

**PENENTUAN KINETIKA ADSORPSI PADA LOGAM TIMBAL (Pb)
MENGUNAKAN ADSORBEN BIOMASSA *Hydrilla verticillata*
TERMODIFIKASI ASAM SITRAT**

SKRIPSI

Oleh:
DEWINTA YUKA SIWI
NIM. 15630029



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

**PENENTUAN KINETIKA ADSORPSI PADA LOGAM TIMBAL (Pb)
MENGUNAKAN ADSORBEN BIOMASSA *Hydrilla verticillata*
TERMODIFIKASI ASAM SITRAT**

SKRIPSI

Oleh:
DEWINTA YUKA SIWI
NIM. 15630029

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri 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**

**PENENTUAN KINETIKA ADSORPSI PADA LOGAM (Pb)
MENGUNAKAN ADSORBEN BIOMASSA *Hydrilla verticillata*
TERMODIFIKASI ASAM SITRAT**

SKRIPSI

Oleh:
DEWINTA YUKA SIWI
NIM. 15630029

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 23 November 2020

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Dr. Akyunul Jannah, S.Si, M.P
NIP. 19750410 200501 2 009

Mengesahkan,
Ketua Jurusan



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

**PENENTUAN KINETIKA ADSORPSI PADA LOGAM TIMBAL (Pb)
MENGUNAKAN ADSORBEN BIOMASSA *Hydrilla verticillata*
TERMODIFIKASI ASAM SITRAT**

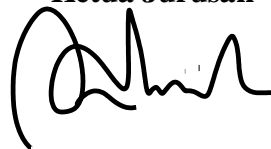
SKRIPSI

Oleh:
DEWINTA YUKA SIWI
NIM. 15630029

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 23 November 2020

Penguji Utama	: Eny Yulianti, M.Si NIP. 19760611 200501 2 006	(.....) 
Ketua Penguji	: Lulu'atul Hamidatu Ulya, M.Sc NIDT. 19900906 20180201 2 239	(.....) 
Sekretaris Penguji	: Rif'atul Mahmudah, M.Si NIDT. 19830125 20160801 2 068	(.....) 
Anggota Penguji	: Dr. Akyunul Jannah, S.Si, M.P NIP. 19750410 200501 2 009	(.....) 

Mengesahkan,
Ketua Jurusan



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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dewinta Yuka Siwi

NIM : 15630029

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Penentuan Kinetika Adsorpsi Pada Logam (Pb)

Menggunakan Adsorben Biomassa Hydrilla Verticillata

Termodifikasi Asam Sitrat.

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

Yang membuat pernyataan

Malang, 15 Desember 2020



Dewinta Yuka Siwi
NIM 15630029

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah dengan penuh rasa syukur kepada Alah SWT akhirnya bisa menyelesaikan tugas akhir ini. Tanpa kehendak-Nya dan dukungan dari orang-orang sekitar, saya tidak dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena ini, saya ingin mempersembahkan tulisan ini untuk:

Kedua orang tua saya Bapak Drs. Ec. Hoedianto dan Ibu Dra. Sudarti serta kakak saya Darista Yusna Pratiwi dan adik saya Novian Triananda Hoedianto Putra yang selama ini telah memberikan segala bentuk dukungan mulai dari awal masuk kuliah hingga saya bisa memperoleh gelar sarjana ini. Terima kasih untuk segalanya, mungkin kiranya tulisan ini hanya sebagian kecil hal yang bisa saya persembahkan, karena semua kebaikan kalian takkan bisa terbalas dengan apapun. Semoga selalu diberi kesehatan, kebahagiaan dan panjang umur. Aamiin

Bapak dan Ibu Dosen Kimia, khususnya Ibu Rif'atul Mahmudah, M.Si, Ibu Dr. Akyunul Jannah, S.Si, M.P , Ibu Eny Yulianti, M.Si, Ibu Lulu'atul Hamidatu Ulya, M.Sc yang telah memotivasi, memberikan arahan, dan membimbing dengan sangat sabar selama ini. Dari proses pembelajaran selama S1 ini saya bisa lebih mengerti dan memahami ilmu kimia dengan kimia dengan baik. Semoga kebaikan Bapak dan Ibu Dosen melipat balsan yang lebih baik dari Allah SWT. Aamiin.

Seluruh teman-teman kimia 2015 khususnya Kimia-A 2015 yang telah menjadi bagian dari penelitian ini. Terima kasih untuk segala bantuan support selama ini. Semoga Allah memberikan keberkahan atas semua kerja keras yang telah kita lakukan. Semoga cita-cita kita semua bisa terwujud dan kita semua sukses. Aamiin.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Alhamdulillahirobbil 'Alamin, segala puji bagi Allah Penguasa alam semesta atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul “**Penentuan Kinetika Adsorpsi Logam Timbal oleh Adsorben *Hydrilla verticillata* Termodifikasi Asam Sitrat**” dapat terselesaikan dengan baik dan harapan adanya perbaikan untuk hasil maksimal. Semoga sholawatserta keselamatan yang berlimpah selalu tumpahruah 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 do'a yang senantiasa menyertai.
2. Bapak Prof. Dr. Abdul Haris, M. Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Ibu Rif'atul Mahmudah, M.Si, Ibu Dr. Akyunul Jannah, M.P selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyusunan laporan penelitian ini.

6. Segenap Bapak dan Ibu Laboran Laboratorium Jurusan Kimia yang telah memberikan pelayanan selama proses penelitian.
7. Teman-teman tim penelitian yang telah memberikan semangat dan motivasi selama penelitian sampai penyusunan laporan hasil penelitian ini.
8. 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, 13 Juli 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
المخلص	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan	7
1.4 Batasan Masalah	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 <i>Hydrilla verticillata</i>	9
2.2 Demineralisasi.....	12
2.3 Modifikasi Selulosa oleh Asam Sitrat melalui Reaksi Esterifikasi	13
2.4 Adsorpsi Logam Pb Termodifikasi AsamSitrat	14
2.4.1 Adsorpsi	14
2.4.2 Kinetika Adsorpsi	15
2.4.3 Timbal	16
2.4.4 Mekanisme Adsorpsi Logam Timbal Termodifikasi AsamSitrat	17
2.5 Prinsip Analisis Logam Timbal Menggunakan AAS.....	17
2.6 Identifikasi Gugus Fungsi pada Biosorben Menggunakan FTIR.....	19
BAB III METODELOGI	21
3.1 Waktu dan Tempat	21
3.2 Alat & Bahan	21
3.2.1 Alat	21
3.2.2 Bahan	21
3.3 Rancangan Penelitian.....	22
3.4 Tahap Penelitian.....	22
3.5 Prosedur Kerja	23
3.5.1 Preparasi dan Demineralisasi Biomassa <i>Hydrilla verticillata</i> Menggunakan Asam Nitrat.....	23
3.5.2 Modifikasi Gugus Aktif Biomassa Menggunakan Asam Sitrat	23

3.5.3 Pembuatan Larutan Timbal (Pb).....	24
3.5.3.1 Pembuatan Larutan Stok Timbal	24
3.5.3.2 Pembuatan Kurva Standar Logam	24
3.5.4 Kondisi Operasional Analisis Logam Pb Timbal	
3.5.5 menggunakan AAS.....	24
3.5.6 Penentuan Kinetika Adsorpsi Logam Timbal menggunakan	
3.5.7 Hydrilla termodifikasi asam sitrat	25
3.5.8 Karakterisasi Biomassa Hydrilla verticillata menggunakan	
Spektrofotometer FTIR.....	25
3.5 Analisis Data	26
BAB IV PEMBAHASAN	27
4.1 Preparasi dan Demineralisasi Sampel <i>Hydrilla verticillata</i>	27
4.2 Modifikasi Selulosa <i>Hydrilla verticillata</i> Menggunakan Asam Sitrat.....	29
4.3 Kurva Standar Logam Timbal (Pb).....	32
4.4 Adsorpsi Logam Timbal Oleh Biomassa Termodifikasi	33
4.4.1 Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi	34
4.4.2 Kinetika Adsorpsi Logam Timbal.....	35
4.5 Hasil Penelitian Dalam Perspektif Islam.....	37
BAB V PENUTUP	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Hydrilla verticillata</i>	9
Gambar 2.2 Rumus molekul asam sitrat	13
Gambar 2.3 Reaksi asam sitrat dengan selulosa melalui reaksi esterifikasi	14
Gambar 2.3 Tahapan umum atomisasi Pb pada SSA.....	17
Gambar 2.4 Spektra IR selulosa termodifikasi asam sitrat	18
Gambar 4.1 Reaksi dugaan esterifikasi selulosa dengan asam sitrat	29
Gambar 4.2 Kurva standar logam timbal (Pb)	32
Gambar 4.3 kinetika adsorpsi orde 1.....	35
Gambar 4.4 Kinetika adsorpsi orde2	35



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan nutrisi pada <i>Hydrilla verticillata</i>	11
Tabel 2.2 Penurunan kadar mineral oleh asam nitrat	12
Tabel 4.1 Interpretasi spektra IR	30



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rancangan penelitian	48
Lampiran 2 Diagram alir penelitian	49
Lampiran 3 Perhitungan	53
Lampiran 4 Data Hasil Penelitian	57
Lampiran 5 Dokumentasi	60



ABSTRAK

Siwi, Yuka, D. 2020. **Penentuan Kinetika Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Oleh Adsorben *Hydrilla verticillata* Termodifikasi Asam Sitrat.**Laporan Hasil Penelitian. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maliki Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing1: Rif'atul Mahmudah, M.Si.Pembimbing II: Dr Akyunul Jannah, M.P.

Kata kunci: *Hydrilla verticillata*, asam sitrat, kinetika adsorpsi, adsorpsi, logam Pb

Danau Ranu Grati Pasuruan merupakan danau alami yang kaya akan organism perairan, salah satunya tumbuhan yang dapat digunakan sebagai biomassa adalah *Hydrilla verticillata*. *Hydrilla verticillata* merupakan salah satu sumber biomassa dengan kadar selulosa, sehingga dapat digunakan sebagai biosorben dalam proses adsorpsi. Modifikasi hydrilla bertujuan untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi. Dalam penelitian ini modifikasi hydrilla menggunakan larutan asam sitrat 1M. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinetika adsorpsi logam Pb, kondisi optimum adsorpsi dan hasil karakterisasi hydrilla murni, demineralisasi, modifikasi dan setelah adsorpsi

Tahapan penelitian ini meliputi preparasi biosorben *Hydrilla verticillata*, demineralisasi *Hydrilla verticillata* menggunakan HCl 0,1 M, aktivasi menggunakan asam sitrat 1 M, penentuan kinetika adsorpsi logam timbal (Pb) dan karakterisasi *Hydrilla verticillata* menggunakan FTIR.

Hasil penelitian ini menunjukkan waktu terbaik adsorpsi logam timbal terjadi selama 180 menit dengan konsentrasi penyerapan 99,7 %. Kinetika adsorpsi logam timbal (Pb) oleh adsorben *Hydrilla verticillata* termodifikasi asam sitrat mengikuti kinetika adsorpsi orde dua dengan nilai R^2 0,999. Berdasarkan spektra IR menunjukkan munculnya gugus baru setelah proses modifikasi, yaitu gugus ester pada bilangan gelombang $1732,90\text{ cm}^{-1}$ yaitu gugus ester yang menambah gugus aktif adsoben sehingga meningkatkan kapasitas adsorpsi.

ABSTRACT

Siwi, Dewinta Yuka. 2020. **Determination of Lead Metal Adsorption Kinetics (Pb) by Adsorbent Hydrilla verticillata Modified Citric Acid.** Research Report. Department of Chemistry Faculty of Science and Technology UIN Maliki Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor 1: Rif'atul Mahmudah, M.Sc. Advisor II: Dr. Akyunul Jannah, M.P.

Keywords: Hydrilla verticillata, citric acid, adsorption kinetics, adsorption, Pb metal

Lake Ranu Grati Pasuruan is a natural lake that is rich in aquatic organisms, one of which is a plant that can be used as biomass is *Hydrilla verticillata*. *Hydrilla verticillata* is a source of biomass with cellulose content, so it can be used as a biosorbent in the adsorption process. *Hydrilla* modification aims to improve adsorption ability. In this study, modification of *hydrilla* using 1M citric acid solution. This study aims to determine the adsorption kinetics of Pb metal, the optimum conditions for adsorption and the results of characterization of pure *hydrilla*, demineralization, modification and after adsorption.

The stages of this research included the preparation of *Hydrilla verticillata* biosorbent, demineralization of *Hydrilla verticillata* using 0.1 M HCl, activation using 1 M citric acid, determination of lead metal (Pb) adsorption kinetics and characterization of *Hydrilla verticillata* using FTIR.

The results of this study showed that the best time for lead metal adsorption was 180 minutes with an absorption concentration of 99.7%. The adsorption kinetics of lead metal (Pb) by citric acid modified *Hydrilla verticillata* adsorbent followed the second order adsorption kinetics with R² value of 0.999. Based on the IR spectra, it shows the emergence of a new group after the modification process, namely the ester group at wave number 1732.90 cm⁻¹, namely the ester group which adds to the adsorbic active group.

المستخلص

سيوي، ديوييتا يوكا. 2020. تحديد حركية ادمصاص معادن الرصاص (Pb) عن طريق هيدريلا فرتيسيلاتا المعدل تبه حمض الستريك. تقرير نتائج البحث. قسم الكيمياء بكلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفة الأولى: رفيعة المحمودة، الماجستير. المشرفة الثانية: الدكتور أعين الجنة، الماجستير.

الكلمات الرئيسية: هيدريلا فرتيسيلاتا، حمض الستريك، الحركية الإدمصاصية، الإدمصاص، معادن الرصاص

بحيرة رانو غراقي باسوروان هي بحيرة طبيعية غنية بالكائنات المائية، إحداها النباتات يستخدم بها كتكتلة حيوية هي هيدريلا فرتيسيلاتا. تمتلك هيدريلا فرتيسيلاتا القدرة على تجميع معادن الرصاص (Pb) في الجسم. يمكن استخدام محتوى السليلوز الموجود في هيدريلا فرتيسيلاتا في وجود مجموعات هيدروكسيل (-OH) التي لديها القدرة على ربط المعادن الثقيلة مثل معادن الرصاص (Pb). يستخدم نوع المعادن 0.1 مولار من حمض الهيدروكلوريك لإزالة الشوائب من المعادن في صفيح الماء. يمكن زيادة قدرة الامتزاز عن طريق تعديل صفيح الماء بحمض الستريك 1 م الذي يتسبب في ظهور مجموعات استر والتي ستضيف مجموعات نشطة إلى الشعيرات المائية. يتم امتصاص معادن الرصاص (Pb) عند تغير وقت الاتصال لتحديد الخواص الحركية لامتصاص معادن الرصاص (Pb). توصيف المترات باستخدام FTIR.

