

**PEMANFAATAN BIJI ALPUKAT (*Persea americana mill*) SEBAGAI
BIOKOAGULAN PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DOMESTIK
(*GREY WATER*) DI GAMPONG ATEUK PAHLAWAN
KOTA BANDA ACEH**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

IRSAM RAHMAN

NIM. 150702080

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan



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

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN BIJI ALPUKAT (*Persea americana mill*) SEBAGAI
BIOKOAGULAN PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DOMESTIK
(*GREY WATER*) DI GAMPONG ATEUK PAHLAWAN
KOTA BANDA ACEH**

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Mem peroleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan oleh:


IRSAM RAHMAN
NIM. 15070280

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 18 Juli 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:


Pembimbing I


Febrina Arfi, M.Si.
NIDN. 2021028601

Pembimbing II


Arief Rahman, S.T., M.T.
NIDN. 2010038901

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


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

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMANFAATAN BIJI ALPUKAT (*Persea americana mill*) SEBAGAI
BIOKOAGULAN PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DOMESTIK
(*GREY WATER*) DI GAMPONG ATEUK PAHLAWAN**

KOTA BANDA ACEH

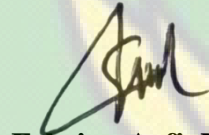
TUGAS AKHIR

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: Jumat, 22 Juli 2022
23 Dzulhijjah 1443 H

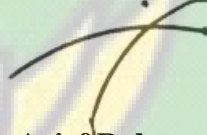
Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



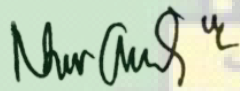
Febrina Arfi, M.Si
NIDN. 2021028601

Sekretaris,



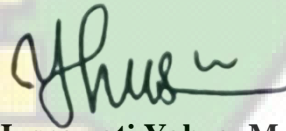
Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901

Penguji I,



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


Penguji II,



Husnawati Yahya, M.Sc
NIDN. 2009118301

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




Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irsam Rahman

NIM : 150702080

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Pemanfaatan Biji Alpukat (*Persea americana mill*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik (*Grey Water*) Di Gampong Ateuk Pahlawan Kota Banda Aceh

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

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

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenakan 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



Irsam Rahman

ABSTRAK

Nama : Irsam Rahman
NIM : 150702080
Program Studi : Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : Pemanfaatan Biji Alpukat (*Persea americana mill*)
Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair
Domestik (*Grey Water*) Di Gampong Ateuk Pahlawan
Kota Banda Aceh
Tanggal Sidang : 18 Juli 2022
Tebal Skripsi : 48 Halaman
Pembimbing I : Febrina Arfi, M.Si.
Pembimbing II : Arief Rahman, S.T., M.T.
Kata Kunci : Biokoagulan Biji Alpukat, Limbah Cair Domestik, Metode
Koagulasi Flokulasi, COD, TSS.

Daerah Gampong Ateuk Pahlawan merupakan gampong yang berada di kecamatan Baiturrahman kota Banda Aceh. Kegiatan rumah tangga yang banyak menghasilkan limbah cair domestik yang dialirkan langsung menuju badan air. Pengolahan air limbah salah satu cara untuk memperbaiki kondisi lingkungan agar aman ketika dialirkan ke perairan. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah cair domestik *grey water* dengan metode koagulasi dan flokulasi, menggunakan biokoagulan biji alpukat. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu Variasi dosis serbuk biji alpukat dan variasi kecepatan pengadukan cepat sedangkan variabel terikat yaitu limbah cair domestik *grey water* dan biji alpukat. Parameter yang diuji dalam penelitian ini yaitu pH, TSS dan COD. Dosis optimum serbuk biji alpukat (*Persea americana mill*) dalam penurunan pH, TSS dan COD pada limbah cair domestik diperoleh pada variasi penambahan dosis biji alpukat sebesar 0,6 gr/L dengan diperoleh pH sebesar 6,3, TSS sebesar 22 gr/L dan COD sebesar 160 gr/L. Berdasarkan pengamatan dan analisa yang dilakukan dalam penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa dosis optimum serbuk biji alpukat (*Persea americana mill*) dalam penurunan pH, TSS dan COD pada limbah cair domestik diperoleh pada variasi penambahan dosis biji alpukat sebesar 0,6 g/L. Variasi pengadukan cepat terhadap parameter pH, TSS dan COD pada limbah cair domestik mempengaruhi nilai parameter tersebut yang di mana semakin tinggi kecepatan pengadukan cepat maka nilai parameter akan semakin naik terutama pada parameter pH dan TSS, sedangkan COD mengalami penurunan.

ABSTRACT

Name : Irsam Rahman
NIM : 150702080
Study Program : Environmental Engineering
Title : Pemanfaatan Biji Alpukat (*Persea americana* mill) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik (Grey Water) Di Gampong Ateuk Pahlawan Kota Banda Aceh
Defence Date : 18 July 2022
Number of page : 48 Pages
Thesis Advisor I : Febrina Arfi, M.Si.
Thesis Advisor II : Arief Rahman, S.T., M.T.
Key Words : Avocado Seeds Biocoagulant, Waste Water Domestic, Coagulants and Flocculation Method, COD, TSS

*The Gampong Ateuk Pahlawan area is a village located in the Baiturrahman sub-district, Banda Aceh city. Household activities that produce a lot of domestic liquid waste which is channeled directly to water bodies. Wastewater treatment is one way to improve environmental conditions so that it is safe when it is flowed into the waters. In this study, domestic wastewater treatment gray water was carried out with coagulation and flocculation methods, using avocado seed biocoagulants. The independent variables in this study were variations in dosage of avocado seed powder and variations in fast stirring speed, while the dependent variables were gray water domestic wastewater and avocado seeds. The parameters tested in this study were pH, TSS and COD. The optimum dose of avocado seed powder (*Persea americana* mill) in reducing pH, TSS and COD in domestic wastewater was obtained at variations in the addition of avocado seed dose of 0.6 g/L with a pH of 6.3, TSS of 22 g/L and COD is 160 gr/L. Based on observations and analyzes carried out in the study, it can be concluded that the optimum dose of avocado seed powder (*Persea americana* mill) in reducing pH, TSS and COD in domestic wastewater was obtained at variations in the addition of avocado seed dose of 0.6 g/L. Variations of fast stirring on the parameters of pH, TSS and COD in domestic wastewater affect the value of these parameters where the higher the speed of rapid stirring the parameter value will increase, especially in the pH and TSS parameters, while COD decreases.*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji hanya milik Allah Swt, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita. Serta tidak lupa pula *shalawat beserta salam* semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad Saw, yang telah membawa manusia dari dunia jahilliah menuju dunia dengan penuh ilmu pengetahuan.

Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul "*Pemanfaatan Biji Alpukat (*Persea americana mill*) Sebagai Biokoagulan pada Pengolahan Limbah Cair Domestik (*Grey Water*) di Gampong Ateuk Pahlawan Kota Banda Aceh*". Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Kota Banda Aceh.

Pada penulisan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat dukungan serta bimbingan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terimakasih terutama kepada kedua orang tua yang sangat saya cintai, Ayahanda Aslin dan Ibunda Ernawati yang telah memberikan doanya serta memberikan semangat di setiap langkah kepada penulis. Serta bantuan dari berbagai pihak yaitu:

1. Bapak Dr. Azhar Amsal, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan.
4. Ibu Febrina Arfi, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk membimbing saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Arief Rahman, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang selalu

memberikan tambahan ilmu dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

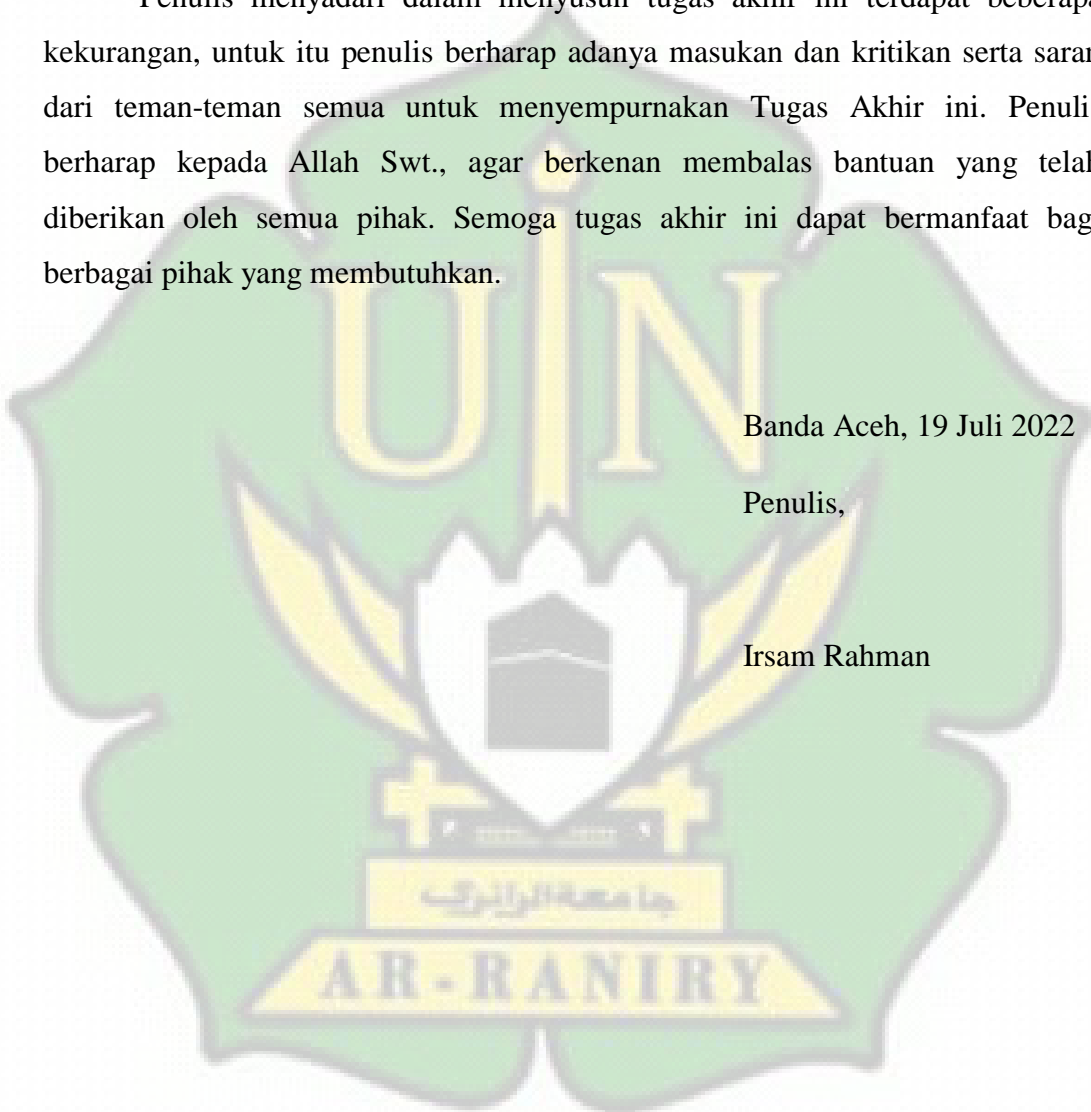
6. Seluruh Dosen dan Staf Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
7. Teman-teman yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dalam menyusun tugas akhir ini terdapat beberapa kekurangan, untuk itu penulis berharap adanya masukan dan kritikan serta saran dari teman-teman semua untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini. Penulis berharap kepada Allah Swt., agar berkenan membalas bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membutuhkan.

