

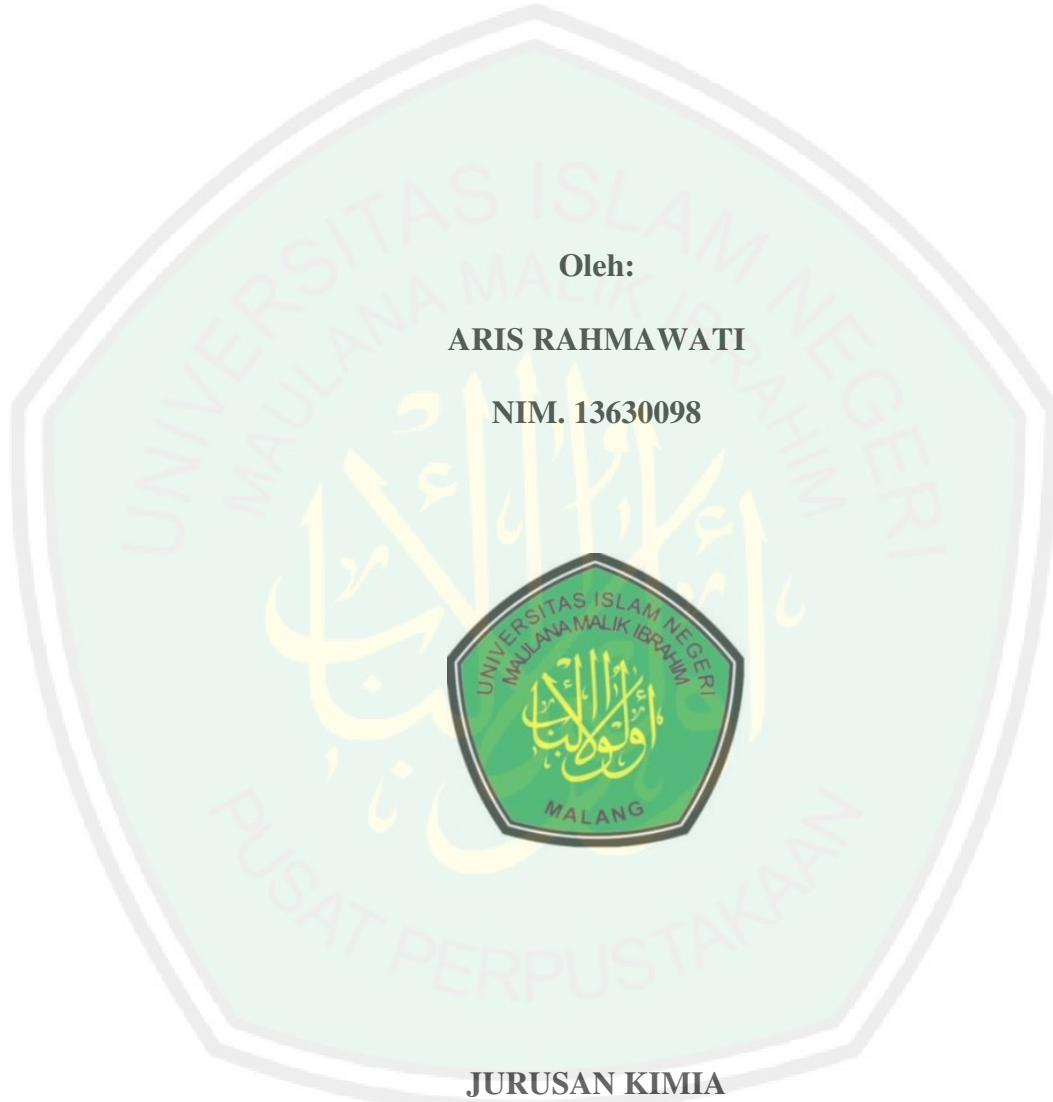
**ADSORPSI LOGAM TIMBAL (Pb) MENGGUNAKAN ADSORBEN
ECENG GONDOK (*Eichhornia Crassipes*) TERMODIFIKASI ASAM
SITRAT**

SKRIPSI

Oleh:

ARIS RAHMAWATI

NIM. 13630098



JURUSAN KIMIA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM

MALANG

2020

**ADSORPSI LOGAM TIMBAL (Pb) MENGGUNAKAN ADSORBEN
ECENG GONDOK (*Eichhornia Crassipes*) TERMODIFIKASI ASAM
SITRAT**

SKRIPSI

Oleh:
ARIS RAHMAWATI
NIM. 13630098

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)

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

ADSORPSI LOGAM TIMBAL (Pb) MENGGUNAKAN ADSORBEN
ECENG GONDOK (*Eichhornia Crassipes*) TERMODIFIKASI ASAM
SITRAT

SKRIPSI

Oleh:
ARIS RAHMAWATI
NIM. 13630098

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 26 Juni 2020

Pembimbing I

Suci Amalia, M.Sc
NIP. 19821104 200901 2 007

Pembimbing II

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

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

**ADSORPSI LOGAM TIMBAL (Pb) MENGGUNAKAN ADSORBEN
ECENG GONDOK (*Eichhornia Crassipes*) TERMODIFIKASI ASAM
SITRAT**

SKRIPSI

Oleh:
ARIS RAHMAWATI
NIM. 13630098

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 26 Juni 2020

Penguji Utama	: Elok Kamilah Hayati, M.Si NIP. 19760611 200501 2 006	(.....)
Ketua Penguji	: Rif'atul Mahmudah, M.Si NIDT. 19830125 201608 01 2 068	(.....)
Sekretaris Penguji	: Suci Amalia, M.Sc NIP. 19821104 200901 2 007	(.....)
Anggota Penguji	: Ahmad Hanapi, M.Sc NIDT. 19851225 20160801 1 069	(.....)

Mengesahkan,
Ketua Jurusan

Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aris Rahmawati

NIM : 13630098

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul penelitian : “Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Adsorben
Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Termodifikasi
Asam Sitrat “

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang 15 Juni 2020

Yang membuat pernyataan,



Aris Rahmawati
NIM.13630098

LEMBAR PERSEMBAHAN

“Untuk mamaku Heri Witanti

wanita nomor satu di dunia dan di akhirat.

Insyallah, semoga esok lusa kita akan bertemu kembali”



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil 'Alamin, segala puji bagi Allah Penguasa alam semesta atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul **“Adsorpsi Logam Timbal (Pb) menggunakan Adsorben Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Termodifikasi Asam Sitrat ”** dapat terselesaikan dengan baik dan harapan adanya perbaikan untuk hasil maksimal. Semoga sholawat serta keselamatan yang berlimpah selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Laporan hasil penelitian ini tentunya tidak terlepas dari kekurangan dan kesalahan, adanya beberapa hambatan dan keterbatasan pengetahuan penulis, namun dalam penulisan ini selalu ada dukungan secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu dan Ayah atas kasih sayang dan doa yang senantiasa menyertai.
2. Ibu Suci Amalia, M.Sc., Ibu Rif'atul Mahmudah, M.Si., Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini.
3. Ibu Elok Kamilah hayati, M.Si selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang .
4. Segenap Bapak dan Ibu Laboran Laboratorium Jurusan Kimia yang telah memberikan pelayanan selama proses penelitian.
5. Teman-teman tim penelitian yang telah memberikan semangat dan motivasi selama penelitian sampai penyusunan laporan hasil penelitian ini.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu dimana telah membantu dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini.

Demikian ucapan terima kasih yang dapat disampaikan. Penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan dan keterbatasan dalam laporan hasil penelitian ini. Kritik dan saran diharapkan untuk perbaikan laporan ini agar dapat menjadi naskah skripsi yang baik dan bermanfaat.

Malang, 8 Mei 2020

Penulis



DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
المخلص	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan.....	6
1.4 Manfaat.....	6
1.5 Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Logam Timbal	8
2.2 Adsorpsi.....	8
2.3 Eceng Gondok Sebagai Adsorben.....	9
2.4 Selulosa Pada Eceng Gondok.....	10
2.5 Demineralisasi	11
2.6 Modifikasi Selulosa Menggunakan Asam Sitrat	12
2.6.1 Mekanisme Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Oleh Selulosa Termodifikasi Asam Sitrat	14
2.7 Prinsip Analisis Logam Timbal (Pb) Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA).....	15
2.8 Uji ANOVA	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.2.1 Alat	18
3.2.2 Bahan	18
3.3 Tahapan Penelitian	18
3.4 Tahapan Penelitian	19
3.5 Cara Kerja.....	19
3.5.1. Preparasi Eceng Gondok	19

3.5.2. Demineralisasi Biosorben Eceng Gondok menggunakan HCl 0,1 M.....	19
3.5.3. Modifikasi Biosorben Eceng Gondok menggunakan Asam Sitrat..	20
3.5.4. Pembuatan Larutan Stok Logam Timbal (Pb).....	20
3.5.5. Pembuatan Kurva Standar Logam Timbal (Pb)	21
3.5.6. Kondisi Operasional Analisis Logam Timbal (Pb) menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA)	21
3.5.7. Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Oleh Biosorben Eceng Gondok dengan Variasi pH.	21
3.5.8. Karakterisasi Biosorben Eceng Gondok menggunakan FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>).....	22
3.6 Analisis Data	22
BAB IV PEMBAHASAN	
4.1 Preparasi Eceng Gondok	24
4.2 Demineralisasi Eceng Gondok	24
4.3 Pembuatan Kurva Standart Pb.....	25
4.4 Modifikasi Biosorben Eceng Gondok menggunakan Asam Sitrat.....	26
4.5 Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Sitrat Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb).....	30
4.6 Karakterisasi Biosorben Eceng Gondok Termodifikasi Asam Sitrat dan Setelah Adsorpsi Menggunakan FTIR	31
4.7 Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb).....	32
4.8 Uji ANOVA	35
4.9 Intergrasi Penelitian.....	36
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Eceng Gondok	10
Gambar 2.3 Rumus Molekul Asam Sitrat	12
Gambar 2.5 Skema umum atomisasi timbal (Pb).....	15
Gambar 4.1 Kurva standar larutan timbal	25
Gambar 4.2 Mekanisme reaksi esterifikasi selulosa dengan asam sitrat	27
Gambar 4.3 Spektra FTIR eceng gondok (a) murni (EGM), (b) demineralisasi (EGD), (c) EGA 0,5 M, (d) EGA 1,0 M, dan (e) EGA 1,5 M.....	28
Gambar 4.3 Grafik presentase variasi asam sitrat termodifikasi asam sitrat 0,5 M; 1,0 M; 1,5 M dan eceng gondok murni.	30
Gambar 4.4 Spektra FTIR EGA 0,5 M dan setelah adsorpsi logam timbal.....	31
Gambar 4.5 Grafik presentase adsorpsi logam timbal EGM 0,5 M terhadap variasi pH	33



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Karakterisasi FTIR	29
Tabel 4.2 Hasil uji normalitas variasi asam sitrat	35
Tabel 4.3 Hasil uji normalitas variasi pH.....	35
Tabel 4.4 Hasil Uji ANOVA <i>One Way</i> variasi asam sitrat	35
Tabel 4.5 Hasil uji One Way ANOVA pH	36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Diagram Alir.....	45
Lampiran 2 Perhitungan.....	48
Lampiran 3 Data Hasil Penelitian	54
Lampiran 4 Dokumentasi.....	56



ABSTRAK

Rahmawati, Aris. 2020. **ADSORPSI LOGAM TIMBAL (Pb) MENGGUNAKAN ADSORBEN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) TERMODIFIKASI ASAM SITRAT**. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maliki Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing 1: Suci Amalia, M.Sc., Pembimbing II: A. Hanapi, S.Si., M.Sc., Konsultan: Rif'atul Mahmudah, M.Si

Kata kunci : Eceng Gondok, asam sitrat, pH, logam Pb

Logam timbal merupakan logam berat yang bersifat toksik yang dapat menyebabkan gangguan pada organ tubuh makhluk hidup. Timbal banyak terdapat diperairan, seperti sungai yang menjadi tempat pembuangan limbah cair rumah tangga maupun industri. Upaya yang dilakukan untuk mengurangi kadar logam timbal berlebih dengan memanfaatkan eceng gondok sebagai biosorben. Gugus aktif dalam eceng gondok yang berupa hidroksil (-OH) memiliki kemampuan untuk menyerap logam timbal (Pb). Eceng gondok di demineralisasi menggunakan HCL 0,1 M untuk menghilangkan pengotor pada permukaan. Peningkatan kemampuan adsorpsi eceng gondok dengan cara modifikasi asam sitrat variasi konsentrasi 0,5; 1,0; dan 1,5 M. Proses adsorpsi logam timbal dengan variasi pH 4, 5, 6, 7, dan 8.

Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan kemampuan adsorpsi eceng gondok optimum pada aceng gondok termodifikasi asam sitrat 0,5 M pada pH optimum 7 sebesar 99,71 %. Karakterisasi eceng gondok termodifikasi asam sitrat menggunakan FTIR menunjukkan puncak baru pada bilangan gelombang 1730 cm^{-1} yang merupakan gugus ester.

ABSTRACT

Rahmawati, Aris. 2020. **ADSORPTION OF LEAD METALS (Pb) BY WATER HYACINT ADSORBENT (Eichhornia crassipes) MODIFIED CITRIC ACID**. Thesis. Department of Chemistry Faculty of Science and Technology UIN Maliki Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor 1: Suci Amalia, M.Sc., Advisor II: A. Hanapi, M.Sc., Consultant: Rif'atul Mahmudah, M.Sc

keyword : Water Hyacint, Citric Acid, pH, Lead Metal

Lead metal is a heavy metal that is toxic that can cause interference with the organs of living things. There is a lot of lead in waters, such as rivers which are a place for disposal of household and industrial liquid waste. Efforts are made to reduce the levels of excess lead by utilizing water hyacinth as a biosorbent. The active group in water hyacinth in the form of hydroxyl (-OH) has the ability to absorb lead metal (Pb). Water hyacinth is demineralized using HCL 0.1 M to remove impurities on the surface. Increasing the ability of water hyacinth adsorption by modifying citric acid concentration variation of 0.5; 1,0; and 1.5 M. Lead metal adsorption processes with a pH variation of 4, 5, 6, 7, and 8.

The results obtained showed the optimum ability of water hyacinth adsorption on citric acid modified water hyacinth 0.5 M at optimum pH 7 of 99.71%. Characterization of water hyacinth modified with citric acid using FTIR showed a new peak at wave number 1730 cm^{-1} which is an ester group.

الملخص

رحمواتي ، أريس. 2020. إمتصاص المعادن المؤقتة (Pb) باستخدام ثرجتر (*Eichhornia crassipes*) مصنع حمض سيتراتي معدل. أطروحة. قسم الكيمياء بكلية العلوم والتكنولوجيا الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المستشار 1: سوسي أماليا ، ماجستير ، المستشار الثاني: أ. هانا بي ، ماجستير ، ماجستير ، استشاري: رفعت محمود ، ماجستير

الكلمات المفتاحية: صفيير الماء ، حمض الستريك ، الأس الهيدروجيني ، معدن الرصاص معدن الرصاص معدن ثقيل سام يمكن أن يسبب تداخلاً مع أعضاء الكائنات الحية. هناك الكثير من الرصاص في المياه ، مثل الأنهار التي هي مكان للتخلص من النفايات السائلة المنزلية والصناعية. تُبذل الجهود لتقليل مستويات الرصاص الزائد عن طريق استخدام صفيير الماء كماصف حيوي. المجموعة النشطة في صفيير الماء على شكل هيدروكسيل ($-OH$) لديها القدرة على امتصاص معدن الرصاص (Pb). صفيير الماء منزوع المعادن باستخدام HCl 0,1 M لإزالة الشوائب على السطح. زيادة قدرة امتزاز صفيير الماء عن طريق تعديل تباين تركيز حمض الستريك بنسبة 0.5 ؛ 1،0 ؛ و 1.5 م. عمليات امتزاز معدن الرصاص مع اختلاف درجة الحموضة من 4 و 5 و 6 و 7 و 8. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها القدرة المثلى لامتصاص صفيير الماء على صفيير الماء المعدل من حمض الستريك 0.5 م عند الرقم الهيدروجيني الأمثل 7 بنسبة 99.71%. أظهر توصيف صفيير الماء المعدل بحمض الستريك باستخدام FTIR ذروة جديدة عند الموجة رقم 1730 سم⁻¹ وهي مجموعة استر.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam timbal (Pb) merupakan logam berat yang bersifat toksik yang dapat menyebabkan gangguan pada organ tubuh makhluk hidup (Purnomo, 2007). Keberadaan timbal di lingkungan umumnya berasal dari polusi kendaraan bermotor, limbah industri, rumah tangga (*domestic wastewater*), dan hasil penambangan. Logam timbal di perairan merupakan suatu masalah yang perlu mendapat perhatian khusus, karena logam timbal dapat berpengaruh buruk terhadap seluruh organisme yang ada di perairan dan dapat terakumulasi dalam rantai makanan (Sahara, 2009). Sifat toksik logam berat serta masuknya logam berat ke badan air dapat mempengaruhi kualitas air. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 115 tahun 2003 tentang pedoman penentuan status mutu air, baku mutu Pb di air ialah 0,03 ppm.

Senyawa atau ion-ion timbal (Pb) yang masuk ke perairan, mengakibatkan konsentrasi timbal (Pb) dalam perairan melebihi konsentrasi yang semestinya, sehingga dapat mengakibatkan kematian bagi biota perairan (Palar, 2004). Konsentrasi Pb yang mencapai 188 ppm dapat membunuh ikan-ikan, bila pada badan perairan dimana biota itu berada terlarut Pb pada konsentrasi 2,75-49 ppm dan terpapar selama 245 jam akan menyebabkan kematian pada *Crustacea* sedangkan pada konsentrasi Pb yang terlarut sebesar 3,5-64 ppm yang terpapar selama 168-336 jam akan menyebabkan kematian insekta.

Allah berfirman pada QS Ar-rum ayat 41-42 yang berbunyi :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي
عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ٤١ قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ
مِن قَبْلَ كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُشْرِكِينَ ٤٢

Artinya:

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar) (41). Katakanlah “Adakanlah perjalanan di muka bumi dan perhatikanlah bagaimana kesudahan orang-orang yang terdahulu. Kebanyakan dari mereka itu adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah)(42)”

Ayat tersebut menjelaskan agar manusia tidak berbuat kerusakan terhadap lingkungannya, sebagai khalifah di bumi harus menjaga lingkungan dan melestarikan lingkungan untuk kebaikan kelangsungan hidup manusia. Salah satunya dengan cara mengolah atau memperbaiki kualitas limbah yang mengandung logam berat sebelum dibuang ke lingkungan sehingga meminimalisir kerusakan atau pencemaran lingkungan. Banyak metode yang telah dikembangkan untuk menurunkan kadar logam berat dari badan perairan, misalnya metode pengendapan, evaporasi, elektrokimia, dan dengan cara penyerapan bahan pencemar oleh adsorben baik berupa resin sintetik maupun karbon aktif (Lopes, 1997; Giequel, dkk., 1997).