أشارت نتائج البحث إلى حركية ادمصاص معدن الرصاص (Pb) عن طريق هيدريلا فرتيسيلاتا الممتزة المعدلة بحامض الستريك بعد حركية الإدمصاص من الدرجة الثانية بقيمة $0R2$ ، 0.0939 . وأقصى قدرة امتصاص تبلغ 5.873 جم وهي الإستر عند الموجة رقم 1732.90 سم⁻¹ هو مجموعة الإستر التي تضيف إلى المجموعة النشطة من أدوبين وبالتالي تزيد من قدرة الإدمصاص.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses industrialisasi tidak dapat lepas dari efek negatif yang ditimbulkan yaitu limbah industri (Prawita dkk., 2008). Beberapa jenis zat yang biasa terdapat dalam limbah industri adalah logam berat, di mana logam berat banyak digunakan sebagai bahan baku maupun sebagai bahan penolong dalam industri (Rochayatun, dkk., 2006). Menurut Radulescu, dkk (2014) dalam penelitiannya logam berat adalah logam yang bersifat racun dan memiliki densitas lebih dari 6 g/cm^3 . Logam berat sangat berbahaya jika masuk ke dalam tubuh manusia. Beberapa logam berat yang umum ditemukan pada perairan adalah timbal (Pb), kadmium (Cd), besi (Fe), mangan (Mn), dan nikel (Ni). Pencemaran yang dihasilkan dari logam berat juga sangat berbahaya karena bersifat toksis, logam berat juga akan terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses gravitasi (Rochayatun, dkk., 2006).

Konsentrasi logam berat yang larut dalam air jika melebihi ambang batas dapat mengganggu keseimbangan kehidupan biota di perairan pembuangan terakhir (sungai). Pencemaran tersebut akan terus berlanjut ke lingkungan sekitarnya sehingga pencemaran ini akan selalu berkesinambungan dan berakhir pada kerusakan alam. Allah SWT berfirman dalam QS. Al-Qashash: 77 yang menjelaskan bahwa Allah SWT tidak menyukai manusia-manusia yang berbuat kerusakan lingkungan (*al-mufsidin*) karena akan berdampak terhadap keseimbangan alam.

وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ

“Dan Janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan” (QS. Al-Qashash/28:77)

Oleh karena itu perlu adanya pengolahan untuk mengurangi kandungan logam dalam limbah logam sebelum dibuang ke lingkungan. Metode lain yang dapat dilakukan adalah elektrolisis pengendapan, penukar ion dengan menggunakan resin, filtrasi dan adsorpsi. Tangio (2013) menyebutkan adsorpsi merupakan metode yang paling umum dipakai karena menawarkan fleksibilitas dan keuntungan, baik dalam desain, operasi, konsep yang lebih sederhana dan juga ekonomis. Hal ini menjadikan perlu dilakukannya pengembangan penelitian terhadap teknologi alternatif untuk pemisahan logam yang lebih ekonomis, mudah didapat, dan lebih ramah lingkungan.

Menurut Win, dkk (2003) timbal merupakan salah satu logam yang sangat berbahaya bagi kehidupan manusia, hewan, dan fitoplankton. Mulyono (2007) menyebutkan bahwa timbal mempunyai berat atom 207,21 g/mol dengan berat jenis 11,34 g/cm³. Timbal termasuk golongan logam berat dan bersifat racun bagi kehidupan makhluk hidup (Alluri, dkk, 2007). Keberadaan timbal dalam lingkungan tergantung aktivitas manusia seperti pada daerah industri akan terdapat timbal dengan konsentrasi yang lebih tinggi. Berbeda pada daerah pedesaan hanya terdapat konsentrasi limbah yang kecil karena jaranganya penggunaan timbal dalam kehidupan masyarakat desa. Menurut Achmad (2004) timbal dapat ditemukan di semua lingkungan sehingga timbal dapat dengan mudah memasuki tubuh melalui udara, makanan, air minum dan lingkungan yang tercemar. Timbal dalam perairan berbentuk Pb²⁺ dan berasal dari industri dan pertambangan. Hasil samping bahan bakar bertimbal merupakan sumber

utama timbal pada udara dan daratan yang kemudian masuk ke perairan secara alami. Sedangkan timbal yang berasal dari batuan kapur dan galena adalah sumber timbal pada perairan alami. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No.492/MENKES/Per/IV/2010 ambang batas timbal pada air layak minum adalah 0,01 mg/L.

Logam timbal menyebabkan banyak masalah dan penyakit pada tubuh manusia. Menurut Singh, dkk. (2012) timbal dalam tubuh manusia dapat terakumulasi dalam jangka panjang dan menyebabkan anemia, ensefalopati (penyakit kelainan pada otak) dan hepatitis. Banyaknya kandungan logam timbal dalam tubuh bahkan dapat menyebabkan penurunan kecerdasan pada bayi dan anak-anak. Kadar Pb yang rendah menyebabkan kerusakan otak yang bersifat tidak baik yang berpengaruh pada gangguan belajar/daya ingat dan penurunan kapasitas intelektual. Efek toksik Pb atau yang disebut dengan istilah plumbisme ditandai dengan anemia, kerusakan ginjal, kerusakan syaraf, paralysis parsial otot tertentu, dan kerusakan otak dengan gejala akut kolik pain pada abdomen, mual, penurunan berat badan, hipotensi, insommia, dan gangguan saluran cerna (Darmono, 2001)

Proses adsorpsi menggunakan biomassa memiliki kelebihan utama yaitu bahan baku yang melimpah. Di samping itu, melalui langkah-langkah metabolisme atau kimia-fisika biosorben menunjukkan kemampuan biomassa untuk mengikat logam berat serta kemampuan penghilang racun dari bahan-bahan yang berbahaya (Ashraf, dkk., 2010). Selain itu proses ini termasuk *biodegradable* dan tidak menghasilkan limbah lumpur banyak. Selain itu kelebihan dari proses biosorpsi logam berat menggunakan biomassa ini adalah biayanya yang relatif murah

dibandingkan resin penukar ion dan penyerapan dengan karbon aktif. Penyerapan oleh resin penukar ion dan karbon aktif efektif digunakan pada pengolahan air limbah dalam jumlah kecil. Jika dibanding dengan penyerapan yang menggunakan biomassa sebagai adsorben maka terdapat selisih besar biaya yang dikeluarkan untuk mengatasi polutan dalam jumlah besar tersebut.

Kemampuan biomassa logam dapat ditingkatkan melalui proses aktivasi, misalnya dengan asam sitrat. Aktivasi tersebut dapat memiliki lebih banyak situs aktif yang dapat berikatan dengan ion logam. Aktivasi ini digunakan juga untuk menghilangkan logam-logam mineral yang masih tertempel dalam biomassa. Hal ini sesuai dalam Safrianti, dkk. (2012) bahwa aktivasi menggunakan asam sitrat pada limbah jerami padi akan menghilangkan garam-garam mineral yang terdapat pada sampel seperti kalsium yang berikatan dengan adsorben. Berkurang atau hilangnya garam-garam mineral tersebut mengindikasikan terbentuknya gugus fungsi COOH dan -OH sehingga gugus-gugus yang terdapat pada biosorben tersebut menjadi aktif. Asam sitrat digunakan sebagai bahan yang mampu memodifikasi gugus aktif yang ada pada suatu biosorben beda halnya dengan asam klorida yang digunakan untuk aktivasi. Penelitian Tatik, dkk, (2013) menunjukkan mengenai biomassa *Azollamicrophylla* yang diesterifikasi dengan asam sitrat menunjukkan bahwa kondisi optimum adsorpsi tembaga (II) terjadi pada pH 5 dan waktu kontak 60 menit. Penelitian tersebut diperoleh informasi persamaan adsorpsi isoterms Langmuir, bahwa kapasitas adsorpsi (Q_{max}) biomassa yang diesterifikasi (15,625 mg/g) lebih kecil dari kapasitas adsorpsi biomassa yang tidak diesterifikasi (24,390 mg/g).

Menurut penelitian Noer, dkk. (2007) biomassa yang teraktivasi dapat mengadsorpsi ion logam lebih besar daripada biomassa yang tidak diaktivasi. Hal ini terjadi karena pada biomassa yang teraktivasi lebih banyak mempunyai situs-situs aktif yang dapat berikatan dengan logam akibat dari reaksi hidrolisis basa yang menghasilkan suatu garam karboksilat, sehingga dapat meningkatkan daya penyerapan logam oleh biomassa tersebut. Adsorpsi ion logam pada dinding sel biomassa disebabkan karena terjadinya ikatan pada permukaan dinding sel (*surface-binding*), melalui mekanisme fisika dan kimia, seperti adsorpsi, pertukaran ion, dan pembentukan kompleks.

Penggunaan metode biomassa menggunakan tumbuhan yang telah mati sebagai pengikat ion logam dalam air yang dapat menurunkan kadar logam dalam konsentrasi tinggi, efisien dan bersifat regenerasi. Berbeda dengan metode fitoremediasi yang memanfaatkan tumbuhan hidup sebagai akumulator logam membutuhkan waktu cukup lama untuk menurunkan kadar logam, sehingga kurang efisien dan penggunaan satu tanaman hanya dapat digunakan sekali saja.

Salah satu tanaman air yang dapat digunakan sebagai biomassa adalah *Hydrilla verticillata*. Hal ini dikarenakan *Hydrilla verticillata* merupakan jenis tumbuhan air yang cukup banyak dijumpai di perairan danau di Indonesia. Tumbuhan ini merupakan tumbuhan air terbenam yang mempunyai permukaan tubuh yang sangat luas, yang berfungsi sebagai substrat untuk tumbuhnya berbagai mikroorganisma pengurai material organik. *Hydrilla verticillata* merupakan gulma bagi tanaman lain yang ada di bawah permukaan air. Ranu Grati merupakan danau dengan luas ± 197 ha. Menurut Muttaqinah (2008) organism penghuni danau biasanya berupa mikroalga, zooplankton, bentos, nekton dan

tumbuhan. Salah satu tumbuhan yang banyak dijumpai, terutama pada dasar danau adalah *Hydrilla verticillata* (Phukan, dkk., 2015). *Hydrilla verticillata* juga dapat mengakumulasi Pb, dengan berat *Hydrilla verticillata* sebesar 40 gram dengan konsentrasi Pb sebesar 2 ppm selama tujuh hari dapat meremediasi sebanyak 0,47 mg/Kg pada akar, 0,36 mg/Kg pada batangan dan 0,38 mg/Kg pada daun (Urifah, dkk., 2017).

Allah SWT berfirman dalam surat Lukman ayat 10:

خَلَقَ السَّمَاوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا ۗ وَالْأَرْضِ رَوَاسِيَ ۖ أَنْ تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ ۗ
وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ
زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: “Dia menciptakan langit tanpa tiang yang kamu melihatnya dan Dia meletakkan gunung-gunung (di permukaan) bumi supaya bumi itu tidak menggoyangkan kamu; dan memperkembang biakkan padanya segala macam jenis binatang. Dan Kami turunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik” (QS. Lukman: 10)

Menurut Shihab (2002) menyebutkan bahwa maksud dari “Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh – tumbuhan yang baik” adalah Allah SWT telah menumbuhkan segala macam tumbuhan di bumi yang baik dan bermanfaat. Tumbuhan diciptakan dengan segala

manfaat yang terkandung didalamnya. Termasuk tumbuhan *Hydrilla verticillata* yang hanya merupakan tumbuhan kecil bahkan dianggap tumbuhan pengganggu oleh sebagian orang awam yang belum mengerti manfaatnya.

Berdasarkan penelitian terdahulu, Izzah (2019) melakukan variasi konsentrasi 0,5; 1 dan 1,5 M asam sitrat sebagai bahan modifikasi selulosa *eceng gondok* yang digunakan untuk menyerap logam tembaga. Persen adsorpsi logam tertinggi dihasilkan oleh konsentrasi asam sitrat 1 M yaitu sebesar 91,49%, sedangkan konsentrasi 0,5 dan 1,5 M hanya menyerap logam sebesar 83,64% dan

60,70%. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan modifikasi menggunakan asam sitrat konsentrasi 1 M.

Berdasarkan uraian diatas, dalam penelitian ini akan dikaji tentang kinetika adsorpsi yang dilakukan dengan memvariasikan waktu kontak antara logam timbal (Pb) dengan adsorben *Hydrilla verticillata*. Kemudian dilakukan analisis kadar logam dan penurunannya setelah dilakukan adsorpsi menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*). Adsorben dikarakterisasi menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat pada adsorben *Hydrilla verticillata*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan diatas dapat diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kemampuan optimum selulosa yang berasal dari *Hydrilla verticillata* termodifikasi asam sitrat terhadap kadar timbal (Pb) variasi waktu kontak ?
2. Bagaimana model kinetika adsorpsi logam timbal (Pb) menggunakan adsorben *Hydrilla verticillata* termodifikasi asam sitrat?
3. Bagaimana karakterisasi yang dihasilkan adsorben *Hydrilla verticillata* murni, sesudah demineralisas, sesudah modifikasi asam sitrat dan setelah adsorpsi menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kemampuan optimum selulosa yang berasal dari *Hydrilla verticillata* termodifikasi asam sitrat terhadap penurunan kadar timbal variasi waktu kontak
2. Untuk mengetahui model kinetika adsorpsi logam timbal (Pb) menggunakan adsorben *Hydrilla verticillata* termodifikasi asam sitrat
3. Untuk mengetahui karakterisasi yang dihasilkan adsorben *Hydrilla verticillata* murni, sesudah demineralisasi, sesudah modifikasi asam sitrat dan setelah adsorpsi menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*).

