

**MODIFIKASI ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) MENGGUNAKAN  
ASAM SITRAT SEBAGAI ADSORBEN ION NIKEL (Ni) DAN BESI (Fe)  
PADA LIMBAH CAIR LABORATORIUM KIMIA**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
DITA AMALIA  
15630069**



**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2021**

**MODIFIKASI ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) MENGGUNAKAN  
ASAM SITRAT SEBAGAI ADSORBEN ION NIKEL (Ni) DAN BESI (Fe)  
PADA LIMBAH CAIR LABORATORIUM KIMIA**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
DITA AMALIA  
15630069**

**Diajukan kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2021**

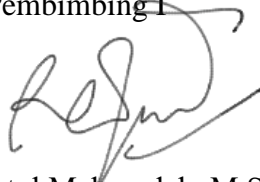
**MODIFIKASI ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) MENGGUNAKAN  
ASAM SITRAT SEBAGAI ADSORBEN ION NIKEL (Ni) DAN BESI (Fe)  
PADA LIMBAH CAIR LABORATORIUM KIMIA**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
DITA AMALIA  
15630069**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal: 23 Desember 2021

Pembimbing I



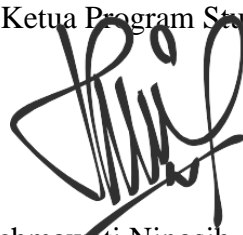
Rif'atul Mahmudah, M.Si  
NIDT. 19830125 20160801 2 068

Pembimbing II



Ahmad Hanapi, M.Sc  
NIDT.19851225 20160801 1 069

Mengetahui,  
Ketua Program Studi





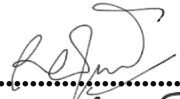

Rachmawati Ningsih, M.Si  
NIP. 19810811 200801 2 010

**MODIFIKASI ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) MENGGUNAKAN  
ASAM SITRAT SEBAGAI ADSORBEN ION NIKEL (Ni) DAN BESI (Fe)  
PADA LIMBAH CAIR LABORATORIUM KIMIA**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
DITA AMALIA  
15630069**

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal : 23 Desember 2021**

<b>Penguji Utama</b>	<b>: Rachmawati Ningsih, M.Si NIP. 19810811 200801 2 010</b>	 (.....)
<b>Ketua Penguji</b>	<b>: Febi Yusniyanti, M.Sc LB. 68004</b>	 (.....)
<b>Sekretaris Penguji</b>	<b>: Rif'atul Mahmudah, M.Si NIDT. 19830125 20160801 2 068</b>	 (.....)
<b>Anggota Penguji</b>	<b>: Ahmad Hanapi, M.Sc NIDT.19851225 20160801 1 069</b>	 (.....)

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi**



**Rachmawati Ningsih, M.Si  
NIP. 19810811 200801 2 010**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dita Amalia

NIM : 15630069

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi perbuatan tersebut.

Malang, 23 Desember 2021

Yang Membuat Pernyataan,



Dita Amalia

NIM. 15630069

**MOTTO**

**“Selalu Bersyukur dan Berpikir Positif Kunci  
Kebahagiaan dalam Hidup.”**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbilalamin Puji Syukur Kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya. Ku Persembahkan dengan segala kerendahan hati skripsiku ini kepada :

Bapak saya M. Irfan, Ibu saya Ninik Purbowiningsih, kakak - kakak saya, Annisa Kurnia Indah dan Kurnia Irianti, ponakan – ponakan saya tercinta, M.

Bilal dan Daris Ali Ahmada. Terima kasih sudah menjadi *support system* pertamaku dalam penulisan skripsi ini. Terima kasih untuk doa-doa yang selalu mengalir dalam setiap langkah hidupku. Semoga kita semua selalu dalam lindungan dan kasih sayang Allah SWT. Aamiin.

Tak lupa untuk teman-teman seperjuanganku Bos Vyna, Suci, Dimitri, dan Ida. Teman-teman tim penelitianku Wida dan Qumil. Teman cerita hidup Iim, Richa, Emon, Rois, Laila Idayati dan Apip, serta semua teman yang belum bisa saya sebutkan satu per satu terima kasih sudah menemani, membantu, serta mengajarku banyak pelajaran hidup. Semoga kita bisa berjumpa kembali dan menjadi keluarga selamanya.

Terimakasih juga semua teman-temanku kimia 2015 khususnya kelas B, yang selalu membantu dan menemani mulai perjalanan awal kuliah sampai kita semua lulus. Semoga kita semua sukses dunia dan akherat. Aamiin.

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat serta Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian dengan judul **“Modifikasi Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Menggunakan Asam Sitrat Sebagai Adsorben Ion Nikel (Ni) dan Besi (Fe) pada Limbah Cair Laboratorium Kimia”**. Selanjutnya penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya, khususnya kepada:

1. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Ibu Rif'atul Mahmudah, M.Si, Ibu Eny Yulianti, M.Si, Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc, Ibu Febi Yusniyanti, M.Sc, dan Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku dosen pembimbing, konsultan, pembimbing agama dan penguji yang sudah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberi masukan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Seluruh dosen Kimia dan Laboran Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan pengetahuan, pengalaman serta wawasannya sebagai pedoman dan bekal bagi penulis.
4. Kedua orang tua saya, Bapak M. Irfan dan Ibu Ninik Purbowiningsih yang selalu memberikan do'a, semangat, nasehat dan motivasi agar bisa menyelesaikan skripsi ini.
5. Kedua kakak saya, Mbak Annisa Kurnia Indah dan Mbak Kurnia Irianti yang selalu memberikan do'a dan semangat agar bisa menyelesaikan skripsi ini.
6. Kepada teman satu riset Wida Nuri Ahdiyati dan Qumil Lailatu Nabila yang selalu saling membantu saat penelitian maupun saat penulisan naskah.
7. Sahabatku tercinta Iim, Rikha, Eny, Rois, Bos Vina, Itha, Afif, Nawang, Laila Idayati, Yolanda, Sukijan Ni'mah, Dimitri, Anggra, Lely, Aulia, Ida, Laras, A'yun, serta semua anggota kelas Kimia B dan angkatan 2015 yang sudah memberikan semangat dan bantuan kepada penulis.

8. Kepada semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah ikut memberikan bantuan dalam menyelesaikan laporan hasil penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini belum sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran akan penulis terima. Semoga laporan hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Malang, 10 Desember 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	iv
MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
ABSTRAK .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
مستخلص البحث .....	xiv

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Masalah .....	5
1.5 Manfaat penelitian .....	6

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemanfaatan Eceng Gondok dalam Perspektif Islam .....	7
2.2 Eceng Gondok Sebagai Adsorben .....	8
2.3 Selulosa Pada Eceng Gondok .....	11
2.4 Demineralisasi Eceng Gondok .....	12
2.5 Modifikasi Selulosa Menggunakan Asam Sitrat .....	13
2.6 Limbah Laboratorium UIN Maulana Malik Ibrahim Malang .....	14
2.7 Toksisitas Nikel .....	15
2.8 Toksisitas Besi .....	16
2.9 Pengaruh Dosis Adsorben dalam Penurunan Kadar Ion Logam .....	16
2.10 Prinsip Analisis Logam Secara Spektroskopi Serapan Atom (AAS) .....	17
2.11 Identifikasi Gugus Fungsi Pada Adsorben Menggunakan FTIR .....	18
2.12 Karakterisasi Morfologi Adsorben Menggunakan SEM .....	20

### BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat .....	22
3.2 Alat dan Bahan .....	22
3.2.1 Alat .....	22
3.2.2 Bahan .....	22
3.3 Rancangan Penelitian .....	22
3.4 Tahapan Penelitian .....	24
3.5 Cara Kerja .....	24
3.5.1 Preparasi Adsorben .....	24

3.5.1.1 Preparasi Sampel Eceng Gondok .....	24
3.5.1.2 Demineralisasi Eceng Gondok .....	24
3.5.1.3 Modifikasi Biosorben Eceng Gondok .....	25
3.5.2 Preparasi Sampel Limbah Logam Laboratorium .....	25
3.5.3 Adsorpsi Logam Besi (Fe) dan Nikel (Ni) pada Limbah Logam Laboratorium menggunakan Eceng Gondok Termodifikasi Asam Sitrat .....	25
3.5.4 Analisis Kadar Limbah dengan AAS. ....	26
3.5.4.1 Analisis Kadar Logam Ni dan Fe Menggunakan AAS .....	26
3.5.4.2 Kondisi Operasional Analisis Logam Fe .....	26
3.5.4.3 Kondisi Operasional Analisis Logam Ni .....	26
3.5.4.4 Pembuatan Kurva Standar Nikel (Ni) .....	27
3.5.4.5 Pembuatan Kurva Standar Besi (Fe) . ....	27
3.5.5 Karakterisasi Adsorben Menggunakan FTIR dan SEM .....	27
3.5.6 Analisis Data .....	29

#### **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1 Preparasi Adsorben Eceng Gondok .....	30
4.2 Kurva Kurva Standar Logam Nikel dan Besi .....	33
4.3 Preparasi Limbah Laboratorium .....	35
4.4 Perbandingan Adsorpsi Logam Ni dan Fe Menggunakan Adsorben Eceng Gondok Sebelum dan Sesudah Modifikasi .....	38
4.5 Karakterisasi Adsorben Menggunakan FTI .....	43
4.6 Karakterisasi Adsorben Menggunakan SEM .....	45
4.7 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam .....	47

#### **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran .....	49

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rancangan Penelitian .....	56
Lampiran 2 Diagram Alir.....	57
Lampiran 3 Perhitungan Pembuatan Larutan .....	62
Lampiran 5 Data Hasil Penelitian .....	67
Lampiran 5 Dokumentasi.....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Eceng Gondok .....	9
Gambar 2.2 Reaksi antara gugus OH pada adsorben dengan ion kadmium .....	10
Gambar 2.3 Struktur Selulosa .....	12
Gambar 2.4 Rumus Molekul Asam Sitrat .....	14
Gambar 2.5 Pengaruh variasi dosis adsorben terhadap adsorpsi ion logam .....	17
Gambar 2.6 Spektra IR selulosa .....	19
Gambar 2.7 Hasil analisis morfologi adsorben dengan SEM .....	20
Gambar 4.1 Reaksi esterifikasi antara selulosa dan asam sitrat .....	32
Gambar 4.2 Serbuk Eceng Gondok .....	33
Gambar 4.3 Kurva standar Logam Nikel (Ni) .....	34
Gambar 4.4 Kurva standar Logam Besi (Fe) .....	34
Gambar 4.5 Limbah murni dan Limbah setelah ditambah NaOH .....	36
Gambar 4.6 Hasil adsorpsi logam Ni .....	40
Gambar 4.7 Hasil adsorpsi logam Fe .....	41
Gambar 4.8 Interaksi logam dengan gugus aktif adsorben .....	43
Gambar 4.9 Spektra IR eceng gondok .....	43
Gambar 4.10 Karakterisasi morfologi eceng gondok menggunakan SEM .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandung Kimia Eceng Gondok .....	10
Tabel 2.2 Jumlah Limbah Logam Ni dan Fe .....	15
Tabel 3.1 Rencana Penelitian Dosis Adsorben .....	23
Tabel 3.2 Karakteristik Menggunakan FTIR .....	28
Tabel 3.3 Karakteristik Menggunakan SEM .....	28
Tabel 4.1 Kadar Limbah Sebelum dan Sesudah ditambah NaOH.....	38
Tabel 4.2 Konsentrasi logam Ni sebelum dan sesudah adsorpsi .....	39
Tabel 4.3 Konsentrasi logam Fe sebelum dan sesudah adsorpsi .....	41
Tabel 4.4 Interpretasi Spektra IR .....	44

## ABSTRAK

Amalia, Dita. 2021. **Modifikasi Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Menggunakan Asam Sitrat Sebagai Adsorben Ion Nikel (Ni) dan Besi (Fe) pada Limbah Cair Laboratorium Kimia**. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Rif'atul Mahmudah, M.Si; Pembimbing II: Ahmad Hanapi, M.Sc

---

**Kata Kunci:** Eceng gondok, adsorben, asam sitrat, logam Nikel (Ni), logam besi (Fe), FTIR, SEM

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman yang mengandung selulosa sebesar 64,51%. Selulosa memiliki gugus hidroksil (-OH) sehingga eceng gondok berpotensi sebagai adsorben. Preparasi adsorben diawali dengan demineralisasi menggunakan HCl 0,1 M untuk menurunkan kadar mineral serta pengotor. Tahap modifikasi adsorben menggunakan asam sitrat 1,0 M untuk meningkatkan gugus aktif adsorben yang ditandai terbentuknya gugus ester. Tahap modifikasi bertujuan untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi.

Hasil FTIR adsorben termodifikasi asam sitrat menunjukkan adanya puncak serapan gugus C=O ester pada bilangan gelombang 1755  $\text{cm}^{-1}$ . Hasil modifikasi diaplikasikan untuk menyerap logam Ni dan Fe dengan variasi dosis yaitu 0,25; 0,5; 1; 1,5; dan 2 g. Hasil penelitian menunjukkan adsorpsi logam Ni dan Fe memiliki kapasitas adsorpsi tertinggi pada dosis 1,5 g menggunakan adsorben termodifikasi asam sitrat. Nilai % adsorpsi yang didapat adalah 49,71% untuk logam Ni dan 95,77% untuk logam Fe. Hasil SEM menunjukkan adsorben eceng gondok sebelum modifikasi memiliki struktur serpihan yang tidak beraturan, sesudah modifikasi adsorben memiliki struktur permukaan yang lebih seragam, sedangkan setelah adsorpsi dengan logam permukaan adsorben terlihat terisi oleh logam dengan bentuk seperti jarum yang tersebar merata di permukaan adsorben.

## ABSTRACT

Amalia, Dita. 2021. **Modification of Water Hyacinth (*Eichhornia Crassipes*) Using Citric Acid as Nickel (Ni) and Iron (Fe) Adsorbent in Chemical Laboratory Liquid Waste**. Thesis. Chemistry Departement Sains and Technology Faculty Maulana Malik Ibrahim Islamic State University of Malang. Supervisor I: Rif'atul Mahmudah, M.Si; Supervisor II: Ahmad Hanapi, M.Sc

---

**Keyword:** Water hyacinth, biosorbents, citric acid, heavy metals Nickel (Ni), heavy metals iron (Fe), FTIR, SEM

Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) is a plant that contains 64,51% of cellulose. The presence of a hydroxyl group (-OH) in cellulose causes water hyacinth to be potential as an adsorbent that can interact with Nickel (Ni) and Iron (Fe) metals in laboratory metal waste. Demineralization using 0,1 M HCl on the adsorbent aims to reduce mineral content and impurities. Then, the adsorbent was modified using 1.0 M citric acid to increase the active group of the adsorbent which was marked by the formation of a ester group. The FTIR results of the citric acid modified adsorbent showed an absorption peak of the C=O ester group at a wave number of 1755 cm<sup>-1</sup>. The modified results were applied to absorb Ni and Fe with a dose variation of 0,25; 0,5; 1; 1,5; and 2 g. The results showed that the adsorption of Ni and Fe had the highest adsorption capacity at a dose of 1.5 g using citric acid modified adsorbent. The % adsorption value obtained was 49,71% for Ni metal and 95,77% for Fe metal. The SEM results showed that the water hyacinth adsorbent before modification had an irregular flake structure, after modification the adsorbent had a more uniform surface structure, whereas after adsorption with metal the surface of the adsorbent appeared to be filled with metal with a needle-like shape that was spread evenly on the surface of the adsorbent.

## مستخلص البحث

عملية، ديتا. 2021. تعديل صفيير الماء (*Eichhornia Crassipes*) باستخدام حامض الستريك كمادة ماصة للننكل (Ni) وأيونات الحديد (Fe) في النفايات السائلة للمختبر الكيمياءي. بحث جامعي. قسم الكيمياء كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: رفعة المحمودة، الماجستير، المشرف الثاني، أحمد حنفي، الماجستير

الكلمات المفتاحية: صفيير الماء، الممتزات، حامض الستريك، ماصة للننكل (Ni) ، أيونات الحديد (Fe) ، FTIR ، SEM

صفيير الماء (*Eichhornia crassipes*) هو نبات يحتوي على 64.51 في المائة من السليلوز. يحتوي السليلوز على مجموعة هيدروكسيل (-OH) بحيث يكون لصفيير الماء القدرة على الامتصاص. يبدأ تحضير المادة الماصة بإزالة المعادن باستخدام 0.1 مولار من حمض الهيدروكلوريك لتقليل مستويات المعادن والشوائب. استخدمت خطوة تعديل المادة الماصة 1.0 مولار من حامض الستريك لزيادة المجموعة النشطة للمادة الممتزة والتي تميزت بتكوين مجموعة إستر C=O. تهدف مرحلة التعديل إلى زيادة قدرة الامتصاص.

أظهرت نتائج FTIR للممتاز المعدل بحمض الستريك ذروة امتصاص لمجموعة C=O ester عند عدد موجي 1755 سم<sup>-1</sup>. تم تطبيق النتائج المعدلة لامتصاص Ni و Fe بتغير جرعة 0.25؛ 0.5؛ 1؛ 1.5؛ و 2 جرام. أظهرت النتائج أن امتصاص الننكل والحديد له أعلى قدرة امتصاص بجرعة 1.5 جرام باستخدام مادة ماصة معدلة بحمض الستريك. النسبة المئوية لقيمة الامتزاز التي تم الحصول عليها كانت 49.71 في المائة لمعدن الننكل و 95.77٪ لمعدن الحديد. أظهرت نتائج SEM أن مادة امتصاص صفيير الماء قبل التعديل كان لها بنية رقائق غير منتظمة، وبعد التعديل كان للممتزات بنية سطح أكثر اتساقاً، بينما بعد الامتزاز بالمعدن، ظهر سطح الممتزات ممتلئاً بالمعدن بشكل يشبه الإبرة التي تم نشرها بالتساوي على سطح الممتزات.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Limbah cair yang dihasilkan suatu laboratorium umumnya telah tercemar oleh berbagai jenis bahan kimia. Salah satu zat pencemarnya yaitu logam berat. Logam berat bersifat racun pada makhluk hidup, sehingga logam berat digolongkan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) (Suprihatin, 2010). Limbah cair yang mengandung logam berat sangat berbahaya jika langsung dibuang ke perairan karena tidak dapat terdegradasi secara alami. Oleh karena itu dibutuhkan upaya untuk menurunkan kadar logam berat pada limbah sebelum dibuang ke perairan agar tidak membahayakan organisme di perairan (Buasri, dkk., 2012).

Limbah laboratorium mengandung beberapa logam berat seperti Nikel (Ni) dan Besi (Fe). Nikel (Ni) termasuk logam berat yang berbahaya. Nikel dapat membahayakan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Bahaya Nikel antarlain dapat merusak DNA (*Deoxyribo Nucleic Acid*), meningkatkan resiko kanker, dan menyebabkan iritasi serta immuno-toksisitas (Azni dan Sururi, 2014). Ambang batas konsentrasi nikel dalam air limbah menurut Keputusan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013 adalah 1 mg/L. Jika konsentrasi nikel yang terkandung dalam suatu limbah melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan, maka akan menyebabkan masalah pencemaran lingkungan (Miarastika dan R.Azizah, 2015).

Logam Besi (Fe) merupakan logam esensial yang dibutuhkan oleh organisme hidup dalam jumlah tertentu. Akan tetapi, jika melebihi ambang batas yang telah ditetapkan, maka menimbulkan efek racun. Adapun batas maksimum

kadar besi yang diperbolehkan dalam air adalah tidak lebih dari 1 mg/L (Supriyantini, 2015). Ketika limbah laboratorium yang mengandung berbagai jenis logam berat langsung dibuang ke suatu perairan tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu, maka menyebabkan kerusakan lingkungan. Sebagaimana Allah S.W.T telah berfirman pada Q.S Ar-ruum ayat 41 sebagai berikut:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya: *“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, sehingga akibatnya Allah menciptakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali ke jalan yang benar.”*

Shihab (2003) dalam buku tafsir Al- Mishbah menjelaskan bahwa tidak ada penciptaan Allah SWT yang rusak, tercemar, atau tidak seimbang pada awal penciptaannya. Kerusakan, pencemaran, atau ketidakseimbangan tersebut terjadi akibat perbuatan manusia sendiri yang secara sengaja mengubah fitrah Allah SWT pada lingkungan yang telah diciptakan secara sempurna dan seimbang.

