

**PENGGUNAAN CANGKANG KEONG SAWAH
(*Pila ampullacea*) SEBAGAI BIOKOAGULAN PADA
PENGOLAHAN LIMBAH DOMESTIK (*GREY WATER*)**

TUGAS AKHIR

DEWI SRIWAHYUNI

NIM. 150702054

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi

Program Studi Teknik Lingkungan



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

BANDA ACEH

2020 M/1441 H

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGGUNAAN CANGKANG KEONG SAWAH (*Pila ampullacea*)
SEBAGAI BIOKOAGULAN PADA PENGOLAHAN LIMBAH
DOMESTIK (*GREY WATER*)**

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

Oleh

DEWI SRIWAHYUNI

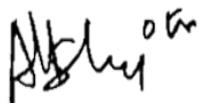
NIM. 150702054

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

جامعة الرانيري
AR - RANIRY

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



(T. Muhammad Ashari, M.Sc)
NIDN. 2002028301

Pembimbing II,



(Muhammad Ridwan Harahap, M.Si)
NIDN. 2027118603

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGGUNAAN CANGKANG KEONG SAWAH (*Pila ampullacea*)
SEBAGAI BIOKOAGULAN PADA PENGOLAHAN LIMBAH
DOMESTIK (*GREY WATER*)**

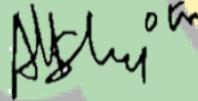
TUGAS AKHIR

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal : Selasa, 18 Agustus 2020
24 Dzulhijjah 1441 H

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,



T. Muhammad Ashari, M.Sc.
NIDN. 2002028301

Sekretaris,



Muhammad Ridwan Harahap, M.Si.
NIDN. 2027118603

Penguji I,



Rizna Rahmi, M.Sc.
NIDN. 2024108402

Penguji II,



Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901

Mengetahui,

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



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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dewi Sriwahyuni

NIM : 150702054

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Penggunaan Cangkang Keong Sawah (*Pila ampullacea*)
Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Domestik
(*Grey Water*)

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

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

Banda Aceh, 18 Agustus 2020

Yang Menyatakan


Dewi Sriwahyuni

ABSTRAK

Nama : Dewi Sriwahyuni
NIM : 150702054
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Penggunaan Cangkang Keong Sawah (*Pila ampullacea*)
Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Domestik
(*Grey Water*)
Tanggal sidang : 18 Agustus 2020/ 24 Dzulhijjah 1441 H
Tebal Skripsi : 46 Halaman
Pembimbing I : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
Pembimbing II : Muhammad Ridwan Harahap, M.Si.
Kata Kunci : Limbah Domestik, Biokoagulan, Cangkang Keong Sawah
(*Pila ampullacea*), Waktu Pengadukan, Waktu Pengendapan

Limbah domestik merupakan air buangan yang berasal dari dapur, kamar mandi, kakus, tempat cuci peralatan rumah tangga, tempat cuci pakaian, rumah makan dan sebagainya yang terjadi secara kuantitatif. Pembuangan air limbah yang dilakukan tanpa pengolahan lebih lanjut akan menyebabkan badan air menjadi tercemar, kondisi tersebut jika dibiarkan secara terus menerus tanpa dilakukan penanganan yang tepat, maka akan menyebabkan kondisi lingkungan menjadi rusak. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengurangi tingkat pencemaran pada limbah domestik yaitu dengan menggunakan cangkang keong sawah sebagai biokoagulan pada proses pengolahan limbah. Pengolahan limbah dilakukan dengan proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan alat *jar test*, pada penelitian ini sampel dibagi menjadi tiga variasi yaitu; variasi I dengan kecepatan pengadukan 100 rpm dan waktu pengendapan 30 menit, variasi II dengan kecepatan pengadukan 125 rpm dan waktu pengendapan 60 menit, variasi III dengan kecepatan pengadukan 150 rpm dan waktu pengendapan 90 menit. Pemberian konsentrasi biokoagulan di mulai dari 0 gr, 10 gr, 20 gr, 30 gr, 40 gr, 50 gr dan 100 gr. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan cangkang keong sawah dalam menurunkan tingkat pencemaran Turbiditas, COD dan pH serta mengetahui pengaruh konsentrasi yang diberikan oleh cangkang keong sawah. Berdasarkan hasil penelitian penurunan tingkat kekeruhan paling optimum terjadi pada konsentrasi 50 g/l dengan kecepatan pengadukan 125 rpm dan waktu pengendapan 60 menit sebesar 11,36 NTU dengan persentase penurunan sebesar 88,52%. Sedangkan penurunan COD paling optimum adalah pada kecepatan 125 rpm dengan konsentrasi 50 g/l yaitu sebesar 18,6 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 90,88%.

KATA PENGANTAR

BISMILLAHIRRAHMANIRRAHIM

Puji syukur kepada Allah SWT karena berkat rahmat, hidayah, dan karunia-Nya serta kemudahan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan mata kuliah tugas akhir. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Dengan hasil orientasi penulis dan bimbingan dari berbagai pihak, penulis mengambil judul **“Penggunaan Cangkang Keong Sawah (*Pila ampullacea*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Domestik (*Grey Water*)”**.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua selaku orang yang paling disayang yang selalu memberikan semangat serta doa yang terbaik untuk penulis.
2. Bapak Teuku Muhammad Ashari S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan saran dan masukan serta solusi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Muhammad Ridwan Harahap, M.Si., selaku Dosen pembimbing II yang selalu memberikan tambahan ilmu dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi.
5. Ibu Yeggi Darnas, M.T., selaku Pembimbing Akademik sekaligus Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi.
6. Bapak Suffriandy Satria M.Sc., selaku dosen yang selalu bersedia memberikan saran dan motivasi kepada penulis.
7. Bapak dan Ibu dosen di program Studi Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama masa perkuliahan.

8. Seluruh staf/karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry yang telah memberikan banyak bantuan.
9. Teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan semangat dan bantuan hingga kerjasamanya.

Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi khalayak ramai. Penulis sadar tugas akhir ini tidak luput dari kesalahan, oleh sebab itu penulis menerima saran dan kritikan yang membangun untuk penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata saya sebagai penulis mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 18 Agustus 2020

Penulis,

Dewi Sriwahyuni



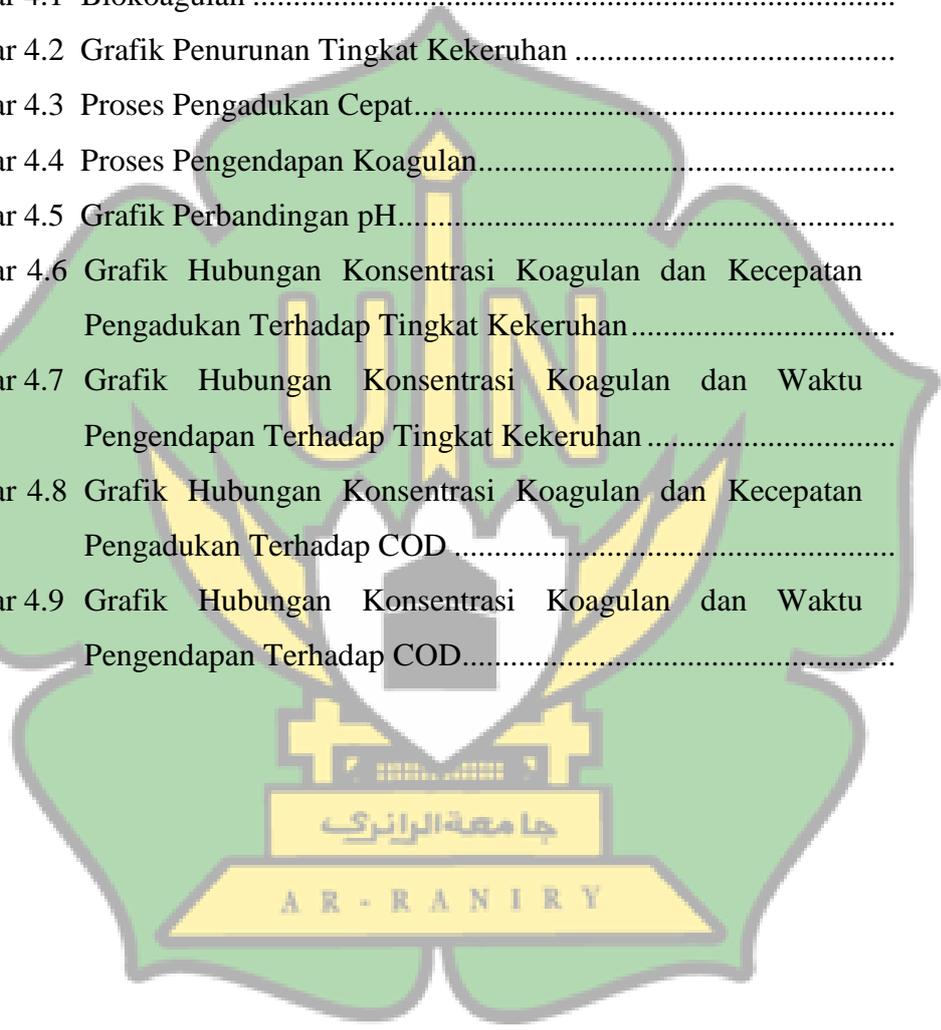
DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
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 Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Limbah Cair	5
2.1.1 Pengertian Limbah Cair	5
2.1.2 Limbah Domestik.....	6
2.1.3 Karakteristik dan Komposisi Limbah Domestik.....	7
2.1.4 Baku Mutu Air Limbah Domestik	8
2.2 Penggunaan Kembali <i>Grey Water</i>	8
2.3 Koagulasi dan Flokulasi.....	10
2.4 Koagulan	11
2.4.1 Jenis Koagulan	11
2.4.2 Biokoagulan	12
2.5 Keong Sawah (<i>Pila ampullacea</i>)	12
2.5.1 Cangkang Sebagai Limbah	13
2.5.2 Klasifikasi Keong Sawah	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	15
3.2 Tahapan Umum Tugas Akhir.....	15
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	16
3.3.1 Alat-Alat	16
3.3.2 Bahan-Bahan.....	16
3.4 Pengambilan Sampel.....	16
3.4.1 Lokasi Pengambilan Sampel	16
3.4.2 Cara Pengambilan Sampel.....	17
3.5 Tahapan Penelitian.....	17
3.5.1 Persiapan Biokoagulan	17
3.5.2 Pembuatan Sampel	18
3.5.3 Variasi Sampel.....	19
3.5.4 Pengujian pH	19
3.5.5 Pengujian Turbiditas.....	19
3.5.6 Pengujian COD.....	19
3.5.7 Uji Pendahuluan	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Persiapan Biokoagulan.....	21
4.2 Hasil Uji Pendahuluan	22
4.3 Proses Koagulasi dan Flokulasi	23
4.4 Hasil dan Pembahasan	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Koagulasi dan Flokulasi	11
Gambar 2.2	Keong Sawah.....	14
Gambar 3.1	Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir	15
Gambar 3.2	Lokasi Penelitian	16
Gambar 4.1	Biokoagulan	20
Gambar 4.2	Grafik Penurunan Tingkat Kekeruhan	21
Gambar 4.3	Proses Pengadukan Cepat.....	22
Gambar 4.4	Proses Pengendapan Koagulan.....	23
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan pH.....	23
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Konsentrasi Koagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Tingkat Kekeruhan.....	25
Gambar 4.7	Grafik Hubungan Konsentrasi Koagulan dan Waktu Pengendapan Terhadap Tingkat Kekeruhan.....	26
Gambar 4.8	Grafik Hubungan Konsentrasi Koagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap COD	28
Gambar 4.9	Grafik Hubungan Konsentrasi Koagulan dan Waktu Pengendapan Terhadap COD.....	29



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik	8
Tabel 4.1 Hasil Uji Pendahuluan	21
Tabel 4.2 Hasil Pengujian pH	24
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kekeruhan.....	25
Tabel 4.4 Hasil Uji COD.....	28



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.....	38
Lampiran 2. Lokasi Pengambilan Sampel	45



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah salah satu kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Air juga dapat menjadi modal dasar dan faktor utama untuk pembangunan dalam memajukan kesejahteraan umum. Tersedianya kebutuhan air yang memadai dari segi kuantitas dan kualitas dapat menjadi kebutuhan yang utama bagi terselenggaranya kesehatan yang baik. Air juga harus tersedia secara kontinyu, agar masyarakat dapat menggunakannya (Asmadi dkk, 2011).