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sampel *Hydrilla verticillata* yang digunakan berasal dari Danau Ranu Grati Pasuruan
2. Dosis adsorben yang digunakan adalah 1 g
3. pH larutan adsorbat (logam timbal) dikondisikan netral
4. Konsentrasi asam nitrat yang digunakan adalah 0,1 M
5. Konsentrasi asam sitrat yang digunakan adalah 1 M
6. Dipapar dengan konsentrasi timbal 100 ppm.

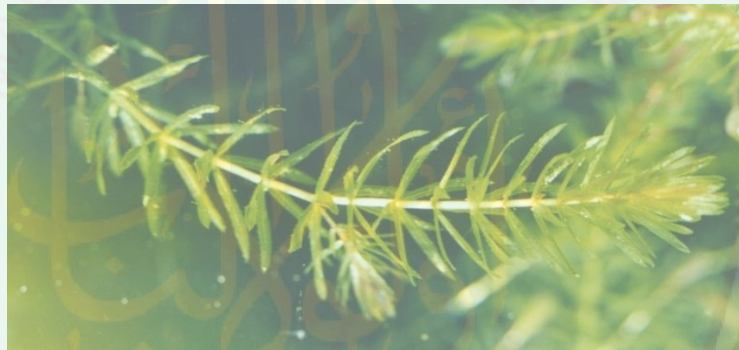
1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai potensi *Hydrilla verticillata* yang dapat digunakan sebagai adsorben logam timbal dengan kondisi pH dan dosis adsorben optimum melalui proses adsorpsi.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1. *Hydrilla verticillata*

Hydrilla verticillata adalah tumbuhan air yang merupakan bagian dari ekosistem danau dan berperan sebagai sumber daya baik langsung maupun tidak langsung (Tanor, 2004). Tumbuhan air adalah tumbuhan yang tumbuh di air atau sebagian siklus hidupnya berada di air. Keberadaan tumbuhan air di perairan terbuka tidak selalu menimbulkan kerugian. *Hydrilla verticillata* sering terdapat pada perairan-perairan tergenang seperti danau atau waduk (Shofawie, 1990).



Gambar 2.1 *Hydrilla verticillata*

Hydrilla verticillata memiliki ciri-ciri yaitu, daun berukuran kecil berbentuk lanset yang tersusun mengelilingi batang. Batangnya bercabang dan tumbuh mendatar sebagai stolon yang pada tempat tertentu membentuk akar serabut (Silalahi, 2010). Batang *hydrilla* berwarna hijau, tegak, ramping, bercabang dan dapat tumbuh sepanjang 7 meter. Bunganya jarang ada, apabila ada akan tumbuh pada ketiak daun menuju permukaan air melalui tangkai bunga yang panjang, berwarna putih dengan 3 mahkota dan 3 kelopak. Daun *hydrilla* berwarna hijau, tipis, berbentuk lanset dengan tepi bergerigi dan berduri, lebar 2-4 mm dan

panjang 6-20 mm, setiap tiga sampai empat helai daun tumbuh melingkar dan membentuk ruas-ruas pada batang. Tangkai daun berdiameter 0,1 mm dan berwarna hijau. Pelepah daun sering berwarna merah dan memiliki satu duri di bawah permukaannya (Marerdan Garvey, 2001). Tumbuhan ini merupakan tumbuhan yang seluruh bagian tubuhnya tenggelam di bawah permukaan air. Tumbuhan *Hydrilla verticillata* memiliki sistematika sebagai berikut (Ramesh, dkk., 2014):

Kingdom	: Plantae
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Hydrocharitales
Famili	: Hydrocharitaceae
Genus	: Hydrilla
Spesies	: <i>Hydrilla verticillata</i>

Tumbuhan *Hydrilla verticillata* mempunyai kandungan nutrisi yang tinggi seperti saponin, β -karoten, polisakarida, asam amino, mikro dan makronutrien, antioksidan dan agen detoksifikasi (Pal dan Nimse, 2006). Selain itu, kandungan klorofilnya sebesar 4,43 mg/g, karotenoid 0,92 mg/g dan vitamin C 4,70 mg/30g. Spesies ini juga kaya akan lisin dan merupakan sumber potensial dari kalsium dan vitamin B₁₂ (Kurniawan, dkk., 2010). *Hydrilla* dapat mendukung sistem kekebalan tubuh, memiliki aktivitas antibakteri, antioksidan dan antitumor (Ramesh, dkk., 2014).

Berdasarkan kandungan yang berpotensi pada tumbuhan *Hydrilla verticillata*, menunjukkan bahwa semua makhluk ciptaan Allah memiliki kegunaan yang dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia. Hal ini sesuai dengan al-Quran surat al-Baqarah ayat 29:

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ اسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ
فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ ۗ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ

Artinya: Dialah Allah, yang menjadikan segala yang ada di bumi untuk kamu dan Dia berkehendak (menciptakan) langit, lalu dijadikan-Nya tujuh langit. Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu (surat al-Baqarah/2 : 29).

Menurut tafsir Jalalain ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah menciptakan bumi beserta isinya agar kamu memperoleh manfaat dan mengambil perbandingan darinya (Jalaluddin, 2010). Berdasarkan tafsir tersebut Allah SWT menciptakan segala sesuatu di muka bumi dengan tidak sia-sia. Penciptaan Allah memiliki kandungan manfaat tersendiri. Manusia diberikan kesempatan yang seluas-luasnya untuk mengambil manfaat tersebut. Salah satunya dengan memanfaatkan kandungan yang ada pada tumbuhan *Hydrilla verticillata*.

Adapun kandungan kimia yang dimiliki oleh *Hydrilla verticillata* di antaranya alkaloid, protein, lemak, karbohidrat, karoten, asam nikotinat, vitamin B1, B2, C, sedikit mengandung nelumbin, pati, kalsium, fosfor, dan besi. Masingmasing kandungan kimia *Hydrilla verticillata* inilah yang akan berikatan dengan logam berat dalam proses biosorpsi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1(Pal dan Nimse, 2006):

Tabel 2.1 Kandungan nutrisi pada *Hydrillaverticillata*

Nutrisi/ Mineral	Jumlah (mg/10,5 gr)	Nutrisi/ Mineral	Jumlah (mg/10,5 gr)
Vitamin B-1	26,2	Fosfor	29,7
Vitamin B-2	0,08	Besi	35,8
Vitamin B-3	5,2	Seng	6,3
Vitamin B-5	11,4	Mangan	24,5
Vitamin B-6	35,9	Tembaga	0,2
Vitamin B-12	1,1	Kobalt	0,4
Kalsium	1460	Molibdenum	15 µg/10,5 g
Magnesium	76,1	B-karoten	19600 IU/10,5 g
Potassium	245		

2.2. Demineralisasi

Demineralisasi atau pencucian dengan larutan asam bertujuan untuk menghilangkan mineral-mineral asam serta pengotor yang menempel pada adsorben melalui proses pertukaran ion (Mandasari, 2016). Demineralisasi pada *Hydrilla verticillata* menggunakan HNO_3 0,3 M pada biosorben eceng gondok yang digunakan untuk menyerap ion logam tembaga (Cu) memiliki nilai efisiensi penyerapan yang optimal. Sementara itu pada penelitian lain, Mukaratirwa, dkk. (2016) demineralisasi dengan merendam eceng gondok menggunakan HNO_3 0,1 M dapat menurunkan kadar pengotor berupa mineral dan logam pada biomassa yang ditampilkan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Penurunan kadar mineral oleh asam nitrat

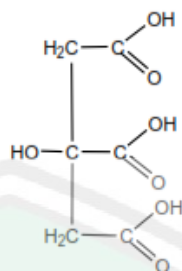
Mineral	Analisis($\mu\text{g/g}$)		Kadar Penurunan (%)
	Sebelum pencucian	Setelah pencucian	
Fe	2399,2	317,9	86,8
Ni	172,4	42,95	75,1
Cu	427,3	205,4	51,9
Pb	176,6	163,8	7,2
Cr	244,66	52,6	78,5
Zn	616,5	154,3	75,0

Sumber: Mukaratirwa, dkk. (2016)

2.3. Modifikasi Selulosa oleh Asam Sitrat melalui Reaksi Esterifikasi

Untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi dapat dilakukan modifikasi gugus aktif dari senyawa biosorben menggunakan asam sitrat. Asam sitrat merupakan suatu karboksilat tribasis, berwujud kristal berwarna putih, berasa kecut dan ada di dalam jeruk dan buah asam lainnya sebagai asam bebas. Memiliki rumus kimia $\text{CH}_2(\text{COOH})\text{-COH}(\text{COOH})\text{CH}_2(\text{COOH})$ dengan nama IUPAC asam 2-hidroksi-1,2,3-propanatrikarboksilat. Keasaman asam sitrat diperoleh dari tiga gugus karboksil (-COOH) yang dapat melepas proton dalam

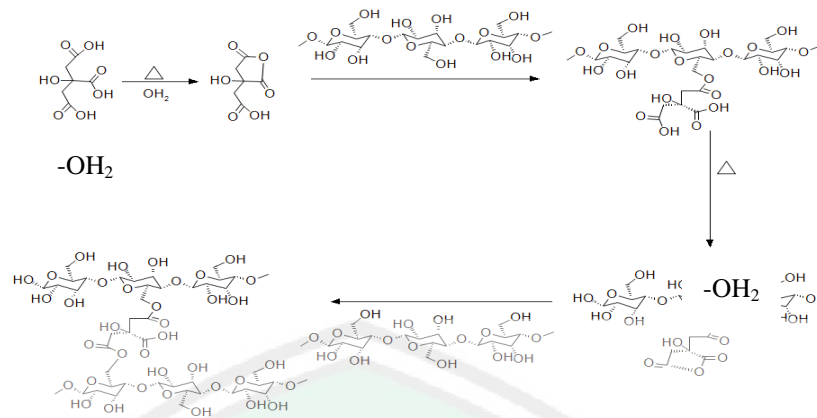
larutan sehingga dihasilkan ion sitrat (Surbakti, 2017). Struktur asam sitrat dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Rumus molekul asam sitrat

Kemampuan biosorben dalam mengadsorp logam tembaga dipengaruhi oleh gugus karboksil (-COOH) pada selulosa sebagai gugus aktif pengadsorp logam melalui proses modifikasi. Penelitian Mahbubah (2016) telah melakukan modifikasi selulosa menggunakan asam sitrat menunjukkan nilai gugus karboksil yang lebih besar yaitu 0,783 Eq/g. Oleh karena itu asam sitrat menjadi salah satu reagen terbaik yang bertindak untuk memodifikasi situs aktif pada selulosa, sehingga dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi dari eceng gondok (Siswoyo, dkk., 2017).

Modifikasi kimia menggunakan asam sitrat pada selulosa jerami kedelai dilakukan Zhu dan Zhang (2008) melalui reaksi esterifikasi untuk mengadsorp logam tembaga. Esterifikasi dilakukan dengan cara menambahkan asam sitrat 0,6 M dengan jumlah 1,0 gram jerami kedelai ke dalam 10 mL larutan asam sitrat. Kemudian diaduk pada 500 rpm selama 30 menit pada suhu kamar. Esterifikasi terjadi bila gugus asam karboksilat (-COOH) dan gugus alkohol (-OH) dipanaskan dalam suasana asam, maka kesetimbangan antara ester dan air akan terjadi. Proses ini disebut esterifikasi Fischer yang ditampilkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Reaksi asam sitrat dengan selulosa melalui reaksi esterifikasi (Thanh dan Nhung ,2009)

2.4 Adsorpsi Logam Pb Termodifikasi Asam Sitrat

2.4.1 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben (Atkins, 1997). Jenis adsorpsi yang umum dikenal adalah adsorpsi kimia (kemisorpsi) dan adsorpsi fisika (fisisorpsi). Adsorpsi kimia (kemisorpsi) menurut Atkins (1997) menyebabkan terbentuknya ikatan secara kimia dan didasarkan atas ikatan ionik atau pertukaran ion. Sementara itu pada adsorpsi fisika, molekul tidak terikat kuat sehingga mudah diganti oleh molekul lain karena adsorpsi ini didasarkan pada gaya Van Der Waals. Mekanisme pertukaran dapat terjadi berdasarkan penggabungan dari kemisorpsi dan fisisorpsi, karena mengikat ion-ion dengan ikatan secara kimia tetapi ikatan mudah dilepas kembali untuk terjadinya pertukaran ion

2.4.2. Kinetika Adsorpsi

Kinetika adsorpsi menyatakan adanya proses penyerapan suatu zat oleh adsorben dalam fungsi waktu. Adsorpsi terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat.

Molekul-molekul pada permukaan zat padat atau zat cair, mempunyai gaya tarik ke arah dalam, karena tidak ada gaya-gaya lain yang mengimbangi. Adanya gaya-gaya ini menyebabkan zat padat dan zat cair, mempunyai gaya adsorpsi. (Sukardjo, 1990).

Kinetika adsorpsi dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan Lagergren yang sering disebut *Lagergren Pseudo First Order* atau *Second Order Kinetic Model* (Ho and McKay 1998). Kinetika adsorpsi dapat ditentukan dengan mengukur perubahan konsentrasi adsorbat sebagai fungsi waktu untuk mengetahui nilai q_t . Setelah didapatkan nilai q_t , dibuat kurva untuk mendapatkan persamaan $y=ax+b$. Persamaan tersebut untuk mencari nilai K yang kemudian dimasukkan kedalam persamaan lagergren 2.1 dan 2.2 untuk mencari nilai q_e .

Orde 1

$$\log \log q_t - q_e = \log \log q_e + \frac{K_1}{2.303} t \quad (2.1)$$

Orde 2

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{K_r q_p^2} + \frac{1}{q_r} t \quad (2.2)$$

Setelah nilai q_e di dapatkan, dibuat kurva untuk mendapatkan nilai r^2 untuk menentukan orde terbaik. Nilai R^2 pada masing-masing orde yang mendekati 1 merupakan orde terbaik.

Ibrahim, dkk (2012) melaporkan adsorpsi logam timbal (Pb) menggunakan adsorben eceng gondok dalam bentuk grafik pada Tabel 2.1 :

Tabel 4.1 Hasil Kinetika Orde 1 dan Orde 2 dari Adsorpsi logam Pb(II)

Metals	Adsorbenst	Pseudo-first order kinetic		Second-order kinetic	
		K_1	R^2	K_2	R^2
Pb(II)	Shoot	0,018	0,864	18,04	0,9999
	Root	0,036	0,729	23,70	0,9999

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui nilai R^2 dari orde satu sebesar 0,7287 lebih kecil dibandingkan dengan nilai R^2 orde dua yaitu 0,9998. Data tersebut menunjukkan bahwa adsorpsi logam timbal (Pb) menggunakan orde dua.