Salah satu bentuk kerusakan lingkungan yang sering terjadi adalah pencemaran air akibat limbah laboratorium. Hal tersebut dikarenakan limbah laboratorium seringkali langsung dibuang ke sungai tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu. Hal tersebut dapat menyebabkan organisme akuatik mati sehingga terjadi ketidakseimbangan ekosistem. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang dapat menurunkan kadar Ni dan Fe pada limbah laboratorium agar limbah tersebut aman sebelum dibuang ke lingkungan.

Adsorpsi merupakan metode yang paling umum dipakai untuk menghilangkan kontaminan logam berat dalam air karena relatif sederhana dibandingkan metode lain. Adsorpsi memiliki kelebihan yaitu lebih mudah dalam

desain, konsep yang lebih sederhana, biaya rendah, efisiensi tinggi dan lebih mudah terurai di lingkungan (Mahamadi C, 2011). Bahan yang digunakan untuk mengadsorpsi disebut dengan adsorben. Salah satu adsorben yang sering digunakan dalam pengolahan limbah salah satunya adalah eceng gondok (Mahamadi C, 2011).

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman yang memiliki laju pertumbuhan sangat cepat berkisar antara 400–700 ton biomasa per ha per hari sehingga eceng gondok dikenal sebagai tanaman pengganggu (Tellez, dkk., 2008). Pertumbuhan yang cepat pada eceng gondok ini dapat menutupi permukaan air, sehingga dapat menimbulkan masalah pada lingkungan. Namun demikian, untuk menanggulangi permasalahan eceng gondok sebagai gulma perairan, maka eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai adsorben karena mampu menyerap logam berat (Ratnani, dkk., 2011).

Penelitian oleh Rai dan Singh (2016) menunjukkan kemampuan eceng gondok sangat efektif untuk menurunkan kadar logam berat dalam air. Hal tersebut dikarenakan eceng gondok memiliki kandungan selulosa yang tinggi yaitu 64,51% sementara sisanya terdiri dari pentosa sebesar 15,61%, silika 5,56% dan lignin 7,69% (Sukaryo, 2016). Pada selulosa terdapat gugus karboksil dan hidroksil yang dapat berinteraksi dengan logam (Nurmasari, 2008), dengan demikian eceng gondok dapat digunakan sebagai gugus penyerap untuk mengadsorpsi logam berat (Shofiyani dan Gusrizal 2010).

Tham (2012) melaporkan ketika eceng gondok dikembangbiakkan dalam sebuah sungai yang dialiri limbah industri dan domestik, konsentrasi dari Cu, Cd, Ni, Pb, dan Zn dari akar eceng gondok meningkat hingga 3–15 kali dari kadar normal. Hal ini menunjukkan bahwa akar eceng gondok bertindak sebagai natural

biosorben (Rakhmania dkk., 2017). Peristiwa tersebut juga mengindikasikan bahwa pada tumbuhan eceng gondok sudah mengandung beberapa mineral didalamnya yang berasal dari air sungai atau air tempatnya berasal, sehingga perlu dilakukan proses demineralisasi. Demineralisasi merupakan proses pencucian menggunakan larutan asam untuk menghilangkan mineral-mineral serta pengotor yang menempel pada adsorben sehingga daya adsorpsi semakin besar (Mandasari dan Purnomo 2016). Pada penelitian Yulianti, dkk., (2019) melaporkan bahwa demineralisasi HCl pada biosorben batang jagung dapat meningkatkan daya adsorpsi pada logam tembaga (Cu) dari 3,02 % menjadi 20,77 %.

Peningkatan daya adsorpsi juga dilakukan dengan cara memodifikasi gugus aktif biosorben. Asam sitrat digunakan untuk memodifikasi biosorben dengan tujuan mengubah gugus hidroksil pada selulosa membentuk gugus karboksil (Yulianti, dkk., 2019). Hasil penelitian Izzah (2019) melaporkan bahwa peningkatan kapasitas adsorpsi oleh biosorben eceng gondok sebelum dan sesudah termodifikasi asam sitrat dari 76,23% menjadi 91,49%. Mahbubah (2016) memodifikasi adsorben dari batang jagung dengan asam sitrat 1,5 M memberikan nilai konsentrasi situs aktif total sebesar 0,783 Eq/gr. Siswoyo, dkk. (2018) juga memodifikasi adsorben eceng gondok dengan asam sitrat 1,3 M menghasilkan kemuculan puncak gugus karboksil yang baru setelah dimodifikasi. Maka dari itu penting dilakukan modifikasi adsorben menggunakan asam sitrat untuk meningkatkan jumlah gugus fungsi pada adsorben.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perlu untuk dilakukan penelitian efektifitas adsorben selulosa eceng gondok termodifikasi asam sitrat terhadap adsorpsi logam nikel dan besi. Variasi dosis adsorben divariasikan untuk

mengetahui dosis terbaik dalam mengadsorpsi nikel dan besi untuk menurunkan kontaminan logam berat yang berpotensi mencemari perairan. Analisis konsentrasi nikel dan besi dilakukan sebelum dan sesudah adsorpsi menggunakan AAS (*Absorption Atomic Spectroscopy*).

### **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana kemampuan optimum adsorben eceng gondok termodifikasi asam sitrat terhadap penurunan kadar logam Ni dan Fe dengan variasi dosis adsorben?
2. Bagaimana karakterisasi adsorben eceng gondok sebelum dan sesudah modifikasi dengan asam sitrat menggunakan FTIR?
3. Bagaimana karakterisasi adsorben eceng gondok menggunakan SEM?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui kemampuan optimum adsorben eceng gondok termodifikasi asam sitrat dalam penurunan kadar logam Ni dan Fe dengan variasi dosis adsorben.
2. Untuk mengetahui karakterisasi adsorben eceng gondok sebelum dan sesudah modifikasi dengan asam sitrat menggunakan FTIR.
3. Untuk mengetahui karakterisasi adsorben eceng gondok menggunakan SEM.

### **1.4 Batasan Masalah**

1. Sampel eceng gondok yang digunakan berasal dari Bendungan Lodoyo, Kabupaten Blitar
2. Limbah logam Ni dan Fe yang digunakan berasal dari limbah khusus logam berat UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai potensi eceng gondok yang dapat digunakan sebagai adsorben logam nikel dan besi dengan dimodifikasi menggunakan asam sitrat untuk menaikkan kapasitas adsorpsinya. Selain itu sebagai penanggulangan tanaman eceng gondok sebagai gulma di perairan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pemanfaatan Eceng Gondok dalam Perspektif Islam

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman yang memiliki laju pertumbuhan cepat berkisar antara 400–700 ton biomasa per ha per hari sehingga eceng gondok dikenal sebagai tanaman pengganggu (Tellez, dkk., 2008). Namun, eceng gondok juga mempunyai kemampuan menyerap zat organik, anorganik serta logam berat lain yang merupakan bahan pencemar pada air, sehingga eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai adsorben.

Pemanfaatan biomassa eceng gondok tersebut sesuai dengan firman Allah pada QS. Ali.Imron:190-191 yang berbunyi :

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَبْصَارِ - ١٩٠ الَّذِينَ  
يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا  
بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ - ١٩١

Artinya: *“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal.(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka."*

Ayat tersebut menjelaskan bahwa manusia sebagai makhluk yang telah dikaruniai Allah S.W.T akal dan pikiran hendaknya digunakan untuk selalu mengingat Allah dan memikirkan segala hal yang diciptakan-Nya yang terdapat di langit maupun di bumi. Dengan merenungi ayat tersebut, kita dapat lebih bertakwa kepada Allah dan kagum dengan segala ciptaannya bahwa semua hal yang diciptakan tidak ada yang sia – sia dan selalu bermanfaat untuk kemashlahatan

umatnya. Hal tersebut merupakan bukti kekuasaan Allah S.W.T dan hanya Dialah Illah satu -satunya yang dapat disembah.

Menurut Syaikh Imam al-Qurthubi tentang penafsirannya pada Q.S Ali Imron 190-191 bahwa, Allah SWT memerintahkan kita untuk melihat, merenung, dan mengambil kesimpulan pada tanda-tanda ke-Tuhanan. Tanda-tanda tersebut tidak mungkin ada kecuali diciptakan oleh Yang Maha Hidup, Yang Maha Suci, Maha Menyelamatkan, Maha Kaya dan tidak membutuhkan apapun yang ada di alam semesta. “Terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal”. Inilah salah satu fungsi akal yang diberikan kepada seluruh manusia, yaitu agar mereka dapat menggunakan akal tersebut untuk merenungi tanda-tanda yang telah diberikan oleh Allah SWT (Al-Qurthubi, 2008).

Dengan bekal akal, manusia bisa membaca, mengetahui, memikirkan, meneliti, menelaah fenomena-fenomena yang ada kemudian menghasilkan suatu pengetahuan atau ilmu. Penemuan dalam berbagai ilmu pengetahuan dan teknologi tersebut mengantarkan orang yang berakal untuk mensyukuri dan meyakini segala ciptaan Allah selalu bermanfaat dan tidak ada yang sia-sia (Nata, 2012).

## **2.2 Eceng Gondok Sebagai Adsorben**

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes (Mart.) Solms*) adalah tanaman air tawar yang hidup terapung pada air yang tenang (Wahyuni, 2013). Tanaman ini hidup di daerah tropis maupun subtropis, dan merupakan tanaman yang berasal dari Amerika (Gichuki, dkk., 2012). Tempat tumbuh yang ideal bagi tanaman eceng gondok adalah perairan yang dangkal dan berair keruh, dengan suhu berkisar antara 28-30°C dan kondisi pH berkisar 4-12 (Ratnani, dkk., 2011). Eceng gondok

memiliki kemampuan untuk menghilangkan kontaminan dari dalam air. Ketika eceng gondok dikembangbiakkan dalam sebuah sungai yang dialiri limbah industri dan domestik, konsentrasi dari Cu, Cd, Ni, Pb, dan Zn dari akar eceng gondok meningkat hingga 3–15 kali dari kadar normal (Tham, 2012). Hal ini menunjukkan bahwa akar eceng gondok bertindak sebagai natural biosorben. Klasifikasi tumbuhan eceng gondok adalah sebagai berikut (Rezania dkk., 2015):

Kingdom : Plantae (Tumbuhan)  
Subkingdom : Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)  
Super Divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji)  
Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)  
Kelas : Liliopsida (berkeping satu / monokotil)  
Sub Kelas : Alismatidae  
Ordo : Alismatales  
Famili : Butomaceae  
Genus : Eichornia  
Spesies : *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms



**Gambar 2.1** Eceng Gondok (Rezania, dkk., 2015)

Eceng gondok juga dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap logam berat, seperti Cu, Pb dan Ni, dimana dalam waktu 60 menit eceng gondok mampu menyerap logam Pb(II) sebesar 27,47 mg/g, Cu(II) sebesar 16,69 mg/g dan Ni(II) sebesar 15,04 mg/g (Shofiyani dan Gusrizal, 2010). Kandungan selulosa

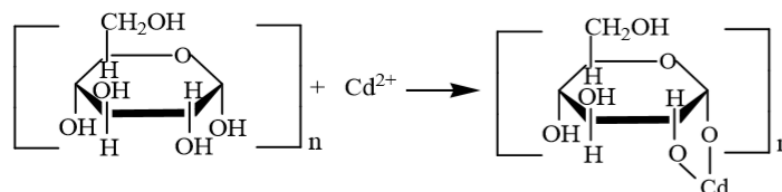
yang tinggi pada eceng gondok menyebabkan eceng gondok memiliki kemampuan untuk menyerap berbagai kontaminan pada perairan (Sukaryo, 2016). Kandungan kimia eceng gondok tercantum pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Kandungan Kimia Eceng Gondok**

Senyawa	Kadar (%)
Selulosa	64,51
Pentosa	15,61
Lignin	7,69
Silika	5,56
Abu	12

Sumber:(Moeksin, dkk., 2016)

Shofiyani dan Gusrizal (2010) menjelaskan bahwa adsorben yang dibuat dari tanaman eceng gondok mengandung gugus fungsional seperti karboksil (COOH) dan hidroksil (-OH) yang berfungsi sebagai situs aktif adsorpsi logam. Kedua gugus tersebut dapat berperan sebagai penukar ion dan sebagai adsorben terhadap logam berat dalam air limbah. Reaksi pertukaran ion ditunjukkan pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Reaksi antara gugus OH pada adsorben dengan ion kadmium (Cd) (Azhari, 2017).

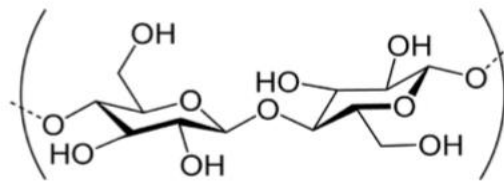
Ikatan antara ion logam dengan -OH pada selulosa dari hasil analisa gugus fungsi menggunakan FT-IR ditunjukkan pada panjang gelombang  $3410,15 \text{ cm}^{-1}$

melalui pembentukan ikatan kovalen koordinasi. Elektron bebas dari atom O pada gugus -OH bertindak sebagai basa Lewis akan menempati orbital kosong yang dimiliki oleh ion logam Cd sehingga terbentuk kompleks terkoordinasi. Pengikatan logam oleh adsorben asam amino terjadi pada gugus karboksil dan dalam selulosa adalah hidroksil. Kedua gugus tersebut menjadi adsorben logam melalui pertukaran ion (Azhari, 2017).

### **2.3 Selulosa Pada Eceng Gondok**

Eceng gondok memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi (Istirokhatun, dkk., 2015). Selulosa adalah polimer rantai panjang karbohidrat polisakarida dengan gugus fungsi yang ada dalam selulosa murni yaitu gugus hidroksil (OH) yang membuat selulosa poliol dengan gugus fungsi alkohol primer (-CH<sub>2</sub>OH) atau alkohol sekunder (CHOH) sehingga dapat terjadi adsorpsi pada material selulosa (Azhari, 2017). Selulosa merupakan gugus polisakarida yang akan dipecah menjadi gugus monosakarida, yaitu glukosa (Ginting, dkk., 2013). Selulosa yang terdapat pada eceng gondok jumlahnya bervariasi, tergantung pada kandungan unsur hara tempatnya tumbuh, dan sifat daya serap tanaman tersebut (Coniwanti, dkk., 2009).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan kandungan selulosa yang terdapat pada eceng gondok sebesar 64,51%, serta kandungan kimia lainnya seperti pentosa 15,61%, lignin 7,69%, silica 5,56% dan abu 12% (Sukaryo, 2016).



**Gambar 2.3** Struktur Selulosa (Hokkanen, dkk., 2016).

Setiap unit  $\beta$ -D-glikopiranosida di dalam rantai selulosa memiliki tiga gugus hidroksil reaktif, dua sekunder dan satu primer (OH-6). Pada saat esterifikasi, gugus hidroksil primer biasanya paling mudah beresterifikasi karena memiliki reaktivitas yang lebih tinggi hal ini disebabkan lebih sedikitnya halangan sterik gugus hidroksil primer dibanding gugus hidroksil lain (Hokkanen, dkk., 2016).

#### **2.4 Demineralisasi Eceng Gondok**

Demineralisasi merupakan penyucucian adsorben dengan larutan asam yang bertujuan untuk menghilangkan mineral-mineral serta pengotor pada adsorben melalui proses pertukaran ion (Mandasari dan Purnomo, 2016). Berkurangnya mineral-mineral tersebut dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi pada adsorben. Konsentrasi larutan asam yang digunakan untuk meregenerasi biomassa tidak boleh lebih dari 0,1 M karena dapat merusak bioamassa itu sendiri (Nurmasari, 2008).

Hasil penelitian Nurmasari (2008) menjelaskan tentang adsorpsi Krom(III) menggunakan biomassa termodifikasi, yaitu dengan perlakuan demineralisasi menggunakan HCl 0,1 M pada tandan kosong kelapa sawit untuk mendekomposisi kandungan mineral dan mendesorpsi logam-logam yang telah terikat pada dinding sel biomassa melalui pertukaran ion. Proses yang terjadi pada tahap demineralisasi

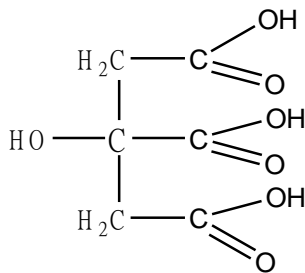
adalah mineral yang terkandung dalam sampel akan bereaksi dengan HCl sehingga terjadi pemisahan mineral dalam sampel.

Pada penelitian Wardalia (2016) melaporkan bahwa sekam padi yang diaktivasi menggunakan aktivator HCl 0,1 M memiliki presentase penyerapan ion logam timbal sebesar 71,8% sedangkan tanpa diaktivasi hanya sebesar 66%. Hal tersebut terjadi karena sekam padi yang diaktivasi menggunakan HCl 0,1 M memiliki luas permukaan lebih besar yaitu 210,712 m<sup>2</sup>/g dibandingkan tanpa aktivasi yang hanya memiliki luas permukaan 161,114 m<sup>2</sup>/g.

## **2.5 Modifikasi Selulosa Menggunakan Asam Sitrat**

Modifikasi adsorben menggunakan asam sitrat bertujuan untuk memperbanyak gugus asam karboksil dalam selulosa agar kemampuan adsorpsinya meningkat (Yulianti dkk., 2019). Asam sitrat merupakan suatu karboksilat tribasis, berwujud kristal, berwarna putih, mempunyai rasa masam, terdapat pada buah-buahan seperti limau, sitrun, nanas, dan buah asam lainnya. Senyawa tersebut memiliki rumus kimia  $\text{CH}_2(\text{COOH})\text{-COH}(\text{COOH})\text{CH}_2(\text{COOH})$  dengan nama IUPAC asam 2-hidroksi-1,2,3-propanatrikarboksilat ( Mulyono, 2007).

Keasaman asam sitrat diperoleh dari tiga gugus karboksil (-COOH) yang dapat melepas proton dalam larutan sehingga dihasilkan ion sitrat. Struktur asam sitrat dapat dilihat pada Gambar 2.4



**Gambar 2.4** Rumus Molekul Asam Sitrat (Fatih, 2008).

Kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi logam dipengaruhi oleh gugus karboksil (-COOH) pada selulosa sebagai gugus aktif pengadsorpsi logam melalui proses modifikasi. Penelitian Harfianti (2006) melakukan modifikasi selulosa batang jagung menggunakan beberapa reagen yaitu asam sitrat, asam sulfat dan asam peroksida dengan total gugus karboksil berturut-turut sebesar 0,7425; 0,5413; dan 0,6419 mEq/g. Oleh karena itu asam sitrat menjadi salah satu reagen terbaik yang bertindak untuk memodifikasi situs aktif pada selulosa, sehingga dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi dari eceng gondok (Siswoyo, dkk., 2018).

## 2.6 Limbah Laboratorium UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Limbah laboratorium berasal dari buangan hasil reaksi-reaksi berbagai larutan kimia berbahaya dalam suatu percobaan. Limbah tersebut bersifat toksik dan mengandung logam-logam berat yang berbahaya bagi makhluk hidup. Aliran buangan limbah laboratorium dapat membahayakan lingkungan dan makhluk hidup jika langsung dibuang ke lingkungan (Azamia, 2012).

Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang menghasilkan limbah cair  $\pm 120$  liter. Selama ini limbah cair tersebut hanya dipisahkan dalam wadah sesuai jenis limbah yang dihasilkan dan

belum ada instalasi pengolahan limbah untuk limbah cair tersebut. Salah satu jenis limbah dari kegiatan laboratorium di perguruan tinggi adalah limbah logam berat (Darmawan, 2017). Beberapa logam berat yang terkandung dalam limbah logam diantaranya adalah nikel (Ni) dan besi (Fe).