Metode adsorpsi merupakan salah satu metode yang sangat efisien untuk menurunkan kandungan logam berat karena memiliki konsep yang lebih sederhana dan juga ekonomis (Lelifajri, 2010). Adsorben yang digunakan berupa biomassa yang diperoleh dari tumbuhan yang telah mati sebagai pengikat ion logam (Gamez, dkk., 1999). Penggunaan biomassa bersifat *biodegradable* sehingga ramah lingkungan, selain murah merupakan metode yang efektif

dalam mengikat ion logam berat, baik anionik maupun kationik, bahkan pada konsentrasi ion logam yang sangat rendah. Umumnya kandungan senyawa biomassa berupa makromolekul alami yaitu selulosa (Tangio, 2013). Selulosa memiliki gugus fungsi gugus karboksil dan hidroksil yang dapat melakukan pengikatan dengan ion logam (Ibbet, dkk., 2006). Salah satunya tumbuhan eceng gondok (Mahmood, 2010).

Eceng gondok memiliki kelebihan karena kemampuannya menyerap bahan terlarut dan tersuspensi dari air, sehingga perairan dapat terbersihkan dari polutan khususnya dari cemaran limbah logam berat dan mengakumulasi logam berat (Ingole, 2003; Mahamadi, 2011; Herianto, 2003; Hasim, 2003). Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh kandungan selulosa pada eceng gondok sebesar 64,51% (Joedibroto, 1983) dan 72,63% (Wilbraham, 1992). Ahmed (2012) melaporkan bahwa kandungan kimia serat eceng gondok terdiri atas 60 % selulosa, 8 % hemiselulosa dan 17 % lignin. Penelitian yang dilakukan oleh Herianti (2015) menyatakan bahwa pemeriksaan FTIR biosorben eceng gondok menunjukkan adanya serapan di daerah bilangan gelombang 3404 cm^{-1} dan 2920 cm^{-1} yang masing – masing menunjukkan keberadaan gugus $-\text{OH}$ dan $-\text{CH}$ yang merupakan gugus fungsi utama selulosa.

Eceng gondok yang bersifat sebagai adsorben alami, sehingga sebelum digunakan sebagai adsorben diperlukan demineralisasi menggunakan larutan asam yaitu HCl (Guzrizal, 2006). Peningkatan kapasitas adsorpsi oleh sekam padi sebelum dan sesudah demineralisasi HCl yang dilakukan Wardalia (2016) dari 66% menjadi 71,8%. Menurut Rakhmania (2017) bahwa HCl akan bekerja dengan melarutkan mineral-mineral anorganik pada adsorben sehingga mengaktifkan

kembali gugus fungsi pada selulosa hidroksil (-OH) dan asam karboksilat (-COOH).

Setelah didemineralisasi eceng gondok dimodifikasi menggunakan asam sitrat bertujuan untuk mendapat kinerja penyerapan adsorben yang tinggi. Menurut Ma'rifah (2018) reaksi yang terjadi dalam antara asam sitrat dan selulosa batang jagung adalah reaksi esterifikasi, dimana gugus karboksilat pada asam sitrat bereaksi dengan gugus hidroksi pada selulosa eceng gondok yang menghasilkan gugus ester. Modifikasi dengan asam sitrat bertujuan untuk menambah gugus aktif dalam selulosa yang aktif terhadap logam, sehingga diharapkan semakin banyak gugus aktif maka akan semakin meningkat ikatan gugus aktif tersebut dengan ion logam.

Ramos (2011) menggunakan tongkol jagung termodifikasi variasi asam sitrat 0,5; 1,0; dan 1,5 M untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi logam Cd diperoleh hasil kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 42,9 mg/g ditunjukkan ketika konsentrasi asam sitrat 1,0 mol/L pada pH 7 dan kapasitas adsorpsi tongkol jagung termodifikasi berbanding lurus dengan konsentrasi gugus karboksilat. Sementara itu Siswoyo (2017) melakukan peningkatan kapasitas adsorpsi *methylene blue* oleh eceng gondok sebelum dan sesudah modifikasi asam sitrat dengan konsentrasi 1,3 M sebesar 261 mg/g menjadi 320 mg/g pada pH optimum 6. Pitsari (2017) melakukan penyerapan logam timbal menggunakan bubuk kertas termodifikasi asam sitrat dengan konsentrasi 0,5 dan 1,0 M diperoleh nilai kapasitas maksimum 25,71 mg/g pada konsentrasi 0,5 M dan 34,6 mg/g pada konsentrasi 1 M pada pH optimum 6.

Proses adsorpsi ion logam menggunakan biomassa tumbuhan dipengaruhi oleh pH (Gardea, dkk.,1996) efisien adsorpsi optimum untuk ion logam terjadi pada pH 5-6. Julhim (2010) melakukan penelitian dengan menginteraksikan eceng gondok sebesar 0,1 gram dengan 25 ml sampel logam timbal selama 60 menit pada variasi pH 3-8 diperoleh adsorpsi maksimal 134,87 ppm pada pH optimum 5. Sementara itu penelitian yang dilakukan oleh Komari (2012) melakukan penyerapan logam timbal menggunakan biomassa alang-alang dengan variasi pH 2-6 diperoleh logam yang teradsorpsi 98,62 % pada pH optimum 5.

Berdasarkan kajian di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian kemampuan biosorben eceng gondok teraktivasi HCl 0,1 M. Penggunaan HCl dengan konsentrasi di atas 0,1 M dapat merusak biomassa (Susanti, dkk.,2004), selanjutnya dimodifikasi menggunakan variasi asam sitrat 0,5 ; 1,0 ; dan 1,5 M dan variasi pH 4 , 5 , 6, 7 dan 8 sebagai biosorben Pb (timbal). Analisis konsentrasi logam timbal diukur menggunakan AAS (Adsorption Atomic Spectrofotometer) karena sangat efektif untuk menganalisis zat pada konsentrasi rendah dan sangat spesifik, logam-logam yang membentuk campuran kompleks dapat dianalisis (Khopkar, 2003), selanjutnya sampel hasil dari perlakuan adsorben sebelum, sesudah demineralisasi dan adsorpsi optimum pada logam timbal (Pb) dikarakterisasi menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada adsorben eceng gondok.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi biosorben termodifikasi asam sitrat pada eceng gondok terhadap penurunan kadar logam timbal (Pb)?
2. Bagaimana pengaruh pH pada eceng gondok terhadap penurunan kadar logam timbal (Pb)?
3. Bagaimana karakterisasi yang dihasilkan adsorben eceng gondok sesudah modifikasi asam sitrat dengan menggunakan FTIR (*Fourier Transform InfraRed*)?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam sitrat pada eceng gondok terhadap penurunan kadar logam timbal (Pb).
2. Untuk mengetahui pengaruh pH pada eceng gondok terhadap penurunan kadar logam timbal (Pb).
3. Untuk mengetahui karakterisasi yang dihasilkan adsorben eceng gondok sesudah modifikasi asam sitrat dengan menggunakan FTIR (*Fourier Transform InfraRed*).

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai potensi eceng gondok yang dapat digunakan sebagai adsorben terhadap penurunan kadar logam timbal (Pb).

1.5 Batasan Masalah

1. Limbah eceng gondok diperoleh di wilayah Turen, Kabupaten Malang.
2. Aktivasi menggunakan HCl 0,1 M.
3. Modifikasi variasi asam sitrat 0,5; 1,0; dan 1,5 M.
4. Variasi pH pada 4, 5, 6, 7 dan 8.

5. Analisis logam timbal (Pb) menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).
6. Karakterisasi selulosa pada adsorben eceng gondok menggunakan teknik FTIR (*Fourier Transform Infra Red*).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Timbal

Timbal atau timah hitam atau Plumbum (Pb) adalah salah satu bahan pencemar utama saat ini di lingkungan, hal ini bisa terjadi karena sumber utama pencemaran timbal adalah dari emisi gas buang kendaraan bermotor selain itu timbal juga terdapat dalam limbah cair industri yang pada proses produksinya menggunakan timbal, seperti industri pembuatan baterai, industri cat, dan industri keramik. Timbal digunakan sebagai aditif pada bahan bakar, khususnya bensin di mana bahan ini dapat memperbaiki mutu bakar. Bahan ini sebagai anti knocking (anti letup), pencegah korosi, anti oksidan, diaktifator logam, anti pengembunan dan zat pewarna.

2.2 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu peristiwa fisik yang terjadi pada permukaan suatu padatan. Adsorpsi terjadi jika gaya tarik-menarik antara zat terlarut dengan permukaan penyerap dapat mengatasi gaya tarik-menarik antara pelarut dengan permukaan penyerap (Oscik, 1982). Zat atau molekul yang terserap ke permukaan disebut adsorbat, sedangkan zat atau molekul yang menyerap disebut adsorben.

Pada adsorpsi kimia, molekul-molekul yang teradsorpsi pada permukaan bereaksi secara kimia, sehingga terjadi pemutusan dan pembentukan ikatan (Adamson, 1990). Ikatan antara adsorben dan adsorbat dapat cukup kuat sehingga spesies aslinya tidak dapat ditemukan kembali. Adsorpsi ini bersifat *irreversibel* dan diperlukan energi yang besar untuk

melepas adsorbat kembali dalam proses adsorpsi. Adsorben yang baik umumnya mempunyai luas permukaan yang besar tiap unit partikelnya, berpori, aktif dan murni, tidak bereaksi dengan adsorbat (Kirk and Othmer, 1981)

2.3 Eceng Gondok Sebagai Adsorben

Allah SWT menciptakan berbagai jenis tanaman yang berada di bumi agar manusia dapat memanfaatkannya dengan baik. Hal tersebut merupakan tanda-tanda rahmat yang diberikan oleh Allah SWT, dimana seluruh tumbuhan memiliki manfaat atau tujuan diciptakan tanaman tersebut. Allah SWT berfirman Q.S Thaha 20 ;53

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَّكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّىٰ ٥٣

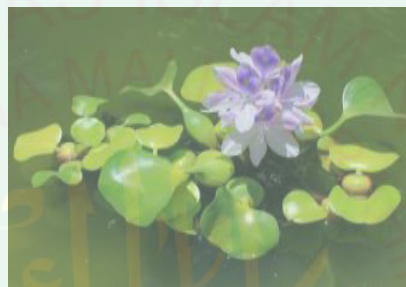
Artinya:

“Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam”

Salah satunya pemanfaatan tumbuhan sebagai upaya pelestarian lingkungan perairan dengan memanfaatkan eceng gondok. Tanaman eceng gondok memiliki kapasitas besar untuk menyerap logam-logam berat dan senyawa beracun lain dari perairan yang terpolusi akibat dari kemampuannya menyerap logam berat dan senyawa beracun ini sangat tinggi. Tanaman eceng gondok juga mempunyai kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan.

Keunggulan dari eceng gondok adalah eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai material penyerap (adsorben) bahan berbahaya bagi lingkungan menurut Wilbraham (1992). Eceng gondok juga dapat menurunkan

nilai Biochemical Oxygen Demand (BOD), Total Suspended Solid (TSS) dan Chemical Oxygen Demand (COD) limbah cair. Selain itu mampu menyerap logam-logam berat seperti Cr, Pb, Hg, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn dengan baik (Zimmel, 2006). Kemampuan tersebut didukung oleh komposisi kimia yang terkandung pada tumbuhan eceng gondok itu sendiri yakni 60% selulosa, 8% hemiselulosa dan 17% lignin (Ahmed, 2012), 64,51% (Joedibroto, 1983) dan 72,63% (Wilbraham, 1992).



Gambar 2.1 Eceng Gondok

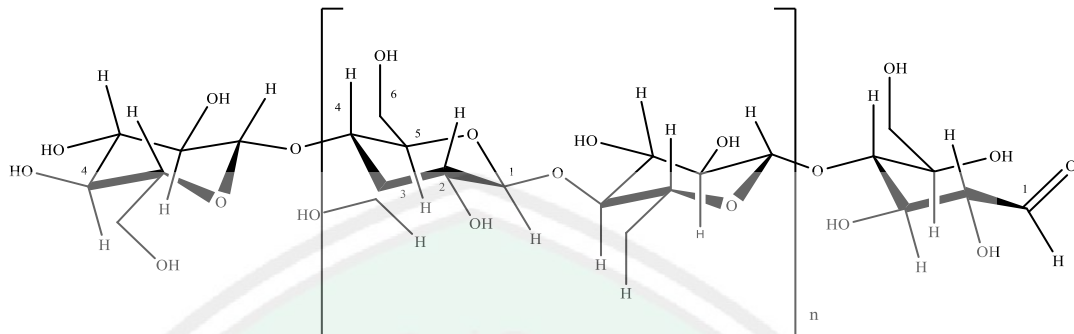
Klasifikasi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) (Cronquist, 1981) sebagai berikut.

Devisio : Magnoliophyta
 Classis : Liliopsida
 Sub Class : Liliade
 Familia : Pontederiaceae
 Genus : Eichhornia
 Species : *Eichhornia crassipes*

2.4 Selulosa Pada Eceng Gondok

Gusrizal (2006) adsorben yang dipreparasi dari tanaman eceng gondok mengandung selulosa dengan gugus fungsional seperti karboksil dan hidroksil yang dapat berfungsi sebagai situs aktif adsorpsi logam berat dan permukaan rantai selulosa seragam membentuk lapisan serat seperti struktur pori. Material padatan berpori memiliki kemampuan menyerap bahan-bahan disekelilingnya

sehingga dapat dimanfaatkan sebagai material penyerap bahan berbahaya bagi lingkungan termasuk menyerap logam timbal.



Gambar 2.2 Struktur Selulosa (Ganstrom, 2009)

2.5 Demineralisasi

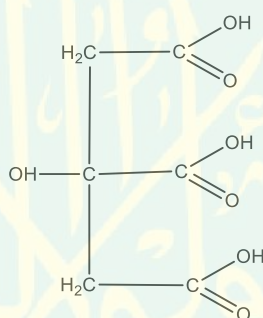
Aktivasi kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia (Sembiring, 2003). Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan bahan-bahan pengaktif seperti mineral biasanya digunakan ialah berbagai asam dan basa organik seperti asam sulfat (H_2SO_4), asam klorida (HCl), asam hipoklorit (H_3PO_4), kalium hidroksida (KOH), dan natrium hidroksida (NaOH). Keuntungan penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif adalah waktu aktivasi yang relatif pendek, karbon aktif yang dihasilkan lebih banyak dan daya adsorpsi terhadap suatu adsorbat akan lebih baik (Jankowska, 1991).

HCl atau asam klorida merupakan salah satu aktivator kimia untuk proses demineralisasi, seperti penelitian yang dilakukan oleh Nurmasari (2008) yang melakukan demineralisasi menggunakan HCl 0,1 M pada tandan kosong kelapa sawit untuk menambah situs aktif yang dapat digunakan untuk adsorpsi dan penggunaan HCl dengan konsentrasi di atas 0,1 M dapat merusak biomassa (Susanti dkk., 2004). Peningkatan kapasitas adsorpsi oleh sekam padi sebelum

dan sesudah demineralisasi HCl yang dilakukan Wardalia (2016) dari 66% menjadi 71,8 %.

2.6 Modifikasi Selulosa Menggunakan Asam Sitrat

Asam sitrat merupakan senyawa karboksilat, berwujud kristal putih, berasa masam, dan biasa terkandung dalam buah jeruk serta buah asam lainnya sebagai asam bebas. Asam sitrat bersifat polar dan larut dalam air. Rumus empiris asam sitrat : $C_6H_8O_7$ (Fatih, 2008). Asam sitrat merupakan asam organik lemah yang mempunyai tiga gugus asam karboksilat (trikarboksilat) dan dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi pada adsorben dengan membentuk situs karboksilat pada permukaan ketika bereaksi dengan selulosa (Vaughan, 2001).



Gambar 2.3 Rumus Molekul Asam Sitrat (Mahbubah, 2016)

Modifikasi dengan asam sitrat bertujuan untuk menambah situs aktif dalam selulosa yang memiliki gugus aktif antara lain gugus karboksil, hidroksil, dan lakton. Ramos (2011) menggunakan tongkol jagung termodifikasi variasi asam sitrat 0,1 M; 1,0 M; dan 1,5 M untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi logam Cd diperoleh hasil kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 42,9 mg/g ditunjukkan ketika konsentrasi asam sitrat 1,0 mol/L pada pH 7 dan kapasitas adsorpsi tongkol jagung termodifikasi berbanding lurus dengan konsentrasi gugus karboksilat.

Mahbubah (2016) melakukan karakterisasi gugus aktif batang jagung menggunakan asam sitrat sebagai bahan modifikasi. Reaksi yang terjadi antara asam sitrat dan selulosa yang ada dalam batang jagung adalah reaksi esterifikasi. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi asam sitrat pada batang jagung maka total gugus fungsi juga semakin besar. Konsentrasi asam sitrat tertinggi sebesar 1,5 M dengan nilai gugus fungsi total (karboksil, lakton, dan hidroksil) sebesar 0,783 Eq/g.

Harahap (2017) melakukan variasi asam sitrat pada sekam padi untuk penurunan kadar logam mangan diperoleh nilai kapasitas penyerapan sebesar 0,084 mg/g pada konsentrasi optimum 0,4 M dengan efisiensi penyerapan 54,15 %. Sementara itu Siswoyo (2017) melakukan peningkatan kapasitas adsorpsi eceng gondok terhadap *methylene blue* sebelum dan sesudah modifikasi asam sitrat 1,3 M sebesar 261 mg/g menjadi 320 mg/g. Sementara itu Pitsari (2017) melakukan penyerapan logam timbal menggunakan bubuk kertas termodifikasi asam sitrat dengan konsentrasi 0,5 dan 1,0 M diperoleh nilai kapasitas maksimum 25,71 mg/g pada konsentrasi 0,5 M dan 34,6 mg/g pada konsentrasi 1,0 M pada pH optimum 6.

Berdasarkan Rosyida, F., F., dkk., (2014) yang telah melakukan penelitian esterifikasi asam sitrat pada biomassa *Azolla microphylla* yang digunakan untuk adsorpsi tembaga menjelaskan bahwa kondisi optimum proses adsorpsi yaitu pada pH 5 dan waktu kontak 60 menit dan diperoleh nilai kapasitas adsorpsi setelah penambahan asam sitrat 15,625 mg/g sedangkan tanpa penambahan asam sitrat 24,390 mg/g.

Modifikasi kimia menggunakan asam sitrat pada selulosa ampas tebu dilakukan oleh Ningrum (2018) melalui reaksi esterifikasi untuk mengadsorpsi logam seng (Zn). Esterifikasi dilakukan dengan rasio selulosa dengan asam sitrat yaitu 1:3 asam sitrat sebanyak 3 gram dilarutkan dengan 16 ml akuades dalam gelas beaker 100 mL, kemudian dicampur dengan 1 gram selulosa kering sambil diaduk selama 30 menit. Penambahan asam sitrat menyebabkan reaksi esterifikasi berlangsung dimana gugus karbonil dari asam sitrat anhidrat intermediate yang bersifat elektrofil diserang oleh ion O^- pada atom C-6 selulosa yang bersifat nukleofil dan membentuk selulosa sitrat.