2.4.3. Timbal

Timbal adalah logam yang berwarna abu-abu kebiruan yang memiliki massa atom relatif sebesar 207,19 g/mol (Svehla, 1979). Timbal adalah salah satu logam yang pertama kali ditemukan oleh manusia dan dalam konsentrasi kecil mudah ditemukan dimana-mana. Sifatnya yang memiliki titik leleh rendah, ketahanan terhadap korosi, dan kelenturannya yang tinggi membuat timbal sering digunakan pada industri mobil, cat, keramik, plastik, dll. Hal tersebut membuat peningkatan konsentrasi timbal bebas dalam lingkungan (Flora,dkk.,2012). Menurut Yulaipi dan Aunurrohim (2013). Timbal merupakan salah satu logam yang beracun dan banyak ditemukan sebagai pencemar dan pengganggu organisme perairan. Bagi tubuh manusia, belum ditemukan seberapa banyak konsentrasi timbal yang dapat bersifat racun maupun bermanfaat untuk kesehatan. Timbal diketahui dapat mempengaruhi fungsi tubuh terutama pada sistem saraf pusat, hati dan ginjal (Kalia dan Flora, 2005).

2.4.4 Mekanisme Adsorpsi Logam Timbal Termodifikasi Asam Sitrat

Interaksi yang terjadi antara biomassa *Hydrilla verticillata* dan logam adalah ikatan pertukaran ion akibat gugus karboksilat (-COOH) mengalami deprotonasi dan bermuatan negatif menjadi COO^- akibat adanya ion hidroksida (OH).Gugus karboksil bermuatan negatif ini sangat mudah berikatan dengan logam yang bermuatan positif.Menurut penelitian Volesky (2003) reaksi di atas berdasarkan tingginya nilai kapasitas adsorpsi berbanding lurus dengan

konsentrasi karboksilat dan hidroksil pada saat modifikasi menggunakan asam sitrat.

2.5. Prinsip Analisis Logam Timbal Menggunakan AAS

Spektroskopi Serapan Atom (SSA) merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu tergantung sifat unsurnya. Cahaya pada panjang gelombang ini mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom. Transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik (Khopkar, 1984). Logam-logam yang mudah diuapkan seperti Tembaga (Cu), Timbal (Pb), Zeng (Zn) dan Kadmium (Cd), umumnya ditentukan pada suhu rendah sedangkan untuk unsur-unsur yang tidak mudah diatomisasi diperlukan suhu tinggi. Ditinjau dari hubungan antara konsentrasi dan absorbansi, maka hukum Lambert Beer dapat digunakan jika sumbernya adalah monokromatis.

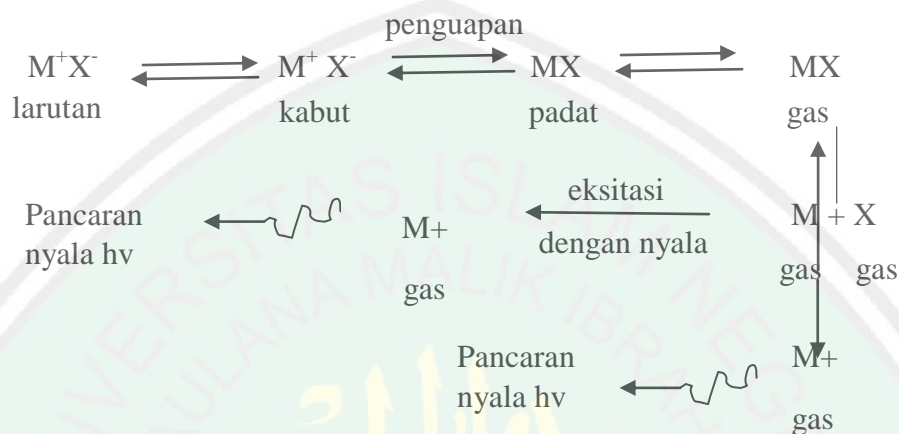
Hubungan serapan atom dengan konsentrasi dapat dinyatakan dengan hukum Lambert-Beer, yaitu:

$$\text{Log } I_0 / I = abc \dots\dots\dots(2.1)$$

- Dimana:
- I_0 = Intensitas mula-mula
 - I = I intensitas sinar yang ditransmisikan
 - a = Intensitas molar
 - b = Tinggi tungku pembakaran
 - c = Konsentrasi atom

Prinsip dasar spektrofotometri serapan atom adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Menurut Darmono (1995) cara kerja Spektroskopi Serapan Atom (SSA) ini adalah

berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Sampel yang dianalisis dengan menggunakan menggunakan AAS harus diubah terlebih dahulu menjadi atom-atom bebas. Secara umum, tahapan atomisasi yang terjadi pada SSA yaitu



Gambar 2.4 Tahapan umum atomisasi logam Pb pada SSA (Anshori, 2005)

Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) spesifik. Besarnya penyerapan radiasi diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi sama dengan panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom dalam nyala (Hendayana, 2001). Darmawan (2017) melakukan atomisasi terhadap logam yang dianalisis menggunakan AAS pada panjang gelombang 324,8 nm. Gas pembakar yang digunakan adalah campuran udara dan asetilen dengan temperatur pembakaran 2000°C. Temperatur pembakaran yang digunakan harus melebihi titik didih logam yang akan dianalisis. Hal tersebut dilakukan agar atomisasi berlangsung secara maksimal.

2.6. Identifikasi Gugus Fungsi pada Biosorben Menggunakan FTIR

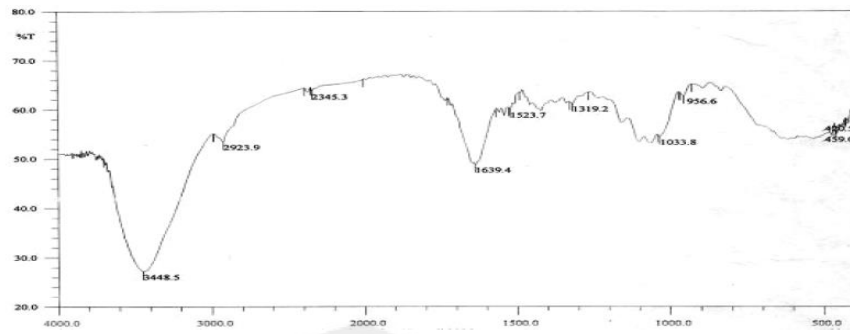
Spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectrophotometer*)

merupakan suatu instrumen yang digunakan untuk menganalisis gugus fungsi suatu senyawa organik maupun anorganik. Analisis didasarkan pada serapannya terhadap radiasi elektromagnetik di daerah inframerah. Daerah serapan radiasi inframerah berkisar antara bilangan gelombang 650-4000 cm^{-1} . Serapan ini sebanding dengan frekuensi vibrasi ikatan pada molekul yang umumnya berikatan kovalen. Frekuensi vibrasi dapat didekati dengan penerapan hukum Hooke's seperti ditunjukkan pada persamaan 2.2 (Supratman, 2010).

$$\nu = \frac{1}{2\pi c} \left(\frac{f}{(M_x \cdot M_y)(M_x + M_y)} \right) \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan: ν = frekuensi vibrasi (cm^{-1})
 c = kecepatan cahaya (cm/s)
 f = konstanta gaya (dyne/cm)

Berdasarkan Thanh (2009) mekanisme reaksi asam sitrat terjadi ketika O dari hidroksil pada atom C-6 selulosa yang bersifat nukleofil akan menyerang gugus karbonil dari asam sitrat anhidrat yang bersifat elektrofil sehingga terbentuk gugus ester (C=O) dan akan teridentifikasi puncak serapan di daerah 1700 cm^{-1} sebagai serapan khas ester yang ditampilkan Gambar 2.5 menyatakan terbentuknya gugus karbonil dapat meningkatkan jumlah gugus yang digunakan untuk berikatan dengan kation logam. Sehingga daya serap terhadap kation logam semakin besar.



Gambar 2.5 Spektra IR selulosa termodifikasi asam sitrat dan selulosa tanpa modifikasi asam sitrat (Noer komari, dkk., 2007)



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September- Desember 2019 di Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Karakterisasi FTIR di Laboratorium Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: gelas arloji, spatula, neraca analitik, *beaker glass*, pipet tetes, pipet ukur, *mortar agate*, *hotplate*, *magnetic stirrer*, aluminium foil, oven, gelas ukur, corong gelas, erlenmeyer, botol semprot, *shaker*, tabung reaksi, *sentrifuge*, seperangkat alat FTIR, spektrofotometer AAS.

3.2.3. Bahan

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Hydrilla verticillata* yang diambil dari Danau Ranu Grati Pasuruan, NaOH, HCl, HNO₃ 65%, asam sitrat p.a, Na₂HPO₄, NaH₂PO₄, Na₂CO₃, NaHCO₃, kertas indikator pH, akuades, KBr, CuSO₄.H₂O.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan ini adalah adsorpsi logam timbal (Pb) oleh selulosa *Hydrilla verticillata* termodifikasi asam sitrat. Sebelum dimodifikasi menggunakan asam sitrat, biomassa didemineralisasi untuk menghilangkan

pengotor berupa mineral-mineral. Kemudian untuk mengetahui interaksi gugus penyerap dan logam tembaga, dilakukan karakterisasi biomassa menggunakan FTIR. Beberapa kondisi dilakukan untuk mengetahui kondisi optimum adsorpsi berdasarkan beberapa variasi waktu kontak 0, 1, 5, 10, 30, 60, 120 dan 180 menit. Pengukuran kadar logam timbal (Pb) pada sampel sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

3.4 Tahap Penelitian

1. Preparasi dan demineralisasi *Hydrilla verticillata* menggunakan asam sitrat
2. Modifikasi gugus aktif biomassa menggunakan asam nitrat
3. Pembuatan kurva standar timbal (Pb)
4. Adsorpsi logam tembaga menggunakan biomassa *Hydrilla verticillata* dengan variasi waktu kontak
5. Penentuan kinetika adsorpsi logam timbal (Pb) menggunakan adsorben eceng gondok termodifikasi asam sitrat
6. Analisis logam timbal (Pb) menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA)
7. Karakterisasi biomassa *Hydrilla verticillata* menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)
8. Analisis data

3.5 Prosedur Kerja

3.5.1 Preparasi dan Demineralisasi Biomassa *Hydrilla verticillata* Menggunakan Asam Nitrat

Sampel *Hydrilla verticillata* dicuci dan dipisahkan batang dan daun dari akarnya. Kemudian dipotong kecil-kecil dan dikeringkan ke dalam oven selama 50 menit pada suhu 90°C. Sampel kering dihaluskan lalu disimpan dalam wadah kering.

Adsorben direndam dengan HNO₃ 0,1 M dengan volume berlebih selama 24 jam. Campuran sampel dan asam nitrat disaring dan diperoleh residu lalu dibilas akuades hingga pH mendekati 7. Dikeringkan ke dalam oven selama 4 jam dengan suhu 95°C lalu dikeringkan suhu ruang.

3.5.2 Modifikasi Gugus Aktif Biomassa Menggunakan Asam Sitrat

Biosorben *Hydrilla verticillata* kering yang telah diaktivasi menggunakan asam nitrat dicuci kembali menggunakan asam sitrat 1 M dengan rasio asam sitrat : serbuk biosorben sebesar 5 mL : 1,0 g. Sampel direaksikan di atas stirrer dengan kecepatan 250 rpm selama 90 menit pada suhu 60°C. Selanjutnya kedua campuran ini dimasukkan ke oven pada suhu 60°C. Setelah 24 jam kemudian 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 terbentuk dapat digunakan sebagai biosorben untuk menurunkan kadar timbal dalam larutan logam.

3.5.3 Pembuatan Larutan Timbal (Pb)

3.5.3.1 Pembuatan Larutan Stok Timbal

Larutan stok timbal (Pb) 1000 mg/L dibuat dengan cara melarutkan 1,59 g $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dalam 1 L aquabides. Dari larutan stok tersebut dibuat larutan timbal dengan konsentrasi 5, 10, 15, 20, dan 25 mg/L sebanyak 100 mL.

3.5.3.2 Pembuatan Kurva Standar Logam Timbal

Larutan timbal (Pb) diperoleh dari pengenceran larutan induk timbal 1000 ppm yaitu dipindahkan larutan timbal baku 1000 ppm sebanyak 100 mL dibuat dengan cara memindahkan 100 mL larutan baku 1000 mg/L ke dalam labu ukur 1000 mL, kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas. Kemudian larutan standar 5; 10; 15; 20 dan 25 ppm dibuat dengan cara memindahkan 5; 10; 15; 20 dan 25 mL larutan 100 ppm ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian diencerkan dengan HNO_3 sampai tanda batas. Sederet larutan standar timbal tersebut selanjutnya dianalisis dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) varian *spectra* AA 240 sehingga diperoleh data absorbansi masing-masing larutan standar.

3.5.4 Kondisi Operasional Analisis Logam Timbal Menggunakan AAS

Sederetan larutan standar timbal (Pb) dianalisis dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) varian spektra AA 240 pada kondisi sebagai berikut: alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA) varian *spectra* AA 240 dengan komponen meliputi lampu katoda (HCL) terbuat dari wolfram/tungsten dengan kuat arus HCl 10,0 μA , panjang gelombang untuk timbal pada 324,8 nm, burner Mark 7, monokromator, detektor jenis MPT (*Multiplayer tube*), laju alir asetilen pada 2,0

L/menit, laju alir udara pada 10,0 L/menit, lebar celah pada 0,7 mm, tinggi burner 2,0 mm (Khopkar, 1990).