Kebutuhan manusia terhadap air yang paling umum dan sering digunakan adalah untuk mandi, masak, mencuci, dan minum, sehingga kebutuhan terhadap volume air akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Pertambahan jumlah penduduk yang semakin meningkat akan mempengaruhi semakin banyaknya limbah yang akan dihasilkan, sehingga dampak negatif yang ditimbulkan bagi lingkungan pun semakin meningkat.

Dampak negatif yang akan ditimbulkan dari meningkatnya kegiatan manusia salah satunya adalah terjadi pencemaran pada sumber-sumber air karena beban pencemar yang melampaui daya dukungnya, sehingga mengakibatkan penurunan kualitas air. Menurut (Asmadi dan Suharno, 2012) pencemaran yang mengakibatkan penurunan kualitas air dapat berasal dari limbah industri, limbah perhotelan, limbah peternakan, limbah rumah sakit, limbah perkebunan, limbah pertanian dan limbah domestik.

Salah satu limbah yang dapat mencemari lingkungan adalah limbah domestik. Limbah domestik merupakan buangan yang berasal dari dapur, kamar mandi, kakus, tempat cuci peralatan rumah tangga, tempat cuci pakaian, apotek, rumah makan dan sebagainya yang terjadi secara kuantitatif. Air limbah domestik merupakan tingkat pencemaran terbesar yang masuk ke badan air, air limbah yang dibuang langsung tanpa pengolahan lebih lanjut akan menyebabkan badan air menjadi tercemar. Kondisi tersebut jika terus menerus dibiarkan tanpa dilakukan

penanganan yang tepat, maka akan menyebabkan kondisi lingkungan menjadi rusak (Satrawijaya, 2000).

Teknologi pengolahan limbah di Indonesia relatif belum terjangkau dalam pengolahan air limbah serta mahal biaya teknologi limbah yang ada, sehingga diperlukan sistem pengolahan limbah rumah tangga yang mudah serta murah untuk diterapkan sehingga dapat memberikan hasil yang optimal. Limbah domestik memiliki beberapa parameter yang paling umum digunakan untuk pengukuran kandungan zat organik di dalam air limbah seperti potensi hidrogen (pH), *Total Suspended Solid*, *Biological Oxygen Demand* yaitu pengukuran zat terlarut serta minyak dan lemak (Asmadi dan Suharno, 2012). Sedangkan menurut (Sunu, 2001), BOD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air untuk mendegradasi atau mengoksidasi limbah organik yang terdapat di air lingkungan.

Metode koagulasi dan flokuasi adalah metode yang digunakan untuk mengolah limbah yang bertujuan untuk menghilangkan material limbah yang berbentuk suspensi atau koloid (Pandia, 2005) dan menurut (Utami, 2011) proses koagulasi dilakukan dengan menambahkan koagulan yang berfungsi untuk membentuk flok/gumpalan. Koagulan dapat dibagi menjadi dua, yaitu koagulan sintetis dan koagulan alami. Pemanfaatan koagulan yang paling banyak digunakan adalah koagulan sintetis, namun penggunaan koagulan sintetis secara terus menerus akan menimbulkan endapan yang sulit untuk ditangani, sehingga salah satu alternatif yang dapat digunakan yaitu dengan memanfaatkan koagulan alami pada proses pengolahan air limbah.

Penggunaan koagulan sintetis terlalu berlebihan dan dilakukan secara terus menerus akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan maupun kesehatan. Untuk mengurangi resiko terhadap dampak yang dihasilkan, maka perlu dilakukan penggunaan koagulan alami sebagai bahan koagulan untuk mengolah air (limbah/bersih). Adapun beberapa koagulan alami yang mampu mengolah air (limbah/bersih) seperti yang dilakukan oleh (Yuliastri, 2010) dan (Syamsumarsih, 2011) adalah dengan menggunakan biji kecipir, biji asam jawa dan biji kelor. Namun, koagulan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu

dengan memanfaatkan cangkang keong sawah (*Pila ampullacea*) sebagai koagulan alami. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya didapatkan bahwa pengaruh cangkang keong sawah pada pengolahan limbah cair di PT. Pharpos, Tbk Semarang menunjukkan adanya penurunan konsentrasi terhadap *Total Suspended Solid* sebesar 55,19%, turbiditas 64,73% dan *Chemical Oxygen Demand* 55,63%. Konsentrasi yang paling optimum adalah 200 mg/l dengan kecepatan pengadukan 150 rpm (Purwono, 2017). Penggunaan dan pemanfaatan koagulan alami dapat menjadi alternatif untuk mengurangi penggunaan koagulan sintetis sehingga mampu menciptakan pengolahan air limbah cair yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah cangkang keong sawah mampu dijadikan sebagai koagulan alami dalam penurunan Turbiditas, COD dan pH dalam proses pengolahan limbah domestik *grey water*?
2. Bagaimanakah pengaruh konsentrasi cangkang keong sawah dalam penurunan Turbiditas, COD dan pH?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kemampuan cangkang keong sawah sebagai koagulan alami dalam penurunan Turbiditas, COD dan pH pada pengolahan limbah *grey water*.
2. Mengetahui bagaimana pengaruh konsentrasi cangkang keong sawah terhadap penurunan Turbiditas, COD dan pH.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai literatur tentang kemampuan cangkang keong sawah sebagai biokoagulan dalam menurunkan parameter Turbiditas, COD dan pH pada limbah domestik.

2. Bagi Masyarakat

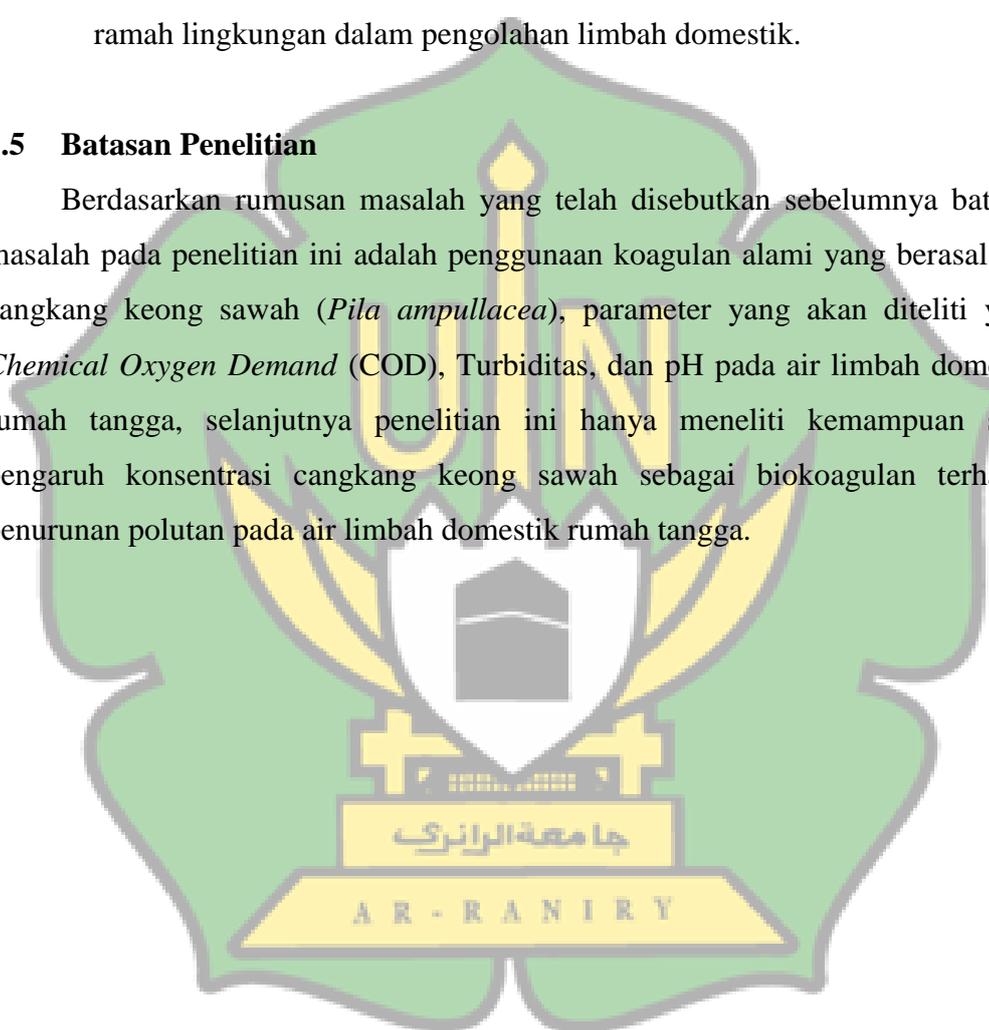
Dapat memanfaatkan keberadaan keong sawah sebagai bahan baku dalam menjernihkan air.

3. Bagi Pemerintah

Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi masukan dalam menemukan koagulan alami sebagai alternatif dalam menemukan koagulan yang lebih ramah lingkungan dalam pengolahan limbah domestik.

1.5 Batasan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan sebelumnya batasan masalah pada penelitian ini adalah penggunaan koagulan alami yang berasal dari cangkang keong sawah (*Pila ampullacea*), parameter yang akan diteliti yaitu *Chemical Oxygen Demand* (COD), Turbiditas, dan pH pada air limbah domestik rumah tangga, selanjutnya penelitian ini hanya meneliti kemampuan serta pengaruh konsentrasi cangkang keong sawah sebagai biokoagulan terhadap penurunan polutan pada air limbah domestik rumah tangga.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair

2.1.1 Pengertian limbah cair

Limbah merupakan sisa dari suatu kegiatan atau usaha. Limbah yang berbahaya dan beracun biasanya berasal dari suatu kegiatan atau usaha yang memiliki tingkat konsentrasi yang tinggi serta sifat dan jumlahnya yang secara langsung atau tidak langsung dapat memberikan dampak yang negatif terhadap lingkungan dan dapat membahayakan makhluk hidup (Suharto, 2010). Ada beberapa karakteristik yang dimiliki oleh air limbah yaitu karakteristik fisika, kimia dan biologi. Warna, suhu, bau dan kekeruhan merupakan karakteristik secara fisik yang biasa terdapat pada air limbah. Secara kimia kandungan yang sering ditemukan pada karakteristik air limbah yaitu seperti BOD, COD dan pH serta kandungan bahan kimia yang berbahaya seperti nitrogen, fosfor, dan klorida (Sperling, 2007). Sedangkan pada karakteristik biologi ciri-ciri umum yang dapat dilihat pada air limbah yaitu kandungan berbagai macam organisme seperti jamur, bakteri, dan organisme air sejenisnya. Kunci dalam memelihara kelestarian lingkungan adalah dengan menggunakan teknologi pengolahan air limbah. Teknik pengolahan air buangan yang telah dikembangkan yaitu menyisahkan bahan polutan dari air limbah dengan menggunakan tiga metode pengolahan, yaitu dengan pengolahan fisika, pengolahan kimia dan pengolahan biologi (Suharto, 2010).