Berdasarkan diktat praktikum di jurusan kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang diketahui bahwa sumber logam berat Ni dan Fe berasal dari beberapa praktikum yang telah dilakukan seperti dalam Tabel 2.2. Adanya logam Ni bersumber dari bahan praktikum berupa garam-garam nikel seperti NiZn. Adanya logam Fe bersumber dari bahan praktikum berupa senyawa  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , dan larutan standar Fe 1000 ppm.

**Tabel 2.2 Jumlah Limbah Logam Ni dan Fe di Laboratorium Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang Hasil Praktikum Selama 1 Tahun**

Praktikum / Judul	Volume (mL)	
	Ni	Fe
Kimia Analisis Dasar: Analisis Kualitatif Anorganik	3,6	
Kimia Anorganik I: Reaksi Pada Unsur dan Beberapa Senyawa Halogen		24
Sintesis Tawas		180
Kimia Instrumen: Analisis Mineral dengan AAS		225

Sumber: Diktat Praktikum

## 2.7 Toksisitas Nikel

Logam berat dinyatakan sebagai polutan yang sangat toksik dan berbahaya karena sifatnya yang sukar terurai. Sifat inilah yang menyebabkan logam berat dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh makhluk hidup sehingga dapat menyebabkan keracunan secara akut dan kronis bahkan dapat menyebabkan

kematian. Nikel (Ni) termasuk logam berat yang berbahaya. Nikel umumnya digunakan dalam pelapisan logam. Konsentrasinya dalam air limbah industri bervariasi antara 6-12 mg/L, sedangkan batas aman konsentrasi nikel dalam air ialah 1 mg/L (Miarastika dan R.Azizah, 2015). Hal ini berarti bahwa konsentrasi nikel dalam air limbah di atas batas aman dan dapat menyebabkan masalah pencemaran air yang serius bagi lingkungan (Adiningtyas dan Mulyono, 2016).

## **2.8 Toksisitas Besi**

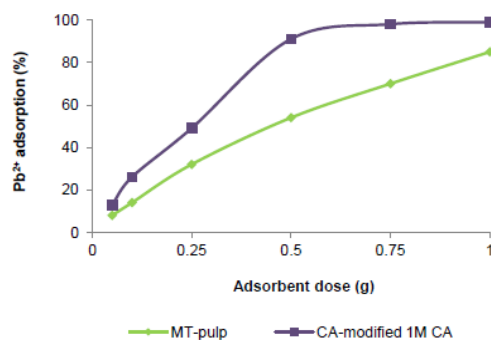
Besi atau *ferrum* (Fe) adalah metal berwarna putih keperakan, liat dan dapat di bentuk. Besi pada alam dapat berupa sebagai hematit. Dampak besi di dalam air minum dapat menimbulkan rasa, warna (kuning), pengendapan pada dinding pipa, dan pertumbuhan bakteri besi (Siregar, 2009). Di dalam air bersih kadar besi yang melebihi 1 mg/L akan menimbulkan noda- noda pada peralatan dan bahan berwarna putih dan menyebabkan rasa dan bau yang tidak enak, oleh karena itu kadar besi yang dianjurkan dalam air adalah 0,1 – 1,0 mg/L (Purba, 2009).

Tingginya kandungan logam Fe akan berdampak terhadap kesehatan manusia diantaranya bisa menyebabkan keracunan (muntah), kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, hepatitis, hipertensi, dan insomnia (Parulian dan Sunggal, 2009).

## **2.9 Pengaruh Dosis Adsorben dalam Penurunan Kadar Ion Logam**

Variasi dosis dilakukan untuk mengetahui dosis adsorben terbaik untuk menurunkan kadar logam pada limbah laboratorium. Proses adsorpsi antara

adsorben dan logam terjadi pada permukaan pori-pori adsorben, sehingga untuk bisa teradsorpsi, logam dalam cairan mengalami proses perpindahan massa logam dari cairan ke permukaan adsorben (Adam, 2018). Semakin banyak zat penyerap maka semakin banyak pula pusat aktif adsorben yang bereaksi (Radyawati, 2011). Pada penelitian Pitsari dkk., (2013) menjelaskan bahwa semakin banyak dosis adsorben yang diberikan, maka akan semakin banyak ion  $Pb^{2+}$  yang teradsorpsi.



**Gambar 2.5** Pengaruh variasi dosis adsorben terhadap adsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  (Pitsari, dkk., 2013)

## 2.10 Prinsip Analisis Logam Secara Spektroskopi Serapan Atom (AAS)

Metode spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengukur kuantitas atom logam yang terdapat dalam suatu larutan. Atom-atom akan dieksitasi menggunakan suatu lampu monokromator. Kemudian atom-atom pada logam akan memancarkan radiasi bila mereka kembali ketingkat elektronik yang lebih rendah yang menyatakan transisi elektron dalam suatu atom logam (Underwood, 2002).

Hubungan serapan atom dengan konsentrasi dapat dinyatakan dengan hukum Lambert-Beer, yaitu:

$$\text{Log } I_0 / I = abc \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:  $I_0$  = Intensitas mula-mula  
 $I$  = I intensitas sinar yang ditransmisikan  
 $a$  = Intensitas molar  
 $b$  = Tinggi tunggu pembakaran  
 $c$  = Konsentrasi atom

Prinsip dasar spektrofotometri serapan atom adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Cara kerja Spektroskopi Serapan Atom (SSA) ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Sampel yang dianalisis dengan menggunakan menggunakan AAS harus diubah terlebih dahulu menjadi atom-atom bebas (Underwood,2002).

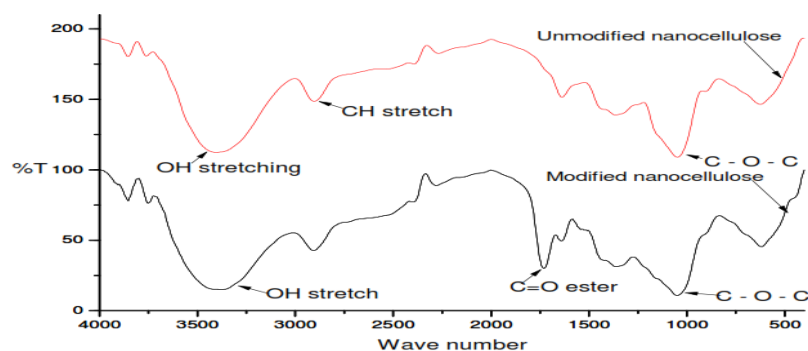
Atom tersebut mengadsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) spesifik. Besarnya penyerapan radiasi diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi sama dengan panjang gelombang yang diadsorpsi oleh atom dalam nyala (Hendayana, 2001). Gas pembakar yang digunakan adalah campuran udara dan asetilen dengan temperatur pembakaran 2000°C. Temperatur pembakaran yang digunakan harus melebihi titik didih logam yang akan dianalisis. Hal tersebut dilakukan agar atomisasi berlangsung secara maksimal (Darmawan, 2017).

## 2.11 Identifikasi Gugus Fungsi Pada Adsorben Menggunakan FTIR

Spektrofotometer FTIR (*Fourier transform infrared spectrophotometer*) adalah instrumen yang digunakan untuk menganalisis gugus fungsi suatu senyawa organik maupun anorganik. Analisis didasarkan pada serapannya terhadap radiasi

elektromagnetik di daerah inframerah. Daerah serapan radiasi inframerah berkisar antara bilangan gelombang  $650\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ . Serapan ini sebanding dengan frekuensi vibrasi ikatan pada molekul yang umumnya berikatan kovalen. Spektrum absorpsi dibuat dengan bilangan gelombang pada sumbu X dan persentase transmittan (T) pada sumbu Y (Khopkar, 2003).

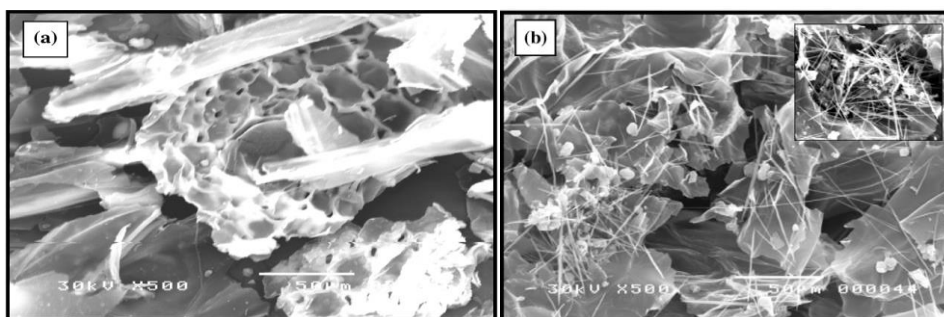
Berdasarkan Thanh dan Nhung (2009) mekanisme reaksi asam sitrat terjadi ketika O dari hidrosil pada atom C-6 selulosa yang bersifat nukleofil akan menyerang gugus karbonil dari asam sitrat anhidrat yang bersifat elektrofil sehingga terbentuk gugus ester (C=O) dan akan teridentifikasi puncak serapan di daerah  $1700\text{ cm}^{-1}$  sebagai serapan khas ester. Low *et al.*, (2004) menyatakan terbentuknya gugus karbonil dapat meningkatkan jumlah gugus yang digunakan untuk berikatan dengan kation logam. Sehingga daya serap terhadap kation logam semakin besar. Spektra hasil *infrared* yang menunjukkan terbentuknya gugus ester terdapat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Spektra IR (hitam) selulosa termodifikasi asam sitrat dan (merah) selulosa tanpa modifikasi asam sitrat (Madivoli dkk., 2016)

## 2.12 Karakterisasi Morfologi Adsorben Menggunakan SEM

Adsorben eceng gondok sebelum dan sesudah dimodifikasi dengan asam sitrat, serta adsorben yang sudah digunakan untuk menyerap limbah logam Ni dan Fe akan dianalisis morfologinya menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Prinsip kerja dari SEM adalah adanya interaksi antara elektron di permukaan maupun di bawah permukaan sampel. Adanya interaksi tersebut berakibat sebagian besar berkas elektron berhasil keluar kembali, elektron-elektron tersebut disebut sebagai *Backscattered Electrons* (BSE), sebagian kecil elektron masuk ke dalam bahan kemudian memindahkan sebagian besar energi pada elektron atom sehingga terpental ke luar permukaan bahan, yaitu *Secondary Electrons* (SE).



**Gambar 2.7** Hasil analisis morfologi adsorben dengan SEM (a) Biomassa eceng gondok sebelum mengadsorpsi logam  $\text{Cu}^{2+}$  (b) Biomassa eceng gondok setelah mengadsorpsi logam  $\text{Cu}^{2+}$ .

Hasil analisis morfologi permukaan adsorben eceng gondok sebelum dan sesudah mengadsorpsi logam  $\text{Cu}^{2+}$  menggunakan SEM ditunjukkan pada Gambar 2.7. Pada Gambar 2.7 (a.) menunjukkan bahwa biomassa eceng gondok memiliki struktur berlubang, sehingga biomassa tersebut cocok digunakan sebagai adsorben. Sedangkan pada Gambar 2.7 (b.) menunjukkan bahwa ion  $\text{Cu}^{2+}$  memiliki bentuk

bola dan jarum yang terdistribusi secara merata di atas permukaan biomassa (Komy, 2013).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2020 - Juli 2020 di Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Karakterisasi SEM dilakukan di Laboratorium SEM FMIPA Institut Teknologi Bandung (ITB).

#### **3.2 Alat dan Bahan**

##### **3.2.1 Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi seperangkat alat gelas, spatula, neraca analitik, saringan, *grinder*, *hotplate*, *magnetic stirrer*, oven, *shaker bath*, seperangkat alat FTIR, seperangkat alat SEM dan spektrofotometer AAS varian spectra AA 240.

##### **3.2.2 Bahan**

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah eceng gondok yang diambil dari bendungan Lodoyo, Kabupaten Blitar, NaOH, HCl, asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ), kertas indikator pH, akuades,  $AgNO_3$ , dan limbah khusus logam berat laboratorium UIN Maulana Maliki Malang.

#### **3.3 Rancangan Penelitian**

Penelitian tersebut dilakukan untuk mengetahui potensi adsorben eceng gondok yang digunakan untuk mengadsorpsi limbah logam nikel (Ni) dan besi (Fe) dengan variasi dosis adsorben. Eceng gondok yang sudah dipreparasi menjadi serbuk kemudian didemineralisasi menggunakan asam klorida untuk

menghilangkan mineral-mineral dan pengotor. Kemudian adsorben dimodifikasi menggunakan asam sitrat konsentrasi 1,0 M. Setelah itu adsorben diinteraksikan pada limbah logam laboratorium yang telah dipreparasi dengan variasi dosis adsorben 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; dan 2 g. Hal tersebut untuk mengetahui dosis adsorben terbaik yang dapat menghasilkan penyerapan optimum. Proses adsorpsi limbah logam Ni dan Fe dilakukan dengan kondisi-kondisi optimum pada penelitian sebelumnya pada pH 7 dan waktu kontak 120 menit. Dilakukan triplo pada setiap perlakuan. Limbah logam sebelum dan sesudah diadsorpsi dianalisis menggunakan AAS. Karakterisasi adsorben dilakukan dengan FTIR dan SEM. FTIR digunakan untuk mengetahui gugus aktif pada adsorben. Karakterisasi dengan SEM untuk mengetahui struktur morfologi permukaan dari adsorben eceng gondok. Rancangan penelitian ditunjukkan pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Rancangan penelitian penentuan dosis optimum adsorben terhadap penurunan kadar logam pada limbah laboratorium

Dosis (g)	0,25	0,5	1,0	1,5	2
EG					
EGM					

EG : adsorben eceng gondok murni

EGM : adsorben eceng gondok setelah modifikasi

### **3.4 Tahapan Penelitian**

Tahapan dalam penelitian ini adalah :

1. Preparasi Adsorben
2. Preparasi Limbah Laboratorium
3. Adsorpsi Limbah Laboratorium dengan Adsorben
4. Analisis Kadar Limbah dengan AAS
5. Karakterisasi Adsorben menggunakan FTIR dan SEM
6. Analisis data

### **3.5 Cara Kerja**

#### **3.5.1 Preparasi Adsorben**

##### **3.5.1.1 Preparasi Sampel Eceng Gondok (Azhari, 2017)**

Sampel eceng gondok dicuci bersih lalu dipotong kecil-kecil. Kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari. Setelah itu dikeringkan ke dalam oven selama 50 menit pada suhu 90°C. Sampel yang telah kering digiling lalu diayak, kemudian disimpan dalam wadah kering. Selanjutnya sampel ini disebut dengan EG.

##### **3.5.1.2 Demineralisasi Eceng Gondok Menggunakan HCl 0,1 M (Nurmasari, 2008)**

Diambil EG sebanyak 40 g direndam dalam larutan HCl 0,1 M volume 300 mL selama 24 jam. Setelah itu sampel disaring lalu dicuci dengan akuades hingga pH mendekati 7 dan bebas dari ion Cl<sup>-</sup>. Filtrat terakhir diuji menggunakan larutan AgNO<sub>3</sub> untuk mendeteksi adanya ion Cl<sup>-</sup>. Keberadaan ion Cl<sup>-</sup> ditandai dengan terbentuknya endapan putih pada filtrat. Jika sudah tidak terbentuk endapan putih maka serbuk eceng gondok diasumsikan sudah bersih dari ion Cl<sup>-</sup>. Selanjutnya sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam. Kemudian

disimpan dalam desikator hingga beratnya konstan. Sampel hasil demineralisasi selanjutnya disebut sebagai EGD.

### **3.5.1.3 Modifikasi Adsorben Eceng Gondok (Ramos, dkk., 2012)**

EGD selanjutnya diambil sebanyak 40 g dan direndam ke dalam 300 mL larutan asam sitrat konsentrasi 1 M. Sampel direaksikan di atas stirrer kecepatan 250 rpm selama 30 menit pada suhu ruang. Kemudian sampel disaring. Selanjutnya sampel dioven pada suhu 50 °C. Setelah 24 jam suhu dinaikkan menjadi 120 °C selama 90 menit. Kemudian sampel dicuci dengan akuades sampai pH mendekati 7. Lalu dikeringkan pada suhu 50 °C sampai berat konstan. Sampel hasil modifikasi selanjutnya disebut dengan EGM. EGM yang terbentuk dapat digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan kadar logam besi dan nikel dalam limbah.

### **3.5.2 Preparasi Sampel Limbah Logam Laboratorium (Yusniyah, 2017)**

Limbah logam sebanyak 2 L dimasukkan dalam beaker gelas lalu diaduk hingga homogen, kemudian dikondisikan pH larutan 7 dengan cara ditambahkan NaOH lalu ditutup dengan aluminium foil. Setelah itu limbah logam didestruksi dengan 10 mL HNO<sub>3</sub> 65 % dan dipanaskan pada suhu 100°C hingga larutan jernih. Kemudian larutan disaring dengan kertas saring *whatman* dan dianalisis filtrat dengan AAS (*Atomic Adsorption Spectroscopy*).

### **3.5.3 Adsorpsi Logam Besi (Fe) dan Nikel (Ni) pada Limbah Logam Laboratorium menggunakan Eceng Gondok Termodifikasi Asam Sitrat dengan variasi dosis (Pitsari, dkk., 2013) (Izzah, 2019)**

Adsorben eceng gondok murni, setelah demineralisasi, dan setelah termodifikasi asam sitrat konsentrasi 1,0 M ditimbang sebesar 0,25; 0,5; 1,0; 1,5;

dan 2 g, kemudian dimasukkan masing-masing pada erlenmeyer 250 mL. Setelah itu ditambahkan 100 mL limbah logam cair yang telah dipreparasi. Campuran adsorben dan limbah logam dishaker selama 120 menit dengan kecepatan 200 rpm. Kemudian larutan disaring sehingga dihasilkan filtrat dan residu. Dilakukan triplo.

### **3.5.4 Analisis Kadar Limbah dengan AAS**

#### **3.5.4.1 Analisis Kadar Logam Ni dan Fe Menggunakan AAS (Yusniyyah, 2017)**

Filtrat yang dihasilkan didestruksi dengan  $\text{HNO}_3$  65%. Logam besi dan nikel pada filtrat hasil adsorpsi dianalisis menggunakan AAS.

#### **3.5.4.2 Kondisi Operasional Analisis Logam Fe Menggunakan AAS (*Atomic Adsorption Spectroscopy*) (Yusniyyah, 2017)**

Sederetan larutan standar besi (Fe) dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) varian spektra AA 240 pada kondisi sebagai berikut : alat Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) varian spektra AA 240 meliputi panjang gelombang pada 248,3 nm, laju alir asetilen pada 2,0 L / menit, laju alir udara pada 10 L / menit, lebar celah pada 0,5 nm, kuat arus lampu katoda 5,0  $\mu\text{A}$ , tinggi burner 2,0 mm.

#### **3.5.4.3 Kondisi Operasional Analisis Logam Ni Menggunakan AAS (*Atomic Adsorption Spectroscopy*) (Darmawan, 2017)**

Sederetan larutan standar nikel (Ni) dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) varian spektra AA 240 pada kondisi sebagai berikut : alat Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) varian spektra AA 240 meliputi panjang gelombang pada 232 nm, laju alir asetilen pada 2,47 L / menit,

laju alir udara pada 13,5 L / menit, lebar celah pada 0,2 mm, kuat arus lampu katoda 5,0  $\mu$ A, tinggi burner 14 mm.

#### **3.5.4.4 Pembuatan Kurva Standar Nikel (Ni)**

Larutan standar nikel (Ni) diperoleh dari pengenceran larutan induk nikel  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  1000 ppm. Kemudian membuat larutan nikel (Ni) 10 ppm dengan cara memindahkan 1 mL larutan baku 1000 ppm ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian diencerkan sampai tanda batas. Larutan standar nikel (Ni) 0,5; 1; 1,5; 2 dan 2,5 mg/L dibuat dengan cara memindahkan 2,5 ml; 5 mL; 7,5 mL; 10 mL dan 12,5 mL larutan baku 10 ppm ke dalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan sampai tanda batas.