3.5.6 Penentuan Kinetika Adsorpsi Logam Timbal (Pb) menggunakan Biomassa *Hydrilla verticillata* Termodifikasi Asam Sitrat

Sebanyak 100 mL sampel logam timbal (Pb) diinteraksikan dengan 1g adsorben hydrilla alami termodifikasi asam sitrat didalam erlemeyer 250 mL. Kemudian dishaker 200 rpm dengan variasi waktu kontak 0, 1, 5, 10, 20, 40, 60, 120 dan 180 menit. Sampel logam timbal (Pb) yang telah diinteraksikan dengan adsorben kemudian disaring. Filtrat yang dihasilkan akan digunakan untuk pengukuran kadar logam timbal (Pb) menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

3.5.7 Karakterisasi Biomassa *Hydrilla verticillata* Menggunakan Spektrofotometer FTIR

Gugus fungsi senyawa biosorben *Hydrilla verticillata* sebelum dimodifikasi, setelah modifikasi asam sitrat dan setelah mengadsorp 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*. Selanjutnya campuran *dipress* dan dibentuk *pellet*, lalu pellet diletakkan di *cell holder* dalam instrumen FTIR dan dibuat spektrum IR pada rentang bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1}

3.6 Analisis Data

3.6.1 Penentuan Laju Adsorpsi

Hasil yang didapat dari Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai q_t . Setelah didapatkan nilai q_t , dibuat kurva

untuk mendapatkan persamaan $y=ax+b$. Persamaan tersebut untuk mencari nilai K yang kemudian dimasukkan kedalam Persamaan Lagergen 3.1 dan 3.2 untuk mencari nilai q_e .

Orde 1

$$\log q_t - q_e = \log q_e + \frac{K_1}{2,303} t \dots\dots\dots (3.1)$$

Orde 2

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{K_r q_p^2} + \frac{1}{q_r} t \dots\dots\dots (3.2)$$

Setelah nilai q_e di dapatkan, dibuat kurva untuk mendapatkan nilai r^2 untuk menentukan orde terbaik. Nilai r^2 pada masing-masing orde yang mendekati 1 merupakan orde terbaik.

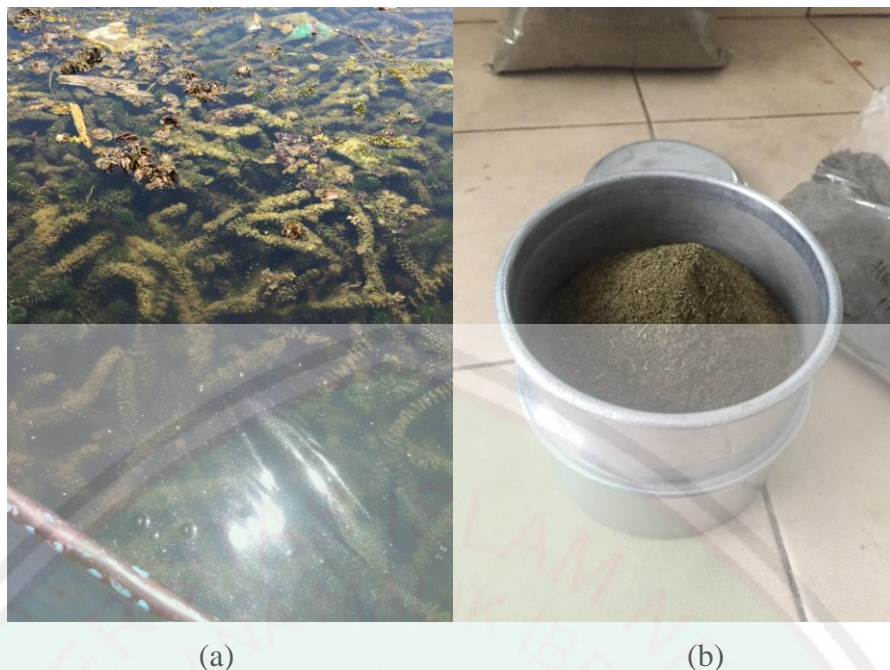


BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini, disajikan hasil penelitian dan pembahasan tentang adsorpsi logam timbal (Pb) oleh biomassa *Hydrilla verticillata* dan perubahan karakter vibrasi spektra IR pada biomassa sebelum modifikasi, setelah modifikasi, dan setelah adsorpsi. Biomassa yang digunakan dalam proses merupakan serbuk *Hydrilla verticillata* yang telah melalui tahap preparasi, demineralisasi dan modifikasi. Proses adsorpsi dilakukan dengan variasi waktu kontak 0, 1, 5, 10, 30, 60, 120 dan 180 menit untuk menentukan kemampuan maksimal adsorpsi logam timbal. Setelah diadsorpsi dilakukan analisis menggunakan AAS pada biomassa.

4.1. Preparasi dan Demineralisasi Sampel *Hydrilla verticillata*

Tahap awal penelitian ini adalah preparasi sampel *Hydrilla verticillata* yang diambil dari Danau Ranu Grati Pasuruan. *Hydrilla verticillata* dipisahkan bagian batang dan daunnya, kemudian dicuci bersih. *Hydrilla verticillata* dipotong kecil – kecil untuk mempercepat proses pengeringan. Setelah itu *Hydrilla verticillata* dikeringkan tanpa terpapar sinar matahari langsung. Pengeringan ini bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam *Hydrilla verticillata* sehingga pada saat digiling diperoleh serbuk yang tidak menggumpal. Serbuk *Hydrilla verticillata* kering diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh untuk memperluas permukaan sampel sehingga proses selanjutnya lebih mudah. Proses preparasi *Hydrilla verticillata* menjadi serbuk biomassa pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Preparasi biomassa *Hydrilla verticillata*: (a) sebelum digiling dan (b) sesudah digiling

Demineralisasi merupakan suatu proses perendaman biomassa *Hydrilla verticillata* dalam larutan asam sitrat 1 M. Perlakuan ini bertujuan untuk mengurangi kadar mineral di dalam sampel yang kurang diperlukan dalam proses adsorpsi. Untuk memaksimalkan demineralisasi dilakukan perendaman selama 24 jam dengan volume berlebih.

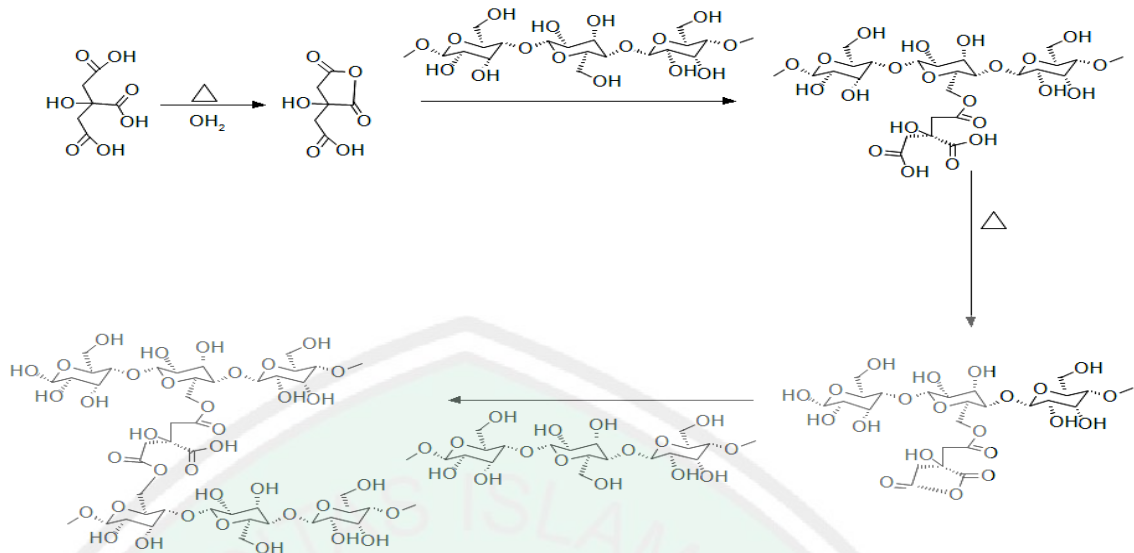
Tingkat keasaman dapat mempengaruhi proses adsorpsi yang terjadi, sehingga sampel perlu dikondisikan pada pH netral. Padatan biomassa yang telah dipisahkan dari filtratnya dicuci menggunakan aquades sampai pH mendekati 7. Filtrat diuji pH meter. Setelah pH filtrat mencapai 6,8 pencucian biomassa dihentikan dan disaring sehingga diperoleh residu yang masih basah. Tujuan penengrangan ini adalah untuk mengurangi kadar air dalam biomassa. Sesudah kering, biomassa dibiarkan dingin pada suhu ruang dan ditimbang menggunakan neraca analitik sampai berat konstan.

Hasil dari demineralisasi biomassa hydrilla berupa serbuk berwarna kecoklatan, lebih pucat dibandingkan dengan *Hydrilla verticillata* sebelum didemineralisasi. Berat sampel setelah didemineralisasi berkurang mencapai 28,3% dimana 100 gram biomassa yang direndam dalam larutan HNO₃ 0,1 M sebanyak 2000 mL berkurang menjadi 71,7 gram. Hal ini dikarenakan beberapa unsure seperti kalium sulfur, klor dan barium telah berkurang jumlahnya sehingga berat biomassa mengalami penurunan.

4.2 Modifikasi Selulosa *Hydrilla verticillata* Menggunakan Asam Sitrat

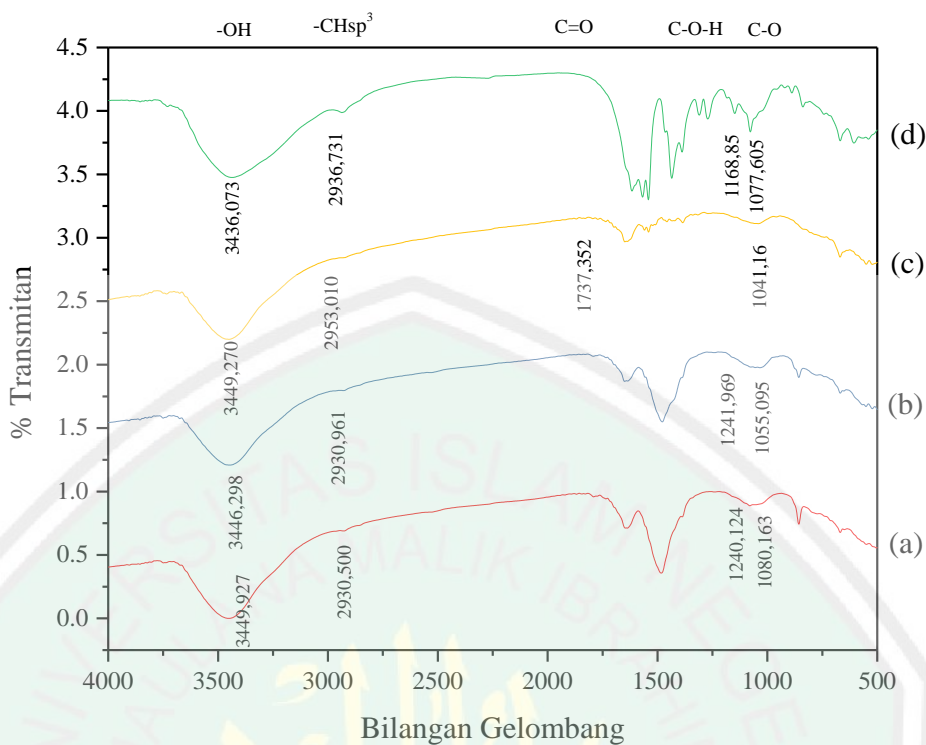
Biomassa *Hydrilla verticillata* mengandung senyawa selulosa yang mana selulosa tersebut memiliki gugus hidroksil (-OH). Gugus tersebut dapat mengikat logam dalam proses adsorpsi. Akan tetapi dilakukannya modifikasi pada penelitian ini bertujuan untuk menambah gugus dalam selulosa yang aktif terhadap pengikatan logam. Gugus aktif tersebut antara lain: karboksil, ester Ramos, dkk.(2012) menyebutkan bahwa asam sitrat yang digunakan sebagai aktivator pada biomassa yang menyebabkan terjadinya reaksi esterifikasi, yaitu terbentuknya gugus ester. Gugus karbonil pada sitrat anhidrat bersifat nukleofil sehingga mudah diserang oleh ion O⁻ pada atom C-6 selulosa membentuk ester.

Pemanasan dalam proses modifikasi yang dibantu dengan pengadukan ini bertujuan untuk membentuk sitrat anhidrat. Sitrat anhidrat lebih reaktif terhadap hidroksil dalam selulosa, sehingga membentuk gugus baru yaitu ester. Ester berperan penting karena dapat menambah kemampuan biomassa dalam mengikat logam Mekanisme reaksi antara sitrat dengan selulosa dijelaskan oleh Surbakti (2016) yang digambarkan reaksi dugaannya pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Reaksi dugaan antara asam sitrat dengan selulosa

Gambar 4.2 Menunjukkan atom O pada atom C-6 selulosa yang bersifat nukleofil (elektronegatif) akan menyerang gugus karbonil dari asam sitrat yang bersifat elektrofil. Gugus hidroksil (-OH) pada selulosa dan gugus karbonil (C=O) pada ester dari asam sitrat bereaksi membentuk selulosa sitrat dengan rantai karbon yang lebih panjang. Reaksi yang terjadi antara gugus hidroksil dari selulosa dengan karboksil dari asam sitrat membentuk gugus C=O ester disebut dengan reaksi esterifikasi. Hasil modifikasi menunjukkan adanya gugus baru C=O ester yang dikonfirmasi dengan karakterisasi menggunakan FTIR. Spektra IR hasil karakterisasi ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Spektra IR biomassa *Hydrilla verticillata*(a) *Hydrilla verticillata* Murni, (b) *Hydrilla verticillata* Demineralisasi, (c) *Hydrilla verticillata* Modifikasi Asam Sitrat, (d) *Hydrilla verticillata* Setelah Adsorpsi Logam Timbal

Gambar 4.3 menunjukkan vibrasi ulur –OH stretching band yang kuat dan melebar pada bilangan gelombang 3436-3449 cm^{-1} . Puncak serapan pada bilangan gelombang 1080-1077 cm^{-1} mengindikasikan adanya C-O stretching band yang kuat baik pada hydrilla murni, hydrilla demineralisasi, hydrilla modifikasi asam sitrat dan hydrilla setelah adsorpsi