Berdasarkan sumber penghasilnya, air limbah dibagi menjadi dua jenis yaitu air limbah domestik dan air limbah industri (Helmer dan Hesperhol, 1997). Air limbah domestik menurut (Suyasa, 2015) yaitu air hasil buangan dari perumahan, perkantoran, perdagangan, bangunan dan sarana sejenisnya. 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 (Cahyadi, 2008).

Air limbah menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014 merupakan sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair. Menurut (Tchobanoglous, 1993) limbah cair adalah bahan pencemar yang berbentuk cair dan biasanya diklasifikasikan sebagai limbah cair industri dan limbah cair domestik. Limbah cair yang dibuang langsung ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu masih mengandung tingkat pencemar yang tinggi, sehingga dapat merusak ekosistem yang terdapat didalam air dan dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi, yaitu air yang diperkaya oleh bahan organik seperti nitrogen dan fosfor (Kiely, 1998). Dampak dari eutrofikasi yang terbesar terhadap ekosistem adalah penurunan keanekaragaman spesies, peningkatan tingkat kekeruhan, peningkatan jumlah sedimen serta menghasilkan rasa dan bau yang tidak diinginkan.

2.1.2 Limbah Domestik

Limbah domestik merupakan hasil dari buangan kegiatan rumah tangga yang sudah tidak digunakan lagi atau sengaja dibuang. Pencemaran lingkungan dan penyebab berbagai penyakit dapat disebabkan oleh limbah cair rumah tangga yang mengandung bahan organik dan anorganik maupun gas. Air limbah domestik terdiri dari 99,7% air dan 0,3% bahan lainnya seperti bahan padat, koloid dan terlarut (Alfrida, 2016).

Bakteri *e.coli* merupakan salah satu bakteri yang terdapat pada kandungan limbah domestik yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, *e.coli* berasal dari kotoran manusia. Air limbah sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, penyakit yang sering ditimbulkan dari pencemaran air limbah seperti penyakit kulit, disentri, diare serta penyakit usus lainnya. Pengaruh lain yang ditimbulkan akibat pencemaran air adalah menurunnya kualitas air baku yang diakibatkan oleh air mengandung racun, kehidupan biota air akan menurun, serta penurunan kualitas air tanah dan estetika lingkungan.

2.1.3 Karakteristik Limbah Domestik

Karakteristik limbah cair dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu:

1. Karakteristik fisika

Menurut (Sugiharto, 2003) sifat fisik air limbah seperti bahan padat yang terapung, terlarut, tersuspensi, dan mengendap. Karakteristik fisika memiliki beberapa parameter, seperti:

a. TSS

Membran yang berukuran 0,45 mikron dihasilkan setelah mengalami penyaringan dengan jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada didalam air limbah.

b. *Turbidity* (Kekeruhan)

Penyebab kekeruhan diakibatkan oleh padatan yang tersuspensi, sehingga akan membatasi adanya pencahayaan yang terdapat didalam air atau menunjukkan sifat optis air.

2. Karakteristik kimia

Menurut (Metcalf and Eddy, 2003) karakteristik kimia terdiri dari:

a. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD merupakan jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia yang berguna untuk menguraikan unsur pencemaran yang ada.

b. Derajat keasaman (pH)

Syarat air yang normal untuk kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5-7,5. Air akan bersifat asam atau basa tergantung besar dan kecilnya pH, jika pH dibawah pH normal maka air akan bersifat asam, sedangkan jika air mempunyai pH diatas pH normal maka air akan bersifat basa.

3. Karakteristik biologis

Pengolahan air limbah secara biologis merupakan suatu proses yang melibatkan mikroorganisme dalam air untuk melakukan transformasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung didalam air menjadi bentuk atau senyawa lain. Sistem pengumpul dan pengolahan yang tergabung

dengan kotoran manusia menyebabkan bakteri, virus, atau mikroorganisme yang bersifat patogen seperti *e.coli* banyak terdapat pada limbah cair domestik. Penggunaan karakteristik biologi digunakan untuk mengukur kualitas air terutama air yang dikonsumsi sebagai air minum dan air bersih. Parameter yang digunakan adalah banyaknya mikroorganisme yang terkandung didalam air limbah.

2.1.4 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Baku mutu limbah air limbah domestik menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
TSS	mg/L	30
pH	-	6-9
Kekeruhan	NTU	25
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100

2.2 Penggunaan Kembali *Grey Water*

Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 *grey water* merupakan limbah domestik yang memiliki jumlah yang cukup besar namun kandungan tingkat pencemarnya rendah, sehingga sekitar 70% dari limbah domestik merupakan hasil buangan dari limbah *grey water*. Maka dari itu *grey water* sangat berpeluang untuk digunakan kembali untuk keperluan tertentu. Salah satu konsep yang dapat digunakan untuk pemakaian air bersih dalam kegiatan rumah tangga adalah *grey water* sebagai air siram wc (*water closet*). Hal tersebut penting untuk dilakukan karena beberapa alasan salah satunya yaitu pemakaian air bersih untuk kegiatan rumah tangga adalah yang paling besar adalah untuk siram wc (*water closet*).

Menurut (Sumber: Materi Training Proyek PLP Sektor Air Limbah, 1986) fungsi air siram wc adalah untuk menghancurkan feses dari tempat penampungan wc supaya bisa masuk kedalam *septic tank* ataupun ke cubluk. Didalam *septic tank* ataupun cubluk akan terjadi pembusukan feses oleh mikroorganisme secara anaerobik. Air bekas cuci pakaian yang banyak mengandung deterjen atau sabun tidak akan menyebabkan busa dan tidak mengganggu cara bekerjanya *septic tank* jika air bekas cucian tersebut dimasukkan kedalam *septic tank*. Terganggunya *septic tank* bila dimasukkan suatu persenyawaan *ammonium kwartener* kedalamnya yang mempunyai daya bunuh terhadap bakteri. Persenyawaan ini hanya akan menghentikan sebagian proses pembusukan dan secara umum pembusukan masih dapat berlangsung.

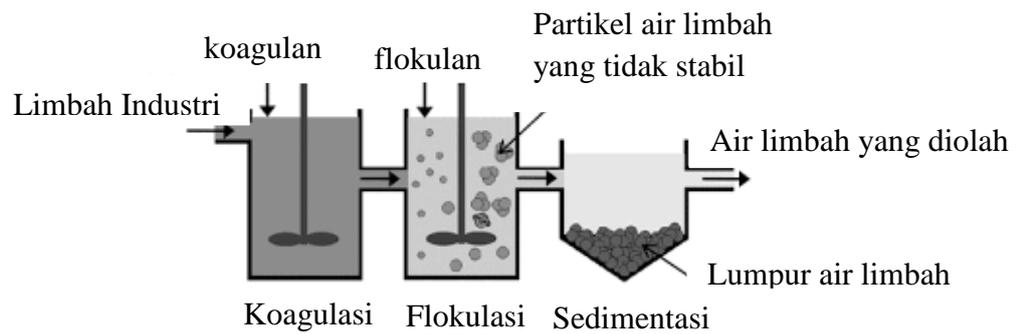
Hasil olahan dari limbah *grey water* yang telah dilakukan dengan beberapa perlakuan selama proses pengolahan juga dapat dimanfaatkan untuk mencuci kendaraan, membilas toilet, dan keperluan *outdoor* lainnya. Keuntungan yang didapatkan dari pemanfaatan hasil olahan *grey water* yaitu: Mengurangi kebutuhan air baku (*freshwater*), biaya langganan air PDAM dapat berkurang, mengurangi limbah rumah tangga yang masuk ke dalam sistem drainase kota (Morel, A dkk, 2006; Pidou dkk, 2007).

Limbah rumah tangga di perkotaan dengan penduduk yang sangat padat merupakan sumber utama pencemaran air permukaan maupun air tanah. Pencemaran dapat dikurangi dengan mengolah dan menggunakan kembali air limbah rumah tangga, selain dapat mengurangi pencemaran tetapi juga mampu menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat. Manfaat ini bukan saja hanya untuk rumah tangga secara individual melainkan juga komunal di perkotaan. Kemudian mengisi air tanah (*ground water recharge*) dengan mengolah air limbah rumah tangga dengan kandungan limbah yang sudah dinetralkan dan mampu menciptakan estetika lingkungan hijau di halaman rumah pribadi maupun komunal sebagai kebutuhan air tanaman.

2.3 Koagulasi dan Flokulasi

Menurut (Hammer, 1986) koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel koloid dengan cara menambahkan senyawa kimia yang disebut koagulan. Koagulan memiliki kemampuan untuk menetralkan muatan koloid dan mengikat partikel tersebut sehingga mudah untuk membentuk flok atau gumpalan. Alum, kapur, PAC dan polielektrolit merupakan bahan kimia yang dapat digunakan sebagai koagulan. Menurunnya tingkat kekeruhan pada beberapa pengolahan limbah cair industri diakibatkan oleh proses koagulasi-flokulasi dan ditunjukkan juga untuk mengurangi warna dalam limbah sebelum masuk ke tahap pengolahan selanjutnya. Sedangkan menurut (Davis dan Cornwell, 1991). Koagulasi merupakan proses penambahan koagulan kedalam sistem pengolahan air (minum atau limbah) yang bertujuan untuk membentuk partikel halus menjadi partikel yang berukuran lebih besar sehingga mampu mengendap dengan cepat, koagulasi juga berfungsi menghilangkan beberapa patogen didalam air.

Menurut (Weber, 1972) koagulasi dan flokulasi merupakan proses yang memiliki kaitan yang sangat erat, dimana keberhasilan dari proses flokulasi tergantung dari proses koagulasi. Pada proses koagulasi-flokulasi dibutuhkan bahan kimia yang mampu membantu proses pembentukan flok. Sedangkan menurut (Nathason, 1997) keberhasilan proses koagulasi dan flokulasi memiliki beberapa faktor diantaranya yaitu konsentrasi koagulan yang akan ditambahkan, suhu, pH dan alkalinitas. Pemberian konsentrasi koagulan harus disesuaikan dengan karakteristik dari air limbah yang akan ditangani, dan untuk mengetahui berapa konsentrasi optimum dari koagulan dapat dilakukan pengujian dengan menggunakan alat *Jar test*. Menurut (Surdia et al., 1981) ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses koagulasi diantaranya yaitu: Kualitas air yang meliputi gas-gas terlarut, warna, kekeruhan, rasa, bau, dan kesadahan. Proses koagulasi dan flokulasi dapat dilihat pada Gambar 2.1:



Gambar 2.1 Proses Koagulasi dan Flokulasi

2.4 Koagulan

Menurut (Gebbie, 2005) koagulan merupakan senyawa yang memiliki kemampuan untuk mendestabilisasi koloid dengan cara menetralkan koloid sehingga mampu membentuk flok dan membuat koloid mudah mengendap. Koagulan dapat berupa garam logam (anorganik) atau polimer (organik). Polimer merupakan senyawa organik sintesis yang disusun dari rantai panjang molekul yang lebih kecil. Macam-macam koagulan polimer ada yang kationik (bermuatan positif), anionik (bermuatan negatif) dan nonionik (bermuatan netral). Contoh koagulan organik pada umumnya tidak mempengaruhi alkalinitas dan pH air. Sedangkan contoh koagulan anorganik pada air yaitu, koagulan anorganik akan mengurangi alkalinitasnya sehingga pH air akan turun, koagulan anorganik akan meningkatkan konsentrasi padatan terlarut pada air yang diolah.

2.4.1 Jenis Koagulan

Beberapa jenis koagulan yang dapat digunakan untuk pengolahan air limbah diantaranya yaitu *aluminium sulphate* (alum), *ferric sulphate*, *ferrous sulphate*, dan *polyaluminium chloride* (PAC). Menurut (Malhotra 1994) alum dan PAC merupakan koagulan sintesis yang paling sering digunakan pada proses pengolahan limbah, alum dan PAC banyak digunakan karena dapat menghasilkan koagulasi air dengan kekeruhan yang berbeda dengan cepat, mendegradasi lumpur lebih sedikit, dan meninggalkan lebih sedikit residu aluminium pada air yang diolah.