Banda Aceh, 19 Juli 2022

Penulis,

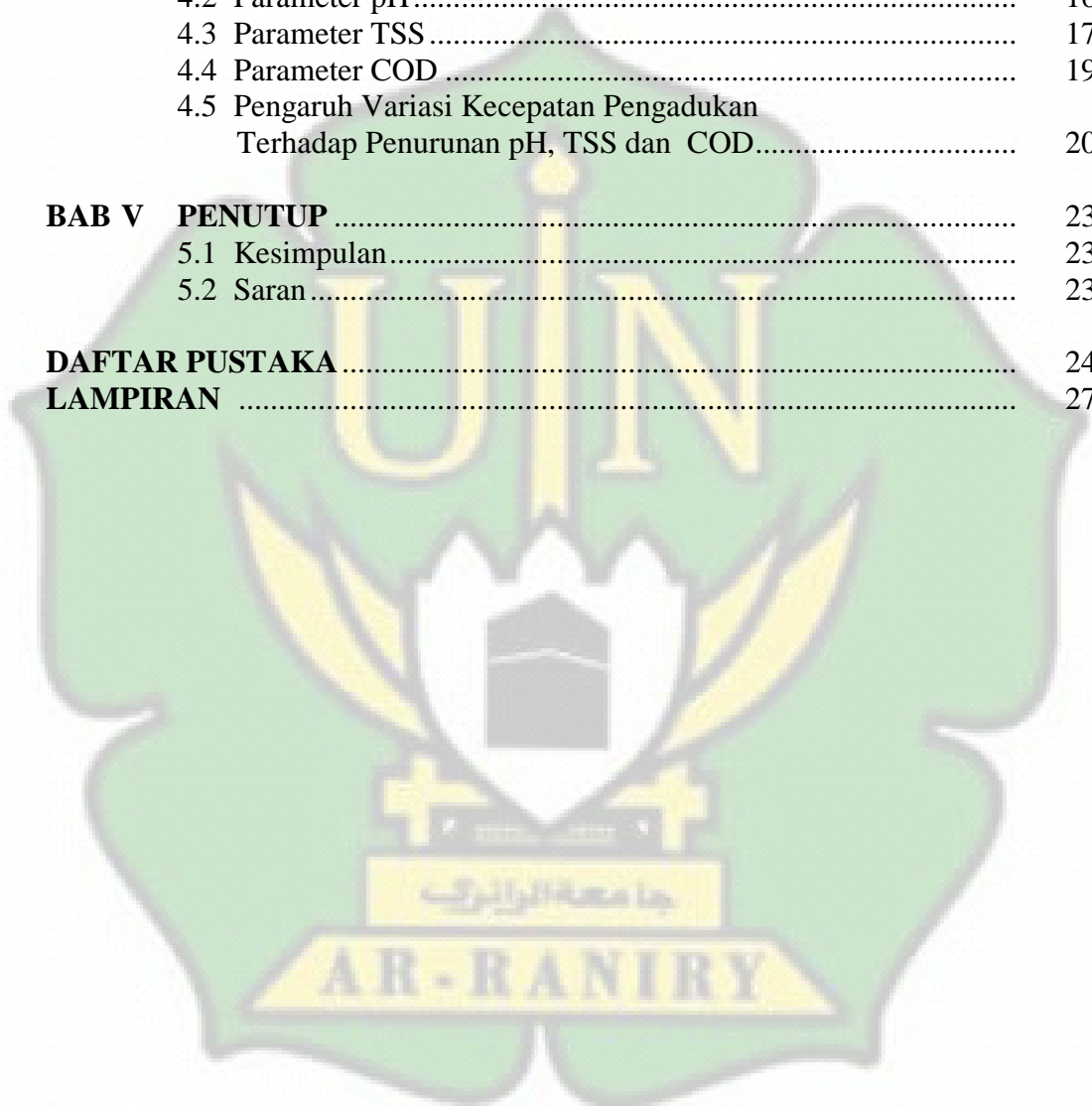
Irsam Rahman



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Limbah Cair Domestik.....	4
2.1.1 Pengertian Limbah Cair Domestik.....	4
2.1.2 Standar Baku Mutu Limbah Cair Domestik.....	5
2.1.3 Karakteristik Limbah Cair Domestik.....	5
2.2 Koagulasi.....	5
2.2.1 Pengertian Koagulasi.....	6
2.2.2 Pengadukan Pada Proses Koagulasi.....	6
2.2.3 Faktor-faktor yang Dapat Mempengaruhi Proses Koagulasi.....	6
2.3 Flokulasi.....	7
2.3.1 Pengertian Flokulasi.....	7
2.3.2 Pengadukan Pada Proses Flokulasi.....	7
2.4 Biokoagulan.....	7
2.5 Alpukat.....	8
2.5.1 Morfologi Alpukat.....	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Waktu dan Tempat.....	10
3.2 Tahapan Umum Tugas Akhir.....	10
3.3 Pengambilan Sampel.....	11
3.3.1 Lokasi Pengambilan Sampel.....	11
3.3.2 Teknik Pengambilan Sampel.....	11
3.4 Alat dan Bahan.....	12
3.4.1 Alat.....	12
3.4.2 Bahan.....	12
3.5 Tahapan Penelitian.....	12
3.5.1. Sampling Air Limbah.....	12

3.5.2. Pembuatan Koagulan Biji Buah Alpukat	13
3.6 Variabel Penelitian	13
3.7 Variasi Pengadukan	13
3.8 Prosedur Kerja	13
3.9 Hasil Uji Pendahuluan	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Data Eksperimen	15
4.2 Parameter pH	16
4.3 Parameter TSS	17
4.4 Parameter COD	19
4.5 Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap Penurunan pH, TSS dan COD	20
BAB V PENUTUP	23
5.1 Kesimpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	27



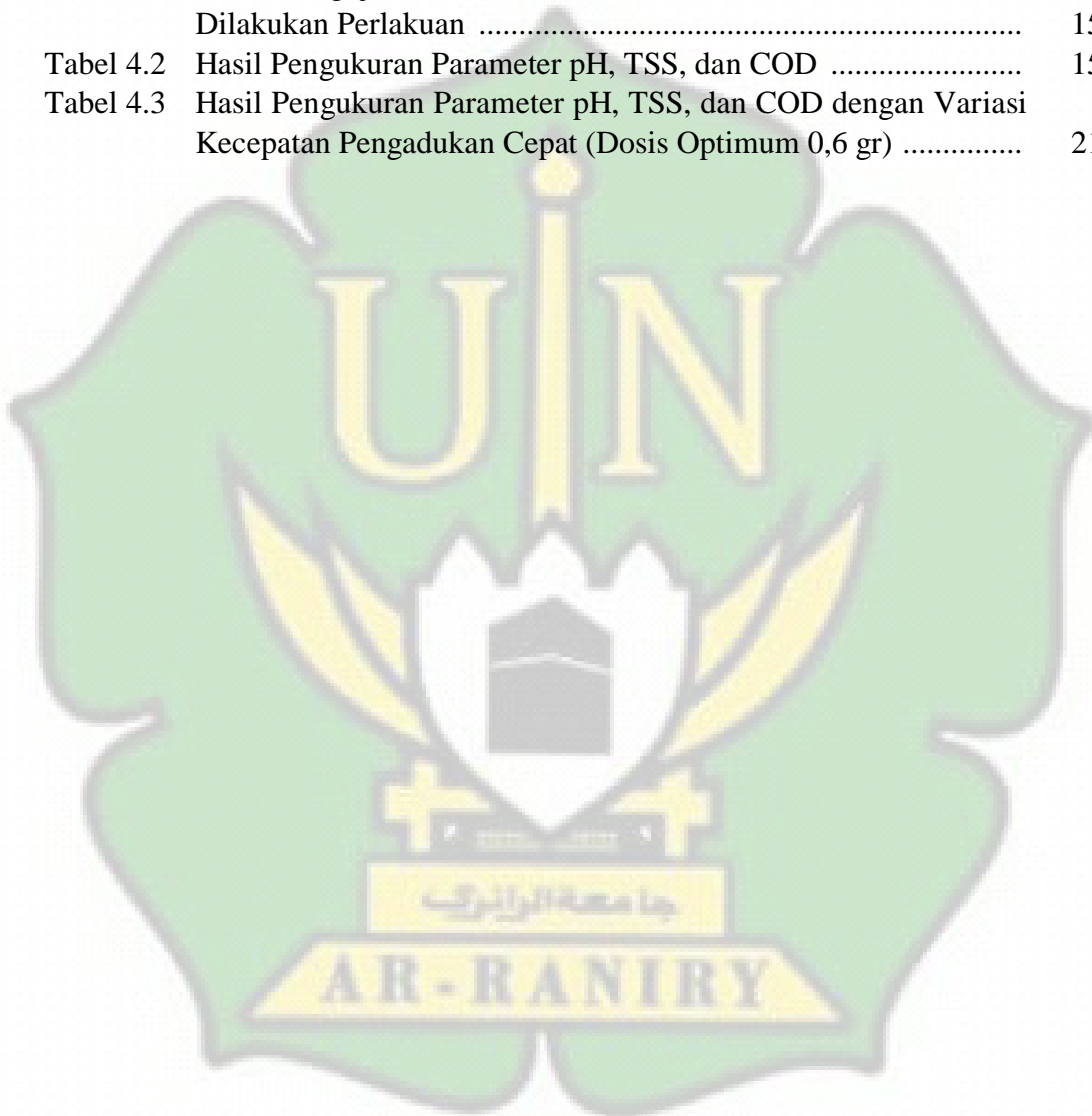
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Buah Alpukat	9
Gambar 2.2	Biji Alpukat.....	9
Gambar 3.1	Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir.....	10
Gambar 3.2	Lokasi Pengambilan Air Limbah Domestik	11
Gambar 3.3	Proses Pengambilan Sampel Air Limbah Domestik.....	12
Gambar 4.1	Grafik Pengaruh Nilai pH Terhadap Variasi Dosis Biji Alpukat	17
Gambar 4.2	Grafik Pengaruh Nilai TSS Terhadap Variasi Dosis Biji Alpukat.....	18
Gambar 4.3	Grafik Pengaruh COD Terhadap Variasi Dosis Biji Alpukat.....	20
Gambar 4.4	Grafik Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap pH.	21
Gambar 4.5	Grafik Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap TSS	22
Gambar 4.6	Grafik Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap COD	22



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Baku Mutu Air Limbah Domestik	5
Tabel 3.1	Variabel Penelitian	13
Tabel 3.2	Hasil Pengujian Parameter Limbah Cair Domestik Sebelum Dilakukan Perlakuan	14
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Parameter Limbah Cair Domestik Sebelum Dilakukan Perlakuan	15
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran Parameter pH, TSS, dan COD	15
Tabel 4.3	Hasil Pengukuran Parameter pH, TSS, dan COD dengan Variasi Kecepatan Pengadukan Cepat (Dosis Optimum 0,6 gr)	21



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. SNI 6989.59.2008-Metode Pengambilan Sampel Air	27
Lampiran 2. Perhitungan	28
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian	31



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air Limbah cair domestik merupakan hasil dari buangan kegiatan rumah tangga yang sudah tidak digunakan lagi. Air limbah domestik dikarakteristikan sebagai air *grey water* dan *black water*. *Grey water* merupakan buangan yang berasal dari bekas cucian piring, kamar mandi, dapur dan cuci pakaian. Sedangkan *black water* yaitu air limbah yang berasal dari buangan toilet. Air limbah domestik *grey water* dapat dikategorikan pencemar ringan (*light*), akan tetapi bisa berbahaya jika air limbah domestik *grey water* bervolume tinggi karena dapat mencemari kualitas air. Sekitar 60% sampai 70% pencemaran yang terjadi di badan air disebabkan oleh limbah cair domestik yang berasal dari aktivitas pemukiman penduduk (Alfrida E. Suoth, 2016).