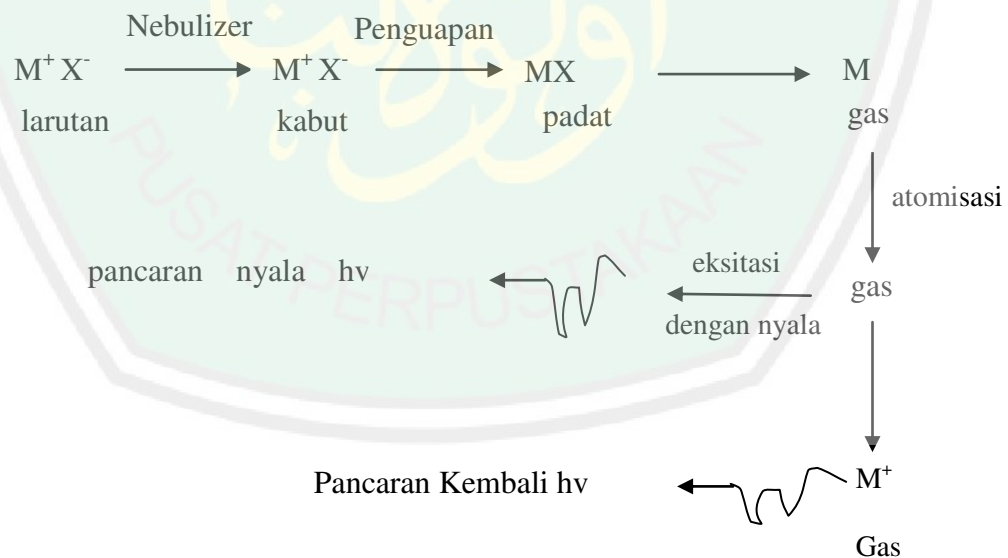
Proses adsorpsi ion logam menggunakan biomassa tumbuhan dipengaruhi oleh pH (Gardea, *et al.*, 1996) efisien adsorpsi optimum untuk ion logam terjadi pada pH 5-6. Julhim (2010) melakukan penelitian dengan menginteraksikan eceng gondok sebesar 0,1 gram dengan 25 mL sampel logam timbal selama 60 menit pada variasi pH 3 – 8 diperoleh adsorpsi maksimal 134,87 ppm pada pH optimum 5. Sementara itu penelitian yang dilakukan oleh Komari (2012) melakukan penyerapan logam timbal menggunakan biomassa alang-alang dengan variasi pH 2 – 6 diperoleh logam yang teradsorpsi 98,62% pada pH optimum 5.

2.6.1 Mekanisme Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Oleh Selulosa Termodifikasi Asam Sitrat

Interaksi yang terjadi antara selulosa dengan logam adalah mekanisme pertukaran ion ini terjadi pada saat gugus-gugus karboksilat ($COOH$) mengalami deprotonasi akibat hadirnya ion hidroksida (OH^-), sehingga gugus karboksilat berubah menjadi bermuatan negatif (COO^-) yang sangat reaktif untuk berikatan dengan logam.

2.7 Prinsip Analisis Logam Timbal (Pb) Secara Spektroskopi Serapan Atom

Analisis kadar logam berat seperti timbal dapat dilakukan dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Proses yang terjadi ketika dilakukan analisis dengan menggunakan spektrofotometri atom dengan cara absorpsi yaitu penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat dasar. Atom-atom tersebut menyerap radiasi pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat atom tersebut. Logam timbal (Pb) menyerap radiasi pada panjang gelombang 283,3 nm. Dengan menyerap energi, maka atom akan memperoleh energi sehingga suatu atom pada keadaan dasar dapat ditingkatkan menjadi ke tingkat eksitasi (Rohman, 2007). Skema kerja umum dari metode ini dapat dijelaskan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Skema umum atomisasi timbal (Pb) (Basset, dkk., 1994)

Pemilihan metode Spektrofotometer Serapan Atom karena mempunyai sensitifitas tinggi, mudah, murah, sederhana, cepat, dan cuplikan yang dibutuhkan sedikit. Analisis menggunakan AAS juga lebih sensitif, spesifik untuk unsur yang ditentukan dan dapat digunakan untuk penentuan kadar unsur dengan konsentrasinya sangat kecil.

2.8 Uji ANOVA

Analysis of variance atau ANOVA merupakan salah satu uji parametrik yang berfungsi untuk membedakan nilai rata-rata lebih dari dua kelompok data dengan cara membandingkan variansinya (Ghozali, 2009). Prinsip uji Anova adalah melakukan analisis variabilitas data menjadi dua sumber variasi yaitu variasi di dalam kelompok (*within*) dan variasi antar kelompok (*between*). Bila variasi *within* dan *between* sama (nilai perbandingan kedua varian mendekati angka satu), berarti nilai *mean* yang dibandingkan tidak ada perbedaan. Sebaliknya bila variasi antar kelompok lebih besar dari variasi didalam kelompok, nilai mean yang dibandingkan menunjukkan adanya perbedaan.

Uji Anova dapat dibagi menjadi 2 jenis berdasarkan jumlah variabel yang diamati, yaitu One Way Anova dan Two Way Anova. One Way Anova digunakan bila ada satu variabel yang ingin diamati, sedangkan Two Way Anova digunakan apabila terdapat dua variabel yang ingin diamati. Uji asumsi Anova dibagi menjadi 2 yaitu uji kenormalan data dan uji homogenitas data.

1. Uji Asumsi Kenormalan

Uji asumsi kenormalan bertujuan untuk mengetahui apakah residual / error terdistribusi secara normal dengan NID $(0, \sigma^2)$. Uji asumsi kenormalan

dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu visual dan analitis. Data dikatakan terdistribusi normal secara visual apabila residual plotnya menyerupai garis lurus. Langkah-langkah uji kenormalan data secara analitis adalah sebagai berikut.

Hipotesis:

H_0 : Residual plot terdistribusi normal

H_1 : Residual plot terdistribusi tidak normal

Pengambilan keputusan:

Jika nilai $p > \alpha$, maka H_0 diterima

Jika nilai $p < \alpha$, maka H_0 ditolak

2. Uji Homogenitas Data

Uji homogenitas data bertujuan untuk mengetahui apakah kombinasi perlakuan pada eksperimen memiliki varian yang sama atau tidak. Jenis uji homogenitas ada bermacam-macam antara lain uji Barlett untuk faktor dengan tiga level dan uji F untuk faktor dengan dua level.

Hipotesis:

H_0 : $\sigma^2 = \sigma^2 = \sigma^2 = \dots = \sigma^2$ Varian homogen

H_1 : Varian tidak homogen

Pengambilan keputusan:

Jika nilai $p > \alpha$, maka H_0 diterima

Jika nilai $p < \alpha$, maka H_0 ditolak

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei - September 2019. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Karakterisasi FTIR di Laboratorium Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini ialah neraca analitik, *beaker glass* 100 mL, *beaker glass* 250 mL, gelas ukur 50 mL, pipet tetes, pipet ukur, tabung reaksi, *sentrifuge*, *hotplate*, *magnetic stirrer*, *mortar agate*, oven, ayakan 100 mesh, kertas saring, botol semprot, seperangkat alat FTIR, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) varian spectra AA 240.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini ialah sampel eceng gondok yang di ambil dari Turen Kabupaten Malang, akuades, HCl 0,1 M, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, AgNO_3 , larutan standar Pb 1000 ppm, asam sitrat, HNO_3 dan NaOH.

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan yaitu adsorpsi logam timbal (Pb) oleh selulosa eceng gondok terdemineralisasi HCl bertujuan untuk menghilangkan pengotor berupa mineral-mineral dan dimodifikasi menggunakan asam sitrat melalui reaksi esterifikasi. Beberapa kondisi dilakukan untuk mengetahui kondisi

optimum adsorpsi berdasarkan beberapa variasi antara lain konsentrasi asam sitrat 0,5; 1,0; 1,5 M dan variasi derajat keasaman (pH) 4, 5, 6, 7 dan 8.

3.4 Tahapan Penelitian

1. Preparasi eceng gondok.
2. Demineralisasi eceng gondok menggunakan HCl 0,1 M.
3. Modifikasi gugus aktif biosorben eceng gondok menggunakan asam sitrat.
4. Pembentukan kurva standart timbal.
5. Adsorpsi logam timbal menggunakan biosorben eceng gondok dengan variasi pH
6. Analisis logam timbal Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)
7. Karakterisasi biosorben eceng gondok menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*).
8. Analisis data.

3.5 Cara Kerja

3.5.1. Preparasi Eceng Gondok (Azhari, 2017)

Tanaman eceng gondok yang akan digunakan sebagai biosorben didapatkan di daerah Turen, Malang. Sampel eceng gondok dicuci bersih dan dipotong kecil-kecil dan dikeringkan di bawah sinar matahari langsung. Sampel kering digerus lalu disimpan dalam wadah kering.

3.5.2. Demineralisasi Biosorben Eceng Gondok menggunakan HCl 0,1 M (Nurmasari, 2008)

Sampel eceng gondok diambil 250 gram dan direndam menggunakan HCl 0,1 M 2 L selama 24 jam. Setelah itu dicuci dengan akuades hingga bebas dari ion Cl⁻. Keberadaan ion Cl⁻ dapat dideteksi dengan penambahan AgNO₃ pada air

pencucian eceng gondok yang membentuk endapan putih AgCl. Jika pada filtrat tidak terbentuk endapan putih maka eceng gondok dapat diasumsikan sudah bersih dari ion Cl⁻. Selanjutnya padatan dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 24 jam.

3.5.3. Modifikasi Biosorben Eceng Gondok menggunakan Asam Sitrat (Surbakti, 2016) (Zhu, 2008)

Biosorben eceng gondok kering yang telah didemineralisasi menggunakan HCl dicuci kembali menggunakan larutan asam sitrat dengan variasi konsentrasi masing-masing 0,5; 1,0; dan 1,5 M dengan rasio asam sitrat : serbuk biosorben sebesar 5 mL : 1,0 g. Sampel dilarutkan terlebih dahulu dengan akuades dan reaksi dilakukan di atas *stirrer* kecepatan 250 rpm selama 30 menit pada suhu ruang. Selanjutnya kedua campuran ini dimasukkan ke dalam oven pada suhu 50°C. Setelah 24 jam, suhu dinaikkan menjadi 120°C selama 90 menit. Selanjutnya dicuci dengan akuades hangat sampai pH mendekati 7. Lalu dikeringkan pada suhu 50°C sampai berat konstan. Biosorben yang telah terbentuk dapat digunakan sebagai biosorben untuk menurunkan kadar timbal dalam larutan logam.

3.5.4. Pembuatan Larutan Stok Logam Timbal (Pb)

Dilakukan pembuatan larutan induk timbal (Pb) 1000 ppm dengan cara melarutkan sebanyak 1,6005 gram serbuk Pb(NO₃)₂ ke dalam labu ukur 1L, kemudian ditambah aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan. Sampel buatan logam timbal (Pb) dianalisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) untuk mengetahui konsentrasi awal logam timbal (Pb) pada sampel buatan.

3.5.5. Pembuatan Kurva Standar Logam Timbal (Pb)

Larutan timbal (Pb) diperoleh dari pengenceran larutan induk timbal 1000 ppm yaitu larutan tembaga dibuat dengan cara memindahkan 100 mL larutan baku 1000 mL/L kedalam labu ukur 1000 mL, kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas. Kemudian larutan standart 2, 4, 6, 8, 10 ppm dibuat dengan cara memindahkan 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 mL dari larutan 1000 ppm kedalam labu ukur 50 mL. Selanjutnya diencerkan sampai tanda batas. Selanjutnya dianalisis dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang 283,3 nm sehingga diperoleh data absorbansi masing-masing larutan standar (Rohman, 2007).

3.5.6. Kondisi Operasional Analisis Logam Timbal (Pb) menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Sederetan larutan standar timbal (Pb) dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) varian spektra AA 240 pada kondisi sebagai berikut: alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) varian spektra AA 240 meliputi: panjang gelombang timbal (Pb) yang digunakan sebesar 283,3 nm, laju alir asetilen 2,0 L/menit, laju alir udara 10,0 L/menit, lebar cerah 0,5 nm, kuat arus 5 mA (AAS-AA240, 2010).

3.5.7. Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Oleh Biosorben Eceng Gondok dengan Variasi pH (Pitsari, 2013).

Sebanyak 0,4 gram biosorben termodifikasi asam sitrat 0,5 M diinteraksikan dengan 40 mL larutan timbal 40 ppm kedalam masing-masing 5 botol 100 mL dengan variasi pH 4, 5, 6, 7, dan 8. Larutan dikondisikan dengan

menambahkan buffer pH dan reagen HCl dan NaOH menggunakan pH meter. Kemudian *dishaker* selama 60 menit dengan kecepatan 150 rpm. Kemudian dipisahkan menggunakan *sentrifuge* selama 15 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Filtrat yang dihasilkan akan digunakan untuk pengukuran kadar logam timbal (Pb) menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3x.

3.5.8. Karakterisasi Biosorben Eceng Gondok menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Gugus fungsi senyawa biosorben eceng gondok sebelum dimodifikasi, setelah modifikasi asam sitrat berbagai variasi sitrat konsentrasi (0,5 M; 1,0 M dan 1,5 M) dan setelah mengadsorpsi timbal diidentifikasi menggunakan spektrofotometer FTIR VARIAN tipe FT 1000. Sampel biosorben diayak ukuran 100 mesh, lalu disimpan dalam desikator selama tujuh hari. Kemudian sampel dicampur dengan KBr lalu digerus dalam *mortar agate* dan dipress lalu dibentuk *pellet*. *Pellet* yang diperoleh diletakkan dalam *cell holder* dalam instrumen FTIR dan dibuat spektrum IR pada rentang bilangan 4000-400 cm^{-1} .

3.6 Analisis Data

1. Identifikasi gugus fungsi senyawa aktif selulosa biosorben eceng gondok menggunakan spektrofotometer, senyawa yang ditargetkan 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 cm^{-1} .
2. Presentase penyisihan adsorbat dihitung berdasarkan rumus (Najem, 2015)

$$\text{Removal (\%)} = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100\%$$

Keterangan:

C_i : Konsentrasi awal logam di dalam larutan (mg/L)

C_f : Konsentrasi akhir logam di dalam larutan (mg/L)

3. Nilai absorbansi yang didapat di interpolisasikan kedalam kurva standar dengan sumbu x adalah konsentrasi dan sumbu y adalah absorbansi. Kemudian dianalisis dengan menggunakan uji varian *One Way ANOVA* untuk mengetahui apakah variasi pH dan konsentrasi asam sitrat mempunyai pengaruh dalam penyerapan logam timbal.



BAB IV

PEMBAHASAN

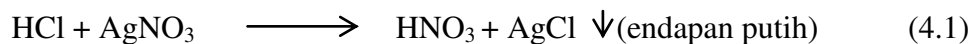
4.1 Preparasi Eceng Gondok

Tahap awal penelitian ini dilakukan dengan preparasi eceng gondok. Eceng gondok diambil dari daerah Turen kabupaten Malang kemudian dicuci bersih dan dipotong kecil-kecil agar mempercepat proses pengeringan. Kemudian eceng gondok dikeringkan di bawah sinar matahari langsung hingga benar-benar kering. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air pada eceng gondok dan mempermudah proses penggilingan. Penggilingan eceng gondok bertujuan untuk memperluas permukaan eceng gondok dan memudahkan proses adsorpsi. Serbuk eceng gondok yang diperoleh disimpan di wadah kering dan tertutup.

4.2 Demineralisasi Eceng Gondok

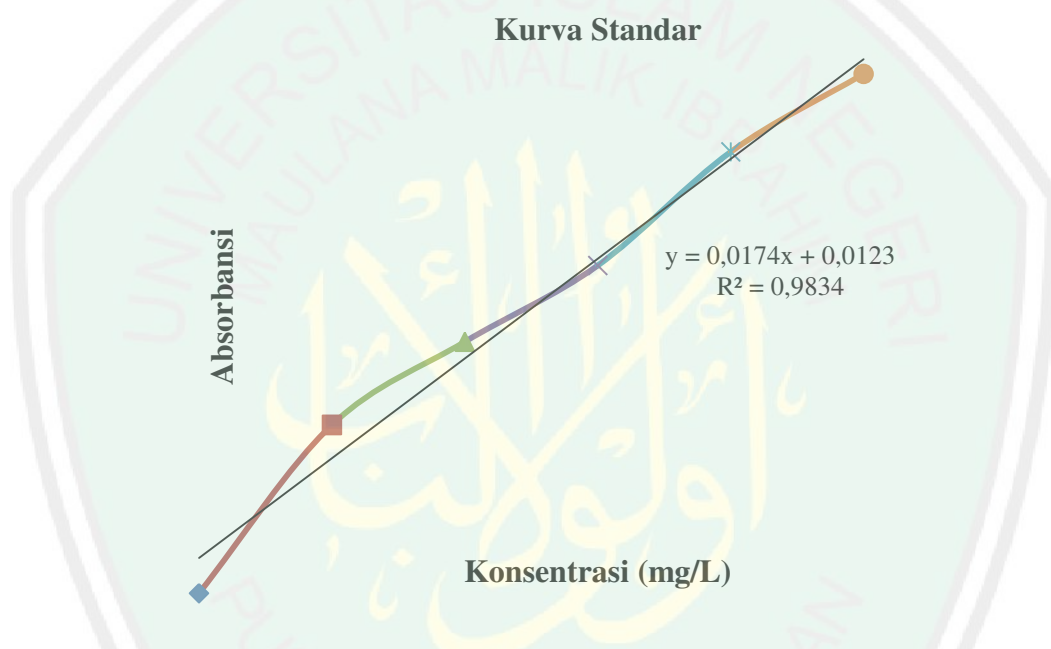
Demineralisasi merupakan aktivasi kimia yang bertujuan untuk menghilangkan mineral-mineral yang menempel pada permukaan dinding sel eceng gondok yang dapat menghambat proses penyerapan sehingga luas permukaan biosorben eceng gondok bertambah. Penggunaan HCl dengan konsentrasi 0,1 M mengacu pada penelitian oleh Nurmasari (2008) menggunakan HCl 0,1 M. Tahap demineralisasi dilakukan perendaman HCl 0,1 M selama 24 jam bertujuan untuk memaksimalkan proses penghilangan mineral-mineral pengotor. Setelah proses perendaman, biosorben dinetralkan dengan cara dicuci dengan akuades hingga terbebas dari ion Cl⁻. Keberadaan ion Cl⁻ dapat dideteksi menggunakan larutan AgNO₃ pada air pencucian biosorben terbentuk endapan putih atau AgCl, jika air cucian biosorben ditambahkan larutan AgNO₃ tidak menghasilkan endapan putih berarti filtrat tersebut sudah terbebas dari ion Cl⁻.

Biosorben eceng gondok dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 24 jam.