2.4.2 Biokogulan

Koagulan alami merupakan koagulan yang berasal dari cangkang hewan atau biji tanaman yang mengandung protein polikationik sehingga mampu menetralkan partikel dalam rantai koloid, sehingga perlu dikembangkan pemanfaatan bahan alami sebagai koagulan karena memiliki beberapa keuntungan yaitu bersifat *biodegradable*, lebih aman terhadap lingkungan, kesehatan manusia dan bebas racun.

Penggunaan koagulan alami pada proses pengolahan air limbah akan membutuhkan biaya yang lebih sedikit dibandingkan dengan menggunakan koagulan kimia. Material koagulan alami yang berasal dari biji tumbuhan dan cangkang hewan dapat digunakan baik secara langsung maupun melalui *pretreatment* terlebih dahulu. Penelitian tentang penggunaan koagulan alami pada pengolahan air bersih dan pengolahan limbah cair telah banyak dilakukan. Salah satu penelitian untuk mengolah air bersih yaitu dengan menggunakan *Moringa oleifera* dari kolam oksidasi sekunder dan limbah cair kota. Pada proses pengolahan untuk limbah semi konduktor dilakukan dengan pengujian koagulan dari tepung beras, tepung jagung, dan tepung sagu. Sedangkan untuk mengolah limbah cair dilakukan dengan menggunakan cangkang hewan yang banyak mengandung kitin dan tumbuhan diantaranya seperti biji asam jawa, biji kecipir dan biji kelor (Agusnar, 2003).

2.5 Keong Sawah (*Pila ampullacea*)

Keong sawah merupakan hewan *mollusca* dari kelas *gastrophoda*. Bentuknya menyerupai siput murbai (keong mas), namun perbedaannya adalah keong sawah memiliki ciri-ciri tinggi cangkang sampai 40 mm dengan diameter 15-25 mm, bentuknya seperti kerucut membulat dengan warna hijau-kecoklatan atau kuning kehijauan bahkan sampai hitam (Kuswanto, 2013).

Keong sawah (*Pila ampullacea*) merupakan jenis siput air tawar yang mudah ditemukan di sawah, parit, maupun danau. Cangkang keong sawah memiliki kandungan Kalsium Karbonat (CaCO_3), zat besi, magnesium, kalium dan fosfor. CaCO_3 adalah senyawa kimia berwarna putih yang paling umum dari

mineral nonsilikat. Secara spesifik, mineral kalsium karbonat mempunyai karakteristik rumus molekul CaCO_3 dengan 40,04% kalsium, 12,00% karbon, 47,96% oksigen dan 56,03% CaO dan 43,97% CO_2 dengan berat molekul 100,09 gr/mol, massa jenis $2,8 \text{ gr/cm}^3$, dan titik lebur 82°C (Delvita, 2015).

Cangkang keong sawah yang melimpah dapat digunakan sebagai sumber pembentuk kitosan (Oktasari, 2014). Pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Hendrawan, 2011) didapatkan perolehan kitosan dari cangkang keong bakau sebanyak 385 gram yaitu sebanyak 33 gram atau sekitar 8,5%. Namun pada penelitian (Stephen, 2006) didapatkan hasil bahwa cangkang gastrophoda memiliki kandungan kitin mencapai hingga 20%.

Menurut (Kusumaningsih dkk, 2004) cangkang kering dari jenis gastrophoda rata-rata mengandung 20-50% kitin. Jenis garthropoda lain yang juga mengandung kitin adalah kulit siput (keong), kerang, udang, dan bekicot (Puvvada dkk, 2012; Hargono dkk, 2008). Selain dagingnya yang mempunyai nilai gizi, cangkang keong sawah dapat dimanfaatkan sebagai sumber adsorben. Adsorben adalah zat yang digunakan untuk mengadsorpsi logam (limbah cair), zat warna, dan protein dari biomassa yang ada di alam seperti cangkang keong sawah.

Keong sawah memiliki sifat herbivora yaitu pemakan tumbuhan, tanaman yang menjadi sasaran keong sawah seperti bibit padi, tanaman sayuran, dan enceng gondok. Keong sawah memiliki daging yang dapat digunakan sebagai pakan ikan dan habitat dari keong sawah apabila dalam keadaan kekurangan air akan membenamkan diri pada lumpur yang dalam, hal ini dapat bertahan selama 6 bulan (Kuswanto, 2013).

2.5.1 Cangkang sebagai limbah

Limbah merupakan buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik dari industri maupun rumah tangga yang dianggap tidak bermanfaat bagi lingkungan dan tidak memiliki nilai ekonomis. Limbah padat lebih dikenal sebagai sampah, wujud dari limbah padat yaitu padat, sifatnya kering dan tidak dapat berpindah sendiri (Cahyono Budi Otomo, 2007). Limbah padat yang dihasilkan dari rumah tangga salah satunya terdapat pada makanan yang memiliki

cangkang. Contoh beberapa makanan yang memiliki cangkang seperti kepiting, udang, dan keong sawah. Makanan tersebut sangat populer untuk dijadikan makanan yang lezat oleh masyarakat, namun pada kenyataannya masyarakat hanya memanfaatkan dagingnya saja untuk dimakan, sedangkan cangkangnya dibuang dan dianggap sebagai limbah. Cangkang dianggap sebagai limbah karena selain tidak bisa digunakan, cangkang juga dinilai tidak memiliki nilai ekonomis.

2.5.2 Klasifikasi keong sawah (*Pila ampullacea*)



Gambar 2.2 Keong Sawah

Klasifikasi keong sawah menurut (Riyanto, 2003) sebagai berikut:

- Kingdom : Animalia
 Filum : Mollusca
 Kelas : Gastropoda
 Superfamili : Ampullariodidae
 Famili : Ampullariidae
 Bangsa : Ampullariini
 Genus : Pila
 Spesies : *Pila ampullacea*

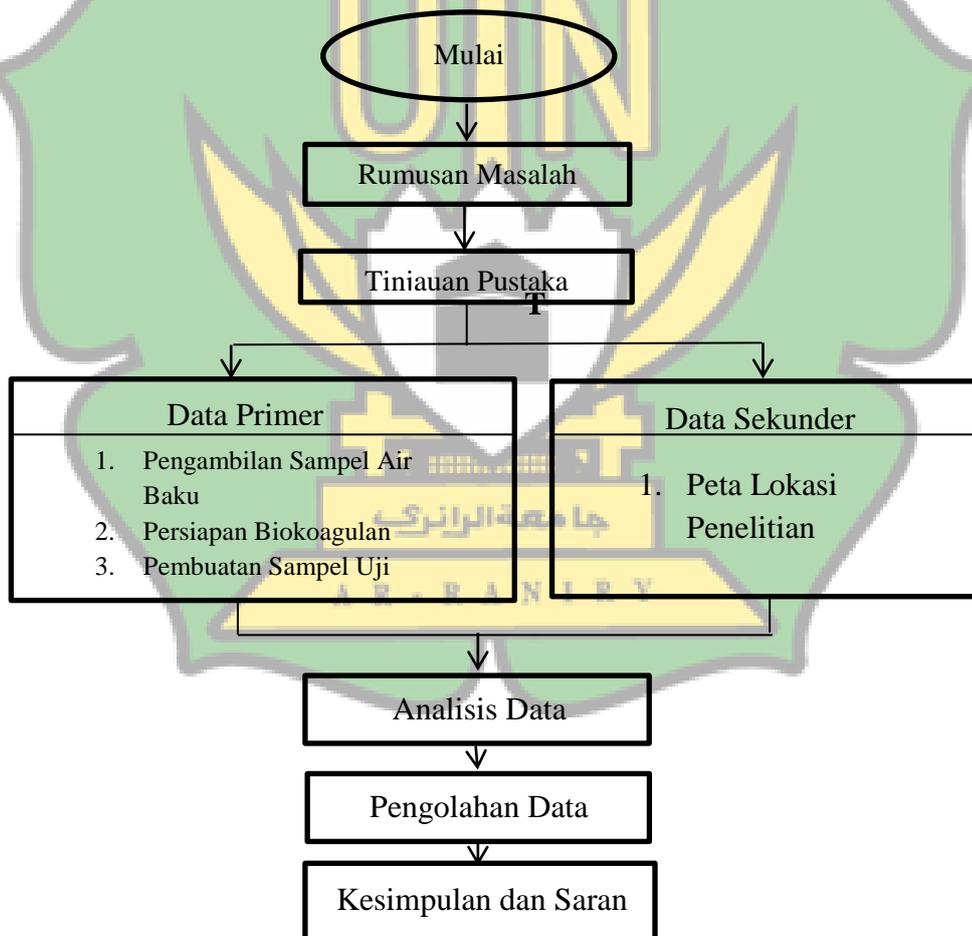
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada bulan Februari 2020. Pengambilan sampel keong sawah dilakukan di sawah yang berada di daerah Desa Pasi Pinang, Kabupaten Aceh Barat.

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 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat- Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *jar test*, *beaker glass*, timbangan analitik, tabung reaksi, rak tabung reaksi, jerigen, toples, lesung, blender elektrik, ayakan 100 mesh, pipet volume, pH meter, turbidity meter, COD meter.

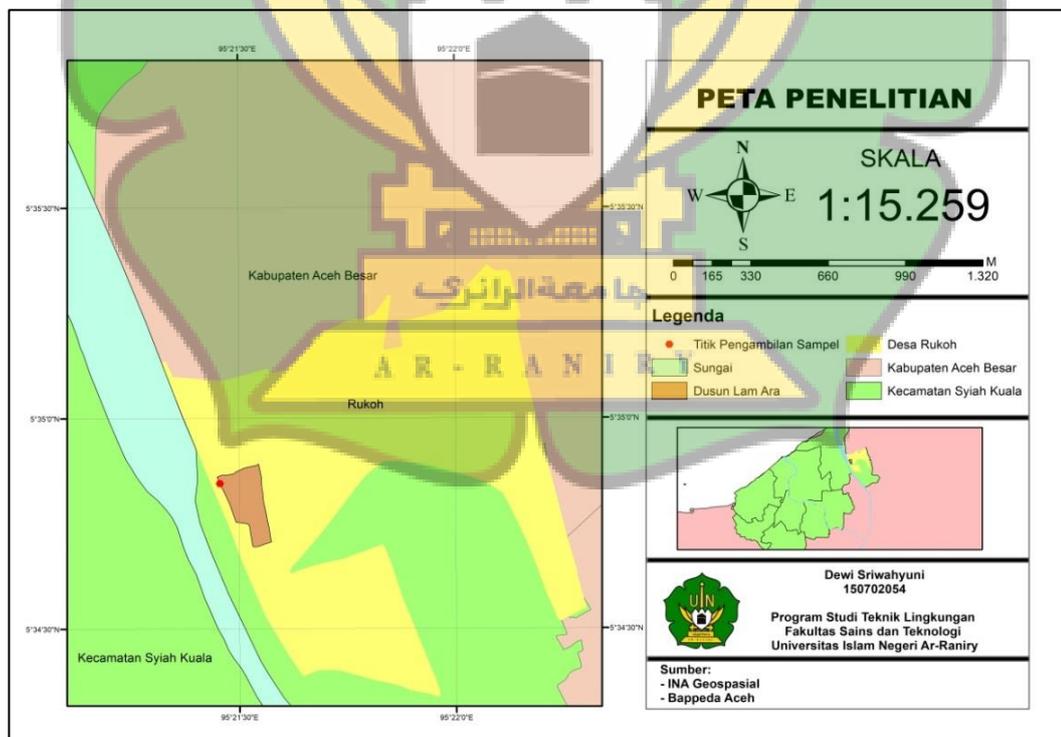
3.3.2 Bahan- Bahan

Bahan- bahan yang diperlukan pada penelitian ini yaitu cangkang keong sawah, limbah domestik *grey water*, air suling, larutan H_2SO_4 , dan larutan $K_2Cr_2O_7$.