Daerah Gampong Ateuk Pahlawan merupakan daerah yang berada di pusat kota Banda Aceh yang dimana daerah tersebut merupakan salah satu daerah padat pemukiman yang berada di Kota Banda Aceh. Pada gampong tersebut terdapat berbagai macam kegiatan rumah tangga yang menghasilkan limbah cair domestik yang langsung dialirkan menuju badan air terdekat tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Kondisi tersebut jika terus menerus dibiarkan tanpa dilakukan penanganan yang tepat, maka akan menyebabkan kondisi lingkungan menjadi rusak (Satrawijaya, 2000).

Pengolahan air limbah salah satu cara untuk memperbaiki kondisi lingkungan agar aman ketika dialirkan ke perairan. Salah satu pengolahan yang dapat dilakukan yaitu dengan metode koagulasi dan flokulasi. Metode koagulasi dan flokuasi adalah metode yang digunakan untuk mengolah limbah yang bertujuan untuk menghilangkan material limbah yang berbentuk suspensi atau koloid. Proses koagulasi dilakukan dengan menambahkan koagulan yang berfungsi untuk membentuk flok atau gumpalan. Pada umumnya, koagulan yang sering digunakan adalah koagulan sintesis yaitu *Poly Aluminium Chloride* (PAC), namun penggunaan koagulan sintesis secara terus menerus akan dapat memicu penyakit, sehingga salah satu alternatif yang dapat digunakan yaitu dengan memanfaatkan tanaman sebagai koagulan alami pada proses pengolahan air

limbah (Hendrawati, 2013).

Tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai biokoagulan seperti tanaman biji alpukat. Biji alpukat hingga saat ini hanya dibuang menjadi limbah yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Padahal biji alpukat memiliki berbagai macam kandungan yang bisa dimanfaatkan, biji alpukat memiliki kandungan zat kimia yang bisa membantu proses pengolahan air dalam koagulasi dan flokulasi seperti senyawa tanin (Malangngi, 2012). Tanin juga bisa membantu mengurangi kekeruhan karena tanin bisa mengadsorpsi air limbah. Studi pengolahan limbah telah menggunakan tanin sebagai koagulan alami dalam bentuk serbuk atau ekstrak (Hameed et al. 2018).

Koagulan alami yang mampu mengolah air (limbah/bersih) seperti yang dilakukan oleh Adira (2020) dan Yuliastri (2010) adalah dengan menggunakan serbuk biji trembesi dan serbuk biji kelor untuk pengolahan air limbah domestik. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya penurunan TSS sebesar 99,11% untuk biji trembesi dan penurunan turbiditas sebesar 98,6% untuk biji kelor. Namun, koagulan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan memanfaatkan biji alpukat (*Persea americana mill*) sebagai koagulan alami.

Penggunaan biji buah alpukat menjadi koagulan alami sudah dilakukan untuk pengolahan air sungai Bogota yang menghasilkan penurunan turbiditas sebanyak 80,45%. Proses *jarrest* menggunakan pengadukan awal sebesar 125 rpm selama 5 menit, dilanjutkan pengadukan pada 50 rpm selama 20 menit. Penambahan koagulan menggunakan variasi konsentrasi yaitu 50, 100, 200, dan 300 ppm dengan rasio koagulan 0,25% pada total *volume* (David, 2018). Pada penelitian pengolahan limbah laboratorium didapatkan bahwa pengaruh biji alpukat pada pengolahan limbah laboratorium kimia menunjukkan adanya penurunan turbiditas sebesar 96,57% (Arirahman, 2020).

Berdasarkan latar belakang di atas, pada penelitian ini biji alpukat digunakan sebagai biokoagulan dalam bentuk serbuk dengan menggunakan metode koagulasi dan flokulasi. Parameter yang diuji dalam penelitian ini yaitu pH, TSS dan COD.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah dosis optimum serbuk biji alpukat (*Persea americana mill*) dalam penurunan pH, TSS dan COD pada limbah cair domestik?
2. Bagaimanakah pengaruh variasi pengadukan cepat dan pengadukan lambat terhadap parameter pH, TSS dan COD pada limbah cair domestik?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui dosis optimum serbuk biji alpukat (*Persea americana mill*) dalam penurunan pH, TSS dan COD pada limbah cair domestik.
2. Mengetahui pengaruh variasi pengadukan cepat dan pengadukan lambat terhadap parameter pH, TSS dan COD pada limbah cair domestik.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat penelitian ini untuk memberikan informasi penggunaan biji alpukat sebagai biokoagulan untuk pengolahan limbah cair domestik.
2. Sebagai informasi penurunan parameter pH, TSS dan COD.

1.5 Batasan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah disebutkan sebelumnya batasan masalah pada penelitian ini adalah biji alpukat yang digunakan diambil dari daerah Lingke Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh dan satu jenis buah alpukat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair Domestik

2.1.1 Pengertian Limbah Cair Domestik

Menurut (*Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*, 2016), Limbah cair domestik adalah air limbah yang berasal dari rumah makan, pasar, pelayanan kesehatan, perumahan, pasar, perkantoran, asrama dan pemukiman.

Limbah cair domestik dibagi menjadi dua macam yaitu limbah *black water* dan limbah *grey water*. Limbah *black water* adalah limbah yang dihasilkan dari WC juga *closed*, sedangkan limbah *grey water* adalah limbah yang dihasilkan dari pencucian pakaian, pencucian piring serta aktivitas mandi. Limbah cair domestik yang paling banyak dihasilkan yaitu *grey water* sebesar 50%—80% (Susanawati, 2018).

Air limbah domestik pada biasanya dipenuhi oleh bahan organik, amonia, nitrogen dioksida, nitrat, fosfor, deterjen, fenol serta bakteri kolitinja. Namun dari berbagai macam parameter tersebut, COD dan BOD adalah parameter kunci dalam limbah cair domestik. Selain itu setiap orang berbeda-beda dalam menghasilkan beban pencemar. Diperkirakan setiap orang di Indonesia menghasilkan beban pencemar per harinya berupa COD sebesar 57 gr/orang/hari dan BOD sebesar 25 gr/orang/hari (Harahap, 2018).

Limbah cair domestik termasuk ke dalam salah satu sumber pencemar pada perairan dan lingkungan. Faktor pencemarnya terkandung bahan organik yang tinggi di pada limbah domestik berpengaruh meningkatnya pencemaran badan air. Limbah cair domestik meliputi air limbah dari dapur, toilet dan bekas cucian yang mengandung sabun dan mikroorganisme. Bila limbah domestik dibuang langsung ke air atau lingkungan dengan tidak adanya pengolahan sebelumnya, maka dapat sangat berbahaya bagi lingkungan. Maka diperlukan pengolahan limbah domestik agar menurunkan parameter-parameter dan kandungan organik sebelum dibuang ke lingkungan (Wirosoedarmo, 2016).

2.1.2 Standar Baku Mutu Limbah Cair Domestik

Berikut ini adalah baku mutu limbah cair domestik sesuai dengan (*Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*, 2016).

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik

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
Amonia	Mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/ 100ml	3000
Debit	L/ Orang/ hari	100

2.1.3 Karakteristik Limbah Cair Domestik

Menurut (Eddy, 2003), karakteristik limbah cair domestik dapat dibagi menjadi tiga karakteristik meliputi fisika, kimia dan biologi:

1. Karakteristik Fisika

Berikut ini merupakan karakteristik fisika dalam limbah cair yaitu *Total Suspended Solid* adalah total padatan yang berupa lumpur serta tanah yang terdapat pada limbah cair yang tertahan oleh saringan pada ukuran tertentu

2. Karakteristik Kimia

a. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical oxygen demand adalah kebutuhan oksigen yang dipergunakan sebagai penguraian unsur pencemar secara kimia yang terdapat pada limbah cair domestik.

b. pH

Adalah derajat keasaman pada suatu larutan, semakin tinggi nilai pH maka suatu larutan akan bersifat basa begitu juga sebaliknya jika semakin kecil nilai pH pada suatu larutan maka akan bersifat asam, sedangkan pH

normal yaitu berkisar dari angka 6-9.

2.2 Koagulasi

2.2.1 Pengertian Koagulasi

Koagulasi adalah proses menambahkan koagulan baik sintetis ataupun biokoagulan alami ke dalam suatu larutan yang bertujuan agar mengkondisikan zat-zat pengotor seperti suspensi, koloid, serta materi tersuspensi sehingga membentuk gumpalan-gumpalan yang mudah mengendap (Suherman, 2017).

Proses koagulasi terjadi penggumpalan partikel koloid yang membentuk endapan. Dengan terjadinya proses koagulasi, maka zat terdispersi tidak lagi membentuk koloid. Koagulasi bisa diproses secara fisik maupun kimia. Perlakuan secara fisik, contohnya dengan cara pemanasan, pendinginan, dan pengadukan. Koagulan adalah suatu bahan kimia yang ditambahkan pada proses koagulasi yang berguna sebagai pengikat partikel atau kotoran yang terdapat di dalam air. Setelah itu dilanjutkan dengan flokulan agar menjadikan partikel-partikel yang sudah berikatan menjadi gumpalan dari mikro menjadi gumpalan berukuran makro sehingga akan lebih mudah untuk mengendap (Huisman, 2004).

2.2.2 Pengadukan Pada Proses Koagulasi

Pengadukan merupakan suatu proses yang terangkai menjadi kesatuan dalam proses koagulasi dan flokulasi. Di dalam proses koagulasi terjadi destabilisasi antara koloid dan partikel air dampak dari pengadukan cepat serta pembubuhan bahan kimia (koagulan). Menurut Eddy (2003) bahwa akibat pengadukan cepat koloid dan partikel yang stabil berubah menjadi tidak stabil akibat terurai menjadi partikel yang bermuatan positif dan negatif

2.2.3 Faktor-faktor yang Dapat Mempengaruhi Proses Koagulasi

Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses koagulasi sebagai berikut:

1. Dosis Koagulan

Apabila dosis koagulan kurang, maka benturan antara partikel yang mengakibatkan netralisasi yang tidak sempurna, sehingga terjadi pembentukan flok yang kurang baik. Kemudian bila dosis koagulan secara berlebihan, maka akan menyebabkan kembalinya partikel bermuatan yang akan menaikkan

tingkat kekeruhan dan warna.

2. Kecepatan Pengadukan

Pengadukan dilakukan secara cepat bertujuan agar tumbukan antara partikel dapat ternetralisasi cukup besar dan sempurna serta terjadi penyebaran koagulan secara merata.