4.3 Pembuatan Kurva Standart Pb

Pembuatan kurva standart bertujuan untuk mengetahui hubungan konsentrasi larutan dengan nilai absorbansinya sehingga logam dapat diketahui. Pembuatan kurva standart menghasilkan kurva yang ditampilkan pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Kurva standar larutan timbal

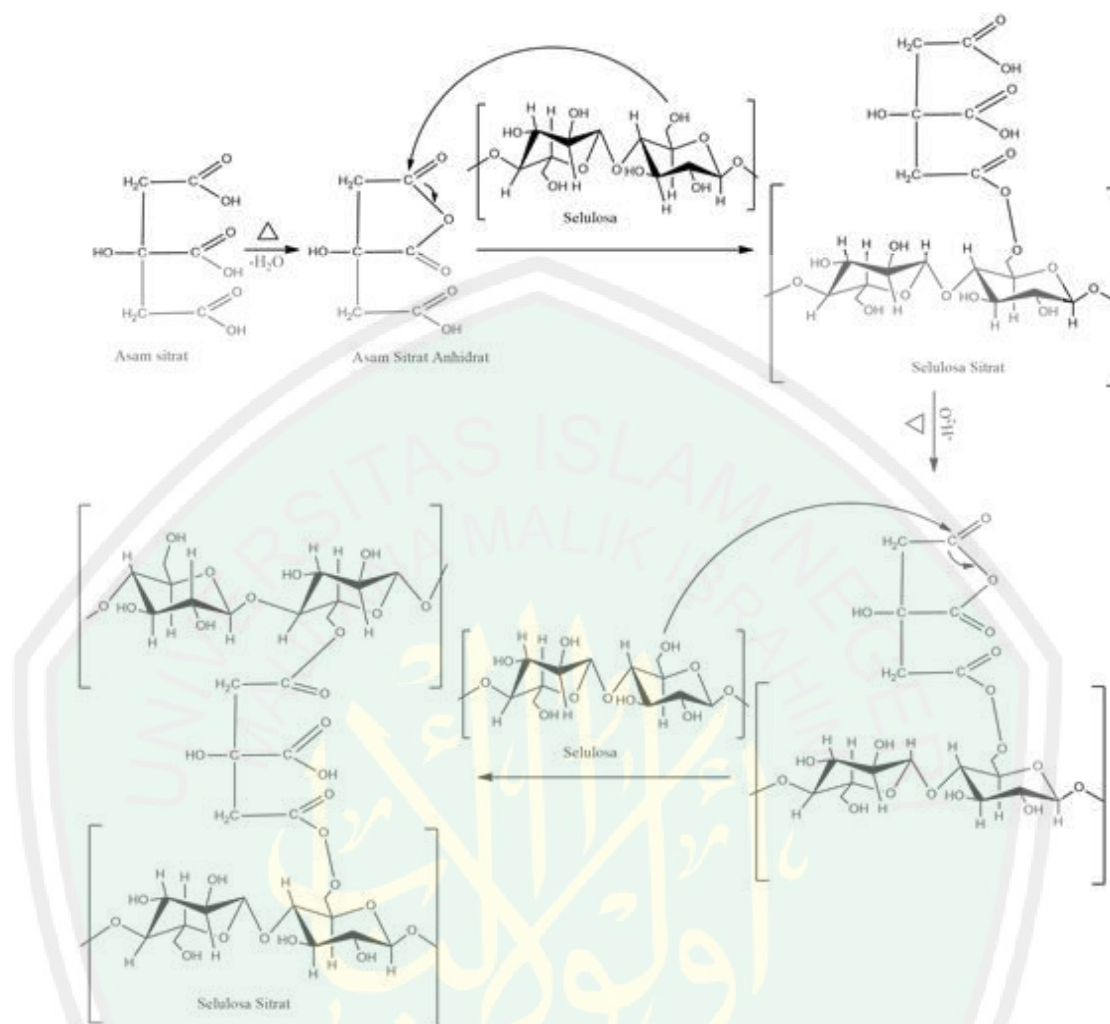
Gambar 4.1 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi logam Pb yang dianalisis maka semakin tinggi pula absorbansinya sesuai kurva garis lurus perbandingan antara sumbu x dan y. Regresi linier $y = ax + b$ dapat diketahui nilai (koefisien korelasi) $R^2 = 0,9834$ yang bernilai positif. Pembuatan kurva standart dapat dibaca ulang untuk standar pembacaan logam Pb yang diadsorbsi dengan biosorben eceng gondok sebelum dan sesudah modifikasi.

4.4 Modifikasi Biosorben Eceng Gondok menggunakan Asam Sitrat

Modifikasi biosorben menggunakan asam sitrat bertujuan untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi pada biosorben dengan membentuk situs aktif yang berperan dalam proses penyerapan adsorben. Modifikasi biosorben eceng gondok menggunakan variasi konsentrasi asam sitrat 0,5; 1,0; dan 1,5 M. Setiap variasi konsentrasi asam sitrat menggunakan biosorben sebanyak 15 gram serbuk biosorben eceng gondok hasil demineralisasi dengan 500 mL larutan asam sitrat. Kemudian campuran tersebut dipanaskan dalam oven pada suhu 50° C selama 24 jam dan suhu dinaikkan pada suhu 120° C selama 90 menit. Pemanasan dilakukan untuk memaksimalkan reaksi yang terjadi antara asam sitrat dengan selulosa dalam biosorben eceng gondok sehingga menambah konsentrasi gugus aktif dalam selulosa.

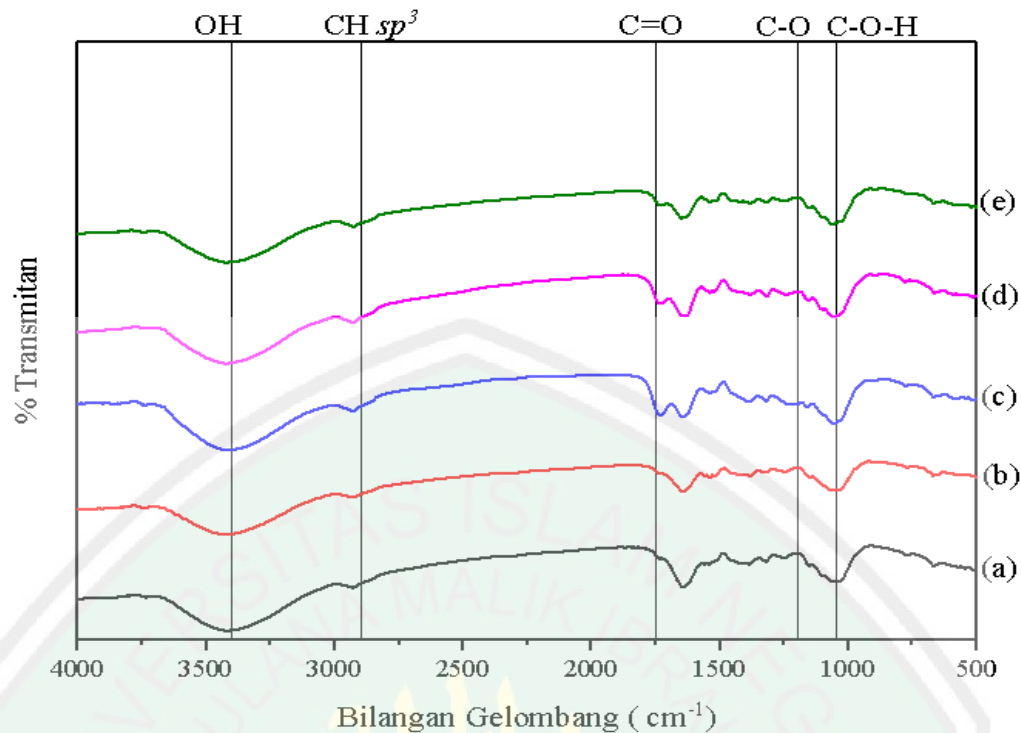
Reaksi yang terjadi antara asam sitrat dengan selulosa disebut dengan reaksi esterifikasi, asam sitrat mengalami hidrolisis akibat pemanasan sehingga membentuk sitrat anhidrat (Ramos, dkk, 2012). Gugus karbon dari asam sitrat anhidrat yang bersifat elektrofil diserang oleh ion O⁻ pada atom C-6 selulosa yang bersifat nukleofil. Secara hipotesis reaksi pembentukan selulosa sitrat dari selulosa dengan asam sitrat dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Modifikasi eceng gondok menggunakan asam sitrat, terjadi penambahan gugus hidroksil dan karbonil. Menurut Yulianti, dkk (2019) selama proses modifikasi, setiap molekul asam sitrat yang bereaksi dengan selulosa akan membentuk minimal 2 gugus karboksilat dan 1 gugus ester pada permukaan eceng gondok.



Gambar 4.2 Mekanisme reaksi esterifikasi selulosa dengan asam sitrat (Thanh, 2009)

Hasil pemanasan biosorben eceng gondok dicuci menggunakan akuades hingga pH mendekati 7 menggunakan pH universal, disaring dan diambil residunya kemudian dioven pada suhu 50°C selama 24 jam sampai berat konstan. Biosorben eceng gondok yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan spektroskopi FTIR yang ditunjukkan Gambar 4.3



Gambar 4.3 Spektra FTIR eceng gondok (a) murni (EGM) , (b) demineralisasi (EGD), (c) EGA 0,5 M, (d) EGA 1,0 M, dan (e) EGA 1,5 M.

Spektra bilangan gelombang eceng gondok murni (EGM) digambarkan pada Gambar 4.3. Spektra EGM menunjukkan ikatan hidrogen O-H *stretching band* yang kuat dan lebar pada bilangan gelombang 3418 cm⁻¹. Ikatan C-O *stretching band* dari hidroksil primer yang dapat dikaitkan dengan struktur selulosa nampak pada bilangan gelombang 1051 cm⁻¹ dan vibrasi bending C-O-H pada 1251 cm⁻¹. Ikatan C=O ditunjukkan pada 1647 cm⁻¹. Selanjutnya C-H *stretching* untuk sp³ atom karbon pada bilangan gelombang 2929 cm⁻¹. Hasil spektra inframerah dari EGM menunjukkan bahwa gugus fungsional yang terdapat dalam EGM yaitu alkohol, eter dan karbonil.

Spektra eceng gondok murni (EGM), eceng gondok terdemineralisasi (EGD) dan eceng gondok termodifikasi asam sitrat (EGA) ditunjukkan pada Gambar 4.3. Hal ini untuk mengetahui dengan jelas perbedaan spektra dari

masing-masing variasi dan untuk memastikan reaksi yang terjadi antara eceng gondok dengan asam sitrat. Berdasarkan hasil spektra EGA 0,5; 1,0; dan 1,5 M mengalami peningkatan intensitas, hal ini menunjukkan meningkatnya gugus karbonil yaitu meningkatnya serapan pada bilangan gelombang $1057-1067\text{ cm}^{-1}$ C-O *stretching* dan muncul puncak baru pada bilangan gelombang $1732-1734\text{ cm}^{-1}$, dimana panjang gelombang tersebut merupakan ciri khas yang dimiliki oleh C=O ester. Puncak penyerapan luas sekitar $3412-3422\text{ cm}^{-1}$ juga mengkonfirmasi keberadaan O-H karboksilat setelah modifikasi asam sitrat. Hasil dari spektra dapat dikonfirmasi bahwa gugus karboksilat telah berikatan dengan eceng gondok selama perlakuan kimiawi dengan asam sitrat karena ditunjukkan adanya gugus fungsi karboksilat dan hidroksil dalam spektra.

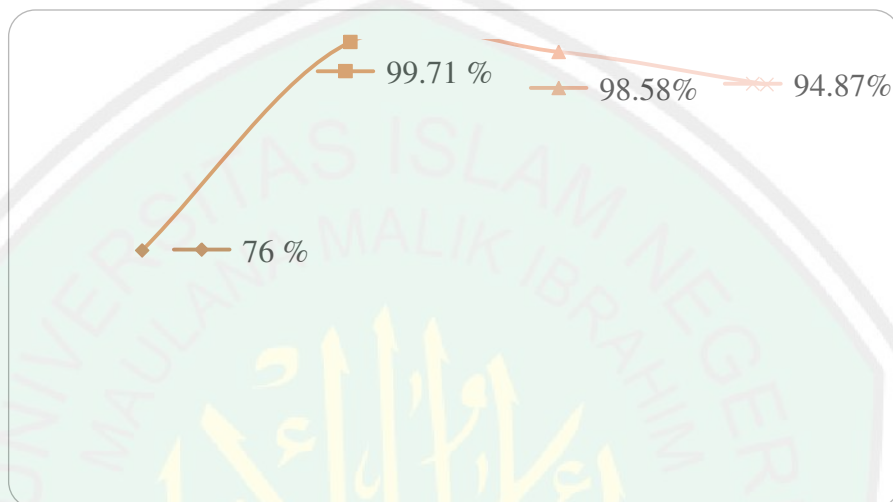
Hasil spektra terbaik secara kualitatif di peroleh EGA 0,5 M, dimana intensitas pada gelombang 1732 cm^{-1} memiliki puncak yang sangat tajam, tetapi dengan semakin naiknya konsentrasi asam sitrat puncak yang di hasilkan semakin menurun.

Tabel 4.1 Karakterisasi FTIR

No	EGM	EGD	EGA0,5;1,0;1,5 M	Jenis Vibrasi
1	3418	3424	3419-3422	-OH
2	2929	2928	2927-2929	-CH sp^3
3	-	-	1732-1734	C=O ester
4	1251	1248	1232-1258	C-O-H
6	1051	1053	1057-1061	C-O alkohol

4.5 Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Sitrat Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb)

Pengaruh variasi konsentrasi asam sitrat berpengaruh terhadap situs aktif biosorben eceng gondok, untuk mengetahui biosorben termodifikasi asam sitrat terbaik maka diaplikasikan pada adsorpsi logam timbal pada pH 7.

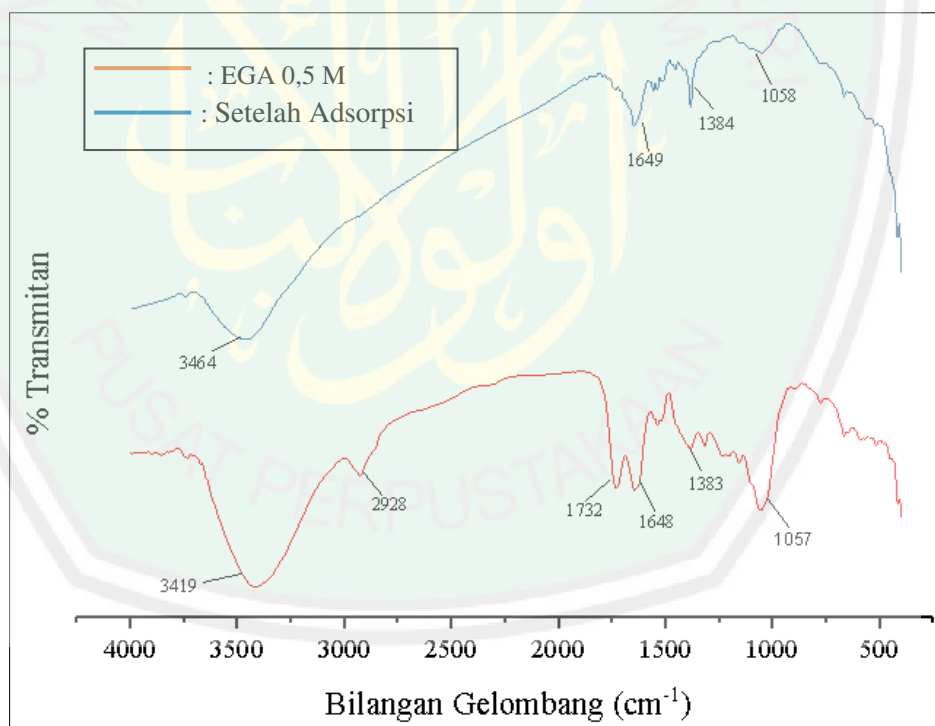


Gambar 4.3 Grafik presentase variasi asam sitrat termodifikasi asam sitrat 0,5 M; 1,0 M; 1,5 M dan eceng gondok murni.

Hasil presentase yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 eceng gondok murni diperoleh hasil adsorpsi logam timbal sebesar 76%. Biosorben tanpa modifikasi atau eceng gondok murni (EGM) mempunyai daya serap yang rendah sebesar 76%, hal ini disebabkan karena gugus pengikat logam timbal hanya bersumber dari hidroksil selulosa, sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Azhari, dkk. (2017) bahwa gugus fungsi yang ada dalam selulosa murni yaitu gugus hidroksil (-OH) yang membuat selulosa poliol dengan gugus fungsi alkohol primer (-CH₂OH) atau alkohol sekunder (-CHOH) sehingga dapat terjadi adsorpsi pada material selulosa.

Persen teradsorp EGM 0,5 M; 1,0 M; dan 1,5 M berturut-turut sebesar 99,71 %, 98,58 % dan 94,87 %. Semakin tinggi konsentrasi asam sitrat maka semakin rendah kemampuan biosorben untuk menyerap logam timbal. Menurut Ramos, dkk (2012) menyatakan bahwa biosorben yang termodifikasi asam sitrat 1,5 M mengalami pengurangan situs asam 1,6 kali lebih rendah dari modifikasi 1M. Pengurangan situs asam akibat reaksi yang terjadi esterifikasi yang membentuk gugus ester berlebih sehingga gugus pengikat logam berkurang. Hal ini mendukung dari karakterisasi menggunakan FTIR bahwa intensitas terbaik EGM 0,5 M juga memiliki nilai adsorpsi terbesar yaitu 99,71%.

4.6 Karakterisasi Biosorben Eceng Gondok Termodifikasi Asam Sitrat dan Setelah Adsorpsi Menggunakan FTIR



Gambar 4.4 Spektra FTIR EGA 0,5 M dan setelah adsorpsi logam timbal

Biosorben EGM 0,5 M setelah diadsorpsikan pada logam timbal dianalisis menggunakan FTIR, hasil dari analisis memperlihatkan terjadinya interaksi antara

ion logam dengan gugus fungsi pada biosorben. Hal ini ditunjukkan oleh adanya pergeseran serapan pada beberapa bilangan gelombang 3419 cm^{-1} menjadi 3464 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur O-H. Hilangnya puncak bilangan gelombang EGM 0,5 M 2928 cm^{-1} setelah adsorpsi logam timbal menunjukkan bahwa adanya vibrasi yang kuat C-H sp^3 dan bilangan gelombang 1732 cm^{-1} gugus C=O ester juga di asumsikan bahwa terjadi penyerapan logam optimal. Menurut Nurmasari (2008) dan Madivoli (2016) adanya pergeseran yang terjadi pada pita serapan dari suatu gugus fungsi menunjukkan bahwa biosorben tersebut mampu mengikat logam.

Menurut Agustin (2020) ikatan antara ion logam yaitu ikatan kovalen koordinasi. Dikudukung dengan penelitian yang dilakukan oleh azhari (2017) ikatan antara ion logam dengan -OH pada selulosa dari hasil analisa gugus fungsi menggunakan FT-IR yang ditunjukkan pada panjang gelombang $3410,15\text{ cm}^{-1}$ melalui pembentukan ikatan kovalen koordinasi dengan asam Lewis adalah penerima elektron dan basa Lewis adalah penyumbang elektron, dimana adanya elektron bebas dari atom O pada gugus -OH bertindak sebagai basa Lewis akan menempati orbital kosong yang dimiliki oleh ion logam Pb sehingga terbentuk kompleks terkoordinasi.