Tabel 4.1 Interpretasi Spektra IR

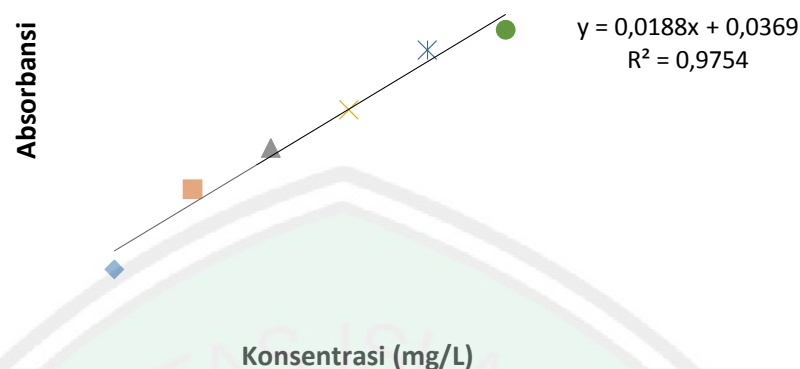
No	Murni	Demineralisasi	Modifikasi	Setelah adsorp	Jenis Vibrasi
1	3449,92	3446,51	3449,27	3436,07	-OH
2	2930,50	2930,96	2953,01	2936,73	-CH sp ³

3	-	-	1737,352	-	C=O ester
4	1240,12	1241,96	-	1168,85	C-O – H
6	1080,16	1055,09	1041,16	1077,605	C-O

Bilangan gelombang 1240-1168 cm^{-1} menunjukkan adanya *vibration bond* C-O-H namun pada setelah proses modifikasi terjadi penurunan. Penurunan intensitas pada puncak ester setelah proses modifikasi menunjukkan adanya interaksi antara gugus ester pada adsorben dengan kation pada adsorbat. Bilangan gelombang 2930-2953 cm^{-1} menunjukkan adanya C-H *stretching* sp^3 pada hydrilla murni, hydrilla demineralisasi, hydrilla modifikasi asam sitrat dan hydrilla setelah adsorpsi. Setelah proses modifikasi muncul puncak baru pada bilangan gelombang 1737 cm^{-1} menunjukkan adanya serapan gugus C=O ester yang diperoleh dari proses esterifikasi antara gugus asam karboksilat pada asam sitrat dan gugus hidroksil pada adsorben. Terbentuknya gugus ester menunjukkan bahwa proses modifikasi berhasil sedangkan hidroksil dan karbonil merupakan gugus aktif yang berperan dalam adsorpsi. Hal ini menunjukkan bahwa hydrilla mempunyai gugus alkohol, eter dan karboksil.

4.3 Kurva Standar Logam Timbal (Pb)

Kurva standar digunakan untuk mengetahui konsentrasi logam timbal dengan cara membuat hubungan antara konsentrasi larutan dengan nilai absorbansinya. Pembuatan kurva standar dilakukan dengan membuat seri larutan standar logam timbal dari konsentrasi 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm dan 25 ppm. Kelima larutan standar tersebut diukur absorbansinya menggunakan AAS pada panjang gelombang Pb yaitu 283,3 nm. Larutan standar yang dianalisis menggunakan AAS menghasilkan kurva yang ditampilkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Kurva standar larutan timbal (Pb)

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa semakin besar konsentrasi larutan timbal maka semakin besar pula absorbansinya. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.4, kurva yang terbentuk merupakan garis lurus perbandingan antara konsentrasi larutan (sumbu x) dan absorbansinya (sumbu y). Nilai koefisien korelasi (R^2) yang dihasilkan adalah 0,975. Nilai koefisien relasi (R^2) yang semakin mendekati 1 maka akurasi dalam pembuatan larutan standar semakin baik.

4.4 Adsorpsi Logam Timbal Oleh Biomassa Termodifikasi

4.4.1 Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi

Penentuan waktu optimum adsorpsi dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan adsorben untuk mengadsorpsi logam timbal (Pb) secara optimal. Semakin lama waktu kontak adsorpsi logam timbal dengan hydrilla maka semakin banyak kesempatan situs aktif adsorben mengikat logam, akan tetapi ketika sudah mencapai titik jenuh, waktu kontak tidak lagi berpengaruh sehingga terjadi penurunan daya serap adsorpsi.

Waktu optimum adsorpsi logam timbal oleh biomassa hydrilla dilakukan dengan cara mereaksikan 1 gram biomassa dalam 100 ml larutan timbal 100 ppm. Sebelum direaksikan, larutan timbal dikondisikan pada pH netral. Pengkondisian pH dilakukan dengan cara menambahkan larutan NaOH 0,1 M dan diaduk, kemudian di cek menggunakan pH meter. Campuran tersebut kemudian di shaker pada variasi 1, 10, 30, 60, 120 dan 180 menit dalam kondisi pH 7 dengan kecepatan 200 rpm. Setelah proses adsorpsi didapatkan filtrat yang digunakan untuk mengukur adsorbansi akhir setelah adsorpsi menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) sehingga didapatkan nilai konsentrasi akhir (q_e) dari logam timbal (Pb). Hasil fitting kurva antara waktu (menit) dengan logam yang terserap dilampirkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Waktu kontak terbaik adsorpsi logam timbal

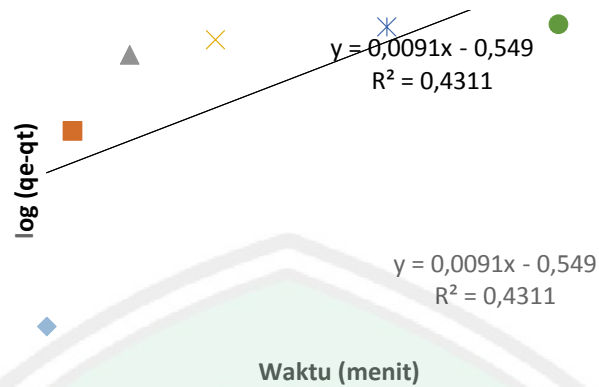
Berdasarkan Gambar 4.5 diketahui adsorpsi logam timbal (Pb) oleh adsorben hydrilla pada menit ke 0 mempunyai persen 0%, dikarenakan belum ada interaksi antara sisi aktif adsorben hydrilla dengan logam timbal (Pb). Menit ke hingga menit ke-1 menunjukkan kenaikan daya serap adsorpsi yang disebabkan

sisi aktif adsorben berinteraksi dengan adsorbat, sehingga kemungkinan adsorbat sudah berikatan dengan adsorben (Astuti, dkk, 2018). Menit ke-10 sampai menit ke-180 menunjukkan bahwa adsorben mulai menuju ke titik keseimbangan, ditandai dengan grafik yang landai dan titik optimum sampai menit ke-180 dengan nilai konsentrasi penyerapan sebesar 99,71%.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa waktu kontak optimum adsorpsi logam timbal oleh adsorben hydrilla termodifikasi asam sitrat adalah 180 menit. Pada menit ke-180 menunjukkan adsorpsi sudah mencapai kesetimbangan, dimana laju adsorpsi sama dengan laju desorpsi sehingga laju adsorpsi menjadi konstan (Rakhmania, dkk, 2017).

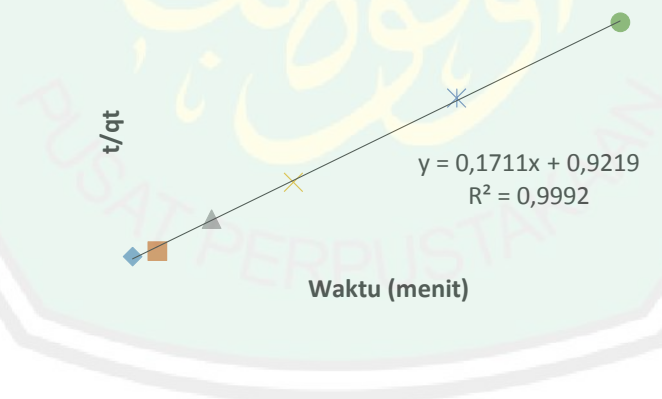
4.4.2 Kinetika Adsorpsi Logam Timbal

Penelitian yang dilakukan adsorpsi logam Pb berdasarkan variasi waktu kontak 1, 10, 30, 60, 120 dan 180 menit oleh adsorben hydrilla dengan konsentrasi larutan logam timbal 100 ppm sebanyak 100 mL. Menurut (Widihati, dkk, 2012) kinetika adsorpsi merupakan salah satu faktor penting dalam proses adsorpsi karena menunjukkan tingkat kecepatan penyerapan adsorben terhadap adsorbatnya. Kemampuan penyerapan dapat dilihat dari laju adsorpsinya dalam hal ini pengujian terhadap laju adsorpsi yang dilakukan melalui penentuan orde reaksi secara eksperimen. Hasil pengujian adsorpsi digunakan untuk menentukan kinetika adsorpsi yang dihitung dengan persamaan 2.1 dan 2.2 untuk mengetahui nilai R^2 pada orde satu dan orde dua, dimana nilai R^2 menunjukkan klasifikasi orde yang diikuti.



Gambar 4.5 Kinetika adsorpsi orde 1

Berdasarkan Gambar 4.5 dan 4.6 dapat ditentukan bahwa adsorpsi logam timbal (Pb) menggunakan adsorben hydrilla termodifikasi asam sitrat menggunakan kinetika adsorpsi orde dua, yang ditandai dengan nilai R^2 yaitu 0,999 yang artinya lebih mendekati nilai 1.



Gambar 4.6 Kinetika adsorpsi orde 2

Hasil perhitungan kinetika adsorpsi menunjukkan bahwa adsorpsi logam Pb dengan menggunakan biosorben hydrilla berlangsung secara kimia. Hal ini menunjukkan bahwa interaksi yang terjadi antara logam Pb dengan hydrilla melibatkan reaksi – reaksi kimia dan adsorpsi bergantung pada konsentrasi

adsorbat dan masa biosorben. 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 (Ho dan Mckay, 2000).

4.5 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Lingkungan dan manusia adalah dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Sebagian besar aktivitas manusia baik secara langsung maupun tidak langsung membutuhkan lingkungan untuk mendukung keberlangsungan hidupnya. Manusia bertanggung jawab atas keseimbangan dan kelestarian alam yang berdampak pada kehidupannya. Oleh karena itu, perlu upaya untuk menjaga kelestarian lingkungan supaya dapat berfungsi sebagaimana mestinya dan dapat dimanfaatkan secara optimal. Allah SWT berfirman dalam surat al-A'raf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya: *“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat dengan kepada orang-orang yang berbuat baik”*.

Dalam tafsir Ibnu Katsir (2015) dijelaskan bahwa Allah SWT melarang manusia untuk melakukan perbuatan yang menimbulkan kerusakan di muka bumi dan hal-hal yang membahayakan kelestariannya. Karena sesungguhnya apabila sesuatunya berjalan sesuai dengan kelestariannya, kemudian terjadi pengrusakan padanya, hal tersebut akan membahayakan semua hamba Allah di bumi ini.

Kegiatan pembangunan yang didukung ilmu pengetahuan dan teknologi, selain meningkatkan kualitas hidup manusia juga beresiko terhadap terjadinya

pencemaran dan kerusakan lingkungan apabila tidak bijaksana dalam mengolahnya. Pemanfaatan logam timbal yang diolah diberbagai industri dan laboratorium mengakibatkan sejumlah lingkungan terutama perairan tercemar. Banyaknya senyawaan organik maupun anorganik yang masuk ke perairan juga menimbulkan tanaman air yang tidak diinginkan tumbuh meluap, salah satunya *Hydrilla verticillata*

Kelebihan manusia dari makhluk hidup lainnya adalah anugrah oytak yang dengannya manusia dapat berkembang menjadi makhluk yang cerdas. Kecerdasan ini digunakan manusia untuk memperoleh informasi, sehingga peluangnya semua besar untuk menguasai ilmu pengetahuan. Allah SWT berfirman

مَنْ هُوَ قَانِتٌ أَنْاءَ اللَّيْلِ سَاجِدًا وَقَائِمًا يَحْذَرُ الْآخِرَةَ وَيَرْجُوا رَحْمَةَ رَبِّهِ ۗ قُلْ هَلْ يَسْتَوِي الَّذِينَ يَعْلَمُونَ وَالَّذِينَ لَا يَعْلَمُونَ ۗ إِنَّمَا يَتَذَكَّرُ أُولُو الْأَلْبَابِ (الزمر : ٩)

Artinya: “(Apakah kamu Hai orang musyrik yang lebih beruntung) ataukah orang yang beribadat di waktu-waktu malam dengan sujud dan berdiri, sedang ia takut kepada (azab) akhirat dan mengharap rahmat Tuhannya? Katakanlah: “Adakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui?” Sesungguhnya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran” (QS. Az-Zumar/39:9)

وَتِلْكَ الْأَمْثَلُ نَضْرِبُهَا لِلنَّاسِ ۖ وَمَا يَعْقِلُهَا إِلَّا الْعُلَمَاءُ

Artinya: “Dan perumpamaan-perumpamaan ini Kami buat untuk manusia dan tiada yang memahaminya kecuali orang-orang yang berilmu” QS. Al-Ankabut/29:43

Dua ayat diatas berisi pesan dan perintah Allah kepada manusia agar memanfaatkan bekal kecerdasan otaknya untuk menuntut ilmu pengetahuan. Maka dengan berpikir dan menelaah akan mengajari manusia agar bekerja dengan berorientasi pada amaliah yang akan menghasilkan amal yang lebih baik serta pemahaman ilmu yang lebih dalam. Salah satu bentuk penalaran manusia adalah

dengan mengkaji manfaat tanaman *Hydrilla verticillata* yang dianggap sebagai gulma dip perairan. Ternyata *Hydrilla verticillata* juga dapat dimanfaatkan sebagai biomassa penyerap limbah logam. Dari penelitian ini dibuktikan bahwa biomassa *Hydrilla verticillata* dapat menyerap logam timbal (Pb) dengan baik. Hasil menunjukkan bahwa 1 gram dapat menyerap logam timbal sebesar 5,873 mg/L dalam waktu 180 menit.

Berdasarkan hasil penelitian jumlah logam yang dapat terserap tidak terlalu maksimal dengan banyaknya biomassa yang digunakan (1 gram). Pada penelitian ini dihasilkan nilai konsentrasi logam yang terserap sebesar 5,873 mg/L dan model kinetika adsorpsi logam timbal (Pb) menggunakan adsorben *Hydrilla verticillata* termodifikasi asam sitrat adalah orde 2 sesuai dengan tujuan pada penelitian ini.