2.3 Flokulasi

2.3.1 Pengertian Flokulasi

Flokulasi adalah kelanjutan dari proses koagulasi, di mana mikroflok hasil koagulasi terbentuk partikel-partikel koloid menjadi flok-flok besar yang dapat mengendap dan pada proses ini didukung dengan proses pengadukan lambat.

Menurut (Eddy, 2003) ada 2 tahap dalam proses pembentukan flok, yaitu:

1. Pada proses ini, tahapan pembentukan serta penggabungan makroflok terjadi di dalam tahap koagulasi.
2. Pada proses ini, pembentukan serta penggabungan makroflok terjadi di dalam tahap flokulasi.

2.3.2 Pengadukan Pada Proses Flokulasi

Ketika dalam keadaan pengadukan lambat pada saat proses flokulasi yang membentuk gerakan secara perlahan yang mengakibatkan terjadinya kontak antara air dan partikel, sehingga terciptanya campuran partikel yang ukurannya besar serta mudah mengendap.

Pengadukan lambat merupakan proses pengadukan yang dilakukan secara gradien kecepatan kecil (20-100 detik⁻¹) selama 10 hingga 60 menit atau dengan nilai GTd berkisar antara 48.000 hingga 210.000 (Reynolds, 1996). Menurut (Nuryani, 2016), bahwa dalam menghasilkan flok yang baik, gradien kecepatan dapat diturunkan secara bertahap sehingga flok yang sudah terbentuk tidak pecah kembali serta berpeluang berkumpul dengan yang lainnya sehingga menghasilkan gumpalan yang lebih besar. Cara menentukan dosis koagulan salah satunya yaitu menggunakan perlakuan *jartest*.

2.4 Biokoagulan

Biokoagulan merupakan penggunaan bahan natural untuk pengganti koagulan sintetik (tawas), yang berasal dari biji-bijian dari tumbuhan pangan

maupun dari cangkang organisme (hewan) yang dapat mengurangi kekeruhan pada air. Koagulan alami bukan menjadi suatu hal yang baru dikarenakan sudah dari sejak puluhan tahun yang lalu telah dipergunakan oleh masyarakat dunia.

Menurut (Hendrawati, 2013), kandungan protein yang terdapat dalam koagulan alami inilah yang diharapkan mampu berperan aktif sebagai polielektrolit alami yang fungsinya sama seperti koagulan sintetik. Protein polikationik yang mengandung asam amino kationik di dalam polipeptida dengan kadar protein yang tinggi dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyusun rantai-rantai asam amino berfungsi sebagai koagulan alami, biasanya ditemukan pada biji-bijian yang kaya mengandung asam amino kationik.

2.5 Alpukat

Alpukat merupakan tanaman yang tumbuh subur pada negara tropis. Ketersediaan buah alpukat sangat melimpah sehingga menghasilkan produk samping berupa biji alpukat yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Pada penelitian Aloisius et al. (2020) senyawa metabolit sekunder yang terdandung dalam biji Alpukat menunjukkan bahwa biji alpukat mengandung senyawa metabolit sekunder diantaranya alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, triterpenoid dan steroid. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dalam struktur senyawa metabolit sekunder biji Alpukat, hampir semua senyawa memiliki gugus hidroksi (OH) yang berperan terhadap aktivitas biologis makhluk hidup. Kemampuan membentuk ikatan hidrogen oleh suatu senyawa aktif mengakibatkan senyawa tersebut mudah larut dalam air serta dengan mudah berinteraksi dengan protein target dalam suatu organisme.

Identifikasi kandungan tanin di dalam biji buah alpukat sudah dilakukan dan dilaporkan jumlah total kandungan tanin sebesar 11,2-41.33 mg/kg (Malanggi, 2012). Tanin adalah metabolit opsional bernama senyawa polifenol. Polimer tanin yang terdiri dari rantai korosif tannik yang terkonsolidasi dalam polimerisasi memiliki beban atom dari 500 hingga ribuan Dalton. Kelarutan tanin dalam air cukup tinggi sehingga dapat dipecah dalam air dan menghasilkan naungan yang luar biasa dari merah pudar hingga coklat. Studi pengolahan pada limbah telah memanfaatkan biomassa yang mengandung tanin sebagai koagulan atau flokulan sebagai bubuk maupun ekstrak (Hameed et al. 2018).



Gambar 2.1 Buah Alpukat
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2.5.1. Morfologi Alpukat

Tanaman alpukat sebagai pohon dengan tinggi 3-10 m, ranting tegak dan berbulu halus, daun berhimpitan pada penutup ranting, berbentuk lonjong atau corong, mula-mula bergerigi pada kedua permukaan dan lambat laun menjadi licin. Bunga buah alpukat mekar sebagai malai dan terletak dekat dengan ujung ranting, bunganya sangat bervariasi dengan lebar 1-1,5 cm, kekuningan, berbulu wol dan benang sari dalam 4 ikat bunga, buah alpukat berbentuk lonjong, hijau kekuningan dengan bintik-bintik ungu, gundul/halus, dan harum, biji berbentuk bola dan hanya ada satu biji dalam 1 buah alpukat (Kuswandi, *et al.*, 2017). Klasifikasi tumbuhan buah alpukat yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Ranunculales
Famili	: Lauraceae
Genus	: <i>Persea</i>
Spesies	: <i>Persea americana mill</i>



Gambar 2.2 Biji Alpukat
(Sumber: Dokumen Pribadi)

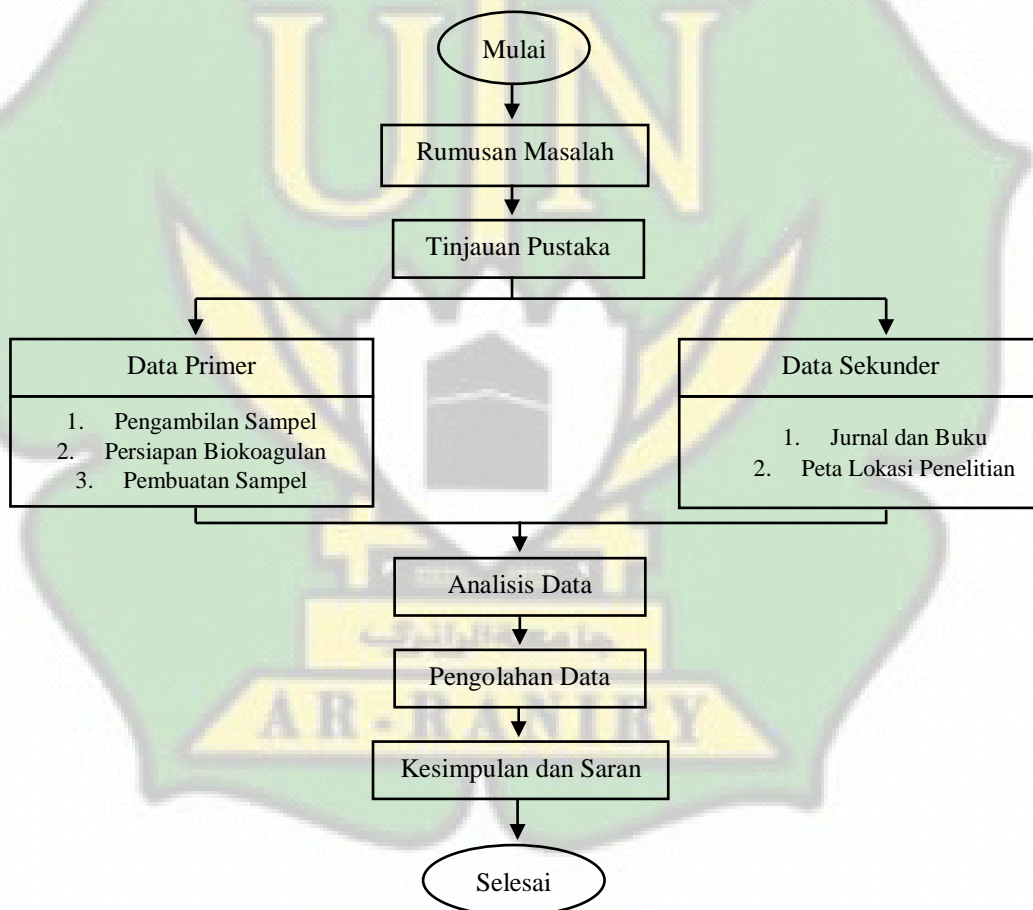
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada akhir bulan Maret 2022 sampai dengan Juni 2022. Pengujian pada penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan Gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

3.2 Tahapan Umum Tugas Akhir

Pengerjaan tugas akhir ini memiliki proses yang dituangkan dalam bagan alir pada Gambar 3.1.

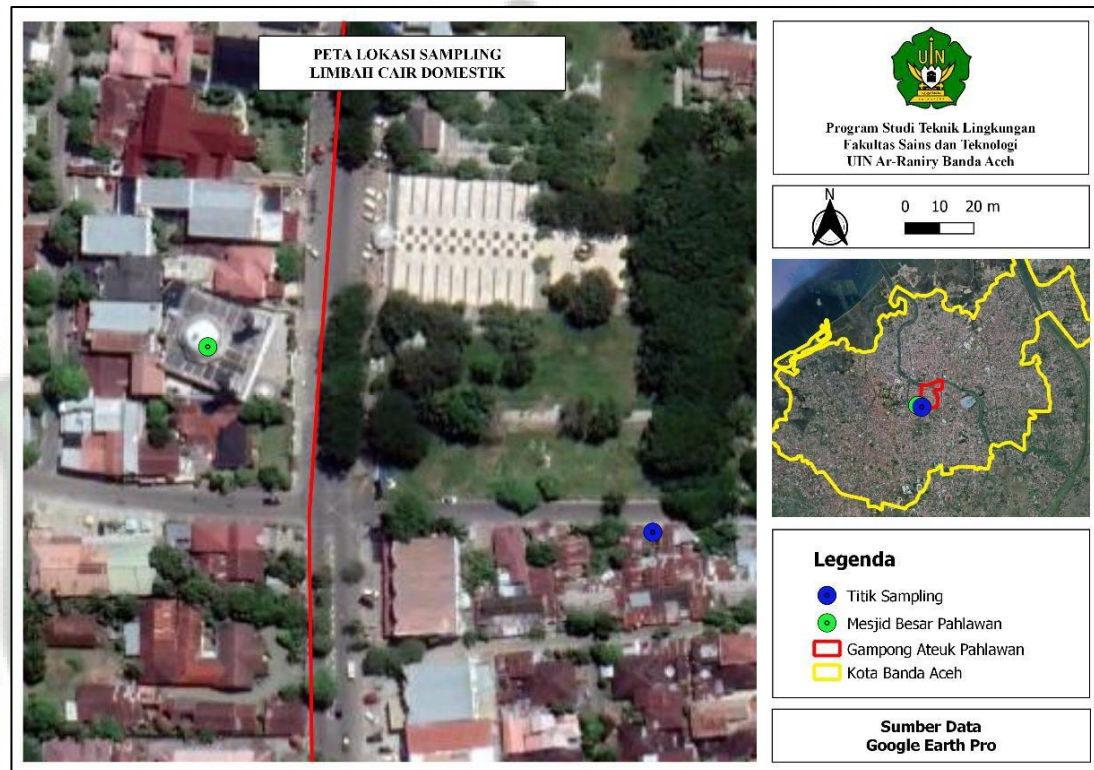


Gambar 3.1 Tahapan pengerjaan tugas akhir

3.3 Pengambilan Sampel

3.3.1 Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel limbah cair domestik berada di gampong Ateuk Pahlawan Kecamatan Baiturrahman Kota Banda Aceh. Titik pengambilan sampel air limbah berada pada satu lokasi tertentu yaitu pada ujung saluran drainase yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Air Limbah Domestik

3.3.2 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel air mengacu pada (*Standar Nasional Indonesia Bagian 59: Metode Pengambilan Contoh Air Limbah, 2008*) yaitu *grab sample*. Pengambilan sampel air limbah domestik dilakukan dengan menggunakan wadah sampel, lalu dilakukan uji analisa di laboratorium, saluran pengambilan sampel bisa dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Proses Pengambilan Sampel Air Limbah Domestik

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu *Jartest Flocculator VELP 4*, *Milwaukee MW 100 Pro pH meter*, turbidimeter, COD meter, oven, pompa vakum, magnetik stirer, timbangan analitik, tabung silika gel, ayakan 100 mesh, jerigen, tabung vial, blender, *beaker glass* 100 ml dan 1000 ml, cawan porselen, penjepit kayu, tabung reaksi dan jerigen (Adira, 2020).