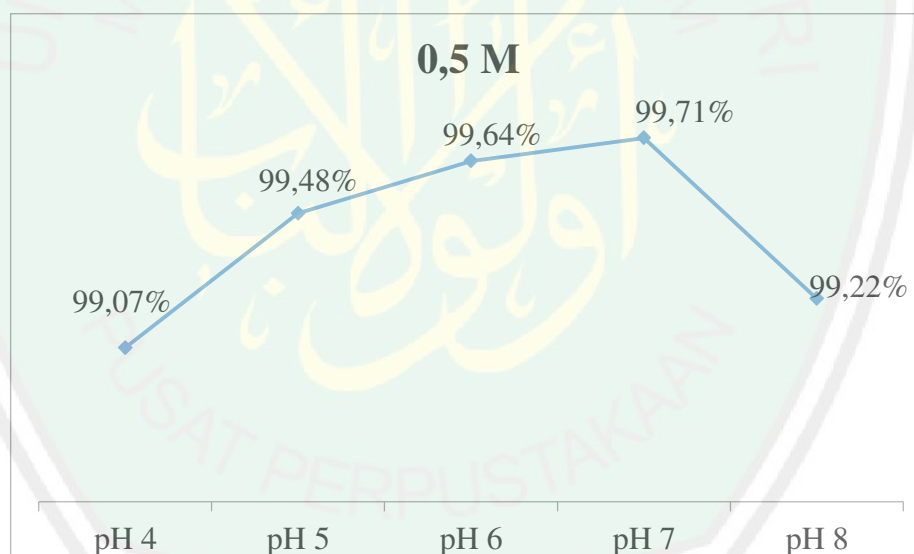
4.7 Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb)

Derajat keasaman (pH) merupakan faktor yang sangat mempengaruhi proses adsorpsi ion logam dalam larutan. Analisis pengaruh variasi pH larutan adsorbat dilakukan dengan cara membandingkan kemampuan adsorpsi pH 4, 5, 6, 7 dan 8 oleh biosorben yang sama. Penentuan pH optimum dilakukan dengan cara adsorpsi logam timbal dengan variasi pH 4-8 menggunakan biosorben eceng

gondok termodifikasi asam sitrat pada waktu kontak 90 menit. Menurut Zhu, dkk. (2008) menyatakan bahwa proses adsorpsi pada medium air akan memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap kelarutan logam, dimana selulosa sitat terdiri dari gugus $-\text{COOH}$ dan $-\text{OH}$ dalam medium air akan terhirolisis sehingga memiliki muatan negatif yang sangat reaktif mengikat kation logam.



Menurut Azhari (2017) banyaknya gugus hidroksil ($-\text{OH}$) pada selulosa akan semakin banyak mengikat ion logam. Dalam hal ini atom $-\text{O}^-$ yang elektronegatif mudah melepaskan H sebagai H^+ (proton) dan cepat menangkap kation logam untuk menggantikan kedudukan proton yang lepas.



Gambar 4.5 Grafik presentase adsorpsi logam timbal EGM 0,5 M terhadap variasi pH

Berdasarkan Gambar 4.5 menunjukkan adanya kenaikan kemampuan daya serap adsorpsi logam timbal oleh biosorben eceng gondok termodifikasi asam

sitrat 0,5 M pada pH 4-7, dimana pH 4 ke pH 5 mengalami kemampuan adsorpsi tertinggi. Kondisi pH rendah jumlah ion H^+ semakin banyak karena gugus aktif terprotonasi sehingga bermuatan positif, sehingga adsorpsi logam timbal semakin sedikit. Hal ini disebabkan oleh kemungkinan terjadinya persaingan antara ion H^+ dan kation Pb^{2+} (Kanjial, dkk, 2017), dengan reaksi :



Penurunan daya adsorpsi logam timbal oleh biosorben eceng termodifikasi asam sitrat 0,5 M terjadi pada pH 8. Keadaan pH tinggi, gugus aktif selulosa berupa $-COO^-$ dan $-O^-$ yang akan berikatan oleh kation logam Pb^{2+} dengan gaya elektrostatik (Kanjial, dkk, 2017). Pengkondisian pH basa dengan penambahan NaOH berlebih menghasilkan ion OH^- yang akan bersaing dengan situs aktif selulosa berupa $-COO^-$ dan $-O^-$ untuk mengikat kation Pb^{2+} . Penurunan pada pH 8 disebabkan sudah terbentuknya senyawa kompleks seperti $Pb(OH)_2$ (endapan putih) yang dapat menutupi permukaan adsorben dan menghalangi proses penyerapan partikel-partikel terlarut oleh adsorben. Persamaan reaksi yang terjadi adalah :



Hasil adsorpsi logam timbal pada grafik 4.5 menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi optimum yaitu eceng gondok termodifikasi asam sitrat 0,5 M sebesar 99,71%. Ramos, dkk. (2012) dalam penelitiannya menyatakan pada kisaran pH 6-7, karboksilat tidak mengalami deprotonasi akan tetapi pada pH 7 dalam air terjadi kesetimbangan antara H_2O , ion H^+ dan ion OH^- , sehingga ion logam akan memiliki kecenderungan membentuk kation terhidrat dengan H_2O .

4.8 Uji ANOVA

Hasil data yang diperoleh selanjutnya diolah menggunakan uji statistik ANOVA untuk mengetahui pengaruh biosorben eceng termodifikasi asam sitrat dan variasi pH. Pertama dilakukan uji normalitas sebagai syarat awal uji ANOVA.

Hasil uji normalitas ditampilkan pada tabel berikut

Tabel 4.2 Hasil uji normalitas variasi asam sitrat

as.sitrat	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
0,5 M	0,292	3	.	.923	3	0,463
1,0 M	0,292	3	.	.923	3	0,463
1,5 M	0,328	3	.	.871	3	0,298

Tabel 4.3 Hasil uji normalitas variasi pH

pH	Kolmogorov Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pH 4	.353	3	.	.824	3	0,174
pH 5	.343	3	.	.842	3	0,220
pH 6	.219	3	.	.987	3	0,780
pH 7	.292	3	.	.923	3	0,463
pH 8	.253	3	.	.964	3	0,637

Berdasarkan nilai signifikan pada Tabel 4.2 dan 4.3 diketahui bahwa hasil signifikan yang diperoleh melebihi 0,05 yang diartikan seluruh data variasi antar pH dan biosorben antar konsentrasi termodifikasi asam sitrat tidak terjadi perbedaan rata-rata yang berarti bahwa hasil presentase variasi asam sitrat dan variasi pH tidak memiliki perbedaan atau memiliki nilai yang sama. Kemudian untuk mengetahui pengaruh variasi asam sitrat dan variasi pH terhadap besarnya logam timbal yang teradsorpsi dilakukan analisis One Way ANOVA.

Tabel 4.4 Hasil Uji ANOVA *One Way* variasi asam sitrat

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.624	2	2.812	1687.140	0,000
Within Groups	.010	6	.002		
Total	5.634	8			

Hasil uji ANOVA *One Way* ditunjukkan pada tabel 4.4 variasi asam sitrat dan 4.5 variasi pH memberikan nilai signifikan 0,00 lebih kecil dari 0,05 yang berarti memiliki rata-rata berbeda secara signifikan. Hal ini didukung dengan data hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa variasi asam sitrat dan pH memiliki hasil yang berbeda dengan selisih yang sedikit.

Tabel 4.5 Hasil uji One Way ANOVA pH

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.945	4	1.736	566.145	0,000
Within Groups	.31	10	.003		
Total	6.975	14			

4.9 Intergrasi Penelitian

Penelitian yang telah dilakukan tentang upaya atau cara dalam penanganan limbah cair yang mengandung logam berat diperairan yang dihasilkan oleh kegiatan manusia seperti limbah rumah tangga hingga limbah industri, sehingga terjadinya pencemaran lingkungan khususnya diperairan. Manusia diberikan kuasa oleh Allah SWT untuk memanfaatkan, mengolah, dan menjaga potensi alam semesta yang telah diciptakan-Nya (khalifatullah). Konteks hubungan manusia dan alam, lingkungan alam pada dasarnya menyediakan sumber daya agar dapat dimanfaatkan oleh manusia seperti tumbuhan.

Allah berfirman pada Q.S Ali-Imran ayat 190-191 :

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ
 ۱۹۰ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَفُؤَادًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ
 السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ۱۹۱

Artinya:

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal (190). (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan 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(191)”

Ayat tersebut memberikan isyarat bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatu di bumi tidak ada yang sia-sia, dengan kata lain Allah SWT menciptakan segala sesuatu memiliki manfaat dan tujuan tertentu. Salah satunya tumbuhan dapat berperan penting dalam konservasi tanah dan air, tumbuhan air yaitu eceng gondok. Eceng gondok merupakan tanaman gulma (tanaman pengganggu) yang mudah ditemukan pada perairan dalam jumlah melimpah dan memiliki kemampuan alami untuk menyerap polutan yang berada di perairan, hal ini mendorong manusia dalam berfikir apa saja kandungan atau komposisi penyusun dalam eceng gondok salah satunya selulosa.

Hasil penelitian yang telah dilakukan, kemampuan biosorben eceng gondok menyerap logam timbal sebesar 76%. Selanjutnya, untuk memaksimalkan kemampuan eceng gondok dilakukan penelitian dengan cara memodifikasi eceng gondok (menambah gugus pengikat logam) dengan asam sitrat, hal tersebut meningkatkan kemampuan eceng gondok menyerap logam timbal sebesar 99,71%.

Ayat ini memberikan hikmah dan pelajaran bahwa segala sesuatu yang diciptakan Allah memiliki fungsi dan tidak ada yang sia-sia walaupun memiliki kekurangan, sehingga tugas manusia adalah memaksimalkan potensi akalanya untuk mengurai dan mempelajarinya sehingga menjadi dasar berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian yang dilakukan dapat diperoleh berbagai kesimpulan yaitu :

1. Variasi biosorben termodifikasi asam sitrat terhadap adsorpsi logam timbal tidak berpengaruh secara signifikan. Kemampuan daya serap optimum adsorpsi logam timbal oleh biosorben termodifikasi asam sitrat 0,5 M.
2. Kemampuan optimum adsorpsi logam timbal yaitu pada pH 7. Daya serap adsorpsi logam timbal pada pH asam dan pH basa cenderung rendah.
3. Hasil analisis FTIR, hasil modifikasi menghasilkan puncak baru pada bilangan gelombang 1730 cm^{-1} yang merupakan ciri khas gugus fungsi C=O ester.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan analisis kadar logam dalam biosorben sebelum diaplikasikan untuk biosorben logam berat.
2. Menambah parameter penelitian seperti temperatur, desorpsi dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, 2012, Pemanfaatan Serat Eceng Gondok sebagai Penguat Material Komposit Pengganti Serat Karbon dalam Pembuatan Cooling Pad, *Gardan* Vol. 1, No. 1, 2012, 81-90.
- Adamson, A.W, dan Gast, A.P. 1997. *Physical Chemistry of Surface 6th Edition*. New York: John Willey and Sons Inc.
- Agustin, M.M. 2020. Penentuan Kinetika dan Isotermis Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb) Menggunakan Adsorben Eceng Gondok Termodifikasi Asam Sitrat. *Skripsi* . Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Ahmed, A. F., Moahmed A, Abdel Naby. 2012. Pretreatment And Enzymic Saccharification Of Water Hyacinth Cellulose. *Carbohydrate Polymer*.
- Ardiansyah, Ryan. 2011. Pemanfaatan Pati Umbi Garut Untuk Pembuatan Plastik Biodegradable. *Skripsi* Fakultas Teknik Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia. Depok.
- Azhari, M.R., Saleh, C., Yusuf, B. 2017. Pemanfaatan Serbuk Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Teraktivasi dengan Sistem Kantong Celup sebagai Sebagai Adsorben Penyerap ion Logam Kadmium (Cd). *Jurnal Atomik*. Vol. 02 (2), Hal. 197-203.
- Fatih, Ahmad. 2008. *Kamus Kimia*. Yogyakarta: Panji Pustaka.
- Giequel, L., D. Wolbert and A. Laplanche. 1997 Adsorption of Antrazine by Powdered Activated Carbon: Influence of Dissolved Organic and Mineral Matter of Natural Water. *Environmental Science and Technology*, 18: 467-478.

- Granstrom, M. 2009. *Cellulose Derivatives: Synthesis, Properties and Applications*. Helsinki:Helsinki Printing House.
- Guzrizal, 2006. Pengaruh pH dan Penentuan Kapasitas Adsorpsi Logam Berat Pada Biomassa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Indo. J. Chem.*, 2006, 6 (1), 56 – 60.
- Harahap, A.D.H., Verantika, F., Fahmi, N.Y., Tanjung, A.P., Suhendrayatna.. 2017. Penyerapan Ion Logam Mangan (Mn) Menggunakan Adsorben dari Sekam Padi Hasil Aktivasi dengan Asam Sitrat. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah*. Banda Aceh.
- Hardjono, S.1991. *Spektroskopi*. Yogyakarta : Liberty.
- Herianto, R., dan Kurniawan, M.A. 2015. Analisis Penurunan Kadar Cr, Cd, dan Pb Limbah Laboratorium Dasar Ppsdm Migas Cepu dengan Adsorpsi Serbuk Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*). *Indonesian Journal of Chemicals Research*, ISSN: 2354-9610, Vol. 3, No. 1-2, Hal. 40-46.
- Ibbet, R. N., Kaenthong, S., Philips, D. A. S. & Wilding, M. A. 2006. Charaterisatim Of Porosity Of Regenerated Cellulosil Fibres Using Classical Dye Adsorbtion Techniques. *Lenzinger Berichte*, 88, 77-86.
- Joedodibroto, 1983. Prospek Pemanfaatan Eceng Gondok dalam Industri Pulp dan Kertas. *Berita Selulosa*. Edisi maret, Vol. XIIX. No. 1.
- Kamus kedokteran. 2008. *Mikroskop*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- Khopkar, S.M., 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik* diterjemahkan oleh Saptoraharjo, A., Jakarta: UI-Press.
- Kirk, R. E and Othmer, D.F.1981. *Encyclopedia Of Chemical Technology*, 3rd Ed., Vol.24: John Wiley And Sons New York.

- Krismayanti, Manuntun M, Ni Gusti Ayu Made Dwi Adhi Suastuti, 2019. Sintesis Arang Aktif Dari Limbah Batang Bambu Dengan Aktivator Naoh Sebagai Adsorben Ion Krom (III) Dan Timbal (II). *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal Of Applied Chemistry)* Vol.7 No.2.
- Lelifajri. 2010. Adsorpsi Ion Logam Cu (II) Menggunakan Lignin dari Limbah Serbuk kayu Gergaji. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7(3): 126-129.
- Lopes, D.A. 1997. Sorption of Heavy Metals on Blast Furnace. *Water Resource*, 32:89-99.
- Mahamadi, C. 2011. Water Hyacinth As A Biosorbent. *Environmental Science And Technology*, 5(13), 1137-1145.
- Mahbubah, A. 2017. Karakterisasi Gugus Aktif Batang Jagung (*Zea mays L*) Menggunakan Asam Sitrat Sebagai Bahan Pengaktivasi. *Skripsi*. Malang: Jurusan Kimia, Fakultas Saintek, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Nurmasari, R. 2008. Kajian Adsorpsi Krom (III) pada biomassa Tandon Kosong Kelapa Sawit. *Sains dan Terapan Kimia*, Vol. 2, No. 2.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. John Wiley & Sons, New York.
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Pitsari, S., Tsoufakis, E., Loizidou, M. 2013. Enhanced lead adsorption by unbleached newspaper pulp modified with citric acid, *Chemical Engineering Journal*, 2013.02.105.

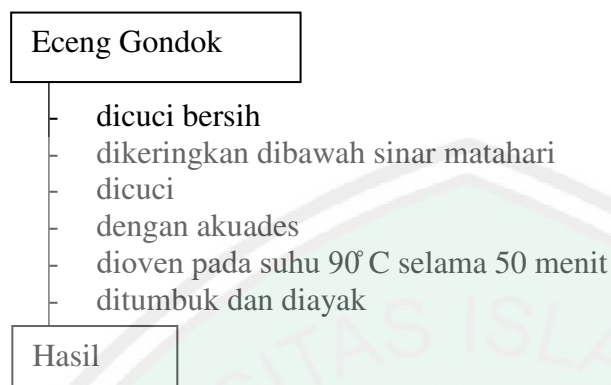
- Purnomo, T., & Muchyiddin. 2007. Analisis Kandungan Timbal (Pb) Pada Ikan Bandeng (*chanos chanos forsk.*) di Tambak Kecamatan Gresik. *Neptunus*, 14(1), 68-77.
- Ramos, L.A. Bernal-Jacome, I. Acosta-Rodríguez, Adsorption Of Cadmium (II) From Aqueous Solution On Natural And Oxidized Corncob, *Sep. Purif. Technol.* 45 (2005) 41–49.
- Rakhmania, C.D., Khaeronnisa, I., Ismuyanto, B., Nanda, J., Himma, N.F. 2017. Adsorpsi Ion Kalsium Menggunakan Biomass Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Diregenerasi HCl. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, Vol. 1, No.1, Hal. 16-24.
- Reri, A., Yommi, D., & Rafola, F. 2012. Studi Penentuan Kondisi Optimum fly Ash Sebagai Adsorben Dalam Menyisihkan Logam Berat Timbal (Pb). *Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas*, 9(1), 37-43.
- Sahara, E.2009. Distribusi Pb Dan Cu pada Berbagai Ukuran Partikel dan Sedimen Pelabuhan Benoa, *Jurnal Kimia*. Vol. 3, No. 2, 2009, 75-80.
- Siswoyo, E., Adrian, A.R., and Tanaka, S. 2017. Bioadsorbent Based on Water Hyacinth Modified With Citric Acid for Adsorption of Methylene Blue in Water. *MATEC Web of Conferences*, 154, 01012.
- Surbakti, Sevty, Ragustina. 2016. Sintesis Selulosa Sitrat dan Selulosa Daun Nenas (*Ananas Comosus*) (L) Merr Melalui Melalui Reaksi Esterifikasi dengan Asam Sitrat Sebagai Pengadsorpsi ion Kadmium (Cd^{2+}). *Skripsi Medan: Universitas Sumatra Utara*.
- Stumm, W, and Morgan, J., 1996. *Aquatic Chemistry :Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters*. Wiley-Interscience 3rd Edition.