3.4 Pengambilan Sampel

3.4.1 Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada gampong Rukoh, tepatnya pada Jalan Lam Ara III, peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.2 Foto lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada lampiran B.



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian

3.4.2 Cara Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yaitu dengan metode *grab* sesaat dimana air limbah diambil saat itu saja pada lokasi tertentu. Sampel air limbah diambil secara langsung dengan menggunakan timba plastik yang dilengkapi dengan tali kemudian dimasukkan kedalam jerigen yang berukuran 5 L sebanyak 4 jerigen dan jerigen 2 L dengan sebanyak 22 L air limbah (SNI 6989.59.2008 bagian 59 tentang metode pengambilan contoh air limbah).

3.5 Tahapan Penelitian

3.5.1 Persiapan Biokoagulan

Cangkang keong sawah dibersihkan dan dipisahkan antara cangkang dan isi keong, kemudian di cuci bersih dan dijemur dibawah sinar matahari. Selanjutnya cangkang keong sawah ditumbuk dan di blender hingga halus, kemudian di ayak dengan menggunakan ayakan 100 mesh (Sugiyono, 2009).

3.5.2 Pembuatan Sampel

Cangkang keong sawah yang sudah halus ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk dibagi menjadi beberapa konsentrasi yaitu:

- a. Konsentrasi 0 gr/L, dimasukkan air sampel uji kedalam *beaker glass* sebanyak 1 L tanpa penambahan koagulan.
- b. Konsentrasi 10 gr/L, ditimbang koagulan sebanyak 10 gram, kemudian dimasukkan kedalam *beaker glass* dan ditambahkan air sampel uji sebanyak 1 L.
- c. Konsentrasi 20 gr/L, ditimbang koagulan sebanyak 20 gram, kemudian dimasukkan kedalam *beaker glass* dan ditambahkan air sampel uji sebanyak 1 L.
- d. Konsentrasi 30 gr/L, ditimbang koagulan sebanyak 30 gram, kemudian dimasukkan kedalam *beaker glass* dan ditambahkan air sampel uji sebanyak 1 L.

- e. Konsentrasi 40 gr, ditimbang koagulan sebanyak 40 gram, kemudian dimasukkan kedalam *beaker glass* dan ditambahkan air sampel uji sebanyak 1 L.
- f. Konsentrasi 50 gr, ditimbang koagulan sebanyak 50 gram, kemudian dimasukkan kedalam *beaker glass* dan ditambahkan air sampel uji sebanyak 1 L.
- g. Konsentrasi 100 gr, ditimbang koagulan sebanyak 100 gram, kemudian dimasukkan kedalam *beaker glass* dan ditambahkan air sampel uji sebanyak 1 L.

3.5.3 Variasi Sampel

Sampel dibagi menjadi 3 variasi, yaitu:

- a. Variasi I, dengan kecepatan pengadukan 100 rpm dengan waktu pengendapan 30 menit.
- b. Variasi II, dengan kecepatan pengadukan 125 rpm dengan waktu pengendapan 60 menit.
- c. Variasi III, dengan kecepatan pengadukan 150 rpm dengan waktu pengendapan 90 menit.

Setelah di lakukan pembagian variasi dimasukan masing-masing konsentrasi koagulan kedalam gelas ukur 1000 ml, selanjutnya ditambahkan air limbah domestik sebanyak 1 L, kemudian setiap variasi sampel diletakkan didalam pengadukan *jar test* dengan waktu pengadukan 30 menit, lalu di ikuti dengan pengadukan lambat 50 rpm dengan waktu 60 menit. Kemudian di endapkan selama 30 menit, 60 menit dan 90 menit pada setiap variasi sampel.

3.5.4 Pengujian pH

Pengujian pH dilakukan dengan mengkalibrasi alat pH meter terlebih dahulu, kemudian di keringkan dengan menggunakan tisu, selanjutnya elektroda dibilas dengan menggunakan air suling, dicelupkan elektroda ke dalam sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap (SNI 06-6989.11-2004).

3.5.5 Pengujian Turbiditas

Pengujian kekeruhan dilakukan dengan mengkalibrasi alat Turbidity Meter terlebih dahulu, kemudian dimasukkan sampel kedalam tabung hingga batas ditentukan, kemudian tekan *call* untuk mengetahui nilai kekeruhan yang dihasilkan (SNI 06-6989. 25-2005).

3.5.6 Pengujian COD

Pengujian COD dilakukan dengan memasukkan sampel air limbah sebanyak 2,5 ml kedalam tabung reaksi kemudian ditambahkan dengan larutan $K_2Cr_2O_7$ sebanyak 1,5 ml selanjutnya di tambahkan larutan H_2SO_4 sebanyak 3,5 ml. Selanjutnya sampel dikocok agar homogen dan dipanaskan didalam COD reaktor dengan suhu $150^{\circ}C$ selama 2 jam. Kemudian sampel didinginkan dan uji menggunakan COD meter untuk mengetahui hasilnya (SNI 6989.73:2009).

3.5.7 Uji Pendahuluan

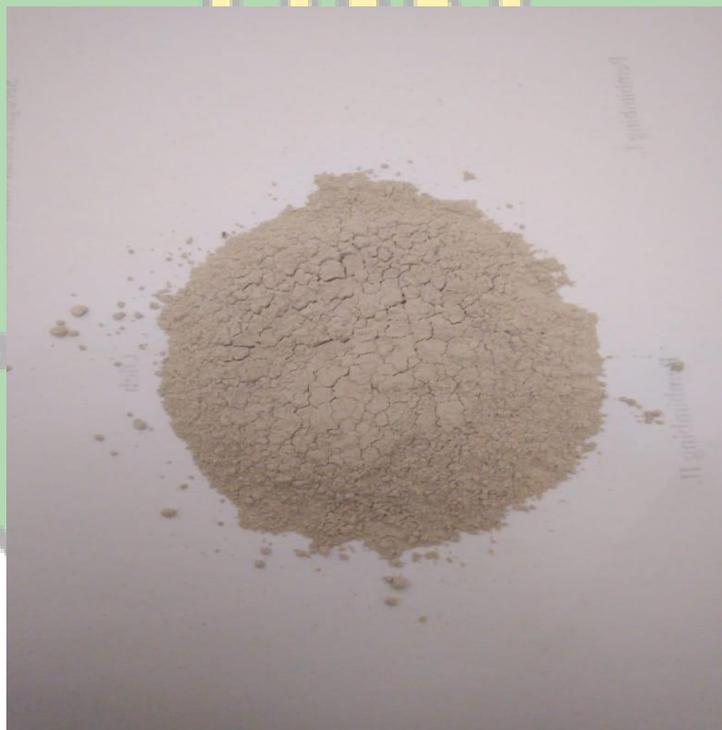
Berdasarkan hasil pada tahap awal penelitian, didapatkan nilai penurunan terhadap tingkat kekeruhan pada sampel limbah domestik dengan menggunakan cangkang keong sawah sebagai biokoagulan. Penurunan didapatkan dengan hasil yang berbeda-beda berdasarkan konsentrasi biokoagulan yang diberikan. Uji pendahuluan ini dilakukan untuk mengetahui apakah cangkang keong sawah mampu menjadi koagulan untuk menurunkan tingkat kekeruhan dengan tidak menambahkan bahan kimia apapun dalam proses penurunannya. Tahapan ini merupakan langkah awal yang dilakukan oleh peneliti sebelum melanjutkan prosedur berikutnya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Persiapan Biokoagulan

Proses persiapan biokoagulan dilakukan dengan membersihkan cangkang keong sawah dan dikeringkan dibawah sinar matahari selanjutnya ditumbuk dan diblender hingga halus, kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 100 mesh, hasil biokoagulan dapat dilihat pada Gambar 4.1. Selanjutnya biokoagulan dibagi menjadi lima konsentrasi yaitu konsentrasi 10 gram, konsentrasi 20 gram, konsentrasi 30 gram, konsentrasi 40 gram dan konsentrasi 50 gram dengan penambahan sampel air limbah sebanyak 1 liter pada setiap konsentrasi.



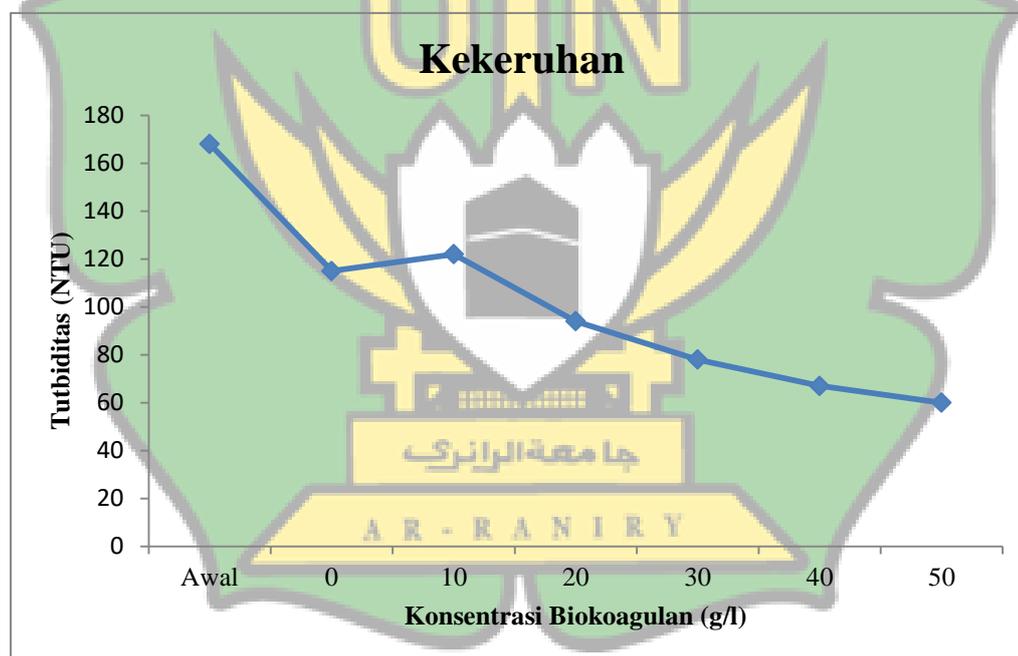
Gambar 4.1 Biokoagulan

4.2 Uji Pendahuluan

Hasil uji pendahuluan terhadap penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Uji Pendahuluan Kekeruhan (NTU)

Konsentrasi (g/l)	Kecepatan (rpm)	Waktu Pengendapan	Kekeruhan (NTU)	
			Hasil Awal	Hasil Setelah Perlakuan
0	150	60 menit	168	115
10				122
20				94
30				78
40				67
50				60



Gambar 4.2 Grafik Penurunan Tingkat Kekeruhan

4.3 Penurunan Kadar Air Limbah Domestik dengan Proses Koagulasi-Flokulasi menggunakan Cangkang Keong Sawah

Limbah cair domestik yang telah diambil sebanyak 22 liter di uji kadar kekeruhan, COD dan pH awalnya sebelum dilakukan proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan koagulan alami yaitu cangkang keong sawah sebanyak 0 gr/l, 10 gr/l, 20 gr/l, 30 gr/l, 40 gr/l, 50 gr/l dan 100 gr/l. Alat yang digunakan dalam koagulasi-flokulasi ini yaitu *jar test*. Proses koagulasi atau proses pengadukan cepat pada variasi I dilakukan dengan kecepatan 100 rpm, pada variasi II dilakukan dengan kecepatan 125 rpm, dan variasi III dengan kecepatan 150 rpm dengan lamanya waktu pengadukan masing-masing 30 menit, dapat dilihat pada Gambar 4.3, kemudian dilanjutkan dengan proses flokulasi atau pengadukan lambat dengan kecepatan 50 rpm selama 60 menit. Setelah proses koagulasi-flokulasi dilakukan kemudian diendapkan selama 30 menit untuk variasi I, 60 menit untuk variasi II dan 90 menit untuk variasi III dapat dilihat pada Gambar 4.4, serta dilanjutkan dengan analisis kadar parameter pH, turbiditas dan COD. Hasil dari analisis kadar parameter pH, turbiditas dan COD dapat dilihat pada Gambar 4.5, Gambar 4.6, dan Gambar 4.7.