Keterbatasan manusia dalam hal ilmu memang perlu diakui. Allah SWT memberikan manusia akal untuk berpikir, akan tetapi manusia belum menggunakannya secara maksimal sehingga banyak kekuarangan yang perlu diperbaiki. Dalam tafsir ilmu dijelaskan bahwa hasil perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah banyak dimanfaatkan dan dinikmati. Meski demikian ilmu pengetahuan dan teknologi terus berkembang dan dikembangkan sesuai tuntutan kebutuhan, serta untuk menjawab firman Allah SWT:

يَا مَعْشَرَ الْجِنِّ وَالْإِنْسِ إِنِ اسْتَعْظَمْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ فَانفُذُوا ۗ لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَانٍ

Artinya: “Wahai golongan jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, maka lintasilah, kamu tidak dapat menembusnya kecuali dengan kekuatan (dari Allah)”

وَكَذَلِكَ نُرِي إِبْرَاهِيمَ مَلَكُوتَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلِيَكُونَ مِنَ الْمُوقِنِينَ

Artinya: “Demikian kamu perlihatkan kepada Ibrahim tanda-tanda keagungan (Kami yang terdapat) di langit dan bumi dan (Kami memperlihatkannya) agar Dia termasuk orang yang yakin”

Dalam tafsir ilmi dijelaskan, segala sesuatu yang ingin dicapai oleh manusia hanya dapat diraih berkat Allah SWT. Manusia yang dalam setiap perbuatannya selalu berlandaskan ilmu dan mematuhi syariat agama, maka Allah akan menjadikannya sosok yang mampu meraih keberhasilan dengan ridha Allah SWT. Oleh karena itu, perlu dilakukan tinjauan ulang yang bersifat memperbaiki untuk beberapa kekurangan dalam penelitian ini.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kemampuan selulosa yang berasal dari *Hydrilla verticillata* termodifikasi asam sitrat dalam hasil penelitian ini menunjukkan waktu terbaik adsorpsi logam timbal terjadi selama 180 menit yaitu sebesar 5,873 mg/L dan konsentrasi penyerapan *Hydrilla verticillata* dalam menyerap logam yaitu 99,7 %.
2. Kinetika adsorpsi logam timbal (Pb) oleh adsorben *Hydrilla verticillata* mengikuti kinetika adsorpsi orde dua dengan nilai R^2 0,999
3. Berdasarkan analisis spektra IR, menunjukkan gugus C=O ester mulai pada bilangan gelombang 1737 cm^{-1} setelah proses modifikasi asam sitrat. Penurunan intensitas gugus ester terjadi setelah proses adsorpsi menggunakan *Hydrilla verticillata*.

5.2. Saran

1. Sebaiknya dilakukan karakterisasi dengan instrumen penunjang lain seperti XRF untuk mengetahui mineral-mineral yang terkandung dalam adsorben.
2. Untuk penelitian selanjutnya agar diperlukan juga faktor lain yang mempengaruhi proses adsorpsi seperti variasi suhu.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Rukaesih. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: Andi.
- Anshori, J. A. 2005. *Spektroskopi Serapan Atom*. Bandung: Universitas Padjajaran.
- Alluri, H.K. 2007. Biosorption: an Eco-Friendly Alternative for HeavyMetal Removal. *African Journal of Biotechnology*. 6(25):2924-2931
- Ashraf, M.A, Maah, M.J. & Yusoff, I. 2010. Study of Banana Peel (*Musa Sapientum*) as A Cationic Biosorben. *American Eurasian J. Agric & Environ Sci*, 8(1), 7-17.
- Atkins, P. W. 1997. *Kimia Fisika 2*. Jakarta: Erlangga.
- Caroline, J. dan Moa, G.A. 2015. Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaeifolius*) pada Limbah Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan. Makalah disajikan dalam *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan ITATS. 13 Oktober.
- Carvalho, K.M. dan Martin D.F. 2001. Removal pf Aqueous Selenium by Four Aquatic Plants. *Journal of Aquatic Plant Management*. (39): 33-36.
- Darmawan, R.2017. Sintesis dan Karakterisasi Zeolit NAA dari Kaolin dan Metakaolin sebagai Adsorben Logam Tembaga (Cu), Besi (Fe), dan Timbal (Pb) pada Limbah Logam Laboratorium [skripsi]. Malang : Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: Penerbit UI Press.
- Fitter, A.H. dan R.K May. 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Terjemahan Sri Andayani dan E.D. Purbayanti. 2012. Yogyakarta: Gajahmada University Press.
- Flora, G., Gupta., dan Tiwari, A. 2012. Toxicity of Lead: a Review with Recent Updates. *Interdiscip Toxicol*. 5(2): 47-58.
- Gupta,M.,Rai,U.N.,Tripathi,R.D.,danChandra,P.1995.LeadInducedChanges in Glutathione and Phytochelatin in *Hydrilla verticillata* (l. f.) Royle. *Chemosphere*. 30(10):2011-2020.

- Hassoon, H. A. dan Najem A. M. 2017. Removal Of Some Traces Heavy Metals From Aqueous Solution By Water Hyacinth Leaves Powder. *Iraqi Journal Of Science*. Volume 28, Nomor 2A: 611-618.
- Hendayana, S. 2001. *Kimia Analitik Instrumen*. Edisi Kesatu. Semarang: IKIP Semarang.
- Imam Jalaluddin al Mahaly dan Imam Jalaludin as Suyuthi, Tafsir Jalalain, PDF.
- Indrasti, N.S., Subroto, M.A., dan Gunawan, G.G. 2005. Adsorpsi Logam Berat Seng (Zn) dengan menggunakan Akar Rambut *Solanum nigrum* L Galur A₄ Kering Terimobilisasi dalam Na-alginat. *Journal of Agroindustrial Technology*. 15(1): 1-9.
- Kalia, K. dan Flora, S.J.S. 2005. Strategies for Safe and Effective Therapeutic Measures for Chronic Arsenic and Lead Poisoning. *Journal of Occupational Health*. 47(1): 1-21.
- Khopkar, S. M. 1984. *Konsep Dasar Kimia Analitik (terjemahan)*. Bombay: Analytical Laboratory Department of Chemistry Indian Institute of Technology.
- Kurniawan, M., Izzati, M., dan Nurchayati, Y. (2010). Kandungan Klorofil, Karotenoid, dan Vitamin C pada Beberapa Spesies Tumbuhan Akuatik. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 18(1): 32.
- Lukito, S. 2001. *Tanaman Air*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Mahbubah, A. 2016. Karakterisasi Gugus Aktif Batang Jagung (*Zea mays* L.) Menggunakan Asam Sitrat sebagai Bahan Pengaktivasi [skripsi]. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Mandasari. 2016. Pembuatan Arang Aktif dari Batang Jagung Menggunakan Aktivator Asam Sulfat dan Penggunaannya pada Penjerapan Ion Tembaga (II). *Makara Sains*. Volume 14, Nomor 1: 22-26.
- Marer, P.J., dan Garvey, K.K.2001. *Aquatic Pest Control*. University of California. Page 40.
- Mukaratirwa-Muchanyereyi, N; James, K; dan Mark, F. Z. 2016. Surface Composition And Surface Properties of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Root Biomass: Effect of Mineral Acid and Organic Solvent Treatment. *African Journal of Biotechnology*. Volume 15, Nomor 21 : 897–909.
- Mulyono. 2007. *Kamus Kimia*. Jakarta: Bina Aksara.
- Muttaqinah, N. 2008. Keanekaragaman dan Kelimpahan Jenis Mikroalga

- Planktonik di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Noer Komari; Azidi Irwan dan Eka Susilawati. 2007. Kajian Adsorpsi Cu(II) Dengan Biomassa *Hydrilla Verticillata* Teraktivasi. Vol 13. Nomor 1: 37-42.
- Pal, D.K. dan Nimse S.B. 2006. Screening of the Antioxidant Activity of *Hydrilla verticillata* Plant. *Asian Journal of Chemistry*. 18(4): 3004-3008.
- Patnistik, Egidius. 2010. *400 Anak Tewas karena Timbal*. (Online), (<https://megapolitan.kompas.com/read/2010/10/06/09380379/400.anak.tewas.karena.keracunan.timbal>), diakses tanggal 20 Oktober 2018.
- Phukan, P., Phukan, R., dan Phukan S.N. 2015. Heavy Metal Uptake Capacity of *Hydrilla verticillata*: a Commonly Available Aquatic Plant. *International Research Journal of Environment Sciences*. 4(3):35-40.
- Prawita, A., Murnitasari, D & Darmawati, A.2008. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) dalam Air Kali Wonokromo. *Majalah Farmasi Airlangga*, 6 (1): 29-31.
- Radulescu, C. Dulama, I, Stihi, Ionita, Chilian. 2014. Determination of Heavy Metal Levels in Water and Therapeutic Mud by Atomic Absorption Spectrometry. *Romanian Journal of Physics*. 59(9-10): 1057-1066.
- Reffiane, Fine. Mohammad Nur Arifin dan Budi Santoso. 2011. Dampak Kandungan Timbal (Pb) Dalam Udara Terhadap Kecerdasan Anak Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah*. Volume 1. No 2.
- Ramesh, S., Rajan, R., dan Santhanam, R. 2014. *Freshwater Phytopharmaceutical Coumpounds*. New York: CRC Press.
- Rochayatun, E., Kaisupy, M.T. & Rozak, A. 2006. Distribusi Logam Berat Dalam Air dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadene. *Jurnal Makara Sains* 10 (1): 35-40.
- Safrianti, I; Wahyuni N, dan Titin A Z. 2012. Adsorpsi Timbal (II) oleh Selulosa Limbah Jerami Padi Teraktivasi Asam Nitrat: Pengaruh pH dan Waktu Kontak. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. Volume 1: 1-7.
- Shofawie, A.T. 1990. Studi tentang Kemampuan Konsumsi Harian Ikan Koan (*Ctenopharyngodon idella*) terhadap Ganggang (*Hydrilla verticillata*). *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Silalahi, J. 2010. Analisis Kualitas Air dan Hubungannya dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik di Perairan Balige Danau Toba. *Tesis*. Medan:

Universitas Sumatera Utara.

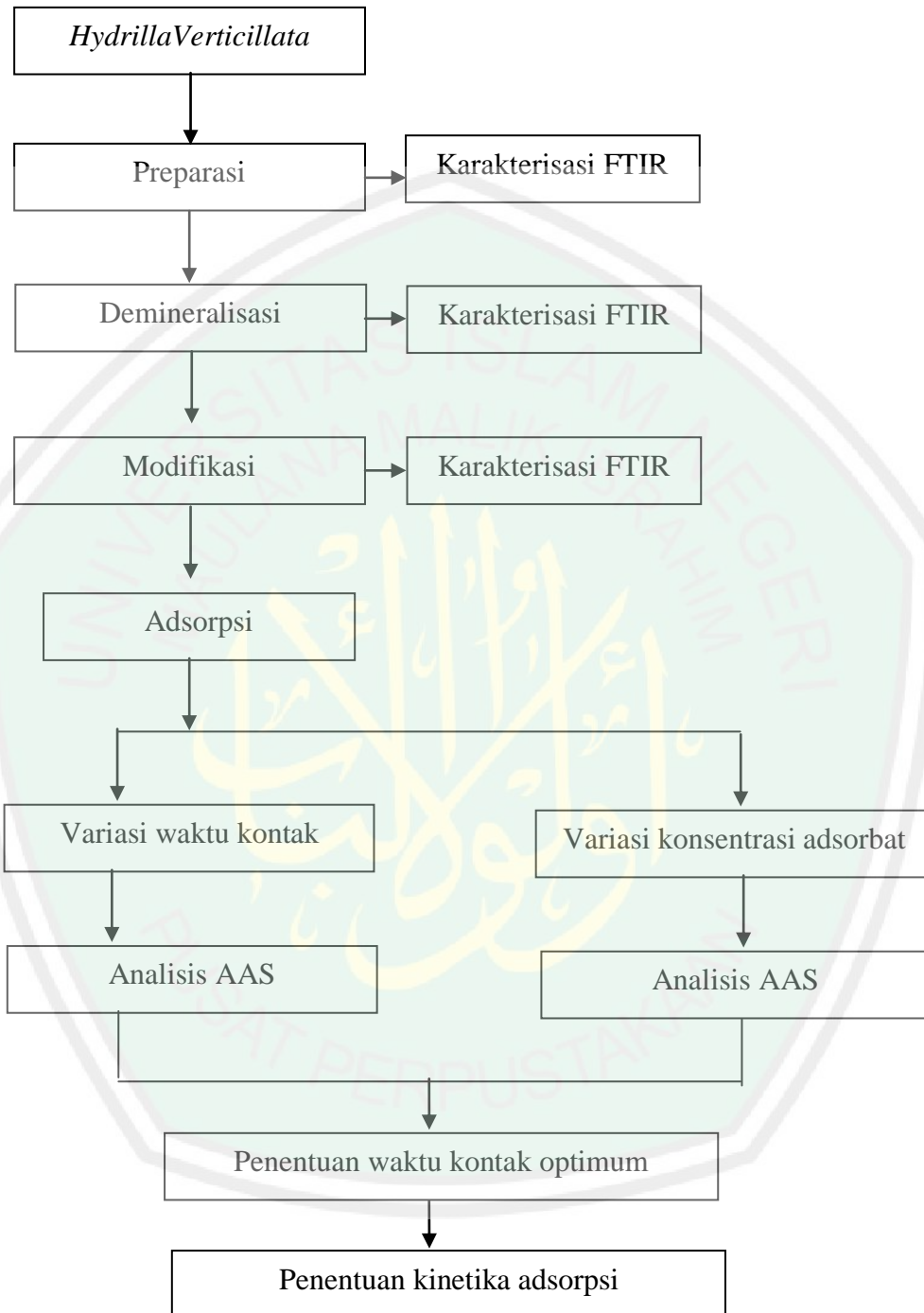
- Singh, D., Tiwari, A., dan Gupta, R. 2012. Phytoremediation of Lead From Wastewater using Aquatic Plants. *Journal of Agricultural Technology*. 8(10): 1-11.
- Siswoyo, E, Adrian, A. R., dan Tanaka, S. 2017. Bioadsorbent Based on Water Hyacinth Modified with Citric Acid for Adsorption of Methylene Blue in Water. *MATEC Web of Conferences*, Volume 01, Nomor 12 : 154.
- Supratman, U. 2010. *Elusidasi Struktur Senyawa Organik*, Widya Padjadjaran, Bandung.
- Surbakti, S. R. 2017. Sintesis Selulosa Sitrat dari Selulosa Daun Nenas (*Ananas comosus (L) Merr*) Melalui Reaksi Esterifikasi dengan Asam Sitrat sebagai Pengadsorpsi Ion Kadmium (Cd^{2+}). skripsi. Departemen Kimia. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Svehla, G. 1979. *Vogel: Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Terjemahan Setiono dan Hadyana P. 1990. Jakarta: Kalman Media Pusaka.
- Tanor, M. N. 2004. *Hydrilla verticillata* sebagai Sumber Hara pada Sistem Budidaya Kacang Tanah. *Eugenia*. 10(1): 92.
- Tangio, J. S. 2013. Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Biomassa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Entropi*. Volume 8, Nomor 1 : 120-112.
- Tatik, Y, Danar, P, Misbah, K. 2013. Adsorpsi Tembaga (II) Menggunakan Biomassa *Azolla Microphylla* diesterifikasi dengan Asam Sitrat. *Volum 2 Nomor 1*: 435-441.
- Thanh, N. D. dan Nhung H. L. 2009. Cellulose Modified with Citric Acid and Its Adsorption of Pb^{2+} And Cd^{2+} Ion. Di dalam: *13rd International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry (ECSOC-13)*. Vienam, 1-30 November 2009. Vietnam: Halaman 1-13.
- Trisniawan dan Shofiatul U. 2016. Recovery Tembaga (Cu) Dari Limbah Pengolahan/Peleburan Emas Menggunakan Bak Elektrolisis Bertingkat dan Mesin Pengontrol Debit Air Limbah. *Al Jazari Journal of Mechanical Engineerin*. Volume 1, Nomor 1 :1 -5.
- Upadhyay, A.R. dan Tripathi, B.D. 2007. Principle and Process of Biofiltration of Cd, Cr, Co, Ni & Pb from Tropical Opencast Coalmine Effluent. *Water Air Soil Pollut*. 180(1-4): 213-223.