- Tangio, J. S. 2013. Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Biomassa Eceng Gondok *Eichhornia crassipes*. *Laporan Penelitian Dosen Pemula*. Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Gorontalo.
- Thanh, N dan Nung, H. 2009. Cellulose Modified with Citric Acid and Its Absorption of Pb^{2+} and Cd^{2+} Ions. *Hanoi : ECSO*.
- Vaughan T, C.W. Seo, W.E. Marshall. 2001. Removal Of Selected Metal Ions From Aqueous Solution Using Modified Corncobs, *Bioresour. Technol.* 78 (2001) 133–139.
- Wardalia, W. 2016. Karakterisasi Pembuatan Adsorben dari Seakam Padi Sebagai Pengadsorp Logam timbal Pada Limbah Cair. *Jurnal Integrasi Proses*. Vol. 6 No.2.
- Wen, X., Chunjie Y., Na S., Tiantian L., Shilai Z., Wenjun L. 2017. A Biomass Cationic Adsorbent Prepared From Corn Stalk: *LowCost Material and High Adsorption Capacity*.
- Wilbraham, A. 1992. *Kimia Organik dan Hayati*. Penerbit ITB. Bandung.
- Zimmels, Y., F. Kirzhner, dan A. Malkovskaja. 2006. Application of *Eichhornia crassipes* and *Pistia stratiotes* for treatment of urban sewage in Israel. *Journal of Environmental Management Elsevier Ltd* Vol.81 Hal. 420–428.

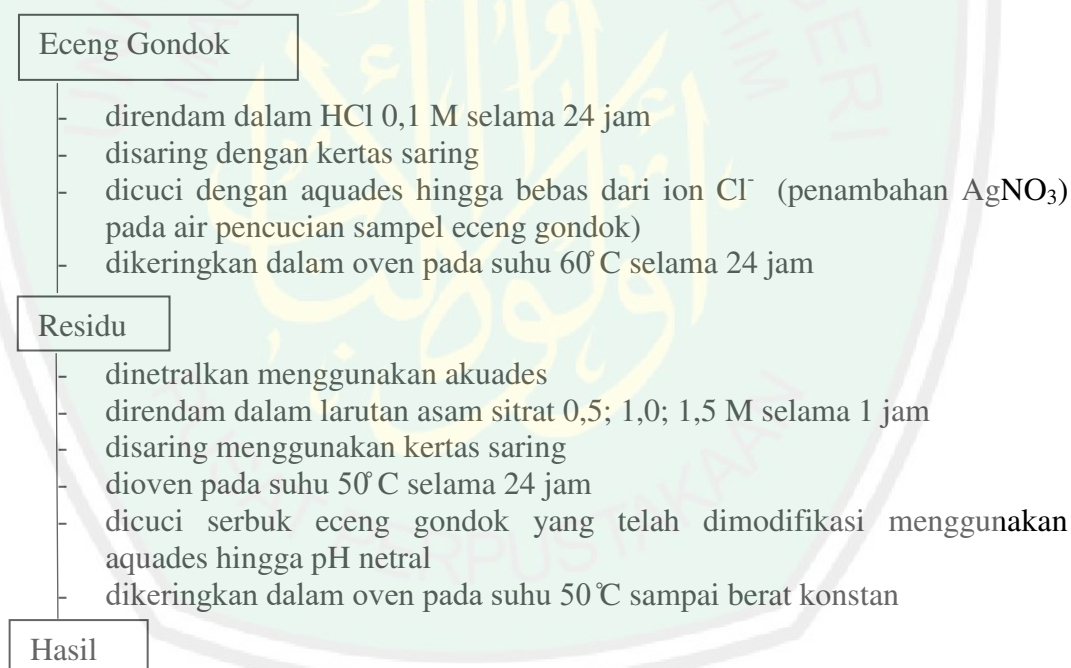
LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 DIAGRAM ALIR

L.1.1 Preparasi Eceng Gondok

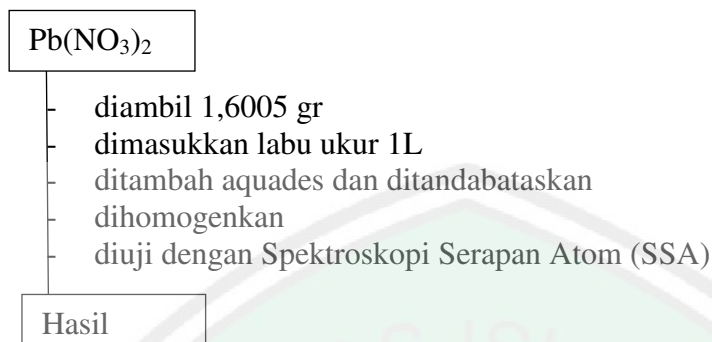


L.1.2 Demineralisasi dan Modifikasi Adsorben Eceng Gondok

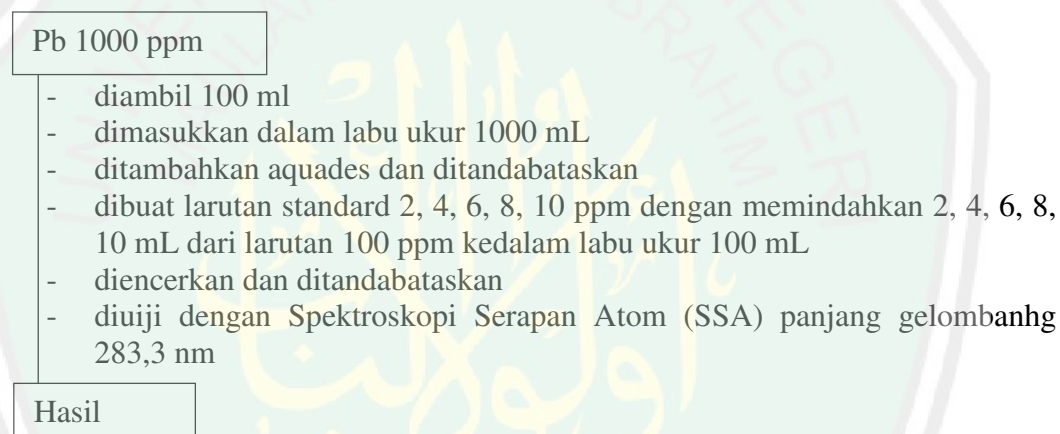


L.1.3 Pembuatan Larutan Timbal

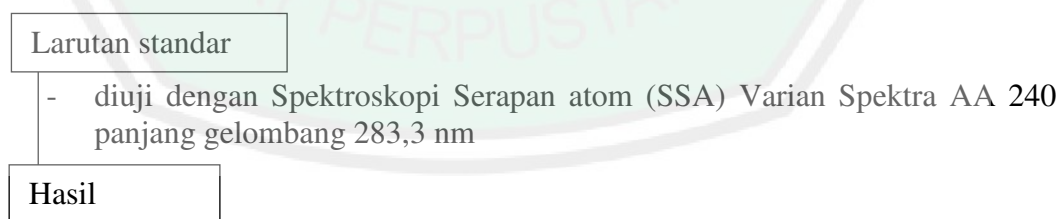
L.1.3.1 Pembuatan Larutan Stok timbal (Pb)



L.1.3.2 Pembuatan Kurva Standar Pb

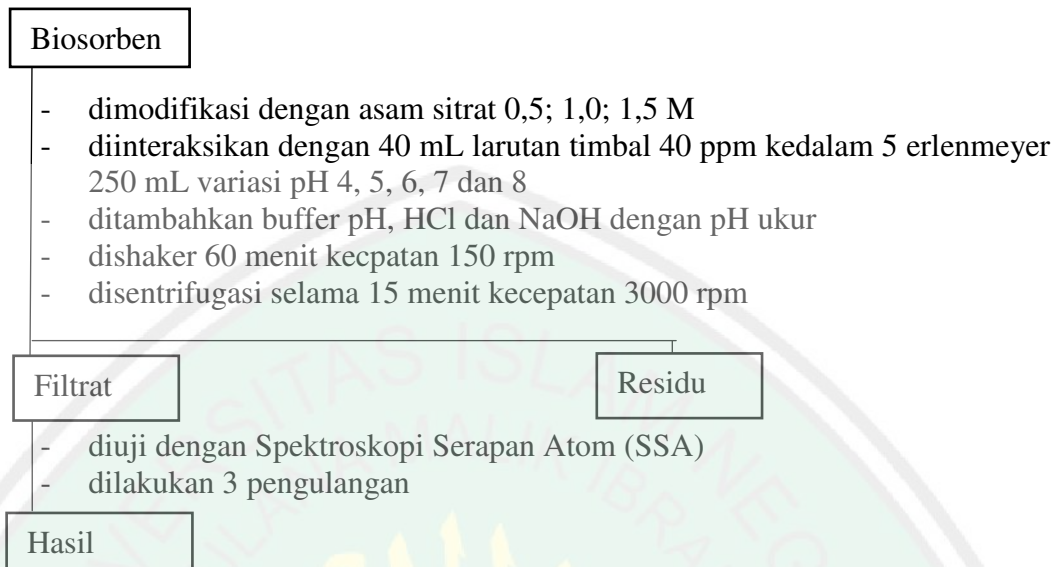


L.1.3.3 Kondisi Operasional Analisis Logam Timbal (Pb) Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA)



L.1.4 Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Oleh Biosorben Eceng Gondok

Termodifikasi Asam Sitrat Dengan Variasi pH



L.1.5 Karakterisasi Biosorben Eceng Gondok Menggunakan FTIR

Biosorben terdemineralisasi, termodifikasi asam sitrat dan teradsorpsi timbal

- dipadatkan menjadi *pellet*
- dianalisis

Hasil

LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN

L.2.1 Pembuatan Larutan Logam Pb

L.2.1.1 Larutan Induk

Pembuatan larutan induk logam timbal 1000 ppm = 1000 mg/L

$$ppm = \frac{mg}{L}$$

$$1000 \text{ ppm} = 1000 \frac{mg}{L}$$

Menentukan massa Pb ($Pb(NO_3)_2$) dilarutkan kedalam 1000 mL (1L)

menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} &= \frac{ppm \times v \times Mr (Pb(NO_3)_2)}{Ar Pb} \\ &= \frac{1000 \frac{mg}{L} \times 1L \times 331 \frac{g}{mol}}{207 \frac{g}{mol}} \\ &= 1600 \text{ mg} \\ &= 1,6 \text{ g} \end{aligned}$$

Pembuatan larutan Pb 1000 ppm dilakukan dengan melarutkan 1,6 g ke dalam labu ukur 1L dan ditandabatkan menggunakan akuades.

L.2.1.2 Larutan Sampel Logam Timbal (II)

Larutan timbal (Pb) diperoleh dari pengenceran larutan induk timbal $Pb(NO_3)_2$ 1000 ppm. Larutan timbal (Pb) 100 ppm dibuat dengan cara memindahkan 100 mL larutan baku ppm kedalam labu ukur 1000 mL kemudian ditambahkan akuades hingga tanda batas Perhitungan sbb:

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

$$V_1 \times 1000 \text{ mg/L} = 1L \times 100 \text{ mg/L}$$

$$= \frac{1L \cdot 100 \text{ mg/L}}{1000 \text{ mg/L}}$$

$$= 0,1 \text{ L}$$

$$= 100 \text{ mL}$$

Larutan timbal (Pb) 200 ppm dibuat dengan cara memindahkan 100 mL larutan baku ppm kedalam labu ukur 1000 mL kemudian ditambahkan akuades hingga tanda batas Perhitungan sbb:

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

$$V_1 \times 1000 \text{ mg/L} = 1\text{L} \times 20 \text{ mg/L}$$

$$= \frac{1 \text{ L} \cdot 200 \text{ mg/L}}{1000 \text{ mg/L}}$$

$$= 0,2 \text{ L}$$

$$= 200 \text{ mL}$$

Keterangan :

V_1 adalah volume larutan sebelum pengenceran

M_1 adalah konsentrasi larutan sebelum pengenceran

V_2 adalah volume larutan setelah pengenceran

M_2 adalah konsentrasi larutan setelah pengenceran

L.2.1.3 Larutan Standart 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm dari larutan Sampel 100 ppm

a. Larutan Pb 20 ppm

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 1\text{L} \times 2 \text{ ppm}$$

$$= \frac{1 \text{ L} \cdot 2 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

$$= 0,2 \text{ L}$$

$$= 2 \text{ mL}$$

Pembuatan larutan Pb 2 ppm dilakukan dengan cara memindahkan 2 mL larutan timbal 100 ppm kedalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan akuades hingga tanda batas

b. Larutan Pb 4 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 100 \text{ ppm} &= 1\text{L} \times 4 \text{ ppm} \\ &= \frac{1 \text{ L} \cdot 4 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}} \\ &= 0,4 \text{ L} \\ &= 4 \text{ mL} \end{aligned}$$

Pembuatan larutan Pb 4 ppm dilakukan dengan cara memindahkan 4 mL larutan timbal 100 ppm kedalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan akuades hingga tanda batas

c. Larutan Pb 6 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 100 \text{ ppm} &= 1\text{L} \times 6 \text{ ppm} \\ &= \frac{1 \text{ L} \cdot 6 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}} \\ &= 0,6 \text{ L} \\ &= 6 \text{ mL} \end{aligned}$$

Pembuatan larutan Pb 6 ppm dilakukan dengan cara memindahkan 6 mL larutan timbal 100 ppm kedalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan akuades hingga tanda batas

d. Larutan Pb 80 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 100 \text{ ppm} &= 1\text{L} \times 8 \text{ ppm} \\ &= \frac{1 \text{ L} \cdot 8 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}} \\ &= 0,8 \text{ L} \\ &= 8 \text{ mL} \end{aligned}$$

Pembuatan larutan Pb 8 ppm dilakukan dengan cara memindahkan 8 mL larutan timbal 100 ppm kedalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan akuades hingga tanda batas

e. Larutan Pb 100 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 1000 \text{ mg/L} &= 1\text{L} \times 100 \text{ mg/L} \\ &= \frac{1 \text{ L} \cdot 100 \text{ mg/L}}{1000 \text{ mg/L}} \\ &= 0,1 \text{ L} \\ &= 10 \text{ mL} \end{aligned}$$

Pembuatan larutan Pb 10 ppm dilakukan dengan cara memindahkan 10 mL larutan timbal 100 ppm kedalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan akuades hingga tanda batas

L.2.2 Larutan Asam Sitrat

L.2.2.1 Larutan Asam Sitrat Stok 5 M

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

Massa jenis asam sitrat = 1,66 g/mL

Mr asam sitrat = 192 g/mol

Ditanya : g asam sitrat ?

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

Jika akan dibuat 5 M (M_2) dalam labu ukur 100 mL (V_2), jika diketahui $M_1 = 8,603 \text{ M}$ maka dicari V_1 dengan rumus :

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ 8,603 \text{ M} \times V_1 &= 5 \text{ M} \times 100 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$V_1 = 58,119 \text{ mL}$$

Dicari massa jika diketahui L, dengan rumus :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$1,66 \text{ g/mL} = \frac{m}{23,248 \text{ mL}}$$

$$\begin{aligned} m &= 1,66 \text{ g/mL} \times 58,119 \text{ mL} \\ &= 96,477 \text{ g} \end{aligned}$$

Asam sitrat sebanyak 96,477 g dimasukkan kedalam labu takar 100 mL dan diencerkan menggunakan akuades hingga tanda batas.

L.2.3 Larutan Asam Sitrat 0,5; 1,0; dan 1,5 dari Larutan Stok 5 M

a. Asam sitrat konsentrasi 0,5 M

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ 5 \text{ M} \times V_1 &= 0,5 \text{ M} \times 100 \text{ mL} \\ V_1 &= 10 \text{ mL} \end{aligned}$$

Larutan stok asam sitrat 5 M dipipet sebanyak 10 mL, dimasukkan kedalam labu takar 100 mL dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas.

b. Asam sitrat konsentrasi 1,0 M

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ 5 \text{ M} \times V_1 &= 1,0 \text{ M} \times 100 \text{ mL} \\ V_1 &= 20 \text{ mL} \end{aligned}$$

Larutan stok asam sitrat 5 M dipipet sebanyak 20 mL, dimasukkan kedalam labu takar 100 mL dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas

c. Asam sitrat konsentrasi 1,5 M

$$\begin{aligned}V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\5 \text{ M} \times V_1 &= 1,5 \text{ M} \times 100 \text{ mL} \\V_1 &= 30 \text{ mL}\end{aligned}$$

Larutan stok asam sitrat 5 M dipipet sebanyak 30 mL, dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan diencerkan dengan akuades hingga tanda bata



LAMPIRAN 3 DATA HASIL PENELITIAN

L.3.1 Kurva Standart

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
2	0,0587
4	0,0877
6	0,1143
8	0,1539
10	0,1811

$$y = 0,01739 \times C + 0,01230$$

L.3.2 Hasil AAS

- Konsentrasi Filtrat Tersisa

$$Y = ax + b$$

Dimana : y : adsorbansi sampel

x : konsentrasi sampel

- Konsentrasi Teradsorb

$$\text{Teradsorp (ppm)} = \text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi Akhir}$$

- Presentase Teradsorp (%)

$$\text{Removal (\%)} = \frac{\text{kadar konsentrasi awal} - \text{kadar setelah adsorpsi}}{\text{kadar konsentrasi awal}} \times 100\%$$

L.3.3 Uji ANOVA

Variasi Asam Sitrat

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	.053	2	12	.948
	Based on Median	.036	2	12	.965
	Based on Median and with adjusted df	.036	2	9.895	.965
	Based on trimmed mean	.024	2	12	.977

ANOVA

	Sum of Squares	df	Hasil		
			Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.430	2	1.715	3.656	.058
Within Groups	5.629	12	.469		
Total	9.058	14			

Variasi pH

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	1.861	4	10	.194
	Based on Median	.457	4	10	.766
	Based on Median and with adjusted df	.457	4	8.001	.766
	Based on trimmed mean	1.703	4	10	.225

ANOVA

	Sum of Squares	df	Hasil		
			Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.275	4	.319	.468	.759
Within Groups	6.815	10	.681		
Total	8.090	14			

LAMPIRAN 4 DOKUMENTASI



Eceng Gondok Murni



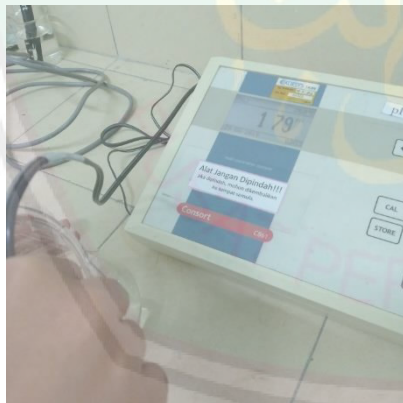
Adsorben setelah



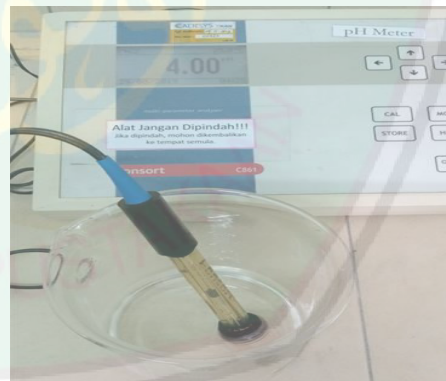
Proses modifikasi



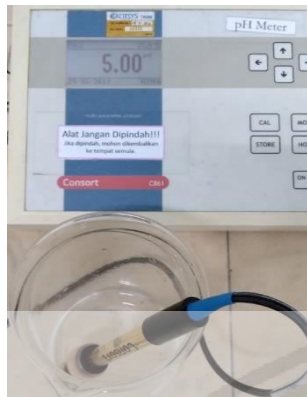
Adsorben setelah



pH awal Logam Pb



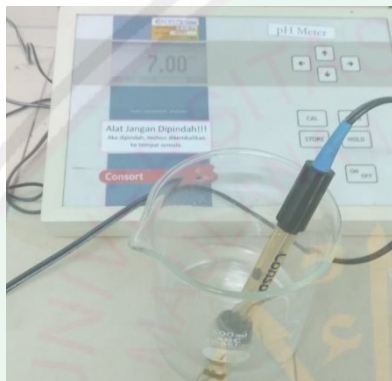
Logam Pb pH 4



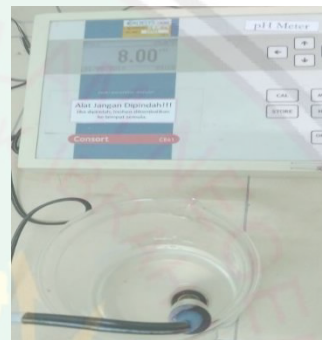
Logam Pb pH 5



Logam Pb pH 6



Logam Pb pH 7



Logam Pb pH 8



Filtrat setelah adsorpsi



Artikel Penelitian

ADSORPSI LOGAM TIMBAL (Pb) MENGGUNAKAN ADSORBEN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) TERMODIFIKASI ASAM SITRAT

Aris Rahmawati¹, M.M. Agustin¹, Suci Amalia¹, Rifatul Mahmudah¹

¹Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Gedung Sains dan Teknologi UIN Malang Lt.2 Jl. Gajayana 50 Malang, Indonesia, 65144

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat Artikel

Diterima

Direvisi

Diterima

Tersedia online

arahmana26.ar@gmail.com

Abstract

Water hyacinth is a plant that can be used for the adsorption of lead metal (Pb). The active group in water hyacinth in the form of hydroxyl (-OH) has the ability to absorb lead metal (Pb). Water hyacinth is demineralized using HCL 0.1 M to remove impurities on the surface. Increasing the ability of water hyacinth adsorption by modifying citric acid concentration variation of 0.5; 1.0; and 1.5 M. Lead metal adsorption processes with a pH variation of 4, 5, 6, 7, and 8. The kinetics of adsorption can be determined by variations of contact time 10, 20, 40, 60, 80 and 100 minutes. Isothermic adsorption was determined by adsorption variations of 30, 40, 50, 60 and 70 ppm. The results obtained showed the optimum ability of water hyacinth adsorption on citric acid modified water hyacinth 0.5 M at optimum pH 7 of 99.71%. Second order adsorption kinetics with R² value of 0.9278. This adsorption follows the Langmuir isotherm with R² value of 0.9942 and maximum adsorption capacity of 5.711 mg / g and includes chemical adsorption. Characterization of water hyacinth modified with citric acid using FTIR showed a new peak at wave number 1730 cm⁻¹ which is an ester group.