3.4.2 Bahan

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu air limbah domestik, biji alpukat, 4,903 g $K_2Cr_2O_7$, *aquades*, kertas saring *Whatman* No. 42 dan 167 ml larutan H_2SO_4 .

3.5 Tahapan Penelitian

3.5.1. Sampling Air Limbah

Sampel air limbah yang digunakan pada penelitian ini yaitu air limbah domestik yang diambil dari Gampong Ateuk Pahlawan, Kec. Baiturrahman Kota Banda Aceh. Air limbah domestik diambil pada saluran drainase yang bersumber dari air buangan limbah cair domestik rumah tangga. Setelah pengambilan sampel di lapangan, sampel akan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian awal, setelah itu sampel akan digunakan untuk pengujian biokoagulan menggunakan biji alpukat.

3.5.2. Pembuatan Koagulan Biji Buah Alpukat (Malangni, 2012)

1. Biji buah alpukat yang akan digunakan sebagai biokoagulan dicuci bersih dan diiris tipis, setelah itu biji alpukat dijemur selama 1 minggu untuk menghilangkan kadar air dalam biji.
2. Biji alpukat yang telah dikeringkan kemudian diblender hingga menjadi serbuk halus. Setelah biji alpukat halus, disaring dengan ayakan ukuran 100 mesh.
3. Biji alpukat yang telah diayak disimpan ke dalam tempat penyimpanan dan akan digunakan sebagai biokoagulan untuk pengujian.

3.6 Variabel Penelitian

Adapun pada penelitian ini menggunakan dua macam variabel yaitu variabel bebas dan terikat.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

No	Variabel Bebas	Variabel Terikat
1	Variasi dosis serbuk biji alpukat	Limbah cair domestik
2	Variasi kecepatan pengadukan cepat	Biji alpukat

3.7 Variasi Pengadukan

Penelitian ini menggunakan beberapa variasi pengadukan yaitu:

1. Dosis optimum ditambahkan ke dalam 1 Liter limbah cair domestik.
2. Dilakukan Pengadukan cepat 120 rpm, 150 rpm dan 180 rpm selama 5 menit dan pengadukan lambat 30 rpm 15 menit.
3. Diendapkan 30 menit.

3.8 Prosedur Kerja

Penelitian ini menggunakan metode *jartest* mengacu pada (*Standar Nasional Indonesia Tentang Metode Pengujian Koagulasi dan Flokulasi Dengan Cara Jar*, 2000), yang terdiri dari 6 perlakuan dengan dua kali pengulangan (*duplo*).

1. Diambil sampel air limbah domestik dimasukkan ke dalam 6 gelas beaker masing-masing sebanyak 1 Liter.

2. Kemudian pada tiap-tiap gelas beaker diberi label 0 g/L, 0,2 g/L, 0,4 g/L, 0,6 g/L, 0,8 g/L, dan 1 g/L.
3. Ditambahkan biokoagulan biji alpukat sesuai dengan label yang sudah ada pada gelas beaker.
4. Air sampel tersebut di *jarrest* dengan pengadukan cepat (*rapid mixing*) dengan menggunakan kecepatan 120 rpm selama 5 menit dan pengadukan lambat (*slow mixing*) 30 rpm selama 15 menit, kemudian matikan *jarrest* dan diendapkan selama 30 menit.
5. Setelah diendapkan selama 30 menit, dilakukan uji pH, TSS dan COD.

3.9 Hasil Uji Pendahuluan

Limbah cair domestik yang akan dijadikan sampel pada penelitian ini diambil dan diuji kualitas airnya terlebih dahulu untuk mengetahui apakah limbah cair di daerah tersebut dapat dijadikan sebagai objek uji pada penelitian ini dengan membandingkan kualitas air dengan peraturan limbah cair domestik yang ada.

Tabel 3.2 Hasil pengujian parameter limbah domestik sebelum dilakukan perlakuan

No.	Parameter	Hasil uji	Baku Mutu*	Keterangan
1	pH	6,0	6-9	memenuhi syarat
2	COD	118 mg/L	100 mg/L	Tidak memenuhi syarat
3	TSS	184	30 mg/L	Tidak memenuhi syarat

*(Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P. 68 tahun 2016 Tentang Baku mutu air limbah domestik, dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001).

Berdasarkan hasil uji pendahuluan yang ada di Tabel 3.1 dapat disimpulkan bahwa limbah cair domestik di Gampong Ateuk Pahlawan, Kec. Baiturrahman Kota Banda Aceh dapat dijadikan bahan uji dikarenakan kualitas air limbah yang tidak memenuhi syarat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Eksperimen

Hasil pengujian sampel Air Limbah Domestik dengan parameter pH, TSS, dan COD sebelum dilakukan perlakuan pada tanggal 19 April 2022 pada dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan hasil pengujian setelah perlakuan ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Parameter Limbah Cair Domestik Sebelum Dilakukan Perlakuan

No.	Parameter	Hasil Pengujian Awal	Baku Mutu	Ket *
1.	pH	7,6	6-9	Memenuhi Syarat
2.	TSS (mg/L)	170	30	Tidak Memenuhi Syarat
3.	COD (mg/L)	377	100	Tidak Memenuhi Syarat

*(Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P. 68 tahun 2016 Tentang Baku mutu air limbah domestik, dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001).

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Parameter pH, TSS, dan COD

Variasi Dosis (g/L)	Pengadukan Cepat (rpm) / Durasi Waktu	Pengadukan Lambat (rpm) / Durasi Waktu	Pengendapan	pH	TSS (mg/L)	COD (mg/L)
Tanpa Perlakuan				7,6	170	377
0	120 rpm / 5 menit	30 rpm / 15 menit	30 menit	7,6	139	302
0,2				7,5	86	276
0,4				6,5	54	212
0,6				6,3	22	160
0,8				6,4	68	180
1				6,6	125	215

(Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium, 2022)

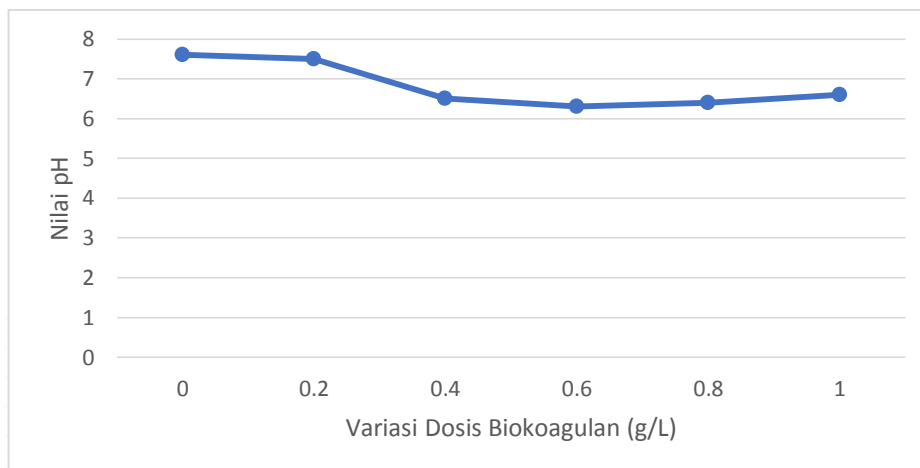
Tabel 4.1 Hasil eksperimen pengujian limbah cair domestik yang berada di Daerah Gampong Ateuk Pahlawan, Kec. Baiturrahman kota Banda Aceh, yang sudah melebihi standar baku mutu yang ditetapkan oleh (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P. 68 tahun 2016 Tentang Baku mutu air limbah domestik, dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001), salah satunya parameter COD yaitu 377 mg/L. Sedangkan parameter pH dan TSS masih memenuhi syarat baku mutu.

Pada Tabel 4.2 menunjukkan hasil eksperimen berdasarkan data yang disajikan pada tabel tersebut mengalami perubahan sebelum pemberian perlakuan serta dosis koagulan. Hasil pengujian pH (derajat keasaman) nilai awal limbah domestik sampai penambahan koagulan masih berada di pH netral (7-9), pengujian penurunan nilai TSS terbaik berada pada dosis koagulan 0,6 g/L mampu menurunkan TSS sebanyak 22 mg/L, dan untuk penyisihan kadar COD optimum berapa pada dosis 0,6 g/L mampu menurunkan nilai COD dari 377 mg/L menjadi 160 mg/L. Pemberian variasi dosis koagulan paling efektif dengan pengadukan cepat 120 rpm selama 5 menit, pengadukan lambat 30 rpm selama 15 menit, serta pengendapan 30 menit adalah 0,6 g/L.

4.2 Parameter pH

Nilai pH limbah cair domestik yang diambil dari ujung drainase di Gampong Ateuk Pahlawan yaitu 7,6 (sudah netral) sudah memenuhi batas baku mutu. Menurut Effendi (2003) pH yang tinggi dapat mempengaruhi kualitas di dalam suatu badan air. Hal tersebut juga sudah dijelaskan oleh Solekha, R, *et al*, (2020), tingkat derajat pH (keasaman) untuk menyatakan tingkat keasaman dan kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan, secara umumnya nilai $pH < 7$ menunjukkan tingkat keasaman, dan nilai $pH > 7$ memiliki sifat basa, sedangkan jika memiliki nilai 7 maka nilai pHnya netral. Berikut dapat dilihat pada Gambar 4.1 setelah pengujian pada *jartest* dengan proses koagulasi-flokulasi dan ditambahkan koagulan biji alpukat maka mempengaruhi nilai pH pada air limbah domestik.

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa nilai pH awal sebelum perlakuan pada *jartest* sudah netral yaitu di antara 9-6 sesuai dengan (*Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P. 68 tahun 2016 Tentang Baku mutu air limbah domestik, dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001*). Setelah dilakukan perlakuan pada *jartest* dan sedimentasi nilai pH juga masih sama yaitu 7,6. Namun pada saat ditambahkan biokoagulan biji alpukat sebanyak 0,2 g/L, ketika koagulan berinteraksi dengan air limbah pH tetap berada pada kisaran 7-8 yaitu 7,5 dengan kecepatan pengadukan 120 rpm selama 5 menit, pengadukan lambat 30 rpm selama 15 menit serta sedimentasi selama 30 menit lamanya.