#### **3.5.4.5 Pembuatan Kurva Standar Besi (Fe)**

Larutan standar besi (Fe) diperoleh dari pengenceran larutan besi  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  1000 ppm. Kemudian membuat larutan besi (Fe) 10 ppm dengan cara memindahkan 1 mL larutan baku 1000 ppm ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian diencerkan sampai tanda batas. Larutan standar besi (Fe) 1; 2; 3; 4 dan 5 mg/L dibuat dengan cara memindahkan 5 ml; 10 mL; 15 mL; 20 mL dan 25 mL larutan baku 10 ppm ke dalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan  $\text{HNO}_3$  sampai tanda batas (Azmiyani, 2017).

#### **3.5.5 Karakterisasi Adsorben Eceng Gondok Menggunakan FTIR dan SEM**

Fourier Transform Inframerah Spectroscopy (FTIR) digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat pada sampel eceng gondok. Preparasi

sampel eceng gondok dilakukan menggunakan metode pelet KBr, yaitu dengan mengambil 1-10 mg sampel dihaluskan dan dicampur dengan 100 mg KBr kemudian dicetak menjadi cakram tipis atau disebut pelet lalu dianalisis. Dalam penelitian ini sampel yang akan dikarakterisasi dengan FTIR dituliskan pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Karakterisasi menggunakan FTIR**

<b>Jenis Sampel</b>	<b>Jumlah</b>
Eceng Gondok sebelum dimodifikasi	1 sampel
Eceng Gondok setelah demineralisasi	1 sampel
Eceng Gondok termodifikasi asam sitrat 1 M	1 sampel
Eceng Gondok setelah adsorpsi logam	1 sampel

Morfologi permukaan adsorben eceng gondok dianalisis dengan SEM. Sampel dilapisi dengan lapisan tipis sebagai bahan penghantar dan digambar pada perbesaran  $\times 800$  dan  $\times 3000$  dengan tegangan percepatan 10–15 kV. Balok energi tinggi terfokus dari elektron berinteraksi dengan permukaan sampel dan menghasilkan elektron sekunder, elektron hambur balik, dan sinyal sinar-X yang khas. Sinyal-sinyal ini diterima detektor dan gambar ditampilkan pada layar tabung sinar katoda. Dalam penelitian ini sampel yang akan dikarakterisasi dengan SEM dituliskan pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3 Karakterisasi menggunakan SEM**

<b>Jenis Sampel</b>	<b>Jumlah</b>
Eceng Gondok sebelum dimodifikasi	1 sampel
Eceng Gondok termodifikasi asam sitrat 1 M	1 sampel
Eceng Gondok setelah adsorpsi logam	1 sampel

### 3.5.6 Analisis Data

Analisis data diperoleh dengan membandingkan hasil data adsorbansi dari variasi dosis yang diberikan pada limbah logam. Identifikasi gugus fungsi senyawa aktif selulosa adsorben eceng gondok menggunakan spektrofotometer FTIR dimana senyawa target mempunyai serapan yang khas, yaitu serapan gugus fungsi -OH yang kuat dan lebar pada bilangan gelombang 3500 - 3000 dan C=O ester sebagai gugus aktif pada daerah serapan  $1700\text{ cm}^{-1}$ . Kemudian untuk mengetahui struktur area permukaan dari adsorben eceng gondok diperoleh dari hasil SEM.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Preparasi Adsorben Eceng Gondok

Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah eceng gondok yang diambil dari bendungan Lodoyo, Blitar. Preparasi adsorben dilakukan melalui tiga tahapan yaitu: preparasi eceng gondok, demineralisasi eceng gondok menggunakan HCl 0,1 M, dan modifikasi eceng gondok menggunakan asam sitrat. Tahapan yang pertama adalah preparasi eceng gondok. Langkah- langkahnya sebagai berikut: eceng gondok dicuci bersih kemudian dipotong kecil kecil dan dikeringkan di bawah sinar matahari hingga mengering. Proses pengeringan bertujuan untuk menguapkan kadar air pada eceng gondok agar mudah digiling menjadi serbuk dan tidak menggumpal. Setelah eceng gondok kering dihaluskan dengan penggilingan sampai didapatkan serbuk eceng gondok. Penggilingan dilakukan untuk memperluas permukaan eceng gondok agar bisa maksimal saat digunakan sebagai adsorben. Serbuk eceng gondok kemudian disimpan dalam wadah kering dan diberi silika untuk menjaga tetap kering. Sampel serbuk eceng gondok ini selanjutnya disebut sebagai eceng gondok (EG).

Tahap selanjutnya yaitu demineralisasi eceng gondok menggunakan HCl 0,1 M. Demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan mineral-mineral yang terikat pada eceng gondok, sehingga dapat meningkatkan kemampuan eceng gondok saat digunakan untuk mengadsorpsi logam. Eceng gondok direndam dengan HCl selanjutnya dicuci dengan akuades hingga bebas dari ion  $\text{Cl}^-$ . Keberadaan ion  $\text{Cl}^-$  dideteksi dengan penambahan  $\text{AgNO}_3$  pada air pencucian adsorben yang

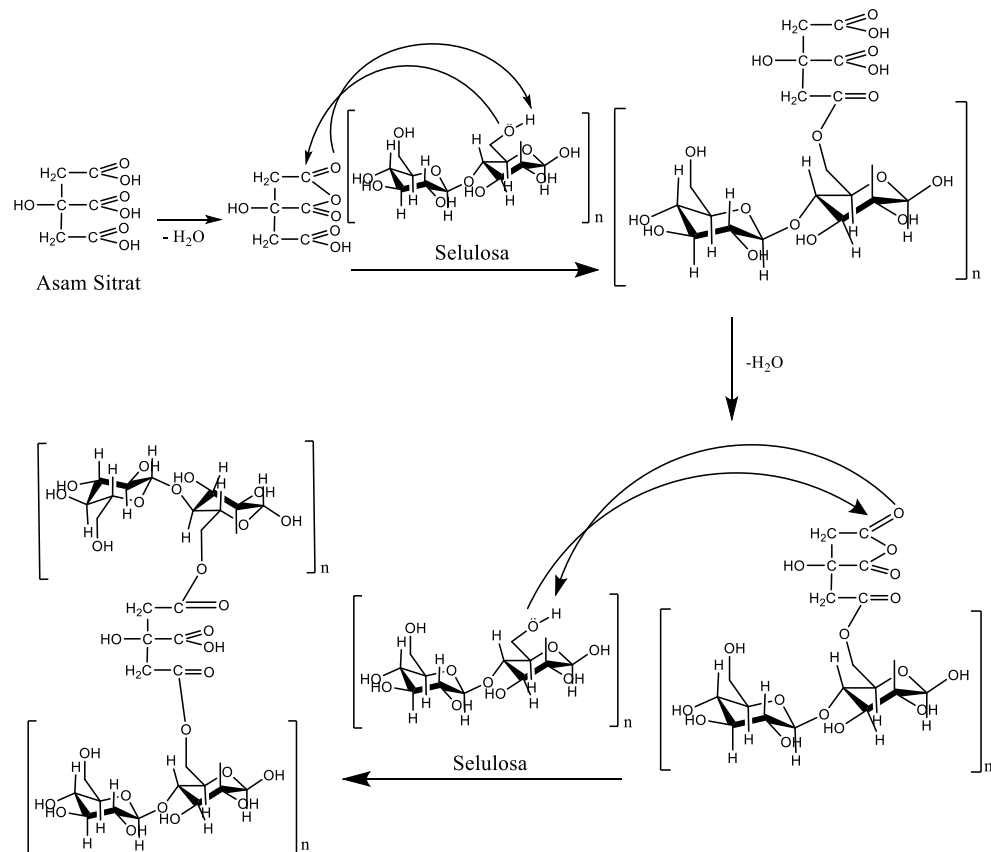
membentuk endapan putih AgCl. Jika pada air pencuci tidak terbentuk endapan putih maka adsorben sudah bebas dari ion  $\text{Cl}^-$  (Nurmasari, 2008).

Proses pencucian dengan aquades juga bertujuan untuk mengkondisikan pH adsorben menjadi 7. Pada penelitian Nurmasari (2008) pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. pH mempengaruhi situs aktif yang terdapat pada adsorben. Pada pH lebih rendah, gugus karboksil di permukaan adsorben mengalami protonasi sehingga adsorben bermuatan positif. Pada pH lebih tinggi ( $\text{pH} > 4$ ), gugus karboksil mengalami deprotonasi mengakibatkan permukaan adsorben menjadi bermuatan negatif ( $\text{COO}^-$ ) sehingga ion logam akan tertarik pada adsorben dan terjadi interaksi elektrostatik antara muatan negatif dari gugus fungsi dengan muatan positif ion logam (Baig dkk., 1999).

Hasil demineralisasi berupa serbuk eceng gondok yang mengalami penurunan berat sebanyak 29,3%. Penurunan tersebut terjadi karena terdapat beberapa unsur mineral yang jumlahnya telah berkurang. Serbuk eceng gondok setelah demineralisasi dioven dan disimpan dalam wadah kering. Sampel ini selanjutnya disebut sebagai eceng gondok demineralisasi (EGD).

Tahap selanjutnya yaitu modifikasi eceng gondok menggunakan asam sitrat. Eceng gondok yang sudah didemineralisasi kemudian direndam dengan asam sitrat 1 M. Hal tersebut bertujuan untuk menambah gugus aktif seperti gugus hidroksil dan karbonil yang berperan penting dalam proses adsorpsi. Semakin banyak gugus aktif pada eceng gondok maka dapat meningkatkan kapasitas adsorpsinya dengan logam. Yulianti, dkk (2019) menjelaskan bahwa dalam proses modifikasi, setiap molekul asam sitrat yang bereaksi dengan selulosa akan membentuk minimal 2 gugus karboksilat dan 1 gugus ester pada permukaan eceng gondok. Kapasitas

adsorpsi eceng gondok dengan logam ditingkatkan melalui reaksi esterifikasi antara selulosa dengan asam sitrat melalui proses pemanasan. Reaksi esterifikasi ditunjukkan pada Gambar 4.1.

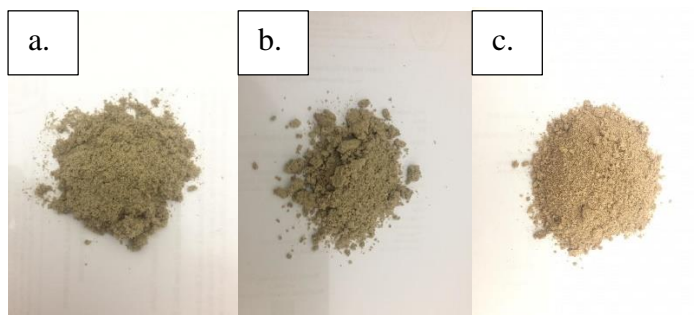


**Gambar 4.1** Reaksi esterifikasi antara selulosa dan asam sitrat

Pada penelitian Ramos, dkk. (2012) menyatakan bahwa asam sitrat mengalami dehidrasi pertama karena proses pemanasan dan diubah menjadi anhidrat reaktif yang bereaksi dengan gugus hidroksil pada selulosa yang kemudian membentuk ester. Reaksi esterifikasi terjadi pada atom oksigen pada C-6 selulosa yang bersifat nukleofil menyerang gugus karbonil dari asam sitrat anhidrat yang bersifat elektrofил. Gugus OH pada asam sitrat dengan gugus OH pada selulosa

terjadi substitusi, sehingga rantai karbon yang dihasilkan menjadi lebih panjang dan terbentuk selulosa sitrat.

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa terjadinya reaksi esterifikasi antara asam sitrat dan selulosa eceng gondok ditandai dengan adanya gugus-gugus asam seperti karboksil (-COOH) dan hidroksil (-OH). Serbuk eceng gondok setelah dimodifikasi dioven dan disimpan dalam wadah kering. Sampel ini selanjutnya disebut sebagai eceng gondok modifikasi (EGM).

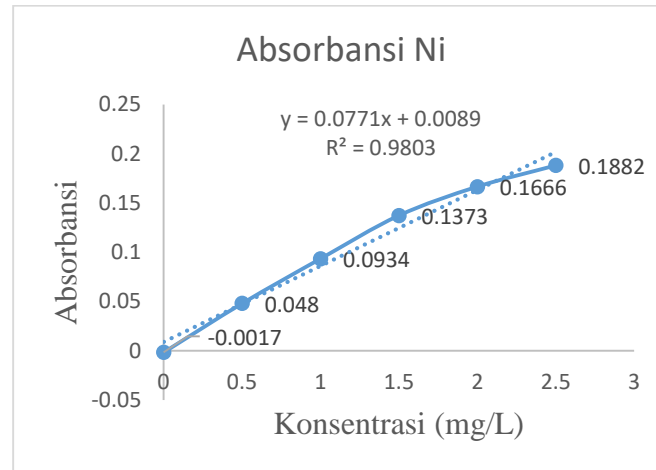


Gambar 4.2 a. Serbuk Eceng Gondok; b. Sesudah Demineralisasi; c. Sesudah Modifikasi

## 4.2 Kurva Standar Logam Nikel dan Besi

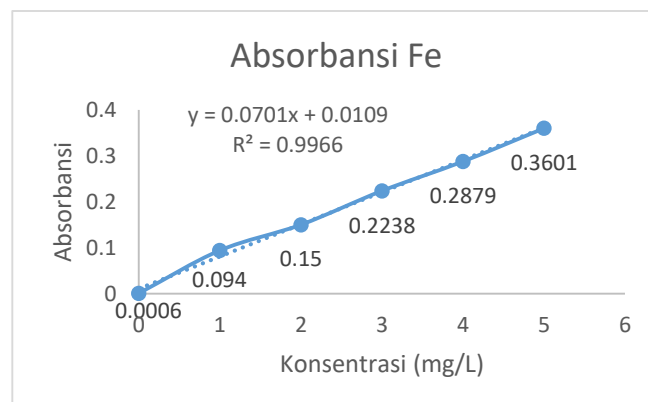
Larutan standar merupakan larutan yang telah diketahui konsentrasinya secara tepat. Fungsi larutan standar pada pengukuran adalah untuk mengkalibrasi sehingga didapatkan plot antara absorbansi dengan konsentrasi yang nilai *slope* dan *intercept*-nya dapat digunakan untuk analisis data pada sampel (Hasmizal, 2020).

Variasi konsentrasi logam Ni yang digunakan yaitu 0; 0,5; 1; 1,5; 2; dan 2,5 mg/L. Berikut ini grafik kurva standar logam Ni terdapat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Kurva standar Logam Nikel (Ni)

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi logam Ni maka semakin besar pula nilai absorbansinya. Hal ini sesuai dengan hukum *Lambert-Beer* bahwa intensitas yang diteruskan oleh zat penyerap berbanding lurus dengan konsentrasi larutan. Dari kurva baku tersebut diperoleh persamaan regresi linear yaitu  $0,0771x + 0,0089$  dengan  $R^2 = 0,9803$  dimana  $y$  adalah absorbansi dan  $x$  adalah konsentrasi logam Ni. Persamaan regresi linear digunakan untuk menentukan konsentrasi logam Ni sebelum dan setelah adsorpsi.



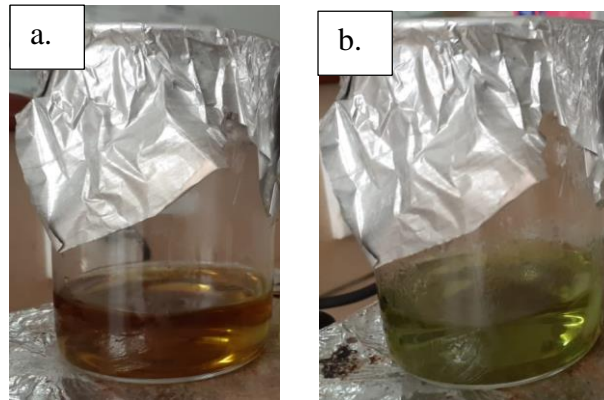
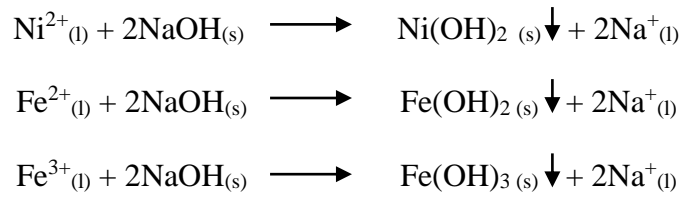
**Gambar 4.4** Kurva standart logam Besi (Fe)

Berdasarkan Gambar 4.4 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan standar Fe maka nilai adsorbansinya juga semakin meningkat. Kurva yang dihasilkan berbentuk garis lurus linear. Hal tersebut menunjukkan bahwa kurva standar telah memenuhi Hukum Lambert-Beer, dengan hasil persamaan regresi linear yang didapatkan adalah  $y=0,0701x+0,0109$  dimana  $y$  adalah nilai adsorbansi dan  $x$  adalah konsentrasi dari logam Fe. Nilai regresi yang didapatkan yaitu  $R^2=0,9966$ .

### 4.3 Preparasi Limbah Laboratorium

Preparasi limbah berfungsi untuk mengkondisikan pH limbah menjadi netral. Limbah laboratorium dihomogenkan kemudian dikondisikan pH nya sampai 7 dengan penambahan NaOH. Pada penelitian Izzah (2015), pengkondisian pH 7 memiliki nilai presentase adsorpsi paling optimum yaitu sebesar 91,49% pada adsorben eceng gondok termodifikasi asam sitrat 0,1 M yang diinteraksikan dengan logam tembaga (Cu). Pengkondisian pH 7 pada larutan logam bertujuan untuk mempertahankan pH adsorben saat diinteraksikan. Ramos, dkk. (2012) dalam penelitiannya menyatakan pada pH 7 dalam air terjadi kesetimbangan antara  $H_2O$ , ion  $H^+$ , dan ion  $OH^-$ .

Penambahan NaOH pada sampel limbah menghasilkan endapan berupa logam hidroksida. Gugus  $-OH$  pada NaOH akan menyebabkan ikatan antara logam Ni dan Fe dengan OH semakin besar. Warna larutan pada limbah menjadi lebih bening setelah penambahan NaOH yang ditunjukkan pada Gambar 4.5. Berikut adalah reaksi pembentukan logam hidroksida pada Ni dan Fe (Vogel, 1990):



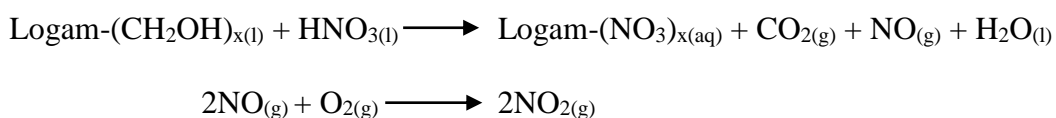
**Gambar 4.5** a. Limbah murni b. Limbah setelah ditambah NaOH

Konsentrasi logam pada limbah setelah dipreparasi dengan NaOH mengalami penurunan. Hal tersebut dikarenakan kandungan logam pada limbah membentuk endapan logam hidroksida yang tersaring sebagai residu. Limbah yang digunakan untuk proses adsorpsi adalah filtrat yang diperoleh setelah dipreparasi dengan NaOH. Konsentrasi logam sebelum dan sesudah dipreparasi ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Setelah itu limbah logam didestruksi dengan  $\text{HNO}_3$  65 %. Tujuan destruksi yaitu untuk memutuskan ikatan antara unsur logam agar diperoleh logam dalam bentuk ion sehingga dapat dianalisis (Hasmizal dan Bhernama, 2020). Larutan  $\text{HNO}_3$  pekat berfungsi sebagai pendestruksi karena sifatnya yang korosif dan pH yang rendah sehingga sampel lebih mudah larut untuk dipreparasi. Proses pendestruksi dilakukan diatas *hotplate*. Proses destruksi berlangsung menghasilkan

gas tidak berwarna yaitu NO, gas ini mudah bereaksi dengan oksigen di udara dan menghasilkan warna coklat kemerahan dalam bentuk NO<sub>2</sub>. Terbentuknya gas NO<sub>2</sub> yang mengindikasikan terjadi oksidasi bahan organik secara sempurna oleh asam nitrat.