Keywords: Water Hyacinth, Citric Acid, pH, kinetics adsorption, Isotherm adsorption

Abstrak

Eceng gondok merupakan tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk adsorpsi logam timbal (Pb). Gugus aktif dalam eceng gondok yang berupa hidroksil (-OH) memiliki kemampuan untuk menyerap logam timbal (Pb). Eceng gondok di demineralisasi menggunakan HCL 0,1 M untuk menghilangkan pengotor pada permukaan. Peningkatan kemampuan adsorpsi eceng gondok dengan cara modifikasi asam sitrat variasi konsentrasi 0,5; 1,0; dan 1,5 M. Proses adsorpsi logam timbal dengan variasi pH 4, 5, 6, 7, dan 8. Kinetika adsorpsi dapat ditentukan dengan variasi waktu kontak 10, 20, 40, 60, 80 dan 100 menit. Isotermis adsorpsi ditentukan dengan variasi adsorbat 30, 40, 50, 60 dan 70 ppm. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan kemampuan adsorpsi eceng gondok optimum pada eceng gondok termodifikasi asam sitrat 0,5 M pada pH optimum 7 sebesar 99,71 %. Kinetika adsorpsi orde dua dengan nilai R² 0,9278. Adsorpsi ini mengikuti isotermis Langmuir dengan nilai R² 0,9942 dan kapasitas adsorpsi maksimum 5,711 mg/g dan termasuk adsorpsi kimia. Karakterisasi eceng gondok termodifikasi asam sitrat menggunakan FTIR menunjukkan puncak baru pada bilangan gelombang 1730 cm⁻¹ yang merupakan gugus ester.

Kata Kunci: Eceng Gondok, asam sitrat, pH, Kinetika adsorpsi, Isotermis adsorpsi

1. Pendahuluan

Eceng gondok memiliki kelebihan karena kemampuannya menyerap bahan terlarut dan tersuspensi dari air, sehingga perairan dapat terbersihkan dari polutan khususnya dari cemaran limbah logam berat dan mengakumulasi logam berat [8]. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh kandungan selulosa pada eceng gondok sebesar 64,51% [4] dan 72,63% [12].

Peningkatan kapasitas adsorpsi *methylene blue* oleh eceng gondok sebelum dan sesudah modifikasi asam sitrat dengan konsentrasi 1,3 M sebesar 261 mg/g menjadi 320 mg/g pada pH optimum 6 [10]. penyerapan logam timbal menggunakan bubuk kertas termodifikasi asam sitrat dengan konsentrasi 0,5 dan 1,0 M diperoleh nilai kapasitas maksimum 25,71 mg/g pada konsentrasi 0,5 M dan 34,6 mg/g pada konsentrasi 1 M pada pH optimum 6 [9].

Metode adsorpsi merupakan salah satu metode yang sangat efisien untuk menurunkan kandungan logam berat karena memiliki konsep yang lebih sederhana juga ekonomis [7]. Adsorben yang digunakan berupa biomassa yang diperoleh dari tumbuhan yang telah mati sebagai pengikat ion logam [2].

Kinetika adsorpsi dapat ditentukan dengan dengan Persamaan Lagergen yaitu *Lagergen Pseudo First Order* dan *Second Order Kinetic Model*. Adsorpsi logam timbal menggunakan adsorben eceng gondok mengikuti kinetika adsorpsi orde dua dengan nilai R^2 lebih mendekati 1, yaitu 0,999 [3]. Model isoterms adsorpsi untuk logam timbal (Pb) menggunakan adsorben eceng gondok adalah isoterms Langmuir, dimana nilai regresi (R^2) 0,89752 yang berarti bahwa adsorpsi logam timbal (Pb) menggunakan adsorben eceng gondok membentuk lapisan *monolayer* [5].

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan antara lain sampel eceng gondok yang di ambil dari Turen Kabupaten Malang, akuades, HCl 0,1 M, $Pb(NO_3)_2$, $AgNO_3$, larutan standar Pb 1000 ppm, asam sitrat, HNO_3 dan NaOH.

2.2. Metode

2.2.1. Pembuatan biosorben

Tanaman eceng gondok yang akan digunakan sebagai biosorben didapatkan di daerah Turen, Malang. Sampel eceng gondok dicuci bersih dan dipotong kecil-kecil dan dikeringkan di bawah sinar matahari, kemudian digerus dan disimpan dalam wadah kering. Sampel eceng gondok diambil 250 gram dan direndam dalam 2 L HCl 0,1 M selama 24 jam. Setelah itu dicuci dengan akuades hingga bebas dari ion Cl^- . Keberadaan ion Cl^- dapat dideteksi dengan penambahan $AgNO_3$ pada air pencucian eceng gondok yang membentuk endapan putih $AgCl$. Selanjutnya eceng gondok dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 24 jam.

Biosorben eceng gondok dimodifikasi menggunakan asam sitrat variasi konsentrasi 0,5; 1,0; dan 1,5 M dengan rasio asam sitrat : serbuk biosorben sebesar 5 mL : 1 gram. Sampel dilarutkan terlebih dahulu dengan akuades dan reaksi dilakukan di atas *stirrer* kecepatan 250 rpm selama 30 menit pada suhu ruang. Selanjutnya kedua campuran ini dimasukkan ke dalam oven pada suhu 50°C. Setelah 24 jam, suhu dinaikkan menjadi 120°C selama 90 menit. Selanjutnya dicuci dengan akuades hangat sampai pH mendekati 7, lalu dikeringkan pada suhu 50 °C sampai berat konstan. Biosorben yang telah terbentuk dapat digunakan sebagai biosorben untuk menurunkan kadar logam timbal (Pb).

2.2.2. Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Oleh Biosorben Eceng Gondok dengan Variasi pH

Sebanyak 0,4 gram biosorben termodifikasi asam sitrat 0,5 M diinteraksikan dengan 40 mL larutan timbal (Pb) 40 ppm kedalam masing-masing 5 botol 100 mL dengan variasi pH 4, 5, 6, 7, dan 8. Larutan dikondisikan dengan menambahkan buffer pH serta reagen HCl dan NaOH menggunakan pH meter. Kemudian di *shaker* selama 60 menit dengan kecepatan 150 rpm. Setelah itu dipisahkan menggunakan *sentrifuge* selama 15 menit

dengan kecepatan 3000 rpm. Filtrat yang dihasilkan akan digunakan untuk pengukuran kadar logam timbal (Pb) menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

2.2.3. Penentuan Kinetika Adsorpsi Logam Timbal Menggunakan Adsorben Eceng Gondok Termodifikasi

Sebanyak 50 mL sampel logam timbal (Pb) diinteraksikan dengan 0,5 gram biosorben termodifikasi asam sitrat 0,5 M didalam erlemeyer 250 mL. Kemudian dishaker 200 rpm dengan variasi waktu kontak 10, 20, 40, 60, 80 dan 100 menit. Kemudian dipisahkan menggunakan sentrifuge selama 15 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Filtrat yang dihasilkan akan digunakan untuk pengukuran kadar logam timbal (Pb) menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Hasil dari SSA dapat di gunakan untuk menentukan kinetika adsorpsi dengan persamaan orde 1 (1) dan orde 2 (2)

$$\log q_t - q_e = \log q_e + \frac{K_1}{2,303} t \quad (1)$$

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{K_r q_p^2} + \frac{1}{q_r} t \quad (2)$$

2.2.4. Penentuan Isotermis Adsorpsi Logam Timbal Menggunakan Adsorben Eceng Gondok Termodifikasi

Sebanyak 50 mL sampel logam timbal (Pb) dengan variasi konsentrasi 30, 40, 50, 60 dan 70 mg/L diinteraksikan dengan 0,5 gram biosorben termodifikasi asam sitrat 0,5 M didalam erlemeyer 250 mL. Kemudian dishaker 200 rpm. Kemudian dipisahkan menggunakan sentrifuge selama 15 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Filtrat yang dihasilkan akan digunakan untuk pengukuran kadar logam timbal (Pb) menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Hasil dari SSA dapat di gunakan untuk menentukan isotermis adsorpsi dengan Persamaan Isotermis Langmuir (3) dan Freundlich (4)

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{X_m K} + \frac{C_e}{X_m} \quad (3)$$

$$\log Q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e \quad (4)$$

2.2.5. Karakterisasi Biosorben Eceng Gondok menggunakan FTIR (Fourier Transform Infra Red)

Gugus fungsi senyawa biosorben eceng gondok sebelum dimodifikasi, setelah modifikasi asam sitrat berbagai variasi sitrat konsentrasi (0,5 M; 1,0 M dan 1,5 M) dan setelah mengadsorpsi timbal diidentifikasi menggunakan spektrofotometer FTIR VARIAN tipe FT 1000. Sampel biosorben diayak ukuran 100 mesh, lalu disimpan dalam desikator selama tujuh hari. Kemudian sampel dicampur dengan KBr lalu digerus dalam *mortar agate* dan dipress lalu dibentuk *pellet*. *Pellet* yang diperoleh diletakkan dalam *cell holder* dalam instrumen FTIR dan dibuat spektrum IR pada rentang bilangan 4000-400 cm^{-1} .

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Preparasi Eceng Gondok

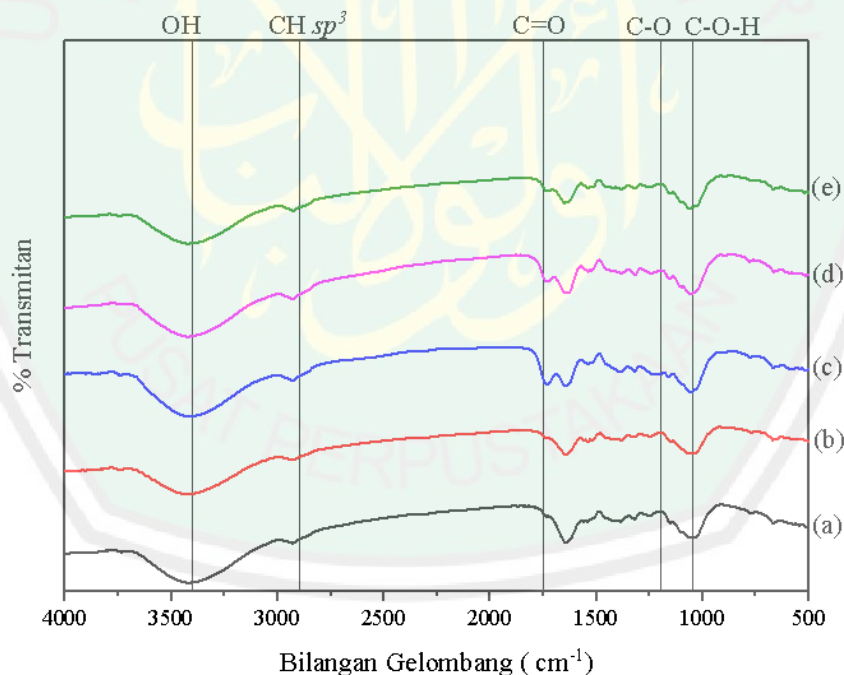
Tahap awal penelitian ini dilakukan dengan preparasi eceng gondok. Eceng gondok diambil dari daerah Turen kabupaten Malang kemudian dicuci bersih dan dipotong kecil-kecil agar mempercepat proses pengeringan. Kemudian eceng gondok dikeringkan di bawah sinar matahari langsung hingga benar-benar kering. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air pada eceng gondok dan mempermudah proses penggilingan. Penggilingan eceng gondok bertujuan untuk memperluas permukaan eceng gondok dan memudahkan proses adsorpsi. Serbuk eceng gondok yang diperoleh disimpan di wadah kering dan tertutup.

3.2. Demineralisasi Eceng Gondok

Demineralisasi merupakan aktivasi kimia yang bertujuan untuk menghilangkan mineral-mineral yang menempel pada permukaan dinding sel eceng gondok yang dapat menghambat proses penyerapan sehingga luas permukaan biosorben eceng gondok bertambah. Penggunaan HCl dengan konsentrasi 0,1 M mengacu pada penelitian oleh Nurmasari (2008) menggunakan HCl 0,1 M. Tahap demineralisasi dilakukan perendaman HCl 0,1 M selama 24 jam bertujuan untuk memaksimalkan proses penghilangan mineral-mineral pengotor. Setelah proses perendaman, biosorben dinetralkan dengan cara dicuci dengan akuades hingga terbebas dari ion Cl⁻. Keberadaan ion Cl⁻ dapat dideteksi menggunakan larutan AgNO₃ pada air pencucian biosorben terbentuk endapan putih atau AgCl, jika air cucian biosorben ditambahkan larutan AgNO₃ tidak menghasilkan endapan putih berarti filtrat tersebut sudah terbebas dari ion Cl⁻. Biosorben eceng gondok dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 24 jam.

3.3. Modifikasi Biosorben Eceng Gondok menggunakan Asam Sitrat

Biosorben eceng gondok modifikasi asam sitrat dengan variasi konsentrasi 0,5; 1 dan 1,5 M dikarakterisasi menggunakan spektroskopi FTIR yang ditunjukkan Gambar 3.1. Spektra bilangan gelombang eceng gondok murni (EGM) digambarkan pada Gambar 3.2. Spektra EGM menunjukkan ikatan hidrogen O-H *stretching band* yang kuat dan lebar pada bilangan gelombang 3418 cm⁻¹. Ikatan C-O *stretching band* dari hidroksil primer yang dapat dikaitkan dengan struktur selulosa nampak pada bilangan gelombang 1051 cm⁻¹ dan vibrasi bending C-O-H pada 1251 cm⁻¹. Selanjutnya C-H *stretching* untuk sp³ atom karbon pada bilangan gelombang 2929 cm⁻¹. Hasil spektra inframerah dari EGM menunjukkan bahwa gugus fungsional yang terdapat dalam EGM yaitu alkohol, eter dan karboksil.



Gambar 3.1 Spektra FTIR eceng gondok (a) murni (EGM), (b) demineralisasi (EGD), (c) EGA 0,5 M, (d) EGA 1,0 M, dan (e) EGA 1,5 M.

Spektra eceng gondok murni (EGM), eceng gondok terdemineralisasi (EGD) dan eceng gondok termodifikasi asam sitrat (EGA) ditunjukkan pada Gambar 3.2. Hal ini untuk mengetahui dengan jelas perbedaan spektra dari masing-masing variasi dan untuk memastikan reaksi yang terjadi antara eceng gondok dengan asam sitrat. Berdasarkan hasil spektra EGA 0,5; 1,0; dan 1,5 M mengalami peningkatan intensitas, hal ini menunjukkan meningkatnya gugus karbonil yaitu meningkatnya serapan pada bilangan gelombang 1057-1067 cm⁻¹ C-O *stretching* dan muncul puncak baru pada bilangan gelombang 1732-1734 cm⁻¹, dimana panjang gelombang tersebut merupakan ciri khas yang dimiliki oleh C=O ester. Puncak penyerapan luas sekitar 3412-3422 cm⁻¹ juga

mengkonfirmasi keberadaan O-H karboksilat setelah modifikasi asam sitrat. Hasil dari spektra dapat dikonfirmasi bahwa gugus karboksil telah berikatan dengan eceng gondok selama perlakuan kimiawi dengan asam sitrat karena ditunjukkan adanya gugus fungsi karboksil dan hidroksil dalam spektra.

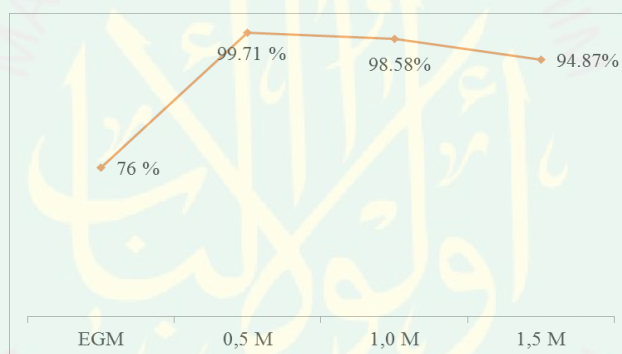
Hasil spektra terbaik secara kualitatif di peroleh EGA 0,5 M, dimana intensitas pada gelombang 1732 cm^{-1} memiliki puncak yang sangat tajam, tetapi dengan semakin naiknya konsentrasi asam sitrat puncak yang di hasilkan semakin menurun.