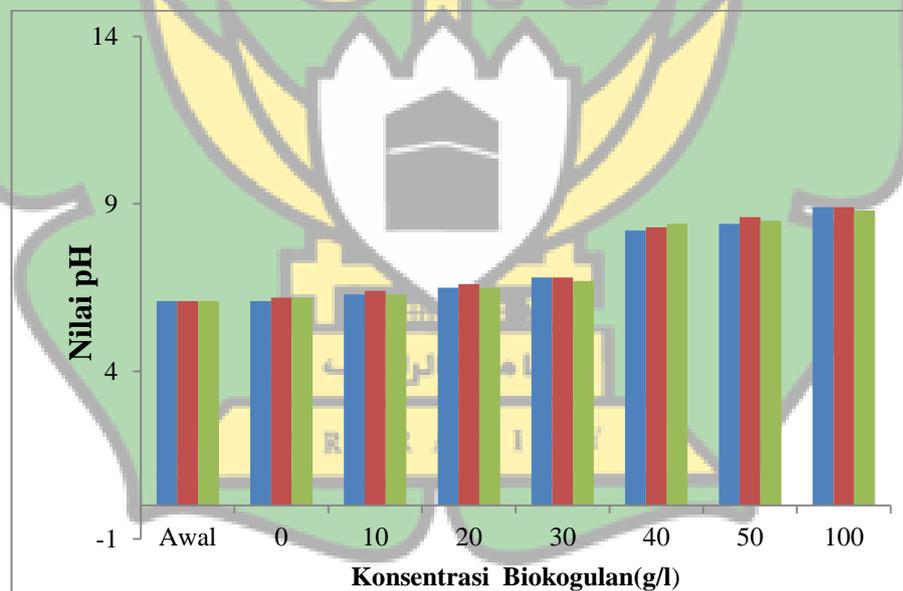
Gambar 4.3 Proses Pengadukan Cepat menggunakan cangkang keong sawah dengan menggunakan *jar test*.



Gambar 4.4 Proses Pengendapan koagulan cangkang keong sawah.

4.4 Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data penurunan pH, Turbiditas dan COD pada perbedaan variasi konsentrasi koagulan, kecepatan pengadukan serta waktu pengendapan, sehingga hasil dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut:



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan pH

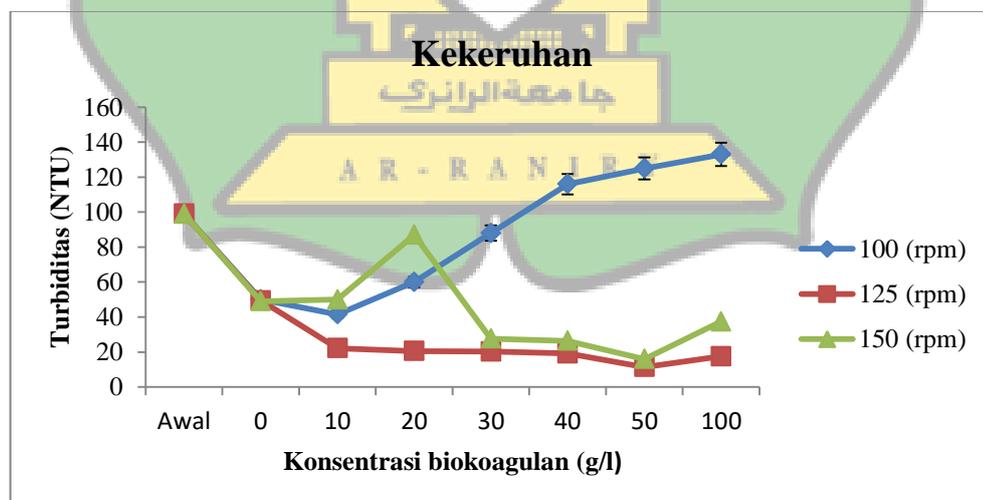
Tabel 4.2 Hasil pengujian pH

Konsentrasi (g/l)	Kecepatan (rpm)	Waktu Pengendapan	pH	
			Hasil Awal	Hasil Setelah Perlakuan
0	100	30 menit		6,1
10				6,3
20				6,5
30				6,8
40				8,2
50				8,4
100				8,9
0	125	60 menit	6,1	6,2
10				6,4
20				6,6
30				6,8
40				8,3
50				8,6
100				8,9
0	150	90 menit		6,2
10				6,3
20				6,5
30				6,7
40				8,4
50				8,5
100				8,8

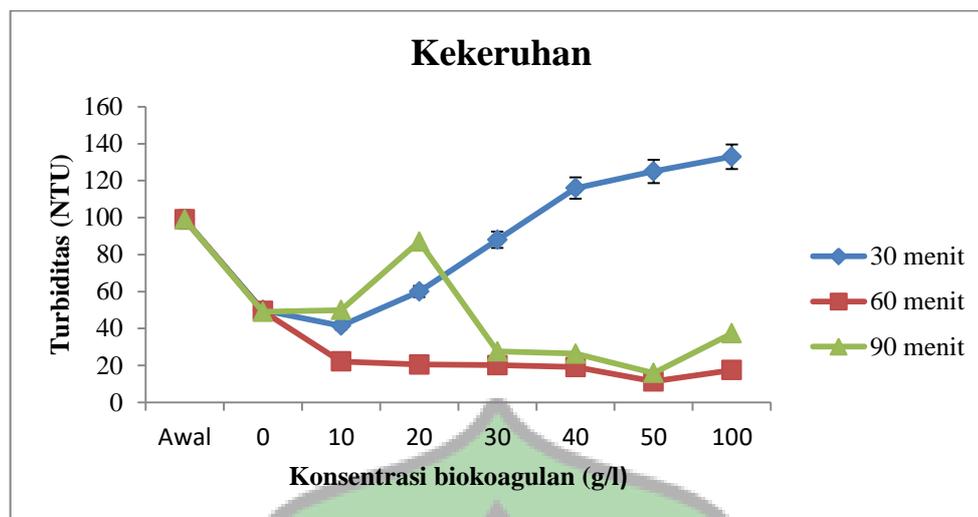
Nilai parameter pH sebelum di tambahkan biokoagulan cangkang keong sawah adalah 6,1 dan setelah dilakukan penambahan konsentrasi koagulan kenaikan angka pH terus meninggi disetiap penambahan dosisnya. Peningkatan nilai pH tertinggi terjadi pada penambahan konsentrasi koagulan 100 g/l, hal ini disebabkan oleh kandungan kalsium karbonat cangkang keong sawah yang bersifat basa di dalam larutan (Yuwanta, 2006), hal ini juga sesuai dengan pernyataan (Noviani, 2012) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi serbuk cangkang keong sawah menyebabkan nilai pH semakin meningkat.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kekeruhan

Konsentrasi (g/l)	Kecepatan (rpm)	Waktu Pengendapan	Kekeruhan (NTU)	
			Hasil Awal	Hasil Setelah Perlakuan
0	100	30 menit	99	50
10				41,84
20				60
30				88
40				116
50				125
100				133
0				125
10	22,16			
20	20,51			
30	20,20			
40	19,11			
50	11,36			
100	17,53			
0	150	90 menit	99	
10				50
20				87
30				27,64
40				26,35
50				15,93
100				37,35



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Konsentrasi Koagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penurunan Tingkat Kekeruhan



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Konsentrasi Koagulan dan Waktu Pengendapan Terhadap Penurunan Tingkat Kekeruhan

Berdasarkan grafik diatas diketahui tingkat kekeruhan mengalami penurunan dengan penambahan berbagai konsentrasi koagulan. Penurunan kadar kekeruhan dari air limbah memiliki perbedaan tergantung dari konsentrasi dan pengadukan cepat yang dilakukan. Salah satu faktor keberhasilan dari proses koagulasi dan flokulasi adalah pengaruh kecepatan pengadukan, dimana kecepatan pengadukan sangat berpengaruh terhadap pembentukan flok, apabila pengadukan terlalu lambat mengakibatkan lambatnya flok yang akan terbentuk (PDAM, 2010), pengadukan 100 rpm termasuk pengadukan yang lambat sehingga antara koagulan dengan sampel uji tidak benar-benar teraduk secara merata, akibatnya sampel uji menjadi semakin keruh dan tingkat kekeruhan semakin meningkat. Hasil pada kecepatan pengadukan 125 rpm dan 150 rpm mengalami penurunan pada setiap penambahan konsentrasi koagulan yang diberikan, namun penurunan yang paling optimum terjadi pada kecepatan pengadukan 125 rpm, hal ini disebabkan pada 150 rpm terjadi pengadukan terlalu cepat, sehingga berakibat pecahnya flok yang terbentuk (PDAM, 2010), sehingga hasil penurunan tingkat kekeruhan tidak memberikan hasil yang optimum.

Hasil parameter tingkat kekeruhan sebelum dilakukan pengolahan dengan proses koagulasi-flokulasi menggunakan serbuk cangkang keong sawah yaitu sebesar 99 NTU dan nilai parameter kekeruhan paling optimum dalam

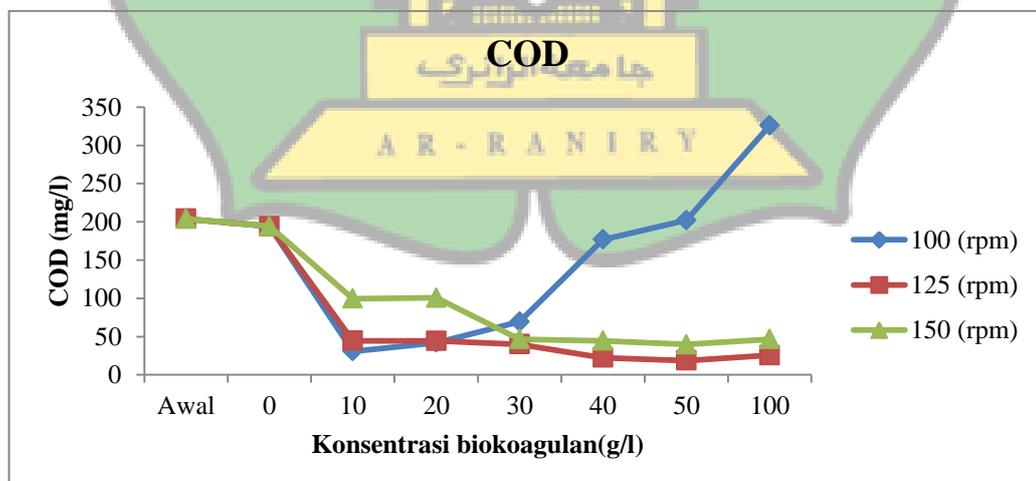
penurunannya adalah pada konsentrasi 50 g/l dengan kecepatan pengadukan cepat 125 rpm dan waktu pengendapan 60 menit sebesar 11,36 NTU. Nilai persentase penurunan dari parameter turbiditas yaitu sebesar 88,52 %. Penurunan kadar parameter turbiditas pada limbah domestik disebabkan oleh koagulan alami yang mengikat partikel-partikel yang tersuspensi pada limbah domestik sehingga partikel-partikel tersebut mengendap kebawah sehingga tingkat kekeruhannya berkurang. Cangkang keong sawah mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) yang merupakan material berpori yang dapat mengikat kotoran dalam air sehingga dapat digunakan sebagai penjernih air (Simaremare, 2013).