Gambar 4.1 Grafik pengaruh nilai pH terhadap variasi dosis biji alpukat

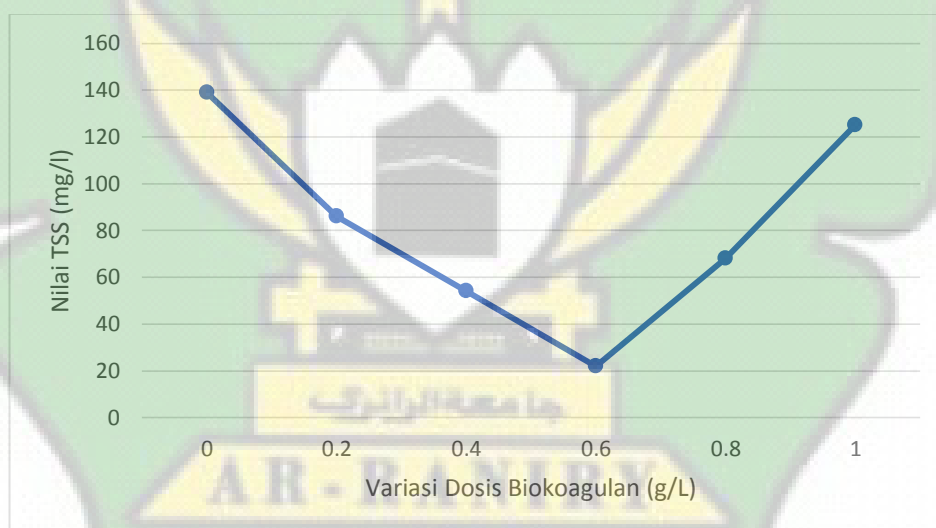
Pada Gambar 4.1 Seiring meningkatnya penambahan dosis biokoagulan biji alpukat, maka nilai pH mengalami penurunan hal ini disebabkan karena adanya proses oksidasi yang menyebabkan nilai pHnya turun. Selanjutnya pada penambahan koagulan biji alpukat sebanyak 0,4 g/L dengan kecepatan pengadukan 120 rpm selama 5 menit dan pengadukan lambat 30 rpm selama 15 menit serta pengendapan selama 30 menit menunjukkan nilai pH netral yaitu 6,5. Semakin bertambahnya dosis koagulan, nilai pHnya menurun karena semakin banyak proses terjadinya pemecahan senyawa kimia di dalam air sehingga ion-ion yang terionisasi akan semakin besar dan menyebabkan nilai pHnya netral. Hal ini juga dijelaskan oleh hasil penelitian Katayon, *et al.*, (2004) bahwa penurunan nilai pH yang relatif kecil dikarenakan ion hidrogen dari asam lemah pada koagulan seimbang dengan ion hidroksida pada sampel.

Nilai pH memberikan pengaruh yang besar terhadap makhluk hidup yang ada di perairan seperti biota air dan tumbuh-tumbuhan, maka dari itu nilai pH menjadi salah satu parameter yang penting untuk diukur, karena jika suatu perairan memiliki pH yang tinggi (basa) atau pH yang rendah (asam) akan mengganggu kehidupan makhluk hidup yang ada di dalam perairan.

4.3 Parameter TSS

Pola penurunan parameter kekeruhan dan TSS relatif sama. Hal ini menandakan bahwa apabila nilai kekeruhan menurun, maka nilai TSS juga turun. Tetapi ada pendapat berbeda oleh Kusumastanto, T, *et al.*, (2001), bahwa perubahan atau naik turunnya kadar TSS tidak selalu diikuti oleh naik turunnya nilai

turbiditas secara linier, dikarenakan bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan di dalam suatu perairan dapat terdiri dari berbagai macam bahan yang sifat dan beratnya berbeda. Limbah domestik yang sudah disaring akan terpisah dari gumpalan endapan yang terbentuk akibat perlakuan pada proses koagulasi dan flokulasi, hasil penyisihan TSS awal memiliki berat residu 170 mg/L, namun saat perlakuan pada *jarrest* jumlah residu pada kertas saring menurun menjadi 140 mg/L akibat adanya proses pengendapan. Selanjutnya pengaruh dosis koagulan biji alpukat dapat dilihat pada Tabel 4.2 di mana dilakukan variasi dosis koagulan dengan pengadukan cepat 120 rpm selama 5 menit, pengadukan lambat 15 menit, serta pengendapan selama 30 menit. Saat penambahan dosis koagulan berturut-turut yaitu 0,2 g/L, 0,4 g/L, 0,6 g/L, kadar TSS turun yaitu 86 mg/L, 54 mg/L, dan 22 mg/L, hal ini disebabkan karena kandungan tanin pada biji alpukat mampu mengikat partikel koloid sehingga dapat menyisihkan kadar TSS (Irianti, 2016).



Gambar 4.2 Grafik pengaruh nilai TSS terhadap variasi dosis biji alpukat

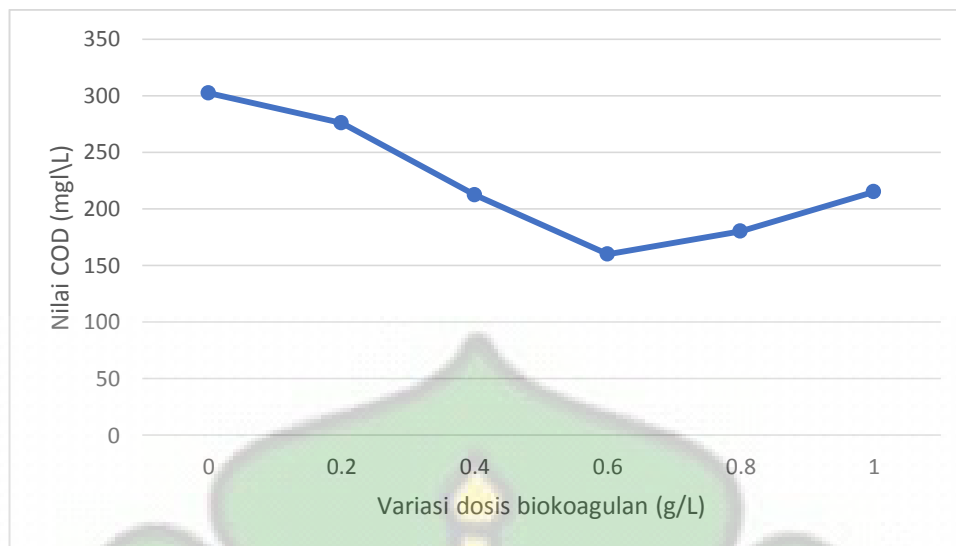
Berdasarkan Gambar 4.2 di atas dapat dilihat pada saat penambahan dosis koagulan 0,8 g/L dan 1 g/L kadar TSS naik hingga 68 g/L dan 125 mg/L, hal ini disebabkan karena biokoagulan biji alpukat masih melayang dan belum mengendap sempurna, hal ini juga dinyatakan pada penelitian Puerwanto (2015) proses koagulasi sampel belum mencapai keadaan setimbang. Hal ini juga ditegaskan oleh Coniwanti (2013), bahwa penambahan dosis yang berlebihan

dapat menyebabkan kejenuhan pada limbah cair domestik sehingga menyebabkan flok-flok yang akan direduksi sudah habis dan koagulan biji Alpukat melayang-layang di dalam air dan bertindak sebagai pengotor.

4.4 Parameter COD

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengurai senyawa kimia yang terkandung di dalam perairan (Boyd, 1990). Metode pengukuran COD dapat ditentukan bahwasannya semua bahan organik yang terkandung dalam limbah cair dapat dioksidasi menjadi CO_2 dan H_2O dengan bantuan oksidator, maka dapat dikatakan bahwa semakin tinggi jumlah COD yang dihasilkan maka semakin tinggi kadar oksigen terlarut untuk dioksidasi sehingga oksigen yang tersedia untuk dimanfaatkan oleh biota di pengairan semakin rendah.

Berikut pengaruh hubungan variasi dosis koagulan dengan kecepatan cepat 120 rpm selama 5 menit, kecepatan lambat selama 15 menit serta proses sedimentasinya selama 30 menit menggunakan biokoagulan yaitu biji alpukat. Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa nilai awal COD sebelum perlakuan pada *jartest* masih tinggi yaitu 377 mg/L dan sudah melebihi batas ambang baku mutu *(Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P. 68 tahun 2016 Tentang Baku mutu air limbah domestik, dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001) yaitu 100 mg/L. Setelah dilakukan pengadukan pada *jartest* sebelum penambahan koagulan biji alpukat mengalami penurunan kadar COD menjadi 302 mg/L dikarenakan terjadinya pengadukan menyebabkan bertambahnya jumlah oksigen di dalam air limbah sehingga nilai CODnya berkurang.



Gambar 4.3 Grafik pengaruh COD terhadap variasi dosis biji alpukat

Pada Gambar 4.3 Pada penambahan dosis koagulan 0,2 g/L juga terjadinya penurunan kadar COD menjadi 276 mg/L, hal ini dikarenakan ion kationik yang terkandung di dalam biji alpukat masih saling mengikat. Seiring dengan meningkatnya pemberian dosis koagulan maka penurunan kadar COD semakin baik, hal ini diduga karena koagulan biji alpukat mengandung zat aktif berupa tanin. Menurut Kholilah. I, *et al.*, (2014), bahwa tanin dapat berikatan dengan bahan organik dan partikel koloid pada air limbah sehingga dapat menyisihkan nilai COD.

4.5 Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap Penurunan pH, TSS dan COD

Dosis optimum yang diperoleh dari variasi yang telah ditentukan telah diperoleh bahwa pada dosis 0,6 g/L diperoleh sebagai dosis optimum berdasarkan pengaruh nilai pH, TSS dan COD. Setelah itu dilakukan variasi berikutnya berdasarkan kecepatan pengadukan.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Parameter pH, TSS, dan COD dengan Variasi Kecepatan Pengadukan Cepat (Dosis Optimum 0,6 g/L)

Variasi kecepatan pengadukan cepat (rpm) / durasi waktu	kecepatan pengadukan lambat (rpm) / durasi waktu	Pengendapan	pH	TSS (mg/L)	COD (mg/L)
120 rpm / 5 menit	30 rpm / 15 menit	30 menit	6,3	22	160
150 rpm / 5 menit			7,1	32	110
180 rpm / 5 menit			7,8	55	108

(Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium, 2022)

Hasil variasi kecepatan pengadukan dengan penggunaan dosis optimum yang diperoleh yaitu 0,6 g/L dapat dilihat pada Tabel 4.3. Berdasarkan hasil variasi kecepatan pengadukan, dapat disimpulkan bahwa, semakin bertambah kecepatan pengadukan cepat, maka parameter uji akan mengalami kenaikan khususnya parameter pH dan TSS.



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap pH

Pada grafik diatas dapat dilihat semakin bertambahnya kecepatan pengadukan cepat 150 rpm dan 180 rpm maka nilai pH juga semakin naik hal ini diduga karena semakin banyak proses terjadinya pemecahan senyawa kimia di dalam air sehingga ion-ion yang terionisasi akan semakin besar dan menyebabkan nilai pHnya naik.