Berikut adalah reaksi antara bahan organik dengan HNO<sub>3</sub> (Danko dkk, 2000):



Reaksi di atas menggunakan (CH<sub>2</sub>OH)<sub>x</sub> sebagai bahan organik yang teroksidasi oleh asam nitrat menghasilkan CO<sub>2</sub> dan NO, gas ini yang meningkatkan tekanan saat proses destruksi sehingga unsur logam terlepas dari ikatan dengan senyawa organik kemudian berubah dalam bentuk garam yaitu logam-(NO<sub>3</sub>)<sub>x</sub> yang mudah larut dalam air. Hasil yang didapatkan adalah perubahan warna dari hijau kekuningan menjadi bening. Kemudian larutan disaring dengan kertas saring *whatman* dan dianalisis filtrat dengan AAS (*Atomic Adsorption Spectroscopy*). Filtrat yang akan dianalisis menggunakan AAS yaitu filtrat limbah murni dan limbah murni setelah ditambah dengan NaOH.

Hasil AAS yang didapat yaitu terdapat logam Ni sebesar 140,33 ppm pada limbah murni. Setelah limbah murni ditambah NaOH terjadi penurunan kadar logam Ni menjadi 66,70 ppm. Sedangkan kadar logam Fe pada limbah murni sebesar 462,43 ppm. Setelah ditambah NaOH terjadi penurunan kadar logam Fe menjadi 15,09 ppm.

**Tabel 4.1** Kadar Logam Ni dan Fe pada Limbah sebelum dan sesudah ditambah NaOH

Jenis Logam	Konsentrasi Limbah (ppm)			% Penurunan
	Limbah Murni	Limbah + NaOH	Penurunan	
Ni	140,33	66,70	73,62	52,46%
Fe	462,43	15,09	447,34	96,73%

#### 4.4 Perbandingan Adsorpsi Logam Ni dan Fe Menggunakan Adsorben Eceng Gondok Sebelum dan Sesudah Modifikasi

Adsorpsi limbah laboratorium yang mengandung logam berat Ni dan Fe dilakukan menggunakan adsorben eceng gondok dengan variasi dosis adsorben yaitu 0,25; 0,5; 1,0; 1,25; dan 1,5 g kemudian diinteraksikan pada 100 mL limbah selama 120 menit dengan kecepatan 200 rpm. Adsorben eceng gondok yang digunakan ada 2 jenis, yaitu adsorben eceng gondok murni dan adsorben eceng gondok termodifikasi asam sitrat. Hal tersebut bertujuan untuk membandingkan kemampuan adsorpsi antara eceng gondok murni dan kemampuan adsorpsi eceng gondok termodifikasi asam sitrat yang memiliki situs aktif lebih banyak. Adapun hasil adsorpsi logam Ni menggunakan adsorben murni dan adsorben termodifikasi ditampilkan pada Tabel 4.2.

Hasil yang didapat yaitu adsorben sesudah modifikasi memiliki adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan adsorben murni. Hal tersebut disebabkan karena pada adsorben murni memiliki gugus aktif yang lebih sedikit dibanding adsorben sesudah modifikasi. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Ramos (2012) yang menyatakan adsorben termodifikasi asam sitrat 1 M dapat memberikan hasil adsorpsi logam paling optimum.

**Tabel 4.2** Konsentrasi logam Ni sebelum dan sesudah adsorpsi dengan variasi dosis adsorben

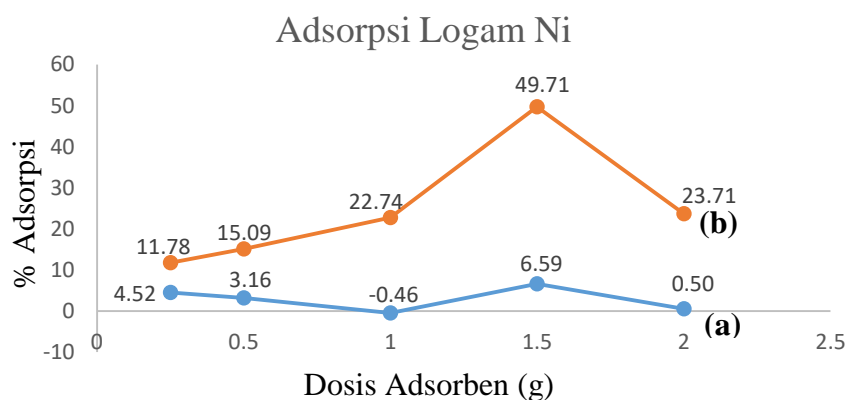
Dosis Eceng Gondok (g)/100 mL	Konsentrasi Logam (g/mL)		% Teradsorpsi	
	EG Murni	EG Modif	EG Murni	EG Modif
0	66,70	66,70	-	-
0,25	63,68	58,84	4,52	11,78
0,5	64,59	56,63	3,16	15,09
1	67,01	51,53	-0,46	22,74
1,5	62,30	33,54	6,59	49,71
2	66,36	50,88	0,50	23,71

Keterangan = 0 g adalah limbah tanpa adsorben atau konsentrasi awal logam

Titik optimum adsorpsi terjadi pada dosis 1,5 g pada kedua jenis adsorben. Pada adsorben murni dengan dosis 1,5 g mampu menyerap logam Ni sebesar 6,59 % adsorpsi. Sedangkan pada adsorben sesudah modifikasi dengan dosis 1,5 g mampu menyerap logam Ni mencapai 49,71 % adsorpsi. Nilai tersebut merupakan kemampuan optimum adsorben eceng gondok dalam mengadsorpsi logam Ni. Hasil persen adsorpsi pada limbah logam Ni menggunakan adsorben eceng gondok murni dan sesudah modifikasi asam sitrat dengan variasi dosis terdapat pada Gambar 4.6.

Hasil adsorpsi logam Ni mengalami penurunan pada dosis 2 g di kedua jenis adsorben. Adsorben murni hanya menyerap 0,50 %, sedangkan adsorben sesudah modifikasi hanya mampu menyerap sebesar 23,71%. Hal tersebut disebabkan terjadinya adanya kompetisi di dalam limbah cair antara ion logam satu dengan yang lainnya saat terikat oleh gugus ester pada adsorben eceng gondok. Penurunan % adsorpsi pada dosis adsorben yang tinggi juga dapat disebabkan oleh agregasi parsial (penggumpalan) dari adsorben sehingga menghasilkan penurunan luas

permukaan efektif dalam penyerapan logam (Karthikeyan, dkk., 2007). Selain itu penurunan dapat disebabkan adanya sisi aktif adsorben yang belum semuanya berikatan dengan adsorbat yang membutuhkan waktu kontak lebih lama sehingga penempelan logam pada sisi aktif dapat lebih baik (Yusnita, dkk., 2001).



**Gambar 4.6** Hasil adsorpsi logam (a) Ni dengan adsorben eceng gondok murni, (b) Ni dengan adsorben eceng gondok setelah modifikasi

Hasil % adsorpsi pada dosis 1 gram menggunakan adsorben eceng gondok murni menghasilkan nilai -0,46 % adsorpsi. Berdasarkan penelitian Tham (2012) tanaman eceng gondok memiliki kemampuan menyerap logam. Adsorben eceng gondok murni sebelum melalui proses demineralisasi dan modifikasi, berpotensi mengandung logam berat yang dapat mengalami desorpsi.

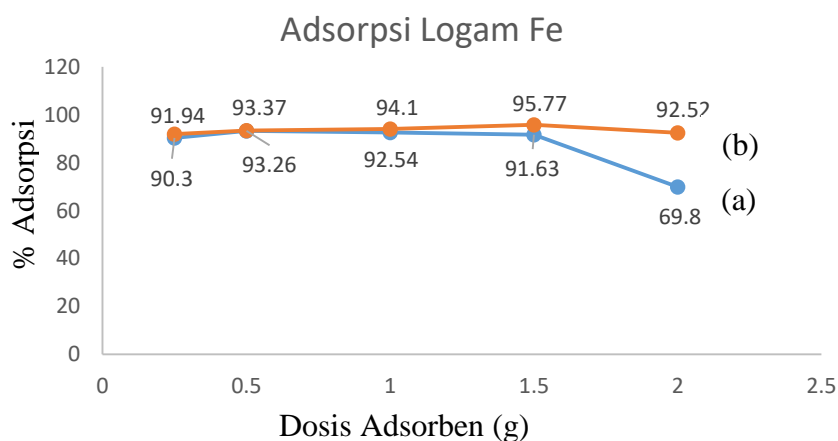
Adapun hasil adsorpsi logam Fe menggunakan adsorben murni dan adsorben termodifikasi ditampilkan pada Tabel 4.3. Berdasarkan Tabel 4.3 diketahui bahwa hasil adsorpsi pada logam Fe berbanding lurus dengan hasil adsorpsi logam Ni, dimana adsorben sesudah modifikasi memiliki adsorpsi yang sedikit lebih tinggi dibandingkan adsorben murni.

**Tabel 4.3** Konsentrasi logam Fe sebelum dan sesudah adsorpsi dengan variasi dosis adsorben

Dosis Eceng Gondok (g)/100 mL	Konsentrasi Logam (g/mL)		% Teradsorpsi	
	EG Murni	EG Modif	EG Murni	EG Modif
0	15,09	15,09	-	-
0,25	1,46	1,21	90,30 %	91,94 %
0,5	1,01	1,00	93,26 %	93,37 %
1	1,12	0,89	92,54 %	94,10 %
1,5	1,26	0,63	91,63 %	95,77 %
2	4,54	1,12	69,87 %	92,52 %

Keterangan = 0 g adalah limbah tanpa adsorben atau konsentrasi awal logam

Titik optimum adsorpsi terjadi pada dosis 1,5 g pada adsorben sesudah modifikasi yaitu sebesar 95,77%. Pada adsorben murni kemampuan menyerap logam paling tinggi pada dosis adsorben 0,5 g dengan nilai adsorpsi 93,26%. Adapun grafik % adsorpsi logam Fe ditunjukkan pada Gambar 4.7.

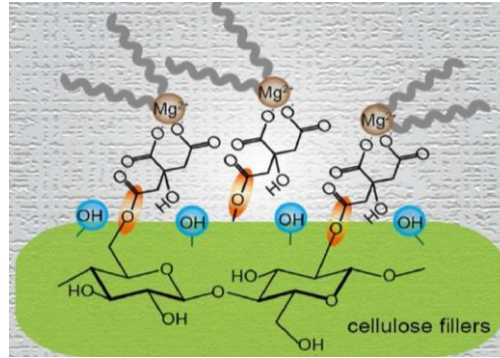


**Gambar 4.7** Hasil adsorpsi logam (a) Fe dengan adsorben eceng gondok murni, (b) Fe dengan adsorben eceng gondok setelah modifikasi.

Adsorpsi logam Fe pada dosis 2 g di kedua jenis adsorben mengalami penurunan. Adsorben murni menyerap 69,87%, sedangkan adsorben sesudah modifikasi menyerap sebesar 92,52%. Penurunan kapasitas adsorpsi biomassa setelah diesterifikasi dijelaskan berdasarkan konsep asam basa keras lunak (ABKL). Teori HSAB (*Hard soft acid base*) menjelaskan bahwa kation yang bersifat asam keras akan berinteraksi kuat dengan dengan ligan yang bersifat basa keras, sedangkan kation yang bersifat asam lunak akan berinteraksi kuat dengan ligan basa lunak (Lestari dan Mudasir, 2003).

Berdasarkan hasil adsorpsi menggunakan adsorben eceng gondok logam Ni dan Fe sama-sama mengalami penurunan konsentrasi. Penurunan konsentrasi logam Fe lebih besar dibandingkan dengan penurunan konsentrasi logam Ni. Hal ini disebabkan ion  $\text{Fe}^{3+}$  bersifat asam keras. Situs aktif pada adsorben yaitu  $\text{COO}^-$  dan  $\text{OH}^-$  juga bersifat basa keras, sehingga lebih stabil berikatan dengan logam Fe yang merupakan asam keras.

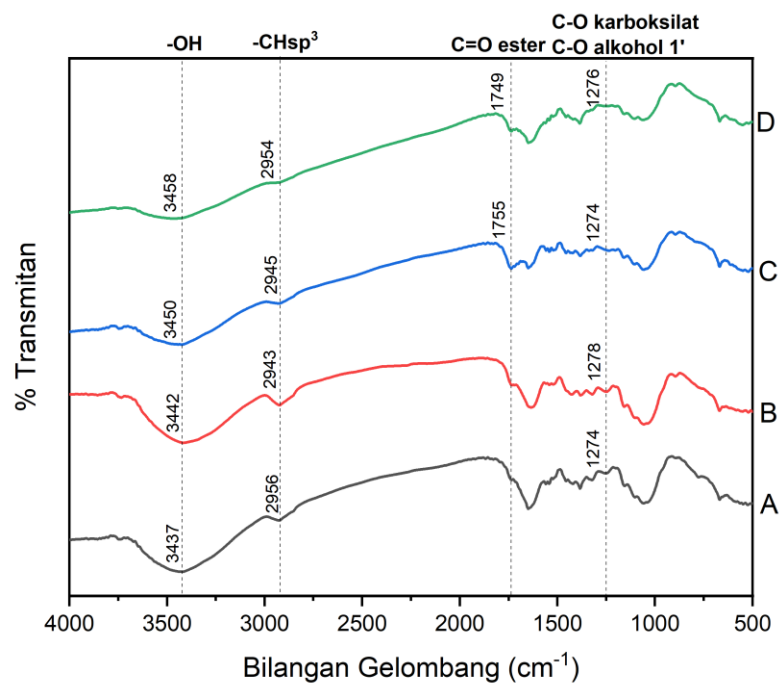
Urutan asam keras ion  $\text{Fe}^{3+}$  dan  $\text{Ni}^{2+}$  adalah logam Fe lebih bersifat asam keras dibandingkan logam Ni. Ion Ni (II) merupakan asam golongan menengah (borderline) dan termasuk logam transisi periode 3 dengan ukuran sedang (Fahmiati, dkk., 2006). Dengan demikian ester lebih menyukai berikatan dengan ion  $\text{Fe}^{3+}$  dibandingkan dengan ion  $\text{Ni}^{2+}$ . Pada penelitian Chui, dkk. (2019) menunjukkan interaksi pada gugus fungsi pada permukaan adsorben sebagai basa kuat dengan Cr sebagai asam kuat menunjukkan adanya interaksi ionik yang ditunjukkan pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.8** Interaksi logam dengan gugus aktif adsorben (Chui, dkk., 2019)

#### 4.5 Karakterisasi Adsorben Menggunakan FTIR

Situs aktif yang berperan dalam proses adsorpsi diantaranya yaitu gugus karbonil dan hidroksil. Gugus-gugus yang terbentuk pada proses modifikasi dan gugus yang berperan penting dalam proses adsorpsi dapat diketahui melalui karakterisasi eceng gondok menggunakan FTIR.



**Gambar 4.9** Spektra IR eceng gondok (A) Murni, (b) Demineralisasi, (c) Modifikasi, (d) Adsorpsi Logam

**Tabel 4.4** Interpretasi Spektra IR

Gugus	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )			
	Eceng gondok (murni)	Eceng gondok (demineralisasi)	Eceng gondok (modifikasi)	Eceng gondok (adsorpsi)
O-H	3437	3442	3450	3458
C-H	2956	2943	2945	2954
C=O	-	-	1755	1749
C-O	1274	1278	1274	1276

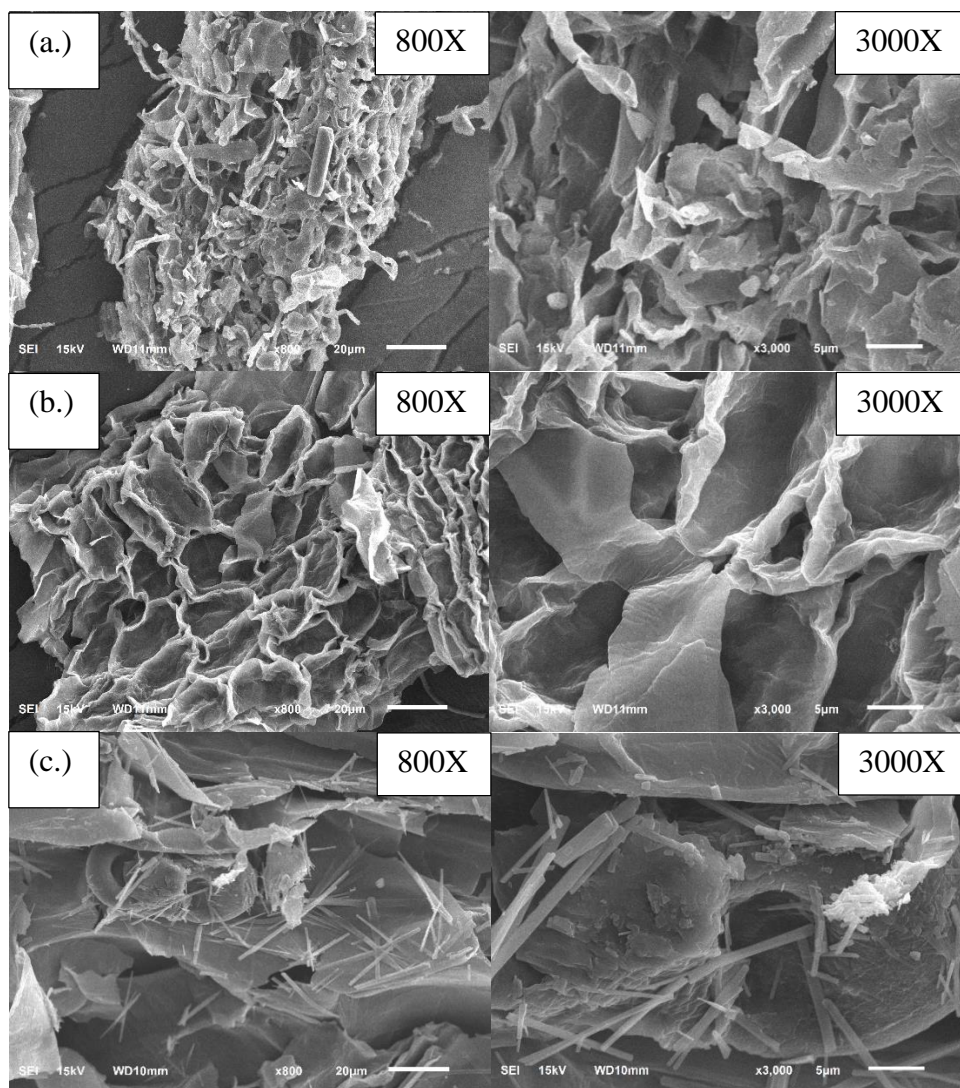
Berdasarkan hasil spektra IR eceng gondok murni, eceng gondok setelah demineralisasi, dan eceng gondok setelah modifikasi menunjukkan modus vibrasi pada (a) bilangan gelombang 3437, 3442, dan 3450 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus O-H *stretching band* yang kuat dan melebar, (b) bilangan gelombang 2956, 2943, dan 2945 cm<sup>-1</sup> menunjukkan C-H *stretching band* untuk atom karbon sp<sup>3</sup>. Setelah proses modifikasi muncul puncak baru pada bilangan gelombang 1755 cm<sup>-1</sup> menunjukkan vibrasi C=O yang menandai adanya gugus ester. Keberadaan gugus ester juga diperkuat dengan adanya serapan pada bilangan gelombang 1274 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan vibrasi C-O. Gugus ester terbentuk melalui reaksi esterifikasi antara gugus asam karboksilat pada asam sitrat dan gugus hidroksil pada eceng gondok. Penelitian Jama'atin (2019), hasil uji FTIR pada eceng gondok setelah modifikasi dihasilkan adanya gugus baru C=O ester yang terkonfirmasi pada bilangan gelombang 1736, 001cm<sup>-1</sup> dan terdapat kenaikan intensitas yang menunjukkan adanya penambahan jumlah gugus pada biomassa. Bertambahnya gugus karbonil dan hidroksil dari penambahan asam sitrat menyebabkan adsorben sesudah modifikasi mempunyai reaktifitas kimia yang lebih tinggi daripada selulosa (Bezzera dkk., 2015).