Tabel 3.1 Karakterisasi FTIR

No	EGM	EGD	EGA 0,5;1,0;1,5 M	Jenis Vibrasi
1	3418	3424	3419-3422	-OH
2	2929	2928	2927-2929	-CH sp^3
3	-	-	1732-1734	C=O ester
4	1251	1248	1232-1258	C-O-H
6	1051	1053	1057-1061	C-O alcohol

3.4. Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Sitrat Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb)

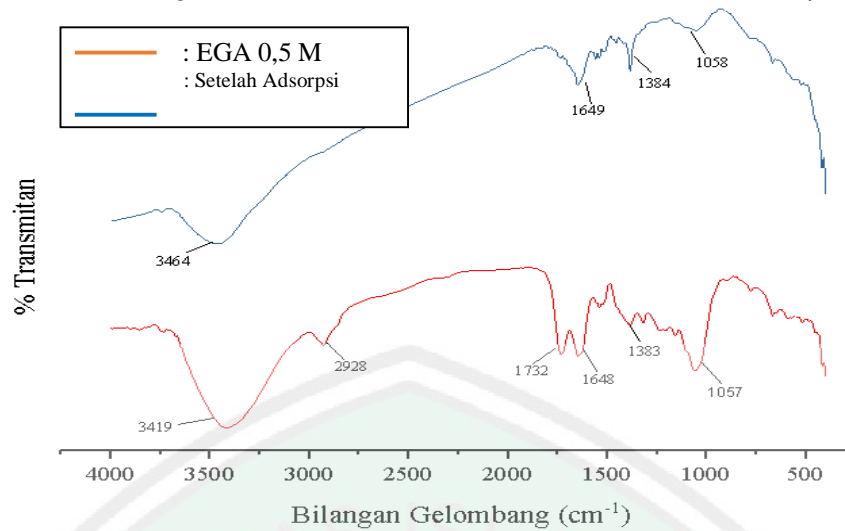
Pengaruh variasi konsentrasi asam sitrat berpengaruh terhadap situs aktif biosorben eceng gondok, untuk mengetahui biosorben termodifikasi asam sitrat terbaik maka diaplikasikan pada adsorpsi logam timbal pada pH 7.



Gambar 3.2 Grafik presentase variasi asam sitrat termodifikasi asam sitrat 0,5 M; 1,0 M; 1,5 M dan eceng gondok murni.

Hasil presentase yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 eceng gondok murni diperoleh hasil adsorpsi logam timbal sebesar 76%. Biosorben tanpa modifikasi atau eceng gondok murni (EGM) mempunyai daya serap yang rendah sebesar 76%, hal ini disebabkan karena gugus pengikat logam timbal hanya bersumber dari hidroksil selulosa, sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Azhari, dkk. (2017) bahwa gugus fungsi yang ada dalam selulosa murni yaitu gugus hidroksil (-OH) yang membuat selulosa poliol dengan gugus fungsi alkohol primer (-CH₂OH) atau alkohol sekunder (-CHOH) sehingga dapat terjadi adsorpsi pada material selulosa. Persen teradsorp EGM 0,5 M; 1,0 M; dan 1,5 M berturut-turut sebesar 99,71 %, 98,58 % dan 94,87 %. Semakin tinggi konsentrasi asam sitrat maka semakin rendah kemampuan biosorben untuk menyerap logam timbal.

3.5. Karakterisasi Biosorben Eceng Gondok Termodifikasi Asam Sitrat dan Setelah Adsorpsi Menggunakan FTIR

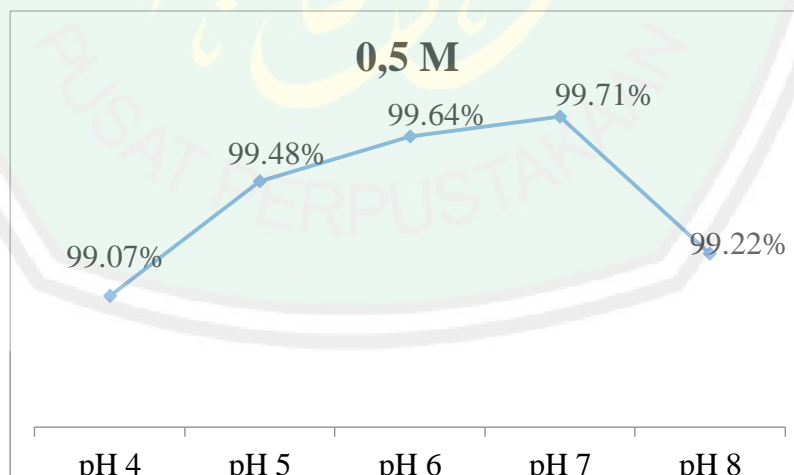


Gambar 3.3 Spektra FTIR EGA 0,5 M dan setelah adsorpsi logam timbal

Biosorben EGM 0,5 M setelah diadsorpsikan pada logam timbal dianalisis menggunakan FTIR, hasil dari analisis memperlihatkan terjadinya interaksi antara ion logam dengan gugus fungsi pada biosorben. Hal ini ditunjukkan oleh adanya pergeseran serapan pada beberapa bilangan gelombang 3419 cm^{-1} menjadi 3464 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur O-H. Hilangnya puncak bilangan gelombang EGM 0,5 M 2928 cm^{-1} setelah adsorpsi logam timbal menunjukkan bahwa adanya vibrasi yang kuat C-H sp^3 dan bilangan gelombang 1732 cm^{-1} gugus C=O ester juga di asumsikan bahwa terjadi penyerapan logam optimal.

3.6. Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb)

Derajat keasaman (pH) merupakan faktor yang sangat mempengaruhi proses adsorpsi ion logam dalam larutan. Analisis pengaruh variasi pH larutan adsorbat dilakukan dengan cara membandingkan kemampuan adsorpsi pH 4, 5, 6, 7 dan 8 oleh biosorben yang sama. Penentuan pH optimum dilakukan dengan cara adsorpsi logam timbal dengan variasi pH 4-8 menggunakan biosorben eceng gondok termodifikasi asam sitrat pada waktu kontak 90 menit.

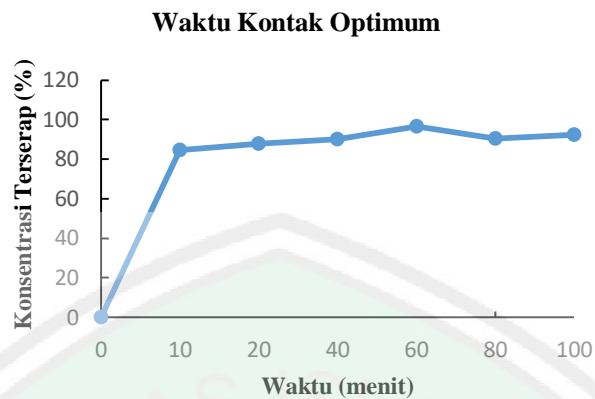


Gambar 3.4 Grafik presentase adsorpsi logam timbal EGM 0,5 M terhadap variasi pH

Berdasarkan Gambar 4.5 menunjukkan adanya kenaikan kemampuan daya serap adsorpsi logam timbal oleh biosorben eceng gondok termodifikasi asam sitrat 0,5 M pada pH 4-7, dimana pH 4 ke pH 5 mengalami kemampuan adsorpsi tertinggi. Kondisi pH rendah jumlah ion H^+ semakin banyak karena gugus aktif terprotonasi sehingga bermuatan positif, sehingga adsorpsi logam timbal semakin sedikit.

3.7. Penentuan Waktu Kontak Optimum

Penentuan waktu optimum adsorpsi dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan adsorben untuk mengadsorpsi logam timbal (Pb) secara optimal.

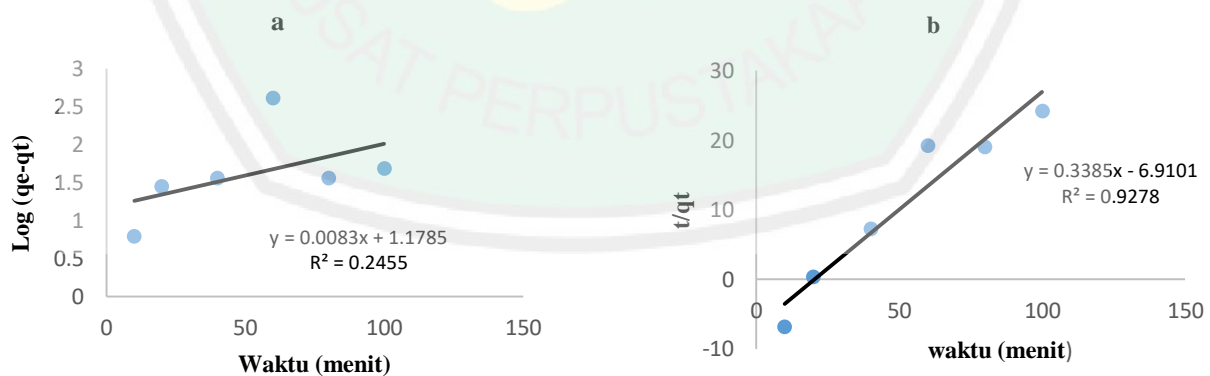


Gambar 3.5 Grafik waktu optimum adsorpsi logam timbal

Menit ke 0-10 menit terjadi kenaikan persen adsorpsi yang sangat tinggi, hal ini disebabkan pada menit ke -0 sisi aktif adsorben belum mengikat adsorbat, sehingga kemungkinan adsorben untuk mengikat logam sangat tinggi (lanjar). Waktu kontak optimum terjadi pada menit ke-60 dengan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 3,774 mg/g. menit ke-80 mengalami penurunan persen adsorpsi, hal ini dapat disebabkan adsorbat tidak semuanya terikat secara elektrostatis pada adsorben (adsorpsi kimia) melainkan ada kemungkinan terjadinya pelepasan kembali adsorbat yang telah jenuh (adsorpsi fisika) [1]. Setelah menit ke-60 menunjukkan adsorpsi sudah mencapai kesetimbangan, dimana laju adsorpsi sama dengan laju desorpsi sehingga laju adsorpsi menjadi konstan.

3.8. Penentuan Kinetika Adsorpsi

Kinetika adsorpsi merupakan salah satu faktor penting dalam proses adsorpsi karena menunjukkan tingkat kecepatan penyerapan adsorben terhadap adsorbatnya.



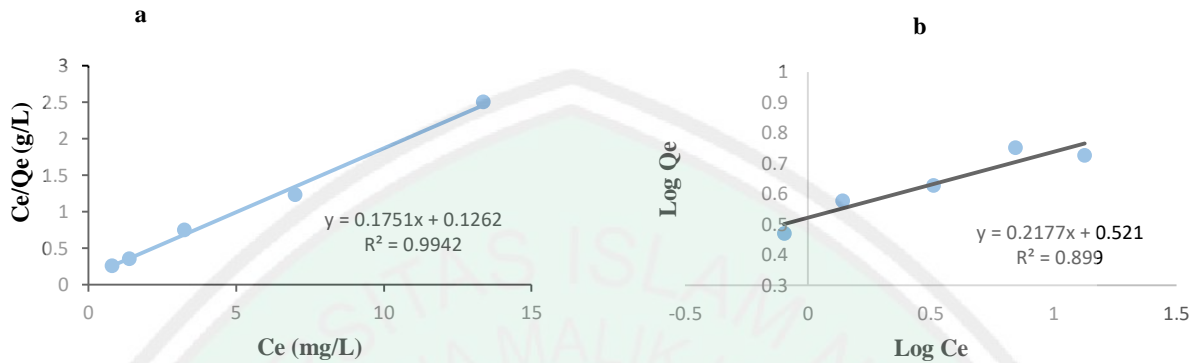
Gambar 3.6 Grafik Orde satu (a) dan Grafik Orde dua (b)

Adsorpsi logam timbal (Pb) menggunakan adsorben eceng gondok termodifikasi asam sitrat menggunakan kinetika adsorpsi orde dua, yang ditandai dengan nilai R^2 lebih mendekati nilai 1. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kanjial, dkk, (2017) yang melaporkan bahwa adsorpsi logam limbah industri menggunakan adsorben eceng gondok menggunakan kinetika adsorpsi orde dua dengan nilai R^2 0,9604.

Kinetika adsorpsi orde dua mengasumsikan bahwa proses adsorpsi dipengaruhi oleh adsorbat dan sisi aktif dari adsorben, dimana kapasitas adsorpsi proporsional atau berbanding lurus dengan jumlah sisi aktif adsorben.

3.9. Penentuan isotermiss adsorpsi

Model isotermiss adsorpsi dapat digunakan untuk menentukan mekanisme adsorpsi adsorben eceng gondok pada logam timbal (Pb).



Gambar 3.7 Grafik Isotermiss Langmuir (a) dan Grafik Isotermiss Freundlich (b)

Nilai R^2 isotermiss Langmuir lebih besar dibandingkan nilai R^2 isotermiss Freundlich, sehingga adsorpsi logam timbal (Pb) oleh eceng gondok mengikuti model isotermiss Langmuir yang mengindikasikan bahwa situs permukaan adsorben bersifat homogen. Adsorpsi terjadi secara kimia dengan adanya interaksi antara situs aktif adsorben dengan zat teradsorpsi dan interaksi hanya terjadi pada lapisan penyerapan tunggal (*monolayer*). Nilai q_m menunjukkan kapasitas optimum adsorben sebesar 5,711 mg/g dan nilai K_L (konstanta afinitas) menunjukkan kekuatan ikatan adsorbat pada permukaan adsorben sebesar 1,388 L/mg [13]. Semakin besar nilai konstanta isotermiss maka semakin besar juga afinitas adsorben eceng gondok terhadap logam timbal. Interaksi antara logam timbal dengan adsorben eceng gondok dapat dianalisa menggunakan FTIR seperti pada Tabel 4.1. Vibrasi C-O tidak terlihat karena perubahan gugus fungsi yang telah mengikat logam. Penurunan intensitas puncak gugus ester dan puncak OH pada adsorben eceng gondok setelah adsorpsi menunjukkan adanya interaksi antara gugus ester pada adsorben dengan kation pada adsorbat sesuai dengan penelitian Rigueto, dkk, (2020) menyatakan bahwa intensitas OH pada eceng gondok setelah adsorpsi mengalami penurunan. Hal ini dapat diasumsikan terjadi interaksi antara gugus aktif pada selulosa adsorben eceng gondok dan kation logam Pb dengan interaksi ikatan kovalen.

Tabel 3.6 Persamaan Isotermiss Adsorpsi

Isotermiss Adsorpsi Langmuir			Isotermiss Adsorpsi Freundlich		
q_m (mg/g)	K_L (L/mg)	R^2	$1/n$	K_F (mg/g)	R^2
5,711	1,388	0,9942	4,593	3,318	0,899

4. Kesimpulan

1. Variasi biosorben termodifikasi asam sitrat terhadap adsorpsi logam timbal tidak berpengaruh secara signifikan. Kemampuan daya serap optimum adsorpsi logam timbal oleh biosorben termodifikasi asam sitrat 0,5 M.
2. Kemampuan daya serap adsorpsi logam timbal pada pH rendah dan pH tinggi cenderung rendah. Optimum adsorpsi logam timbal yaitu pada pH 7.
3. Kinetika adsorpsi logam timbal (Pb) oleh adsorben eceng gondok mengikuti kinetika adsorpsi orde dua dengan nilai R^2 0,9278.
4. Isotermiss adsorpsi logam timbal (Pb) oleh adsorben eceng gondok mengikuti model isotermiss Langmuir dengan nilai R^2 0,9942 dan kapasitas adsorpsi maksimum 5,711 mg/g.

5. Hasil analisis FTIR, hasil modifikasi menghasilkan puncak baru pada bilangan gelombang 1730 cm^{-1} yang merupakan ciri khas gugus fungsi C=O ester.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak di Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang atas jasa dan infrastruktur yang telah banyak membantu selama proses penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Ayuni, N.P.S., dan Kristinayanti, P.L.P. 2015. Pengaruh pH dan Waktu Kontak pada Adsorpsi Rhodamin-B menggunakan Membran Polielektrolit (Pec) Kitosan-pektin. Seminar Nasional Riset Inovatif III; Bali, 2015. Bali : Universitas Pendidikan Ganesha. Halaman : 394-397.
- [2] Guzrizal, 2006. Pengaruh pH dan Penentuan Kapasitas Adsorpsi Logam Berat Pada Biomassa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Indo. J. Chem.*, 2006, 6 (1), 56 – 60.
- [3] Ibrahim, H.S., Ammar, N.S., Soylak, M., Ibrahim, M. 2012. Removal of Cd (II) and Pb (II) from Aqueous Solution Using Dried Water Hyacinth As A Biosorbent. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 96 No. 413-420.
- [4] Joedodibroto, 1983. Prospek Pemanfaatan Eceng Gondok dalam Industri Pulp dan Kertas. *Berita Selulosa*. Edisi maret, Vol. XIX. No. 1.
- [5] Kanjilal, T., Bhattacharjee, C., and Datta, S. 2017. Assessing Treatment of Lead (Pb II) from Industrial Wastewater on Dried Bulbs of Water Hyacinth: Adsorption Capacity, Isotherm and Kinetic Study. *Int. J. Environmental Technology and Management*, Vol. 20, Nos. 1/2.
- [6] L. Lanjar, F. Riayanti, and W. Astuti. 2018. Kesetimbangan Adsorpsi Zat Warna Methyl Violet Oleh Karbon Aktif Berbasis Limbah Daun Nanas (*Ananas comosus* L). *METANA*. Vol. 14, No. 2.
- [7] Lelifajri. 2010. Adsorpsi Ion Logam Cu (II) Menggunakan Lignin dari Limbah Serbuk kayu Gergaji. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7(3): 126-129.
- [8] Mahamadi, C. 2011. Water Hyacinth As A Biosorbent. *Environmental Science And Technology*, 5(13), 1137-1145.
- [9] Pitsari, S., Tsoufakis, E., Loizidou, M. 2013. Enhanced lead adsorption by unbleached newspaper pulp modified with citric acid, *Chemical Engineering Journal*, 2013.02.105.
- [10] Rigueto, C.S.T., Piccin, J.S., Dettmer, A., Rosseto, M., Dotto, G.L., Schmitz, A.P.O., Perondi, D., Freitas, T.S.M., Loss, R.A., Geraldi, C.A.Q. 2020. Water Hyacinth (*Eichhornia Crassipes*) Roots, an Amazon Natural Waste, As an Alternative Biosorbent to Uptake A Reactive Textile Dye From Aqueous Solutions. *Ecological Engineering*. 150 (2020) 105817.
- [11] Siswoyo, E., Adrian, A.R., and Tanaka, S. 2017. Bioadsorbent Based on Water Hyacinth Modified With Citric Acid for Adsorption of Methylene Blue in Water. *MATEC Web of Conferences*, 154, 01012.
- [12] Wilbraham, A. 1992. *Kimia Organik dan Hayati*. Penerbit ITB. Bandung.
- [13] Wulandari, W.T. 2017. Pengaruh Aktivasi Adsorben Batang eceng Gondok ((*Eichornia crassipes*) Terhadap Adsorpsi Kromium (Cr) Menggunakan metode Batch. Skripsi. Malang: Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Malang.