaya 4 gram

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{fosfat Awal} - \text{fosfat Akhir})}{\text{fosfat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(14.29 - 28.55)}{14.29} \times 100 \\ &= -99,79\% = -100\% \end{aligned}$$

d. Biokoagulan Biji Pepaya 5 gram

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{fosfat Awal} - \text{fosfat Akhir})}{\text{fosfat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{(14.29 - 35.74)}{14.29} \times 100 \\ &= -150,10\% = -150\% \end{aligned}$$

LAMPIRAN III

HASIL UJI PENDAHULUAN PARAMETER FOSFAT



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 270/JTK-USK/LTPKL/2021

Nama Pelanggan : Nurul Musfira
 Alamat Pelanggan : Gp. Meunasah Baro, Ingin Jaya–Aceh Besar
 Tanggal di Terima : 23 November 2021
 Jenis Contoh Uji : Limbah Binatu
 Tanggal di Analisa : 25 November 2021
 Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa
 Baku Mutu : Lampiran X Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
 Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

No.	Parameter Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Fospfat (PO ₄)	mg/l	2,0	59,730	

Darussalam, 25 November 2021

Ketua,

Dr. Edj Munawar, S.T., M.Eng.
NIP. 196912101998021001



جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

LAMPIRAN IV

HASIL UJI PARAMETER FOSFAT



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

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 222/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Nurul Musfira
Alamat Pelanggan : Ingin Jaya-Aceh Besar
Tanggal di Terima : 15 Juni 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Binatu
Parameter Analisa : Fosfat (PO₄)
Tanggal di Analisa : 16 Juni 2022
Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa
Baku Mutu : Lampiran X Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

No.	Kode Contoh Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Konsentrasi Awal	mg/l	2	14,290	
2.	2 gram	mg/l	2	20,620	
3.	3 gram	mg/l	2	26,870	
4.	4 gram	mg/l	2	28,555	
5.	5 gram	mg/l	2	35,745	

Darussalam, 16 Juni 2022

Ketua



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

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

LAMPIRAN V
HASIL UJI FOSFAT PADA BIOKOAGULAN BIJI PEPAYA



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

LEMBAR HASIL UJI

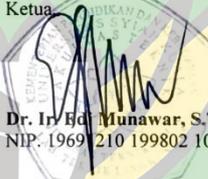
Nomor: 234/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Nurul Musfira
Alamat Pelanggan : Ingin Jaya-Aceh Besar
Tanggal di Terima : 22 Juni 2022
Jenis Contoh Uji : Biokoagulan Biji Pepaya
Parameter Analisa : Fosfat (PO₄)
Tanggal di Analisa : 27 Juni 2022
Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa
Baku Mutu : -

No.	Kode Contoh Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Biokoagulan Biji Pepaya	mg/kg	-	3.043	

Darussalam, 27 Juni 2022

Ketua


Dr. Ir. Ed. Munawar, S.T., M.Eng.
NIP. 1969 210 199802 1001

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

LAMPIRAN VI
METODA PENGAMBILAN CONTOH AIR LIMBAH MENURUT
SNI 6989.59:2008

1. Persyaratan alat pengambil contoh

Alat pengambil contoh harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

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

2. Jenis alat pengambil contoh

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

3. Pengambilan contoh untuk pengujian kualitas air

- a) siapkan alat pengambil contoh sesuai dengan saluran pembuangan;
- b) bilas alat dengan contoh yang akan diambil, sebanyak 3 (tiga) kali;
- c) ambil contoh sesuai dengan peruntukan analisis dan campurkan dalam penampung sementara, kemudian homogenkan;
- d) masukkan ke dalam wadah yang sesuai peruntukan analisis;
- e) lakukan segera pengujian untuk parameter suhu, kekeruhan dan daya hantar listrik, pH dan oksigen terlarut yang dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diawetkan;
- f) hasil pengujian parameter lapangan dicatat dalam buku catatan khusus;
- g) pengambilan contoh untuk parameter pengujian di laboratorium dilakukan pengawetan.