#### **4.6 Karakterisasi Adsorben Menggunakan SEM**

Pengujian serbuk eceng gondok menggunakan SEM digunakan untuk melihat permukaan serta struktur morfologi pada adsorben. Adsorben eceng gondok yang diuji meliputi eceng gondok murni, eceng gondok setelah dimodifikasi dengan asam sitrat, dan eceng gondok setelah mengadsorpsi logam yang dilakukan pada perbesaran 800x dan 3000x.

Hasil karakterisasi morfologi eceng gondok pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.9. Pada Gambar 4.9 (a.) menampilkan hasil SEM eceng gondok murni. Pada gambar tersebut menunjukkan struktur morfologi acak dan berbentuk tidak beraturan. Struktur yang tak beraturan tersebut karena serat selulosa terhubung oleh lignin, hemiselulosa, dan pektin. Kemudian pada Gambar 4.9 (b.) yaitu hasil SEM pada eceng gondok setelah dimodifikasi menggunakan asam sitrat. Setelah adanya proses modifikasi dengan asam sitrat menunjukkan bahwa eceng gondok memiliki tekstur lubang seperti pori dan berbentuk serat, dimana permukaan adsorpsi lebih tersebar dan seragam sehingga daya adsorpsi lebih besar juga.

Pada penelitian Wen, dkk. (2018) yang memodifikasi selulosa batang jagung menggunakan asam sitrat, hasil SEM pada adsorben batang jagung sebelum diaktivasi strukturnya mirip serpihan, karena serat selulosa dihubungkan oleh lignin, hemiselulosa dan pektin, sedangkan hasil dari batang jagung yang telah diaktivasi, batang jagung menjadi berserat, lebih teratur, dan bentuknya seragam, hal tersebut karena penghilangan sebagian pengotor dan mineral yang terikat pada dinding sel biomassa.



**Gambar 4.10** Karakterisasi morfologi eceng gondok menggunakan SEM, (a) murni, (b) setelah modifikasi, sebelum adsorpsi logam, (c) setelah modifikasi, setelah adsorpsi logam

Hal ini didukung pada penelitian Izzah (2019) bahwa eceng gondok termodifikasi asam sitrat memiliki kapasitas adsorpsi lebih besar daripada eceng gondok murni. Kapasitas adsorpsi logam pada eceng gondok murni adalah 76,23 mg/g, sedangkan pada eceng gondok termodifikasi asam sitrat 1M yaitu 91,49% mg/g. Pada Gambar 4.9 (c.) menampilkan hasil SEM pada adsorben eceng gondok setelah mengadsorpsi logam. Setelah Adsorben mengadsorpsi logam terlihat hanya

sedikit permukaan yang kosong dengan ukurannya yang membesar. Hal itu terjadi karena permukaan adsorben telah tertutup oleh ion logam. Penelitian (Komy, 2013) yang melakukan karakterisasi biomassa eceng gondok yang mengadsorpsi logam  $\text{Cu}^{2+}$  dengan SEM menunjukkan bahwa ion  $\text{Cu}^{2+}$  memiliki bentuk seperti jarum yang terdistribusi secara merata di atas permukaan biomassa.

#### 4.7 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Limbah laboratorium jika langsung dibuang ke lingkungan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan dapat ditanggulangi dengan cara pengolahan limbah yang baik sebelum dibuang ke lingkungan. Pengolahan limbah dapat dilakukan dengan cara memanfaatkan segala sesuatu yang ada di bumi ini. Allah SWT menciptakan segala sesuatu yang ada di bumi ini sebagai rahmat untuk umat manusia. Manusia diberi karunia berupa akal sehingga dapat memanfaatkan segala sesuatu yang telah diciptakan Allah di muka bumi ini untuk kebaikan.

Sebagaimana firman Allah dalam surat al-Jasiah (45) ayat 13:

وَسَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِي السَّمٰوٰتِ وَمَا فِي الْاَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ ۗ اِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّتَفَكَّرُوْنَ - ۱۳

Artinya: “Dan Dia menundukkan apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi untukmu semuanya (sebagai rahmat) dari-Nya. Sungguh, dalam hal yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang berpikir”.

Segala penciptaan yang ada di langit dan di bumi merupakan tanda-tanda kebesaran Allah yang diberikan pada umat-Nya sebagai rahmat. Allah menciptakan berbagai jenis tanaman di muka bumi ini sebagai rahmat kepada manusia agar dapat diambil manfaatnya.

Seperti firman Allah SWT dalam Q.S Asy-Syu'ara ayat 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: *“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?”*

Berdasarkan Qur'an Surat Asy-Syu'ara ayat 7 berisi tentang seruan terhadap manusia untuk mengarahkan pandangan sampai mencakup seantero bumi dengan aneka keajaiban yang terhampar termasuk pada tumbuh-tumbuhannya. Kata (كَرِيمٍ) kariim antara lain digunakan untuk menggambarkan segala sesuatu yang baik bagi setiap objek yang disifatinya. Tumbuhan yang baik adalah yang subur dan bermanfaat bagi makhluk hidup (Shihab, 2005).

Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk pengolahan limbah yaitu tanaman eceng gondok. Tanaman eceng gondok merupakan gulma perairan yang banyak ditemukan di permukaan air sungai sebagai tumbuhan pengganggu. Selain menjadi gulma perairan, di sisi lain ternyata memiliki manfaat yang besar untuk lingkungan. Tanaman eceng gondok bisa dijadikan sebagai adsorben karena kandungan selulosanya yang banyak sehingga dapat mengadsorpsi logam – logam yang terkandung pada limbah laboratorium. Berdasarkan hasil penelitian bahwa eceng gondok dapat digunakan sebagai adsorben limbah logam yang bermanfaat untuk menurunkan kadar logam pada limbah, sehingga limbah aman untuk dibuang ke lingkungan. Hal ini merupakan salah satu bukti kekuasaan Allah SWT dan menunjukkan kebenaran ayat-ayat Al-Qur'an.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Kemampuan optimum adsorben eceng gondok termodifikasi asam sitrat dalam penurunan kadar logam Ni dan Fe menunjukkan dosis adsorben terbaik pada 1,5 g dengan persentase adsorpsi sebesar 49,71 % pada logam Ni dan 95,77% pada logam Fe.
- b. Karakterisasi adsorben eceng gondok sebelum dan sesudah modifikasi terdapat perbedaan yaitu munculnya puncak serapan gugus C=O pada bilangan gelombang 1755  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus C-O pada bilangan gelombang 1274  $\text{cm}^{-1}$  pada adsorben sesudah modifikasi yang menandai terbentuknya gugus ester.
- c. Karakterisasi adsorben eceng gondok menggunakan SEM menunjukkan permukaan adsorben sebelum modifikasi memiliki struktur serpihan yang tak beraturan, sesudah modifikasi adsorben memiliki struktur permukaan yang lebih rapi dan seragam, sedangkan setelah adsorpsi dengan logam permukaan adsorben terlihat terisi oleh logam dengan bentuk seperti jarum yang tersebar merata di permukaan adsorben.

#### **5.2 Saran**

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai efektivitas adsorben eceng gondok pada berbagai jenis logam berat lainnya. Sehingga dapat diketahui logam mana yang paling sesuai dengan adsorben eceng gondok.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Qurtubi, S.I. 2008. *Terjemahan Tafsir Muhyiddin Masridha*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Adam, D.H. 2018. Pengaruh Waktu, dan Dosis Adsorben Terhadap Penghilangan Ion Fe dalam Air Sumur Menggunakan Zeolit Alam Teraktifasi secara Kolom Adsorpsi. *Jurnal Edu Science*. ISSN: 2303-355X.5 (1): 5-8.
- Adiningtyas, Ardelita, dan Mulyono. 2016. Kinetika Adsorpsi Nikel (II) dalam Larutan Aqueous dengan Karbon Aktif Arang Tempurung Kelapa. *Jurnal Rekayasa Proses* 10 (2): 36.<https://doi.org/10.22146/jrekpros.33335>.
- Azamia, M. 2012. Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia dalam Penurunan Kadar Organik serta Logam Berat Fe, Mn, Cr dengan Metode Koagulasi dan Adsorpsi. *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia.
- Azhari, M. 2017. Pemanfaatan Serbuk Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Teraktifasi dengan Sistem Kantong Celup Sebagai Adsorben Penjerap Ion Logam Kadmium (Cd). *Jurnal Atomik*. 2: 7.
- Azmiyani, U. 2018. *Adsorpsi Logam Fe dan Ni Menggunakan Biosorben Batang Jagung Termodifikasi Asam Sitrat Pada Limbah laboratorium Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang*. Skripsi. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Azni, P., dkk. 2014. Pengaruh Logam Tembaga dalam Penyisihan Logam Nikel dari Larutannya menggunakan Metode Elektrodeposisi. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*. 2 (2).
- Bezzera, R. D. S., dkk. 2015. Chemical Funtionalization of Cellulosic Materials Main Reactions and Applications in the Contaminants Removal of Aqueous Medium. *Chapter 4*.
- Buasri, A., dkk. 2012. "Biosorption of Heavy Metals from Aqueous Solutions Using Water Hyacinth as a Low Cost Biosorbent." *Civil and Environmental Research* 2: 9.
- Coniwanti, dkk. 2009. "Pengaruh Konsentrasi Larutan Etanol, Temperatur dan Waktu Pemasakan pada PEembuatan Pulp Eceng Gondok Melalui Proses Organosol V". *Jurnal Teknik Kimia*. 16 (4): 8.
- Darmawan, R. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Zeolit NaA dari Kaolin dan Metakaolin sebagai Adsorben Logam Tembaga (Cu), Besi (Fe), dan Timbal (Pb) Pada Limbah Logam Laboratorium. *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

- Fahmiati, N., dan Narsito. 2006. Termodinamika Adsorpsi Cd(II), Ni(II) dan Mg(II) pada Silika Gel yang Terimobilisasi dengan 3-Merkapto-1,2,4-triazol. *Indo. J. Chem.* 6 (1) : 52-55
- Fatih. 2008. *Kamus Kimia*. Yogyakarta: Panji Pust
- Gichuki, J., dkk. 2012. Water Hyacinth *Eichhornia Crassipes* (Mart.) Solms-Laubach Dynamics and Succession in the Nyanza Gulf of Lake Victoria (East Africa): Implications for Water Quality and Biodiversity Conservation. *The Scientific World Journal.* 1–10. <https://doi.org/10.1100/2012/106429>
- Ginting, dkk. 2013. Studi Pertumbuhan dan Produksi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) pada Media Tumbuh Gergaji Kayu Sengon dan Bagas Tebu. *Jurnal Produksi Tanaman.* 1 (2).
- Harfianti, A. 2016. Modifikasi Permukaan Karbon Aktif Tongkol Jagung (*Zea mays*) dengan HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan H<sub>2</sub>O Sebagai Bahan Elektroda Superkapasitor. *Skripsi*. Makassar: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin
- Haldar, Krishnayan, dan Sudipto, C., 2018. “Effect of Liquid Pool Concentration on Chemically Reactive Drop Impact Gelation Process.” *Journal of Colloid and Interface Science* 528 (Oktober): 156–65. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2018.05.078>.
- Hasmizal, H. dan Bhernama B.G., 2020. Analisis Kadar Logam Hg Pada Sampel Perna Viridis L dengan Menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer. *AMINA.* 1 (3).
- Haleem, N., dkk. 2014. Synthesis of Carboxymethyl Cellulose from Waste of Cotton Ginning Industry. *Carbohydrate Polymers* 113 (November): 249–55. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.07.023>.
- Hendayana, S. K., dkk. 1994. *Kimia Analitik Instrumen* . Semarang : IKIP Semarang Press.
- Hokkanen, S., dkk. 2016. A Review on Modification Methods to Cellulose-Based Adsorbents to Improve Adsorption Capacity. *Water Research.* 91 (Maret): 156–73. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.01.008>.
- IImi, M. M., dkk. 2017. Optimasi Penggunaan Biosorbent Berbasis Biomassa: Pengaruh Konsentrasi Aktivator Terhadap Luas Permukaan Karbon Aktif Berbahan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk Meningkatkan Kualitas Air. *Jurnal Teknik Mesin.* 6 (2): 69. <https://doi.org/10.22441/jtm.v6i2.1193>.

- Istirokhatun, T., dkk. 2015. "Cellulose Isolation from Tropical Water Hyacinth for Membrane Preparation." *Procedia Environmental Sciences* 23: 274–81. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.041>.
- Izzah, A. 2019. Adsorpsi Logam Tembaga (II) Variasi Derajat Keasaman (pH) Oleh Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Termodifikasi Asam Sitrat (0,5 M; 1,0 M; dan 1,5 M). *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Malang.
- Jama'atin. 2019. Kinetika Adsorpsi Logam Tembaga (Cu) pada Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Termodifikasi Asam Sitrat. *Skripsi*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Khopkar, S. M. 2010. *Konsep Dasar Kimia Analitik (Terjemah)*. Bombay: Analytical Laboratory Departemenet of Chemistry Indian Institute of Technology.
- Komy, Z. R., dkk. 2013. "Biosorption of Cu<sup>2+</sup> by Eichhornia Crassipes: Physicochemical Characterization, Biosorption Modeling and Mechanism." *Journal of King Saud University - Science*. 25 (1):47–56.
- Lestari, S., Sugiharto E., dan Mudasir. 2003. Studi Kemampuan Biosorpsi Biomassa *Saccharomyces cerevisiae* yang Terimobilkan pada Silika Gel Terhadap Tembaga (II), *Teknosains*, 16A (3): 357 – 371.
- Low, K. S., dkk. 2004. Sorption of Copper and Lead by Citric Acid Modified Wood. *Wood Sci. Technol.*, 38: 629-640
- Madivoli, E., dkk. 2016. Adsorption of Selected Heavy Metals on Modified Nano Cellulose. *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry*. 12: 1–9.
- Mahamadi, C. 2011. Water Hyacinth as a Biosorbent: A Review. *African Journal of Environmental Science and Technology* 5 (13).
- Mahbubah, A. 2016. Karakterisasi Gugus Aktif Batang Jagung (*Zea mays L.*) Menggunakan Asam Sitrat Sebagai Bahan Pengaktivasi. *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Malang.
- Mandasari, Istifiarti, dan Purnomo A. 2016. Penurunan Ion Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air dengan Serbuk Gergaji Kayu Kamper. *Jurnal Teknik ITS* 5 (1).
- Miarastika, dkk. 2015. Hubungan Paparan Nikel dengan Gangguan Kesehatan Kulit pada Pekerja Industri Rumah Tangga Pelapisan Logam di Kabupaten Sidoarjo. *Perspektif Jurnal Kesehatan Lingkungan* 1: 12.
- Mulyono. 2007. *Kamus Kimia*. Jakarta: PT. Bumi Aksara

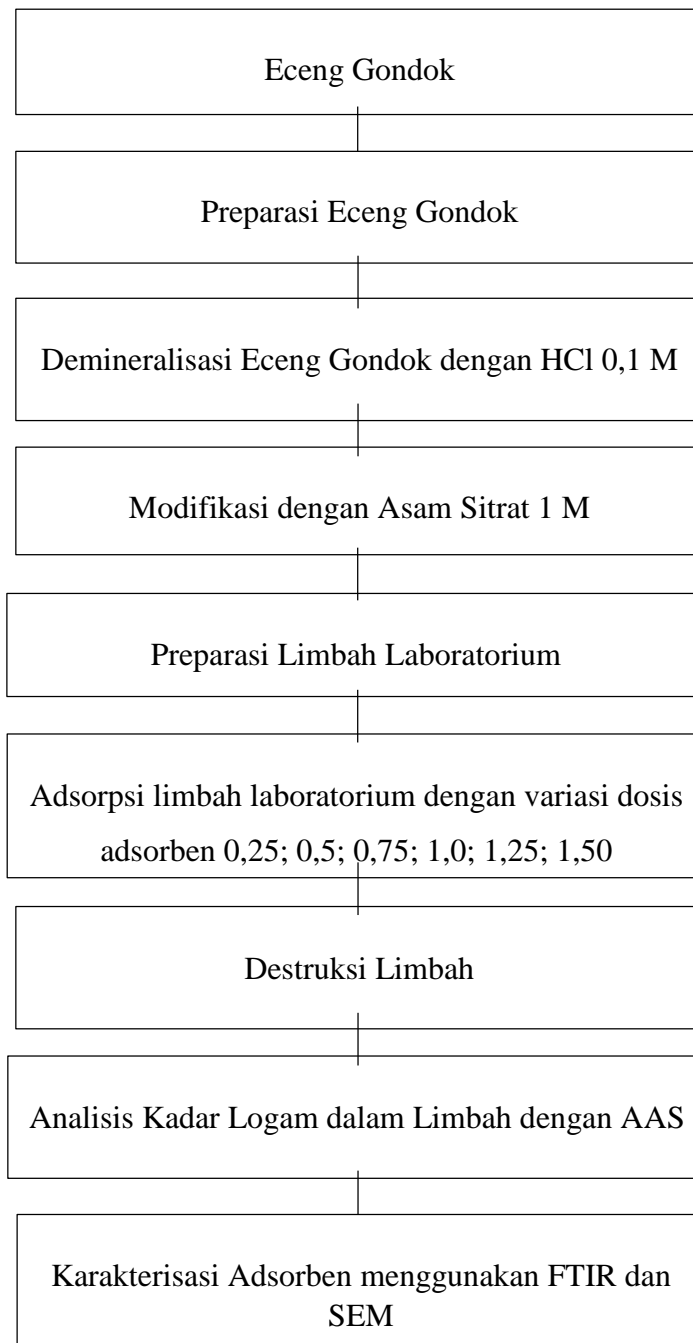
- Moeksin, dkk. 2016. "Pembuatan Bioetanol dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan Perlakuan Fermentasi". *Jurnal Teknik Kimia*. 22 (1): 9.
- Nata, A. 2012. *Tafsir Ayat-Ayat Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Press
- Nurmasari, R. 2008. "Kajian Adsorpsi Krom(III) Pada Biomassa Tandan Kosong Kelapa Sawit". *Sains dan Terapan Kimia*. 2 (2).
- Parulian, Alwin, dan Tirtanadi S. 2009. Monitoring dan Analisis Kadar Aluminium (Al) dan Besi (Fe) pada Pengolahan Air Minum PDAM Tirtanadi Sunggal. *Tesis*. Medan: Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Pitsari, S., Tsoufakis E., dan M. Loizidou. 2013. Enhanced Lead Adsorption by Unbleached Newspaper Pulp Modified with Citric Acid. *Chemical Engineering Journal* 223: 18–30.
- Purba, D.F. 2009. Analisis Pencemaran Logam Berat Pada Air Sumur Bor dengan Metode Spektrofotometri untuk dapat digunakan sebagai Air Minum di Kecamatan Medan-Belawan. *Skripsi*. Medan: Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Radyawati. 2011. *Pembuatan biocharcoal dari kulit pisang kepok untuk penyerapan logam timbal (Pb) dan logam seng (Zn)*. Palu: UNTAD – Press.
- Rai, dkk. 2016. *Eichhornia Crassipes as a Potential Phytoremediation Agent and an Important Bioresource for Asia Pacific Region*. *Environmental Skeptics and Critics*. 5 (1): 12-19.
- Rakhmania, C. D., dkk. 2017. Adsorpsi Ion Kalsium Menggunakan Biomassa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Diregenerasi HCl. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*. 1(1): 16-24.
- Ramos, L. R., dkk. 2012. "Modification of Corn cob with Citric Acid to Enhance Its Capacity for Adsorbing Cadmium(II) from Water Solution." *Chemical Engineering Journal*. 180. 113–20.
- Ratnan, R. D., dkk. 2011. Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk Menurunkan Kandungan COD (*CHEMICAL OXYGEN DEMAND*), pH, Bau, dan Warna pada Limbah Cair Tahu. *Momentum*. 7 (1).
- Rezania, S., dkk. 2015. Perspectives of Phytoremediation Using Water Hyacinth for Removal of Heavy Metals, Organic and Inorganic Pollutants in Wastewater. *Journal of Environmental Management* 163 (November): 125–33.
- Rukmi, P. D., dan Rahayu S.P. 2013. The Effectiveness of *Eichhornia crassipes* to Decrease Detergent, BOD, COD Concentration in Laundry Waste Water (A Study at Patrang Subdistrict of Jember Lor Village Jember). *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*.