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap TSS

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat pada saat kecepatan cepat yaitu 150 rpm dan 180 rpm TSS mengalami kenaikan yaitu 32 mg/L dan 55 mg/L hal ini diduga dengan bertambahnya kecepatan pengadukan membuat biokoagulan ikut terlarut dengan limbah cair domestik sehingga pembentukan flok yang tidak sempurna, sehingga ketika sampel dialirkan melalui kertas saring mengalami kenaikan jumlah padatan yang tersaring.



Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Variasi Kecepatan Pengadukan Terhadap COD

Pada grafik diatas dapat dilihat kadar COD mengalami penurunan pada kecepatan 150 rpm dan 180 rpm turun dari 110 mg/L hingga 108 mg/L diduga dengan terlarutnya biokoagulan dan dilakukan pengadukan kecepatan yang semakin bertambah membuat zat-zat kimia yang terdapat dalam limbah cair domestik semakin terikat oleh biokoagulan. Menurut Kholilah. I, et al., (2014), hal ini didukung oleh kandungan tanin yang terdapat dalam biokoagulan, sehingga kadar COD mengalami penurunan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan dan analisa yang dilakukan dalam penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dosis optimum serbuk biji alpukat (*Persea americana mill*) dalam penurunan pH, TSS dan COD pada limbah cair domestik diperoleh pada variasi penambahan dosis biji alpukat sebesar 0,6 g/L.
2. Variasi pengadukan cepat dan pengadukan lambat terhadap parameter pH, TSS dan COD pada limbah cair domestik mempengaruhi nilai parameter tersebut yang di mana semakin tinggi kecepatan pengadukan cepat maka nilai parameter akan semakin naik terutama pada parameter pH dan TSS, sedangkan COD mengalami penurunan.

5.2 Saran

1. Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan memvariasikan kecepatan pengadukan cepat.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan memvariasikan durasi pengadukan cepat.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan dosis yang lebih rapat agar lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adira, R. (2020). *Pemanfaatan Biji Trembesi (Samanea saman) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik*. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Banda Aceh.
- Alfrida E. Suoth, E. N. (2016). *Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga (Grey Water) Pada Salah Satu Perumahan Menengah ke Atas yang Berada di Tangerang Selatan*. 10(2), 80–88.
- Aloisius M. Kopon; Anselmus B. Baunsele; Erly G. Boelan. (2020). *Skrining Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol Biji Alpukat (Persea Americana Mill.) Asal Pulau Timor*. Akta Kimindo Vol. 5(1), 2020: 43-52
- Arirahman, I. (2020). *Peningkatan Kinerja Elektroflotasi Menggunakan Biokoagulan Biji Alpukat (Persea Americana) dan Kulit Buah Naga (Hylocerus Polyhizus) Untuk Pengolahan Limbah Laboratorium Kimia*.
- Boyd, C., & Zimmermann, S. (2000). *Grow-Out Systems-Water Quality And Soil Management. Freshwater Prawn Culture: The Farming Of Macrobrachium Rosenbergii*. Blackwell Science, Oxford, UK, 221-238.
- Coniwanti, P., Mertha, I. D., & Epriane, D. (2013). *Pengaruh Beberapa Jenis Koagulan terhadap Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dalam Tinjauannya terhadap Turbidity, TSS dan COD*. Jurnal Teknik Kimia, 19(3).
- David. (2018). *The Coagulant Activity of The Seeds of Psidium Guajava l. And The Epiderm of Persea Americana Mill. In Samples of Water from The Bogota River (Choconta-Villapinzon)*. Indian Journal of Science and Technology, 11 (21): 1-7.
- Eddy, M. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and reuse*. American Water Works Association. Journal 95 (5), 201
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*. Kanisius.
- Harahap, S. R. (2018). *Beban Pencemaran Limbah Domestik Sungai Parit 13 Kecamatan Tembilahan Kabupaten Indragiri Hilir*. Pengendalian Pencemaran dan Teknik Pengelolaan Lingkungan, 325–333.
- Hendrawati, D. S. (2013). *Penggunaan Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica l.) Sebagai Koagulan Alami Dalam Perbaikan*. 357–370.
- Huisman, L. (2004). *Sedimentation and Flotation Mechanical Filtration*. Delf: Delf University of Technology.

- Hameed, Y. T., Idris, A., Hussain, S. A., Abdullah, N., Man, H. C., dan Suja, F. 2018. A Tannin-based Agent for Coagulation and Flocculation of Municipal Wastewater as a Pretreatment for Biofilm Process. *Journal of Cleaner Production*. 182: 198-205.
- Irianti, S., Prasetyoputra, P., & Sasimartoyo, T. P. (2016). Determinants Of Household Drinking-Water Source In Indonesia: An Analysis Of The 2007 Indonesian Family Life Survey. *Cogent Medicine*, 3(1), 1151143.
- Kuswandi, Liza Octriana, B. K. (2017). Eksplorasi, Karakterisasi, dan Evaluasi Idiotipe Alpukat di Kabupaten Solok. *Exploration, Characterization, and Evaluation of Avocado Idiotype in Solok district*, 1(1995), 1-4.
- Katayon, S., Noor, M. M. M., Asma, M., Thamer, A. M., Abdullah, A. L., Idris, A., ... & Khor, B. C. (2004). Effects Of Storage Duration And Temperature Of Moringa Oleifera Stock Solution On Its Performance In Coagulation. *International Journal Of Engineering And Technology*, 1(2), 146-151.
- Kusumastanto, T., Bengen, D. G., Widigdo, B., & Soeseno, I. (2001, April). Optimizing Development And Environmental Issues Of Coastal Area: Problem And Solution For Sustainable Of Mahakam Delta. In *A Workshop Proceeding, Ministry Of Marine Affairs And Fisheries The Republic Of Indonesia And Center For Coastal And Marine Resources Studies, Bogor Agricultural University, Jakarta* (Pp. 4-5).
- Kholilah, I. (2014). *Efektivitas Bimbingan Konseling Pra Nikah Terhadap Tercapainya Tujuan Perkawinan Di Dalam Khi Pasal 3 (Studi Kasus Bimbingan Konseling Di Dpw Pks Diy)* (Doctoral Dissertation, Fakultas Agama Islam Unissula).
- Malangngi. (2012). Penentuan Kandungan Tanin dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Buah Alpukat (*persea americana mill.*). 1(1), 5-10.
- Novitasari. (2014). Hubungan Tingkat Asupan Protein, Zat Besi, Vitamin C dan Seng dengan Kadar Hemoglobin Pada Remaja Putri di SMA Batik 1 Surakarta.
- Nuryani. (2016). Optimalisasi Penggunaan *Poly Alumunium Chloride* dan *Aquaklir* Pada Proses Koagulasi dan Flokulasi dalam Pengolahan Air Limbah Penambangan di Pt Cibaliung Sumberdaya, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. 24-43.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: p.68/menlhk/setjen/kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.* (2016).

- Poerwanto, D. D., Hadisantoso, E. P., & Isnaini, S. (2015). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Koagulan Alami Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Farmasi. *al-Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 2(1), 24-29.
- Reynolds, R. (1996). *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*.
- Standar Nasional Indonesia Bagian 59: Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. (2008).
- Standar Nasional Indonesia Tentang Metode Pengujian Koagulasi dan Flokulasi Dengan Cara Jar. (2000). 6449.
- Suherman. (2017). Pengolahan Air Limbah Tekstil Melalui Proses Koagulasi-Flokulasi Dengan Menggunakan Lempung Sebagai Penyumbang Partikel Tersuspensi Studi Kasus: Banaran, Sukoharjo dan Lawean, Kerto Suro, Jawa Tengah. *Arena Tekstil*.
- Sastrawijaya. 2000. *Perencanaan Lingkungan*. Jakarta: PT Rinika Cipta.
- Susanawati. (2018). Pemanfaatan Limbah Cair *Greywater* untuk Hidroponik Tanaman Sawi (*Brassica Juncea*) *The Use of Greywater Wastewater for Hydroponic Mustard (Brassica Juncea)*. *Jurnal sumber daya alam Lingkungan*, 14–20.
- Suyasa, W. B. (2015). Pencemaran Air & Pengolahan Air Limbah. [Http://penerbit.unud.ac.id](http://penerbit.unud.ac.id)
- Solekha, R., Susanto, F. A., Joko, T., Nuringtyas, T. R., & Purwestri, Y. A. (2020). Phenylalanine Ammonia Lyase (PAL) Contributes To The Resistance Of Black Rice Against *Xanthomonas Oryzae* Pv. *Oryzae*. *Journal Of Plant Pathology*, 102(2), 359-365.
- Wirosoedarmo, E. Al. (2016). Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Kontak Pada Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Karbon Aktif Tongkol Jagung Untuk Menurunkan BOD dan COD. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 31–38.
- Yuliastri. (2010). Penggunaan Serbuk Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Koagulan dan Flokulan Dalam Perbaikan Kualitas air Limbah dan Air Tanah.

LAMPIRAN 1

SNI 6989.59.2008-Metode Pengambilan Sampel Air

Metode Pengambilan Sampel Air

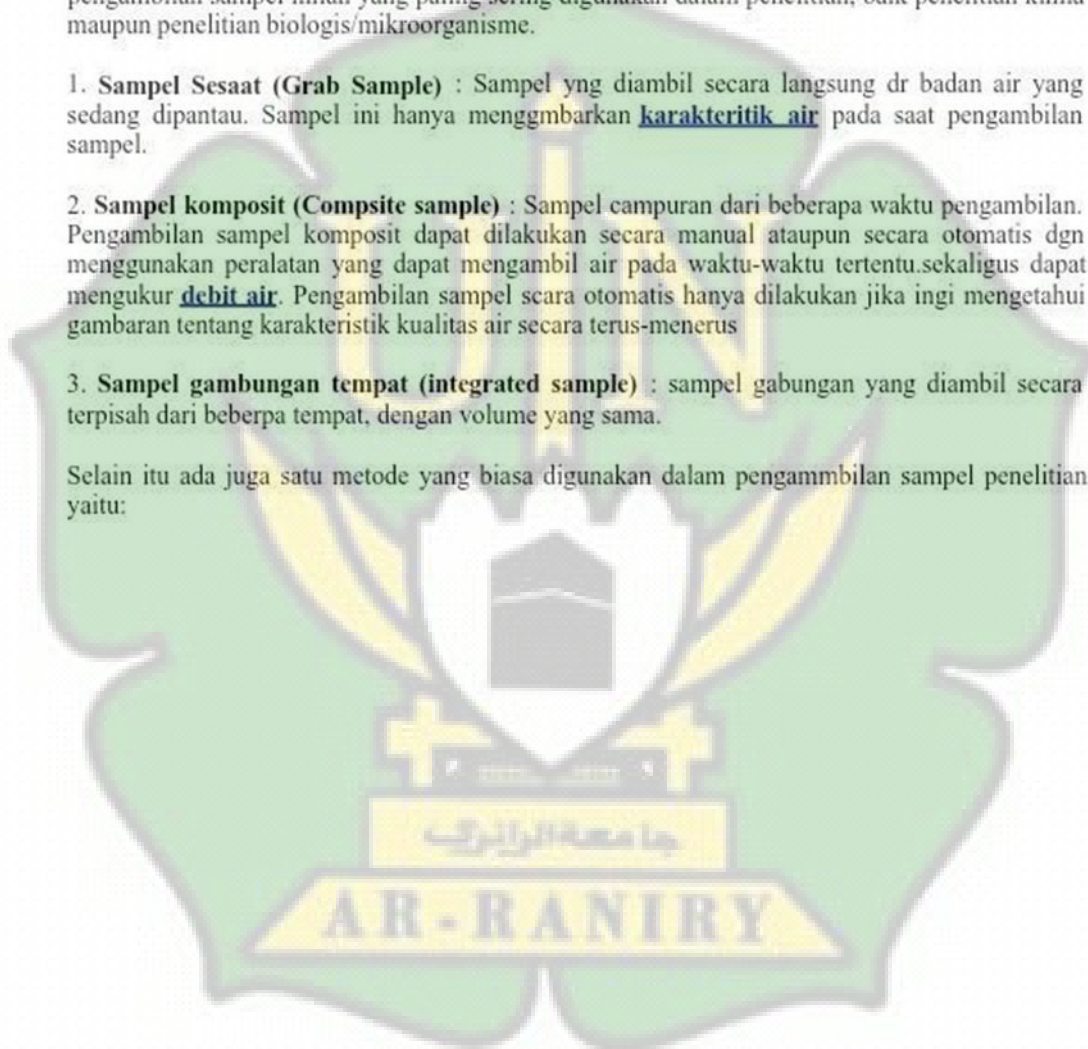
Dalam ilmu lingkungan kita tidak bisa terlepas dari penelitian dan zat kimia. Penelitian ini dilakukan guna mengetahui kandungan unsur kimia/mikroorganisme yang ada pada suatu lokasi yang menjadi tujuan penelitian. Disini saya akan memaparkan beberapa metode yang sering dipakai oleh para ahli sanitarian (specialist kesehatan lingkungan). Metode pengambilan sampel air terdiri dari tiga macam, Compsite sample, Grab Sample, Integrated sample, metode pengambilan sampel inilah yang paling sering digunakan dalam penelitian, baik penelitian kimia maupun penelitian biologis/mikroorganisme.