Penurunan kecepatan pengendapan akan terjadi secara lambat apabila konsentrasi yang diberikan terlalu besar. Dapat dilihat bahwa pada konsentrasi koagulan 100 g/l terjadi penurunan kekeruhan yang sangat sedikit, bahkan ada yang menjadi semakin keruh, hal ini terjadi karena penambahan koagulan yang berlebihan dapat mengakibatkan restabilisasi, sehingga tingkat kekeruhan dapat meningkat (Kristijarti dkk, 2013).

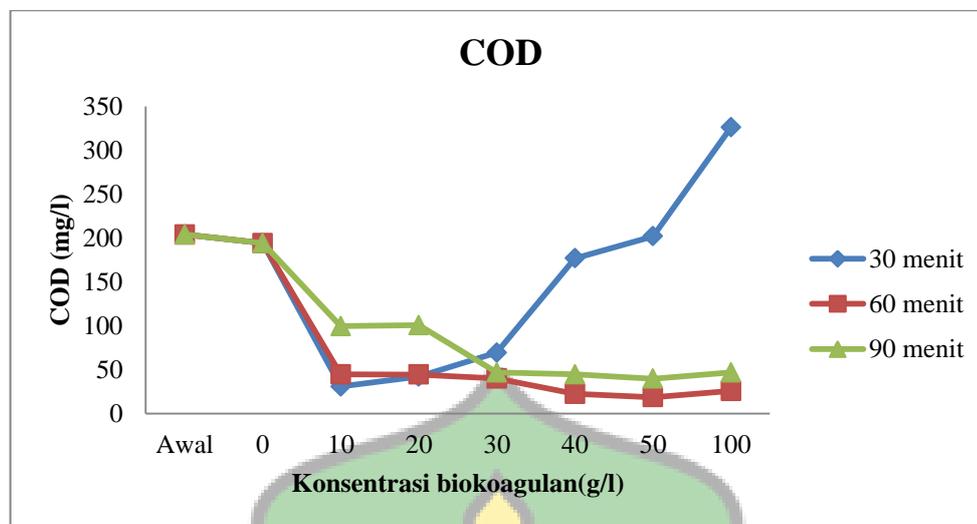


Tabel 4.4 Hasil pengujian COD

Konsentrasi (g/l)	Kecepatan (rpm)	Waktu Pengendapan	COD (mg/l)	
			Hasil Awal	Hasil Setelah Perlakuan
0	100	30 menit		194,2
10				30,8
20				42
30				69,3
40				176,9
50				202
100				326
0	125	60 menit	204	194,2
10				44,6
20				44,4
30				39,9
40				22,4
50				18,6
100				25,6
0	150	90 menit		194,2
10				99,6
20				100,7
30				46,7
40				44,6
50				39,7
100				46,7



Gambar 4.8 Grafik Hubungan Konsentrasi Biokoagulan dan Kecepatan Pengadukan Terhadap COD



Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Konsentrasi Koagulan dan Waktu Pengendapan Terhadap COD

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa kadar parameter COD sebelum ditambahkan koagulan adalah 204 mg/l, nilai efektivitas penurunan parameter COD paling maksimal adalah pada kecepatan 125 rpm dan konsentrasi 50 g/l yaitu sebesar 18,6 mg/l dengan presentase penurunan sebesar 90,88%. Hal ini telah memenuhi batas baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia tahun 2016 yaitu batas maksimum dari kadar COD adalah 100 mg/l. Hal ini disebabkan oleh adanya pengadukan cepat sehingga membantu dalam proses pencampuran bahan koagulan dalam air limbah secara merata. Dengan demikian koagulan yang telah tersebar di dalam air limbah akan dapat mengikat bahan padatan tersuspensi yang lebih banyak, oleh sebab itu akan diperoleh hasil endapan terhadap padatan tersuspensi yang lebih baik (Emilia I. 2013).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Cangkang keong sawah mampu dijadikan sebagai biokoagulan dalam menurunkan parameter turbiditas, COD dan pH, hal tersebut terjadi karena cangkang keong sawah memiliki kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang dapat digunakan sebagai penjernih air.
2. Pengaruh konsentrasi cangkang keong sawah pada penurunan tingkat kekeruhan terjadi pada setiap penambahan biokoagulan dan konsentrasi paling optimum terjadi pada penambahan biokoagulan sebanyak 50 g/l dengan kecepatan pengadukan 125 rpm dan waktu pengendapan 60 menit yaitu 11,36 NTU dengan persentase penurunan sebesar 88,52%.
3. Pengaruh konsentrasi cangkang keong sawah pada penurunan COD paling optimum terjadi pada kecepatan 125 rpm dengan konsentrasi 50 g/l yaitu sebesar 18,6 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 90,88%.

5.2 Saran

1. Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan membandingkan efektivitas koagulan alami dan koagulan sintetis.
2. Dapat dilakukan penelitian dengan metode yang sama namun dengan limbah dan parameter yang berbeda.
3. Dapat dimanfaatkan keberadaan bahan baku cangkang keong sawah yang melimpah oleh perusahaan-perusahaan, baik yang termasuk dalam industri herbal maupun farmasi untuk memproduksi koagulan dari cangkang keong sawah sebagai koagulan alami pengganti koagulan sintetis, karena penggunaan koagulan dari cangkang keong sawah lebih ramah lingkungan dan mudah terdegradasi secara alami.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusnar H. 2003. *Analisa Keefektifan Penggunaan Kitosan Untuk Menurunkan Kadar Logam Berat*. Medan: Jurnal Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sumatera Utara.
- Alfrida E.South, Ernawati Nazir. 2016. Karakteristik Air Limbah RumahTangga (grey water) Pada Salah Satu Perumahan Menengah keatas yang Berada di Tangerang Selatan. *Ecolab*. Vol.10, No.2, 47-102.
- Amin. F. N, Afifah. D dan Indro Sumantri. 2013. *Pengolahan Limbah cair dan Farmasi Menggunakan Anaerobic Baffled Reactor Secara Shock loading Dalam Upaya menghasilkan Biogas*. Semarang: Eprint UNDIP.
- Amir. Rizal, James. N. I. 2010. *Optimum Aluminium Sulfat Dalam Pengolahan Air Sungai Cileueur Kota Ciamis Dan Pemanfaatan Resirkulasi Lumpur Dengan Parameter Ph, Warna, Kekeruhan, Dan Tss*. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Anonim. 2014. *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah*. Jakarta: Sekretariat Lingkungan Hidup.
- Anonim. 2016. *Mentri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Jakarta: Sekretariat Lingkungan Hidup.
- Asmadi dan Suharno. 2012. *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Asmadi, Khayan, Kasjono H.S. 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Bangun R.A., Siti A., Rudi A.H dan M Yusuf R. 2013. *Pengaruh Kadar Air, Dosis dan Lama Pengadukan Koagulan Serbuk Biji Kelor Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*. Jurnal Teknik Kimia USU. Vol. 2. No. 1. 2013 : Fakultas Teknik Univesitas Sumatera Utara.
- Bendigo.Hadi, W. 1997. *Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum*. Surabaya: FTSP-ITS.

- Benefield, L.D., Judkins, J.F., Jr & Weand, B.L.1982. *Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment*. New York: Pretice-Hall Inc., Engelwoods Cliffs.
- Cahyadi, W. 2008. *Analisis dan Aspek Kesehatan, Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Cahyono, Rachman. 2007. *Dampak Limbah Cair PT. Kertas Basuki Rachmat Banyuwangi Terhadap Kesehatan Masyarakat*. Semarang. Universitas Diponegoro.
- Coniwanti, Pamilia dkk. 2014. *Pembuatan Film Plastik Biodegradabel dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol*. Jurnal Teknik Kimia. Vol. 4 (20) : 22-30.
- Darmasetiawan, Martin. 2001. *Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air*. Bandung: Yayasan Suryono.
- Davis, M.L., and D. A. Cornwell. 1991. *Introduction To Environmental Engineering*. Second Edition. Mc-Graw-Hill. Inc. NewYork.
- Delvita, Haryona, dkk. 2015. "Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Terhadap Karakteristik Kalsium Karbonat (CaCO_3) Dalam Cangkang Keong Sawah (Pila ampullacea) Yang Terdapat di Kabupaten Pasaman". *Jurnal Pillar Of Physics*. Vol. 6: 17-24.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1986. *Materi Training Proyek PLP Sektor AirLimbah*. Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1986. *Materi Training Proyek PLP Sektor Air Limbah*, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Jakarta.
- Emilia I. 2013. *Distribusi logam kadmium dalam air dan sedimen di Sungai Musi Kota Palembang*. JPS 6(2): 59-64.
- Gebbie, P. 2005. A Dummy's Guide to Coagulants. *68th Annual Water Industry Engineers and Operators*, Conference Schweppes Centre.
- Ghufron. M. H, dan Kordi. K. 2012. *Budidaya Ikan Patin Secara Intensif*. Bandung: Nuansa Aulia. Gosu. 2015. *Kalsium Karbonat*.

- [Http://agromaret.com/jual/27981/calcium_carbonate](http://agromaret.com/jual/27981/calcium_carbonate). (Diakses pada 08 November 2015).
- Hammer, M.J. 1996. *Water and Wastewater Technology*. New Jersey : Prentice-Hall Int, Inc.
- Hargono, Abdullah, Indro Sumantri. 2008. *Pembuatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Udang Serta Aplikasinya Dalam Mereduksi Kolesterol Lemak Kambing*. Reaktor Vol. 12 (1) : 53-57.
- Helmer R, Hespanhol I. 1997. *Water pollution control – A guide to the use of water quality management principles*. Published on behalf of the United Nations Environment Programme, the Water Supply & Sanitation Collaborative Council and the World Health Organization Ed. E. & F. Spon WHO/UNEP USA.
- Hendrawan dan Dori Rachmawani. 2011. *Studi Kandungan Kitosan Pada Keong Bakau (Telescopium sp) di Kawasan Konservasi Mangrove Kelurahan Pamusian Kota Tarakan*. Tarakan: Universitas Borneo Tarakan.
- Kiely, G. 1998. *Environmental Engineering*. Boston: Irwin McGraw-Hill.
- Kristijarti, dkk. 2013. *Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X*. Laporan Penelitian Universitas Katolik Parahyangan. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat.
- Kusumaningsih, et al. 2004. *Pembuatan Kitosan dari Cangkang Bekicot (Achatina fulica)*. Biofarmasi Vol.2 (2) 64-68.
- Kuswanto, H. 2003. *Teknologi Pemrosesan, Pengemasan dan penyimpanan Benih*. Yogyakarta: Kanisius.
- Kuswanto. 2013. *Pengaruh Pemberian Rebon dan Keong Sawah sebagai Pakan Tambahan pada Belut (Monopterus Albus) dalam Media Air Bersih Terhadap Kandungan Protein dan Berat Tubuh*. IKIP PGRI Semarang, Semarang.
- M.S. Malhotra. 1994. *Poly Aluminium Chloride as an Alternative Coagulant*. Colombo-Sri Lanka: WEDC.