- Saravanan, R. dan Ravikumar L. 2015. The Use of New Chemically Modified Cellulose for Heavy Metal Ion Adsorption and Antimicrobial Activities. *Journal of Water Resource and Protection* 07 (06): 530–45.
- Shihab, M. Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Shofiyani, A. dan Gusrizal. 2010. Determination of pH Effect and Capacity of Heavy Metals Adsorption by Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Biomass. *Indonesian Journal of Chemistry* 6 (1): 56–60.
- Siregar, M. 2009. Pengaruh Berat Molekul Nanopartikel untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) dan Zat Warna pada Limbah Industri Tekstil Jeans. *Tesis*. Medan: Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Siswoyo, E., Anandhitya R. A., dan Shunitz T. 2018. Bioadsorbent Based on Water Hyacinth Modified with Citric Acid for Adsorption of Methylene Blue in Water. Disunting oleh S. Ma'mun, H. Tamura, dan M.R.A. Purnomo. *MATEC Web of Conferences* 154: 01012.
- Sujatno, A., Rohmad S., dan Arbi D. 2015. Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir (JFN)*. 9: 1.
- Sukaryo. 2016. PEMBUATAN BIOETANOL DARI ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) DENGAN PROSES FERMENTASI. *Jurnal Neo Teknika* 2 (1): 32–36.
- Suprihatin dan Nastiti S.I. 2011. Penyisihan Logam Berat dari Limbah Cair Laboratorium dengan Metode Presipitasi dan Adsorpsi. *MAKARA of Science Series* 14 (1).
- Supriyantini, E. dan Hadi E. 2015. Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Pada Air, Sedimen, Dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Tanjung Emas Semarang.” *Jurnal Kelautan Tropis* 18: (1).
- Télléz, T.R., dkk. 2008. The Water Hyacinth, *Eichhornia Crassipes*: An Invasive Plant in the Guadiana River Basin (Spain). *Aquatic Invasions* 3 (1): 42–53.
- Tham, H.T 2012. Water Hyacinth (*Eichhornia Crassipes*) Biomass Production, Ensilability and Feeding Value to Growing Cattle. *Doctoral Thesis*. Swedish University of Agricultural Science Uppsala.
- Thanh, N.D, dan Nhung. 2009. Cellulose Modified With Citric Acid and Its Absorption of  $Pb^{2+}$  And  $Cd^{2+}$  Ions. 13.

- Underwood, D. R A L. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga
- Wahyuni, S.. 2013. *Panduan Praktis Biogas*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Wardalia. 2016. Karakterisasi Pembuatan Adsorben dari Sekam Padi sebagai Pengadsorb Logam Timbal Pada Limbah Cair. *Jurnal Integrasi Proses*, 2, 6 (2): 83–88.
- Wen, X., dkk. 2018. A Biomass Cationic Adsorbent Prepared From Corn Stalk: Low-Cost Material and High Adsorption Capacity. *Journal Polym Environ* 26, 1642–1651.
- Yulianti, E., dkk. 2019. Adsorpsi Logam Ni dan Cu pada Limbah Cair Laboratorium Kimia menggunakan Biosorben Batang Jagung Termodifikasi Asam Sitrat. *ALCHEMY* 7 (1): 13.
- Yusniyah, S.I. 2017. *Adsorpsi Logam Cu, Fe, dan Pb pada Limbah Laboratorium Kimia UIN Maliki Malang Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dengan Variasi Konsentrasi*. Skripsi. Kimia. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
- Zhu, B., dkk. 20008. Adsorption of Copper Ions From Aqueous Solution by Citric Acid Modified Soybean Straw. *Jurnal of Hazardous Materials*. 153: 300-308.

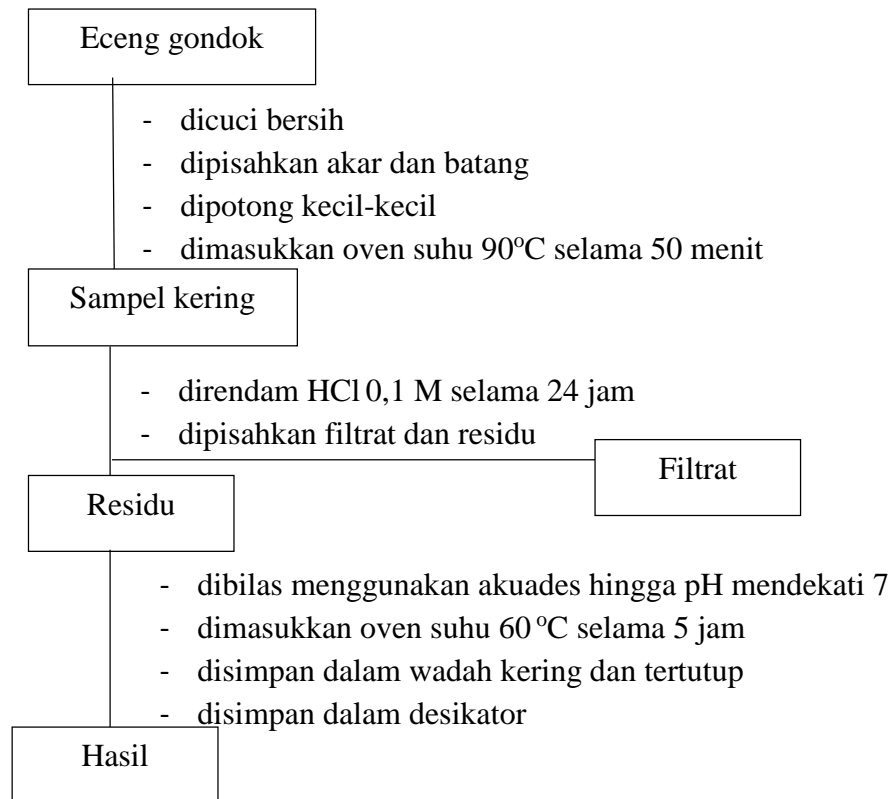
## LAMPIRAN – LAMPIRAN

### Lampiran 1. Rancangan Penelitian

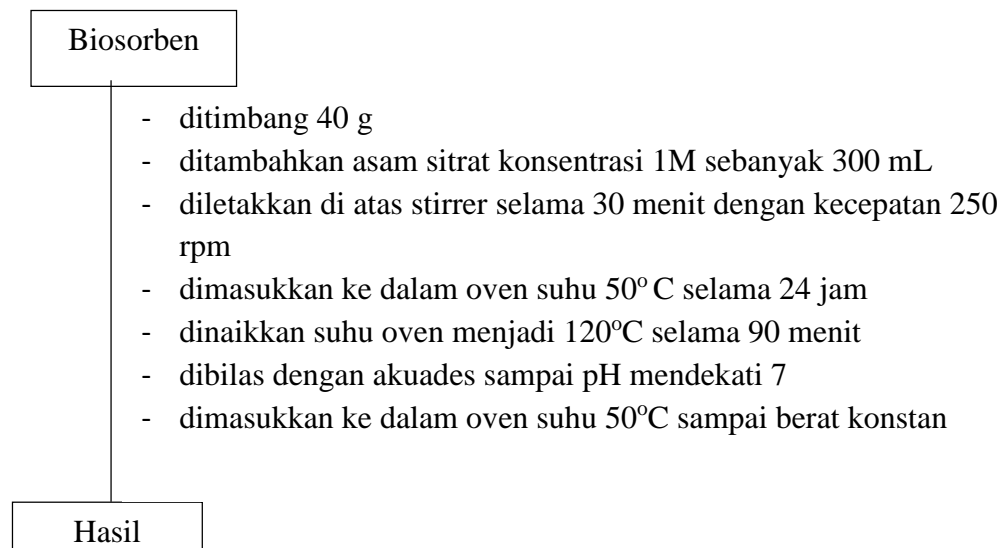


## Lampiran 2. Diagram Alir Penelitian

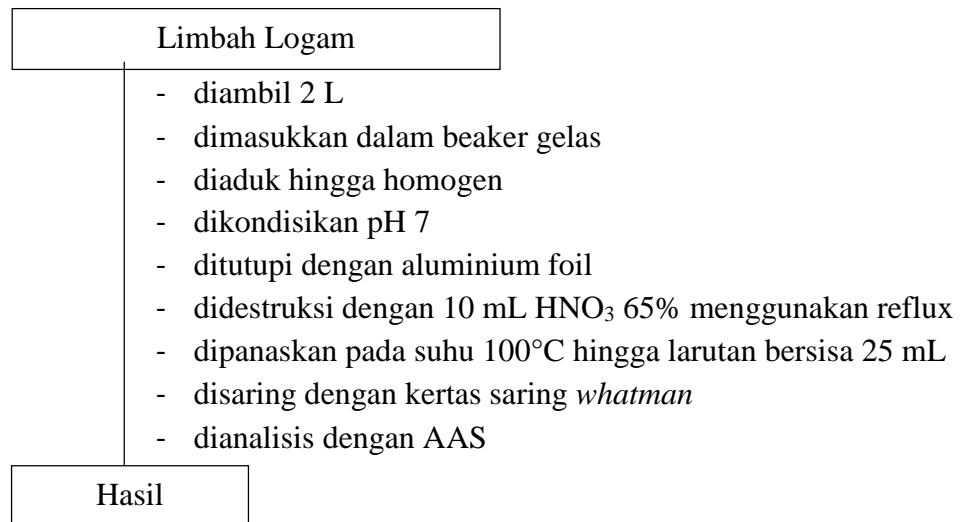
### 1. Preparasi Biosorben dan Demineralisasi Biosorben



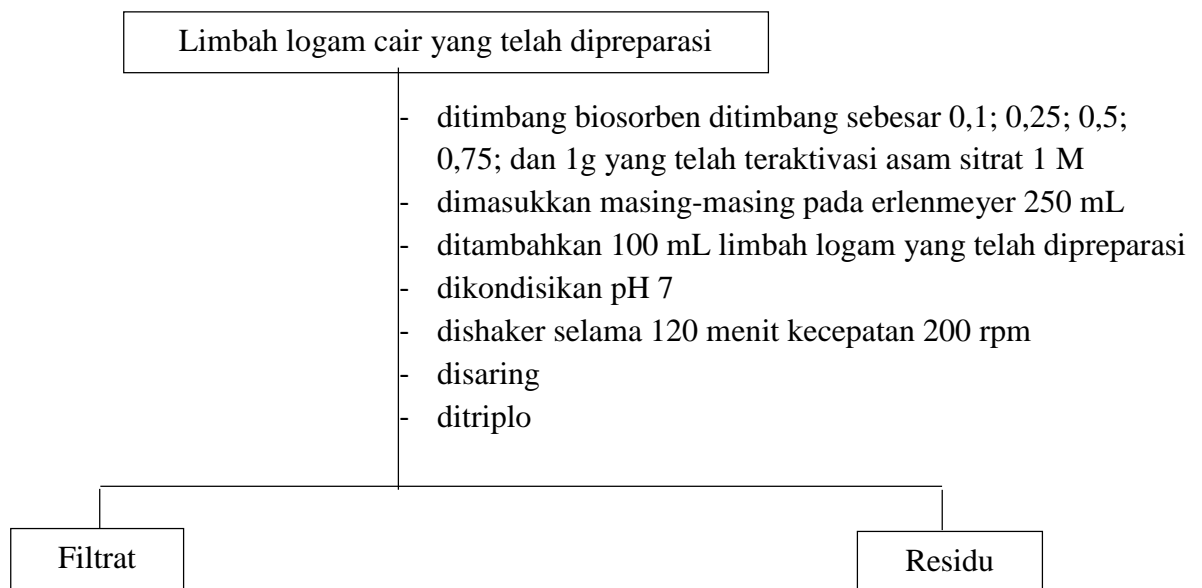
### 2. Modifikasi Biosorben Menggunakan Variasi Konsentrasi Asam Sitrat



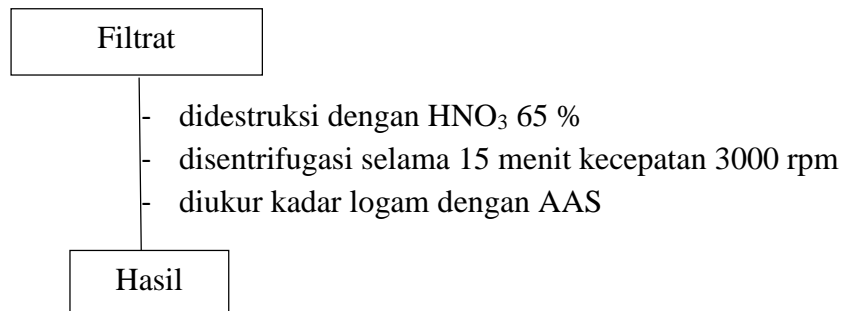
### 3. Preparasi Sampel Limbah Logam Laboratorium



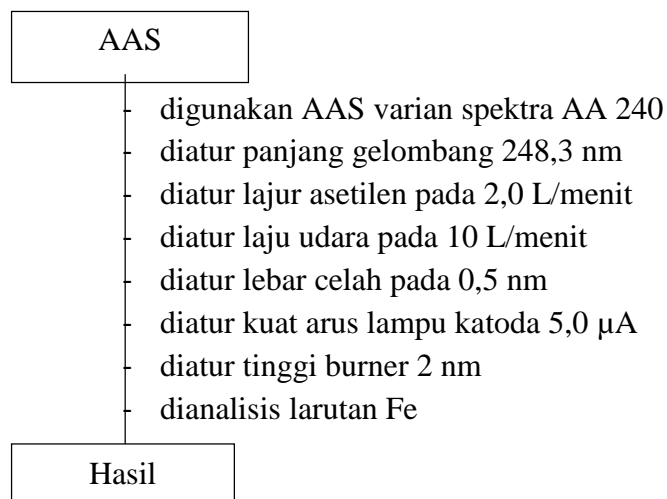
### 4. Adsorpsi Logam Fe dan Ni menggunakan Eceng Gondok Termodifikasi Asam Sitrat



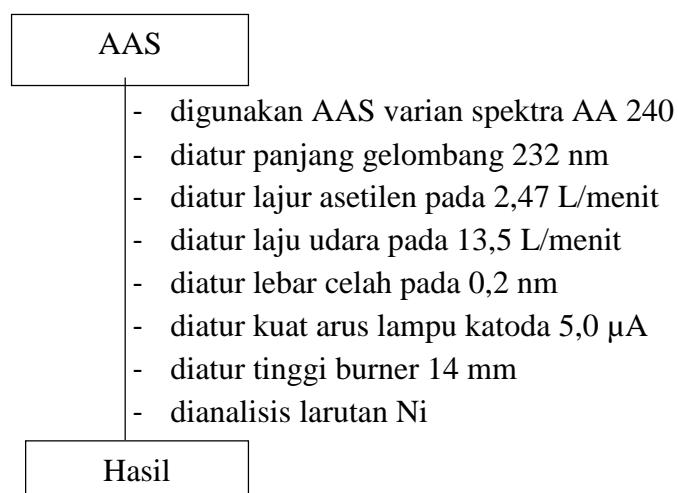
## 5. Penentuan Kadar Logam Ni dan Fe Menggunakan AAS



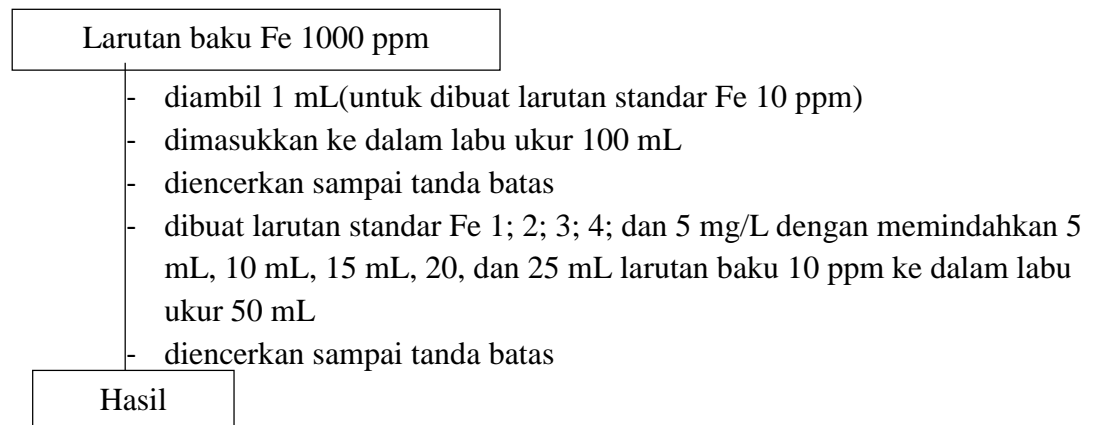
### 5.1 Kondisi Operasional Analisis Logam Fe menggunakan AAS



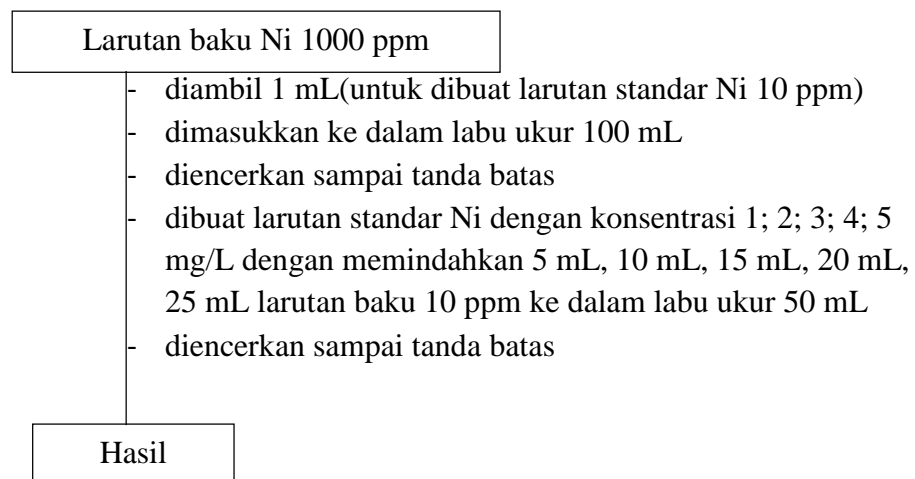
### 5.2 Kondisi Operasional Analisis Logam Ni menggunakan AAS



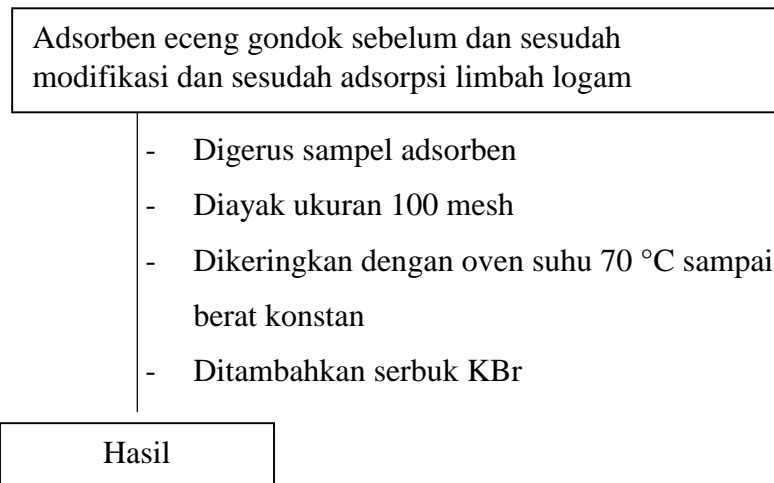
### 5.3 Pembuatan Kurva Standar Besi (Fe)