1. **Sampel Sesaat (Grab Sample)** : Sampel yng diambil secara langsung dr badan air yang sedang dipantau. Sampel ini hanya menggambarkan karakteritik air pada saat pengambilan sampel.

2. **Sampel komposit (Compsite sample)** : Sampel campuran dari beberapa waktu pengambilan. Pengambilan sampel komposit dapat dilakukan secara manual ataupun secara otomatis dgn menggunakan peralatan yang dapat mengambil air pada waktu-waktu tertentu.sekaligus dapat mengukur debit air. Pengambilan sampel scara otomatis hanya dilakukan jika ingi mengetahui gambaran tentang karakteristik kualitas air secara terus-menerus

3. **Sampel gabungan tempat (integrated sample)** : sampel gabungan yang diambil secara terpisah dari beberpa tempat, dengan volume yang sama.

Selain itu ada juga satu metode yang biasa digunakan dalam pengammbilan sampel penelitian yaitu:



LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN

A. Perhitungan Mencari Nilai TSS

1. Tanpa perlakuan

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2311 - 0,2141) \times 1000}{0,1} \\ &= 170 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

2. Perlakuan dengan dosis 0 gr/L

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2280 - 0,2141) \times 1000}{0,1} \\ &= 139 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

3. Perlakuan dengan dosis 0,2 gr/L

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2227 - 0,2141) \times 1000}{0,1} \\ &= 86 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

4. Perlakuan dengan dosis 0,4 gr/L

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2195 - 0,2141) \times 1000}{0,1} \\ &= 54 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

5. Perlakuan dengan dosis 0,6 gr/L

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2163 - 0,2141) \times 1000}{0,1} \\ &= 22 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

6. Perlakuan dengan dosis 0,8 gr/L

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2209 - 0,2141) \times 1000}{0,1} \\ &= 68 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

7. Perlakuan dengan dosis 1 gr/L

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2266 - 0,2141) \times 1000}{0,1} \\ &= 125 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

B. Perhitungan dosis optimum (0,6 gr/L)

1. Perlakuan dengan kecepatan 120 rpm.

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2163 - 0,2141) \times 1000}{0,1} \\ &= 22 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

2. Perlakuan dengan kecepatan 150 rpm.

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2173 - 0,2141) \times 1000}{0,1} \\ &= 32 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

3. Perlakuan dengan kecepatan 180 rpm.

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2196 - 0,2141) \times 1000}{0,1} \\ &= 55 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

C. Mencari efektivitas penurunan TSS dalam limbah cair domestik

1. Perlakuan dengan dosis 0 gr/L

$$\begin{aligned} \bullet \text{ \% Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(170-139)}{170} \times 100 \\ &= 18,23 \% \end{aligned}$$

2. Perlakuan dengan dosis 0,2 gr/L

$$\begin{aligned} \bullet \text{ \% Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(170-86)}{170} \times 100 \\ &= 49,41 \% \end{aligned}$$

3. Perlakuan dengan dosis 0,4 gr/L

$$\begin{aligned} \bullet \text{ \% Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(170-54)}{170} \times 100 \\ &= 68,23 \% \end{aligned}$$

4. Perlakuan dengan dosis 0,6 gr/L

$$\begin{aligned} \bullet \text{ \% Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(170-22)}{170} \times 100 \\ &= 87,05 \% \end{aligned}$$

5. Perlakuan dengan dosis 0,8 gr/L

$$\bullet \text{ \% Efektivitas} = \frac{(x-y)}{x} \times 100$$

$$= \frac{(170-68)}{170} \times 100$$

$$= 60 \%$$

6. Perlakuan dengan dosis 1 gr/L

- % Efektivitas = $\frac{(x-y)}{x} \times 100$
- = $\frac{(170-125)}{170} \times 100$
- = 26,47 %

D. Perhitungan dosis optimum (0,6 gr/L)

1. Perlakuan dengan kecepatan 120 rpm.

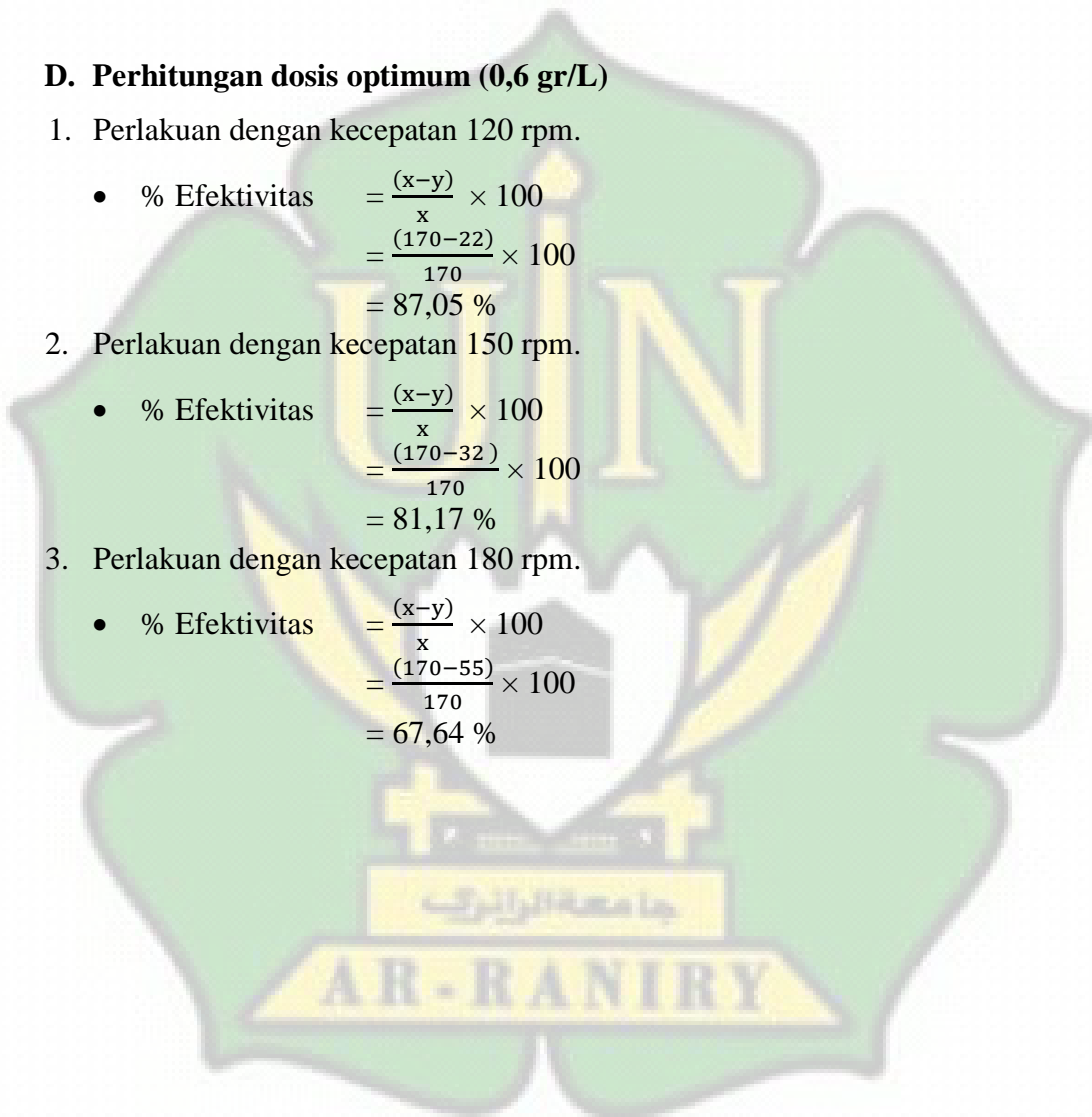
- % Efektivitas = $\frac{(x-y)}{x} \times 100$
- = $\frac{(170-22)}{170} \times 100$
- = 87,05 %

2. Perlakuan dengan kecepatan 150 rpm.

- % Efektivitas = $\frac{(x-y)}{x} \times 100$
- = $\frac{(170-32)}{170} \times 100$
- = 81,17 %

3. Perlakuan dengan kecepatan 180 rpm.

- % Efektivitas = $\frac{(x-y)}{x} \times 100$
- = $\frac{(170-55)}{170} \times 100$
- = 67,64 %



LAMPIRAN 3
DOKUMENTASI PENELITIAN

Pengambilan Sampel Limbah Cair Domestik



Proses Pembuatan Koagulan Biji Alpukat (*Persea Americana mill*)



Pencucian biji alpukat



Proses Pengirisan Biji Alpukat



Proses Penjemuran Biji Alpukat
yang telah di iris



Penjemuran Biji Alpukat



Biji Alpukat yang telah di jemur di haluskan menggunakan blender



Pengayakan dengan ayakan 100 mesh



Hasil serbuk biji alpukat setelah diayak dengan ayakan 100 mesh



Proses Penimbangan Serbuk Koagulan

Proses Analisa Nilai pH Menggunakan pH Meter di Lab Teknik Lingkungan**Proses Koagulasi dan Flokulasi**

pengadukan dengan kecepatan 120 rpm



pengadukan dengan kecepatan 150 rpm



pengadukan dengan kecepatan 180 rpm



Pengadukan dengan kecepatan 30 rpm



Proses pengendapan selama 30 menit



Proses penyaringan air limbah dengan menggunakan pompa vakum

Pengujian parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD)



Proses penambahan $K_2Cr_2O_7$ dan H_2SO_4 ke dalam tabung reaksi



Proses pemanasan sampel uji pada COD reactor