- Metcalf & Eddy, inc., Tchobanoglous., G.,Burton,F.L.,&Stensel , H.D. 2004. *Wastewater Engineering Treatment And Reuse (4th ed)*. Singapore: McGraw-Hill.
- Metcalf, and Eddy. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Morel, A and Stefan Diener. 2006. *Grey water Management in Low and Middle Income Countries: Review of different treatment systems for households and neighbourhoods*. Sandec Report No 14/6. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology. Dubendorf. Switzerland.
- Nathanson, J.A. 1977. *Basic Environmental Technology, Water Supply, Waste Management, and Pollution Control*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Noviani H. 2012. *Analysis using polyaluminium chloride coagulant (PAC) and chitosan in water purification process in PDAM Tirta Pakuan Bogor*. Bogor: Fakultas MIPA Universitas Pakuan.
- Oktasari N. 2014. *Pemanfaatan Keong Sawah (Pila ampullacea) Pada Pembuatan Nugget sebagai Alternatif Makanan Berprotein Tinggi di Desa Jurug Kecamatan Mojosongo Kabupaten Boyolali. Skripsi*. Unnes, Semarang.
- Pandia, S. dan Husin, A. 2005. Pengaruh Massa dan Ukuran Biji Kelor pada Proses Penjernihan Air. *Jurnal Teknologi Proses*. Universitas Sumatera Utara 4 (2): 26-33.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang *Persyaratan Kualitas Air Minum*.
- Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. *Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Permen LHK No. 68 Tahun 2016. *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- Pidou, F.A. Memon, T. Stephenson, B. Jeffersen, P. Jeffrey. 2007. "Grey water Recycling: Treatment Options and Applications". Proceeding of the Institution of Civil Engineering Sustainability. Vol 160. Issue ES3. Hal 119-131.

- Purwono, Tunjung K, W, Mochtar H. 2017. Studi Penurunan TSS, Turbidity dan COD dengan Menggunakan Kitosan dari Limbah Cangkang Sumpil (Faunus Aster) Sebagai Nano Biokoagulan dalam Pengolahan Limbah Cair PT. PHAPROS Tbk SEMARANG. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 6, No. 1.
- Puvvada, dkk. 2012. *Extraction of chitin from chitosan from exoskeleton of shrimp for application in the pharmaceutical industry*. *International Current Pharmaceutical Journal* Vol. 1 (9):258-263.
- Risdianto, D. 2007. *Optimisasi Proses Koagulasi Flokulasi untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu*. Semarang: UNDIP.
- Risdianto, Dian. 2007. *Optimisasi Proses Koagulasi Flokulasi untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu (Studi Kasus PT. Sido Muncul)*. Semarang : Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Riyanto. 2003. *Aspek-Aspek Biologi Keong Mas (Pomacea canaliculata L.)*. FORUM MIPA Edisi Januari 2003 Vol. 8 (1) : 20-26.
- Rumapea, Nurmida. 2009. *Penggunaan Kitosan dan Polyaluminium Chlorida (PAC) Untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) dan Seng (Zn) Dalam Air Gambut*. Medan: Pascasarjana USU.
- Sastrawijaya. 2000. *Perencanaan Lingkungan*. Jakarta: PT Rinika Cipta.
- Simaremare SRS. 2013. *Perbedaan kemampuan cangkang keong sawah, cangkang kepiting dengan cangkang udang sebagai koagulan alami dalam penjernihan air sumur di Desa Tanjung Ibus Kecamatan Secanggang Kabupaten Langkat*. Medan: Univeritas Sumatera Utara.
- SNI 06-6989. 25.2005. *Tentang Metode Pengujian Kandungan Kekakuan*.
- SNI 06-6989.11.2004. *Tentang Metode Pengujian Kandungan pH*.
- SNI 6989.59. 2008. *Tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah*.
- SNI 6989.73.2009. *Tentang Metode Pengujian Kandungan COD*.
- Sperling, MV. 2007. *Biological Wastewater Treatment: Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal*. London (UK): IWA Pub.
- Stephen Alistair M et al. 2006. *Food Polysaccharides and Their Application*. CRC Press. Florida, USA.
- Sugiharto. 2003. *Dasar-dasar pengolahan air limbah*. Jakarta: UI Press.

- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suharto. 2010. *Limbah Kimia Dalam Pencemaran Air dan Udara*. Yogyakarta: Andi.
- Sumantri. 2015. *Strategi pembelajaran*. Jakarta: Kharisma Putra Utama.
- Sunu, P. 2001. *Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan ISO 1400*. Jakarta: PT. Gramedia Widia Sarana Indonesia.
- Surdia, N.M., Buchari, dan B. Bundjali. 1981. *Perlakuan Air dan Air Buangan Secara Koagulasi dari Partikel Tersuspensi*. Bandung: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Suyasa, W.B. 2015. *Pencemaran Air & Pengolahan Air Limbah*. Denpasar: Udayana University Press.
- Syamsumarsih, D. 2011. Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tumarindus Indica L.*) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus Tetragonolobus L.*) Sebagai Koagulan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Jakarta.
- Tchobanoglous.1993. *Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues*. New York: Mc Graw Hill Inc.
- Utami, ER. 2011. *Antibiotika, Resistensi, dan Rasionalitas Terapi*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maliki.
- Weber, W. J.1972. *Physics Chemical Process for Water Quality Control*. New York: John Wiley&Sons.
- Yuliastri Indra Rani. 2010. Penggunaan Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Koagulan dan Flokulan dalam Perbaikan Kualitas Air Limbah dan Air Tanah. *Tesis*. Universitas Islam Negeri Jakarta.

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian

Gambar	Keterangan
 A group of children are sitting on the floor, sorting through clams in several large bowls. They are using their hands to separate the clams from their shells.	Proses pemisahan cangkang dan isi keong.
 A person is kneeling on the ground, washing clams in a large bowl of water. The clams are being cleaned before further processing.	Proses pembersihan cangkang keong.
 A large number of clams are laid out on a light-colored mat on the ground, drying under the sun. This step is used to clean the shells and remove moisture.	Penjemuran cangkang keong dibawah sinar matahari.
 A person is using a mortar and pestle to crush the clams. The clams are being broken down into smaller pieces, likely for extraction of a specific component.	Penumbukan cangkang keong.



Cangkang keong yang sudah di tumbuk di haluskan menggunakan blender elektrik.



Keong di ayak menggunakan ayakan 100 mesh.

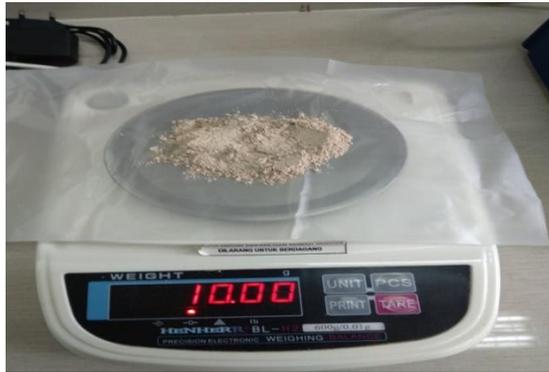


Proses pengambilan sampel.



Pengujian nilai pH air baku.





Penimbangan serbuk cangkang keong 10 gram.



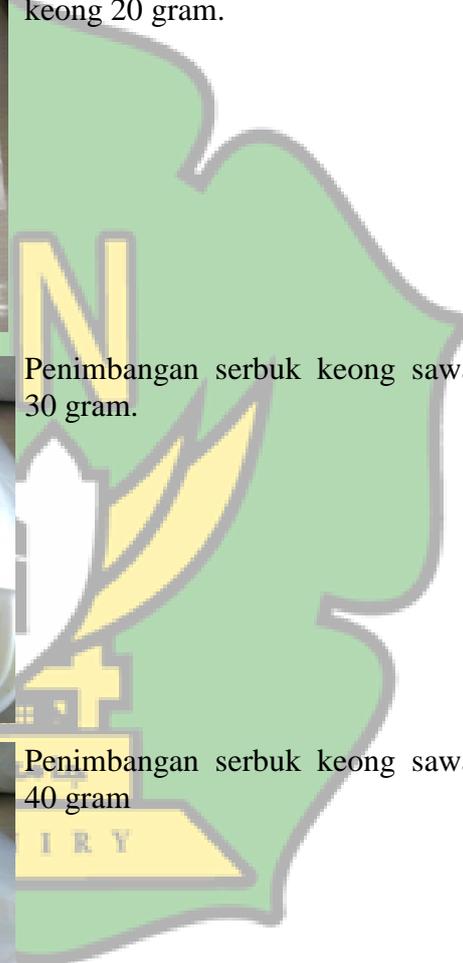
Penimbangan serbuk cangkang keong 20 gram.

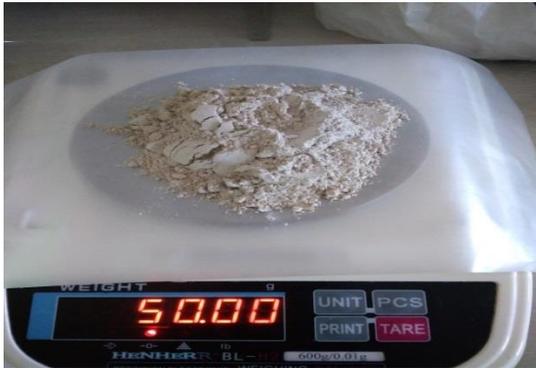


Penimbangan serbuk keong sawah 30 gram.



Penimbangan serbuk keong sawah 40 gram





Penimbangan serbuk keong sawah 50 gram.



Penimbangan serbuk keong sawah 100 gram.



Penambahan air limbah domestik kedalam *beaker glass* yang sudah terisi koagulan.



Proses pengadukan variasi I dengan kecepatan pngadukan 150 rpm.



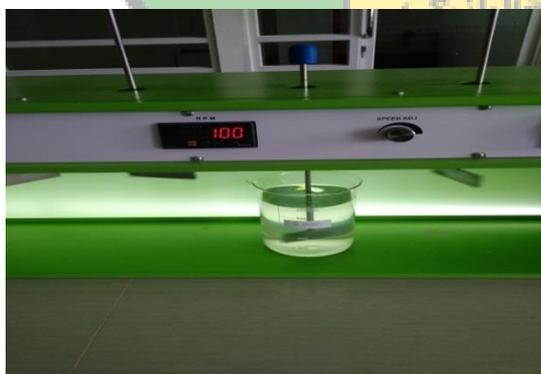
Proses pengadukan varisasi I dengan kecepatan pengadukan 150 rpm.



Proses pengadukan varisasi II dengan kecepatan pengadukan 125 rpm.



Proses pengadukan varisasi II dengan kecepatan pengadukan 125 rpm.



Proses pengadukan varisasi III dengan kecepatan pengadukan 100 rpm.



Proses pengadukan varisasi III dengan kecepatan pengadukan 100 rpm.



Proses analisa nilai pH.



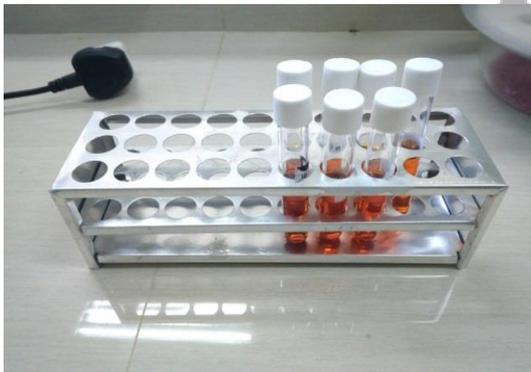
Proses analisa nilai kekeruhan.



Proses pengujian COD dengan penambahan bahan kimia $K_2Cr_2O_7$ dan H_2SO_4 pada sampel uji.



Proses pemanasan sampel uji pada alat COD reaktor.



Proses pendinginan sampel uji sebelum di analisa hasilnya,



Proses analisa nilai COD.

جامعة الرانري

AR-RANIRY

Lampiran 2. Lokasi Pengambilan Sampel





AR-RANIRY