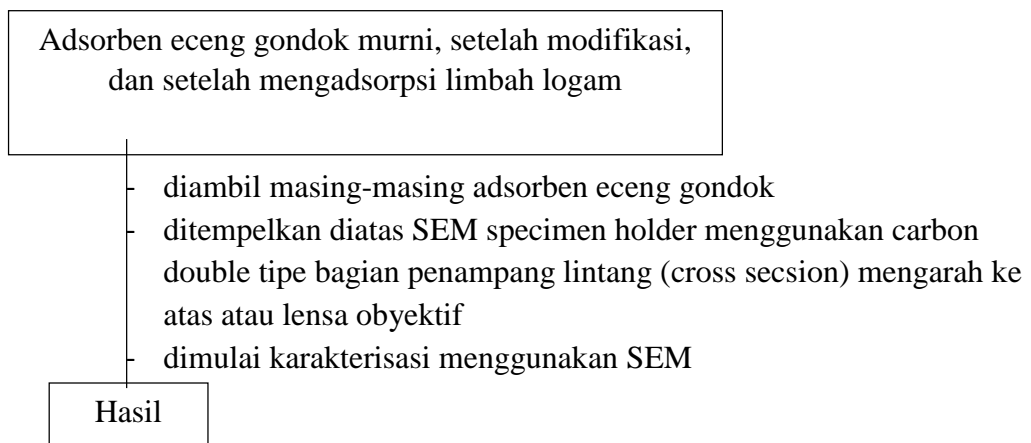
### 5.3 Pembuatan Kurva Standar Nikel (Ni)



## 6. Karakterisasi Adsorben Eceng Gondok dengan FTIR



## 7. Karakterisasi Biosorben Eceng Gondok Menggunakan SEM



### Lampiran 3. Perhitungan Pembuatan Reagen

#### 3.1. Larutan Asam Sitrat 0,5 M; 1 M; 1,5 M; 2 M; 2,5 M

Diket : Konsentrasi asam sitrat p.a = 99,5%

Massa jenis asam sitrat ( $\rho$ ) = 1,66 g/mL

Mr asam sitrat = 192 gr/mol

$$M = \frac{\% \times \rho \times 10}{Mr} = \frac{99,5 \% \times 1,66 \text{ g/mL} \times 10}{192 \text{ g/mol}} = 8,603 \text{ M}$$

- Jika akan dibuat asam sitrat 1 M dalam labu takar 100 mL maka dicari  $V_1$  dengan rumus :

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

$$8,603 \text{ M} \times V_1 = 1 \text{ M} \times 1000 \text{ mL}$$

$$V_1 = 116,2385 \text{ mL}$$

Dicari massa jika diketahui V, dengan rumus:

$$\rho = m/v$$

$$1,66 \text{ g/mL} = m / 116,2385 \text{ mL}$$

$$m = 1,66 \text{ g/mL} \times 116,2385 \text{ mL}$$

$$m = 192,95591 \text{ g}$$

Asam sitrat sebanyak 192,95591 g dilarutkan menggunakan aquades lalu dimasukkan kedalam labu takar 1000 mL. Kemudian ditandabatkan.

#### 3.2. Larutan HCl

Diket : Konsentrasi HCl = 37 %

Massa jenis HCl ( $\rho$ ) = 1,19 gr/mL

Mr asam sitrat = 36,5 gr/mol

$$M = \frac{\% \times \rho \times 10}{Mr} = \frac{37 \% \times 1,19 \text{ g/mL} \times 10}{36,5 \text{ g/mol}} = 12,06 \text{ M}$$

- Larutan HCl 0,1 M dalam 1000 mL

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

$$12,06 \text{ M} \times V_1 = 0,1 \text{ M} \times 1000 \text{ mL}$$

$$V_1 = 8,292 \text{ mL}$$

Larutan HCl pekat dipipet sebanyak 8,292 mL, dimasukkan ke dalam labu takar 1000 ml dan ditambahkan aquades hingga tanda batas

### 3.3 Pembuatan Larutan AgNO<sub>3</sub> 0,01 N

Diket : Mr AgNO<sub>3</sub> = 169,87 gr/mol

$$\text{Valensi} = 1$$

$$\text{Volume} = 0,05 \text{ L}$$

$$\text{Normalitas} = 0,01 \text{ N}$$

$$N = \frac{g}{Mr \times V} \times \text{Valensi}$$

$$0,01 \text{ N} = \frac{(g \times 1)}{169,87 \text{ gr/mol}} \times 0,05 \text{ L}$$

$$\begin{aligned} \text{gr} &= 0,01 \text{ N} \times 169,87 \text{ gr/mol} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 0,0849 \text{ gr} \end{aligned}$$

### 3.4. Pembuatan Larutan Standart Nikel (Ni)

Membuat larutan standar 10 mg/L, dari larutan stok 1000 mg/L

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

$$1000 \text{ mg/L} \times V_1 = 10 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ mL}}{1000 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 10 mg/L dibuat dari 1 mL larutan stok 1000 mg/L yang diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M dalam labu ukur 100 mL. 10 g/L menjadi beberapa sederetan larutan standar sebagai berikut:

a. Pembuatan larutan standar 1 mg/L dalam 50 mL

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

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 1 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mg/L}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 1 mg/L dibuat dari 5 mL larutan 10 mg/L yang diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

b. Pembuatan larutan standart 2 mg/L dalam 50 mL

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

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 2 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mg/L}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 2 mg/L dibuat dari 10 mL larutan 10 mg/L yang diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

c. Pembuatan larutan standart 3 mg/L dalam 50 mL

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

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 3 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mg/L}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 15 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 3 mg/L dibuat dari 15 mL larutan 10 mg/L yang diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

d. Pembuatan larutan standart 4 mg/L dalam 50 mL

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

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 4 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mg/L}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 20 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 4 mg/L dibuat dari 20 mL larutan 10 mg/L yang diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

e. Pembuatan larutan standart 5 mg/L dalam 50 mL

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

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 5 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mg/L}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 25 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 5 mg/L dibuat dari 25 mL larutan 10 mg/L yang diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M dalam labu ukur 50 mL

### 3.5 Pembuatan Kurva Standar Besi (Fe)

Membuat larutan standar 10 mg/L, dari larutan stok 1000 mg/L

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

$$1000 \text{ mg/L} \times V_1 = 10 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ mL}}{1000 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 10 mg/L dibuat dari 1 mL larutan stok 1000 mg/L yang diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M dalam labu ukur 100 mL. 10 g/L menjadi beberapa sederetan larutan standar sebagai berikut:

- a. Pembuatan larutan standar 1 mg/L dalam 50 mL

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

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 1 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mg/L}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 1 mg/L dibuat dari 5 mL larutan 10 mg/L yang diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

- b. Pembuatan larutan standart 2 mg/L dalam 50 mL

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

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 2 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mg/L}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 2 mg/L dibuat dari 10 mL larutan 10 mg/L yang diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

- c. Pembuatan larutan standart 3 mg/L dalam 50 mL

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

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 3 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mg/L}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 15 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 3 mg/L dibuat dari 15 mL larutan 10 mg/L yang diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

- d. Pembuatan larutan standart 4 mg/L dalam 50 mL

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

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 4 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mg/L}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 20 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 4 mg/L dibuat dari 20 mL larutan 10 mg/L yang diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

e. Pembuatan larutan standart 5 mg/L dalam 50 mL

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

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 5 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mg/L}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 25 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 5 mg/L dibuat dari 25 mL larutan 10 mg/L yang diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,5 M dalam labu ukur 50 mL

## Lampiran 4. Data Hasil Penelitian

### 4.1. Logam Ni

#### 4.1.1. Kurva standar Logam Ni

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kurva Standar Logam Ni dengan AAS

Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi
0	-0.0017
0.5	0.048
1	0.0934
1.5	0.1373
2	0.1666
2.5	0.1882

$$y = 0.0771x + 0.0089$$

$$R^2 = 0.9803$$

#### 4.1.2 Konsentrasi Logam Ni pada Limbah Laboratorium

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Ni pada Limbah Laboratorium dengan AAS

Jenis Limbah	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	FP	Konsentrasi X FP(mg/L)	Rata-Rata
Limbah murni (1)	0.1193	1.431	100	143.1	140.3
Limbah murni (2)	0.108	1.285	100	128.5	
Limbah murni (3)	0.124	1.492	100	149.2	
Limbah+NaOH (1)	0.0627	0.6977	100	69.77	66.70
Limbah+NaOH (2)	0.058	0.6368	100	63.68	
Limbah+NaOH (3)	0.0603	0.6666	100	66.66	

### 4.3 Hasil Adsorpsi Logam Ni pada Limbah Laboratorium dengan Variasi

#### Dosis

Tabel 4.3 Hasil Adsorpsi Logam Ni Menggunakan Adsorben Murni

Variasi Dosis	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	FP	Konsentrasi x FP (mg/L)	Rata-rata
0.25 gr	0.0585	0.643	100	64.33	
0.25 gr	0.0576	0.631	100	63.16	63.68
0.25 gr	0.0579	0.635	100	63.55	
0.5 gr	0.0575	0.630	100	63.03	
0.5 gr	0.0592	0.652	100	65.23	64.59
0.5 gr	0.0594	0.654	100	65.49	
1 gr	0.0612	0.678	100	67.83	
1 gr	0.0613	0.679	100	67.96	67.01
1 gr	0.0592	0.652	100	65.23	
1.5 gr	0.0566	0.618	100	61.86	
1.5 gr	0.0571	0.625	100	62.51	62.30
1.5 gr	0.0571	0.625	100	62.51	
2 gr	0.0607	0.671	100	67.18	
2 gr	0.0607	0.671	100	67.18	66.36
2 gr	0.0588	0.647	100	64.72	

Tabel 4.4 Hasil Adsorpsi Logam Ni Menggunakan Adsorben Modifikasi

Variasi Dosis	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	FP	Konsentrasi x FP (mg/L)	Rata-rata
0.25 gr	0.0561	0.612	100	61.21	
0.25 gr	0.0534	0.577	100	57.71	58.84
0.25 gr	0.0533	0.575	100	57.58	
0.5 gr	0.0524	0.564	100	56.42	
0.5 gr	0.0531	0.573	100	57.32	56.63
0.5 gr	0.0522	0.561	100	56.16	
1 gr	0.0495	0.526	100	52.65	
1 gr	0.0487	0.516	100	51.62	51.53
1 gr	0.0477	0.503	100	50.32	
1.5 gr	0.0337	0.321	100	32.16	
1.5 gr	0.0359	0.350	100	35.01	33.54
1.5 gr	0.0347	0.334	100	33.46	
2 gr	0.0493	0.523	100	52.39	
2 gr	0.047	0.494	100	49.41	50.88
2 gr	0.0481	0.508	100	50.84	

#### 4.4 Presentase Penurunan Konsentrasi Logam Ni sebelum dan sesudah adsorpsi

Tabel 4.5 Konsentrasi logam Ni sebelum dan sesudah adsorpsi dengan variasi dosis adsorben

Dosis Eceng Gondok (g)	Konsentrasi Logam (mg/L)		% Teradsorpsi	
	EG Murni	EG Modif	EG Murni	EG Modif
0	66,70	66,70	-	-
0,25	63,68	58,84	4,52 %	11,78 %
0,5	64,59	56,63	3,16 %	15,09 %
1	67,01	51,53	-0,46 %	22,74 %
1,5	62,30	33,54	6,59 %	49,71 %
2	66,36	50,88	0,50 %	23,71 %

Keterangan = 0 g adalah limbah tanpa adsorben atau konsentrasi awal logam

#### % Teradsorpsi

$$= \left( \frac{\text{kons.limbah awal} - \text{kons.limbah akhir}}{\text{kons.limbah awal}} \right) \times 100\%$$

#### % teradsorpsi logam Ni (EG murni)

##### ● 0,25 g

$$= \left( \frac{66,70 - 63,68}{66,70} \right) \times 100\%$$

$$= 4,527\%$$

##### ● 0,5 g

$$= \left( \frac{66,70 - 64,59}{66,70} \right) \times 100\%$$

$$= 3,163\%$$

##### ● 1 g

$$= \left( \frac{66,70 - 67,01}{66,70} \right) \times 100\%$$

$$= -0,464\%$$

- **1,5 g**

$$= \left( \frac{66,70 - 62,30}{66,70} \right) \times 100\%$$

$$= 6,596\%$$

- **2 g**

$$= \left( \frac{66,70 - 66,36}{66,70} \right) \times 100\%$$

$$= 0,509\%$$

**% teradsorpsi logam Ni (EG modif)**

- **0,25 g**

$$= \left( \frac{66,70 - 58,84}{66,70} \right) \times 100\%$$

$$= 11,78\%$$

- **0,5 g**

$$= \left( \frac{66,70 - 56,63}{269,2} \right) \times 100\%$$

$$= 15,09\%$$

- **1 g**

$$= \left( \frac{66,70 - 51,53}{66,70} \right) \times 100\%$$

$$= 22,74\%$$

- **1,5 g**

$$= \left( \frac{66,70 - 33,54}{66,70} \right) \times 100\%$$

$$= 49,71\%$$

- **2 g**

$$= \left( \frac{66,70 - 50,88}{66,70} \right) \times 100\%$$

$$= 23,71\%$$

## 4.2 Logam Fe

### 4.2.1 Kurva standar Logam Fe

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Kurva Standar Logam Fe dengan AAS

Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi
0	0.0006
1	0.094
2	0.15
3	0.2238
4	0.2879
5	0.3601

$$y = 0.0701x + 0.0109$$

$$R^2 = 0.9966$$

### 4.2.2 Konsentrasi Logam Fe pada Limbah Laboratorium

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Fe pada Limbah Laboratorium dengan AAS

Jenis Limbah	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	FP	Konsentrasi Sebenarnya (mg/L)	Rata-Rata
Limbah murni (1)	0.3633	5.027	100	502.7	462.4
Limbah murni (2)	0.3304	4.557	100	455.7	
Limbah murni (3)	0.3115	4.288	100	428.8	
Limbah+NaOH (1)	1,09	15,393			15,094
Limbah+NaOH (2)	1,0428	14,720			
Limbah+NaOH (3)	1,0743	15,169			

### 4.2.3 Hasil Adsorpsi Logam Fe pada Limbah Laboratorium dengan Variasi

#### Dosis

Tabel 4.8 Hasil Adsorpsi Logam Fe Menggunakan Adsorben Murni

Variasi Dosis	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Rata-rata
0.25 g	0.1393	1,831	
0.25 g	0.1128	1.453	1.464
0.25 g	0.0886	1.108	
0.5 g	0.0808	0,997	
0.5 g	0.0643	0,761	1,017
0.5 g	0.1017	1,295	
1 g	0.0595	0.693	
1 g	0.1377	1.808	1.126
1 g	0.0723	0.875	
1.5 g	0.1304	1.704	
1.5 g	0.0681	0.815	1.263
1.5 g	0.0999	1.269	
2 g	0.3636	5.031	
2 g	0.271	3.710	4.547
2 g	0.3545	4.901	

Tabel 4.9 Hasil Adsorpsi Logam Fe Menggunakan Adsorben Modifikasi

Variasi Dosis	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Rata-rata
0.25 g	0.1062	1.359	
0.25 g	0.0934	1.176	1.216
0.25 g	0.0889	1.112	
0.5 g	0.0803	0.99	
0.5 g	0.0828	1.025	1
0.5 g	0.08	0.985	
1 g	0.0932	1.174	
1 g	0.0639	0,756	0,890
1 g	0.0628	0.740	
1.5 g	0.0456	0.495	
1.5 g	0.0664	0.791	0.636
1.5 g	0.0546	0.623	
2 g	0.1237	1.609	
2 g	0.0444	0.477	1.128
2 g	0.102	1.299	

#### 4.2.4 Presentase Penurunan Konsentrasi Logam Fe sebelum dan sesudah adsorpsi

Tabel 4.10 Konsentrasi logam Fe sebelum dan sesudah adsorpsi dengan variasi dosis adsorben

Dosis Eceng Gondok (g)	Konsentrasi Logam (mg/L)		% Teradsorpsi	
	EG Murni	EG Modif	EG Murni	EG Modif
0 g	15,094	15,094	-	-
0,25 g	1,464	1,216	90,30 %	91,94 %
0,5 g	1,017	1,000	93,26 %	93,37 %
1 g	1,126	0,890	92,54 %	94,10 %
1,5 g	1,263	0,636	91,63 %	95,77 %
2 g	4,547	1,128	69,87 %	92,52 %

Keterangan = 0 g adalah limbah tanpa adsorben atau konsentrasi awal logam

#### % Teradsorpsi

$$= \left( \frac{\text{kons.limbah awal} - \text{kons.limbah akhir}}{\text{kons.limbah awal}} \right) \times 100\%$$

#### % teradsorpsi logam Fe (EG murni)

##### ● 0,25 g

$$= \left( \frac{15,094 - 1,464}{15,094} \right) \times 100\%$$

$$= 90,30\%$$

##### ● 0,5 g

$$= \left( \frac{15,094 - 1,017}{15,094} \right) \times 100\%$$

$$= 93,26\%$$

##### ● 1 g

$$= \left( \frac{15,094 - 1,126}{15,094} \right) \times 100\%$$

$$= 92,54\%$$

- **1,5 g**

$$= \left( \frac{15,094 - 1,263}{15,094} \right) \times 100\%$$

$$= 91,63\%$$

- **2 g**

$$= \left( \frac{15,094 - 4,547}{15,094} \right) \times 100\%$$

$$= 69,87\%$$

**% teradsorpsi logam Fe (EG modif)**

- **0,25 g**

$$= \left( \frac{15,094 - 1,216}{15,094} \right) \times 100\%$$

$$= 91,94\%$$

- **0,5 g**

$$= \left( \frac{15,094 - 1,000}{15,094} \right) \times 100\%$$

$$= 93,37\%$$

- **1 g**

$$= \left( \frac{15,094 - 0,890}{15,094} \right) \times 100\%$$

$$= 94,10\%$$

- **1,5 g**

$$= \left( \frac{15,094 - 0,636}{15,094} \right) \times 100\%$$

$$= 95,77\%$$

- **2 g**

$$= \left( \frac{15,094 - 1,128}{15,094} \right) \times 100\%$$

$$= 92,52\%$$

**Lampiran 5. Dokumentasi**

Eceng gondok sesudah dijemur



Eceng gondok setelah penggilingan



Proses demineralisasi



Modifikasi dengan Asam Sitrat 0,1 M



Adsorben Eceng Gondok Murni



Adsorben Eceng Gondok Demineralisasi



Adsorben setelah modifikasi



Adsorben setelah adsorpsi limbah



Limbah murni sebelum destruksi



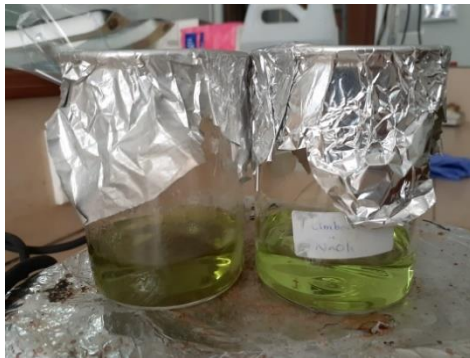
Limbah murni sesudah dekruksi



Proses uji pH limbah



Limbah setelah ditambah NaOH



Limbah + NaOH sebelum didekstruksi



Limbah + NaOH sesudah didekstruksi



Proses adsorpsi limbah logam



Filtrat hasil adsorpsi oleh adsorben