- Urifah, D., Kusriani, Zakiyah, U., Handaru B.C., Rieke, Y. 2017. Adsorpsi Logam Timbal (Pb) oleh Tanaman Hydrilla (*Hydrilla verticillata*). *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 11(2): 100-108.
- Volesky, B., and Naja, G., 2005, Biosorption Application Strategies, In: *Proceedings of the 16th Internat, Biotechnol, Symp.* (S.T.L.Harrison; DE. Rawlings and J. Petersen) (eds.) IBS Compress Co., Capetown South Africa: 531-542.
- Win, D.T., Than, M.M., dan Tun, S. 2003. Lead Removal from Industrial Waters by Water Hyacinth. *Assumption University Journal of Technology*. 6(4):187-192.
- Yulaipi S. dan Aunurrohim. 2013. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Hubungannya dengan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains dan Seni POMITS*. 2(2): 2337-3520.
- Zhu, B., Fan dan Zhang D.2008. Adsorption of Copper Ions from Aqueous Solution by Citric Acid Modified Soybean Straw. *Journal of Hazardous Materials*. Volume 153: 300–308.



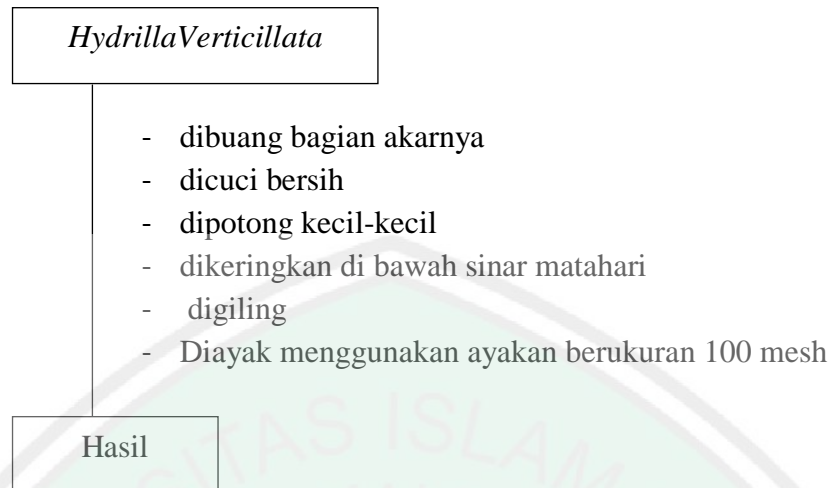
LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian

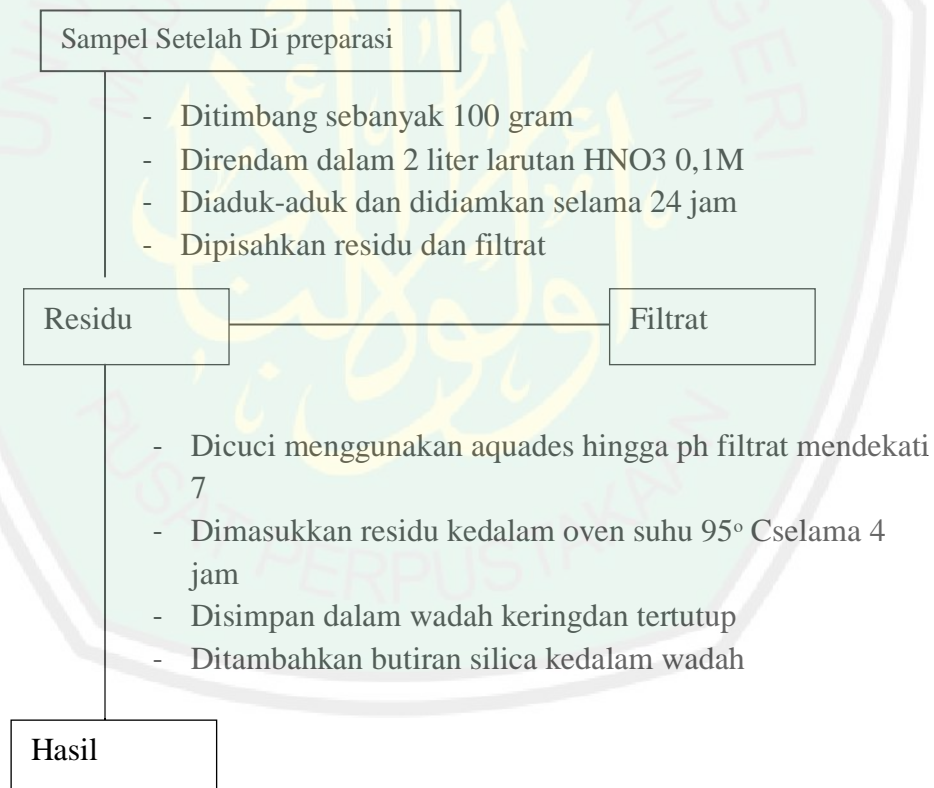


Lampiran 2. Diagram Alir Penelitian

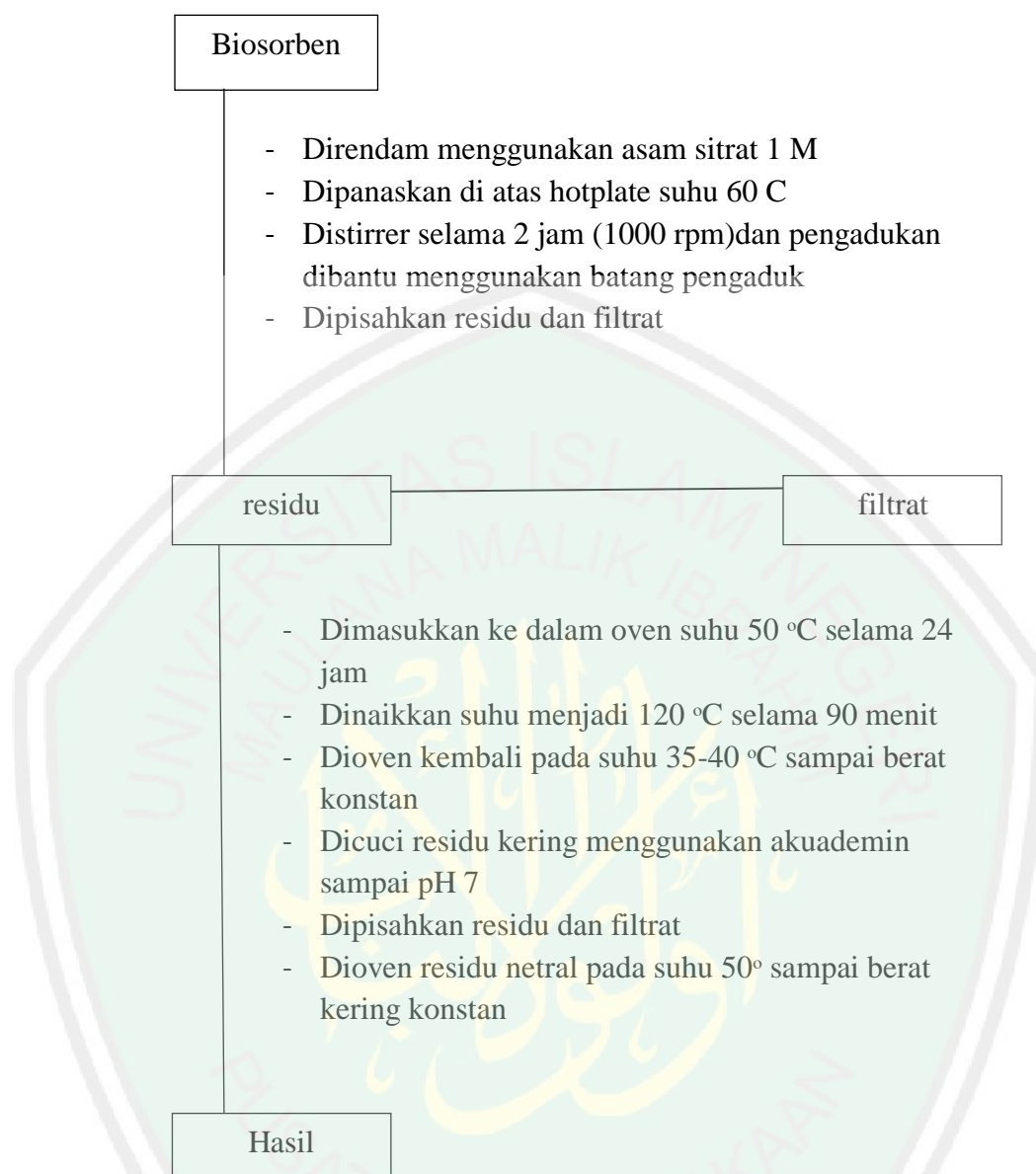
2.1 Preparasi Sampel



2.2 Demineralisasi Biomassa menggunakan HNO₃

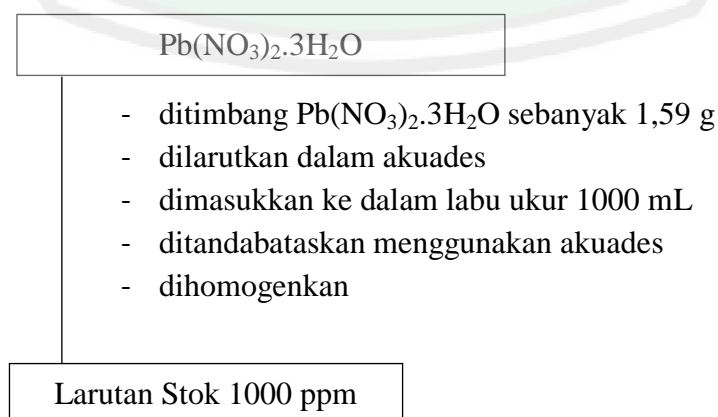


2.3 Modifikasi Biosorben Menggunakan Asam Sitrat



2.4 Pembuatan Larutan Timbal

2.4.1 Pembuatan Larutan Stok Timbal



2.4.2 Pembuatan Larutan Kurva Standar

a. Larutan Standar 100 ppm

Larutan Stok Timbal 1000 ppm

- dipipet 100 mL
- dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL
- ditambahkan akuades hingga tanda batas
- dihomogenkan
- diukur absorbansinya menggunakan AAS

Absorbansi larutan timbal 100

b. Larutan Kurva Standar 5, 10, 15, 20, dan 25 ppm

Larutan Timbal 100 ppm

- dipipet 5,10, 15, 20 dan 25 mL
- dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL
- ditambahkan akuades hingga tanda batas
- dihomogenkan
- diukur absorbansinya menggunakan AAS

Absorbansi larutan timbal 5,10, 15, 20, dan 25

2.5 Penentuan Waktu Kontak Terbaik dan Kinetika Adsorpsi

Biomassa termodifikasi

- Ditimbang 1 g
- Dimasukkan ke dalam 5 erlenmeyer 250 mL
- Ditambahkan 100 mL larutan timbal 100 ppm
- Dikondisikan pH 7 dengan ditambahkan HCl 0.1M dan NaOH 0,1 M
- Dishaker selama 0,1, 5, 10, 30, 60, 90, 120, dan 180 menit kecepatan 200 rpm
- Dipisahkan residu dan filtrat
- Dilakukan pengenceran pada filtrat
- Diukur absorbansi filtrat menggunakan AAS
- Diinterpretasikan data AAS pada persamaan 2.2 dan untuk mendapatkan hasil kinetika adsorpsi

Hasil

2.6 Kondisi Operasional Analisis Logam Timbal (Pb) Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Larutan standar

- diuji dengan Spektroskopi Serapan atom (SSA) Varian Spektra AA 240 panjang gelombang 283,3nm

Hasil

2.7 Karakterisasi adsorben menggunakan FTIR

Adsorben eceng gondok

- dikeringkan
- ditempatkan pada sampel *holder*
- disinari dengan sinar-X

Hasil



Lampiran 3. Perhitungan

3.1 Pembuatan Larutan Logam Pb

3.1.1 Larutan Induk

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

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

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

Menentukan massa garam Pb dari $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ yang dilarutkan dalam 1000 mL akuades menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{massa} &= \frac{\text{ppm} \times V \times Mr \text{ Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}}{Ar \text{ Cu}} \\ &= \frac{100 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1 \text{ L} \times 331 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{207 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \\ &= 1,59 \text{ mg} \end{aligned}$$

Larutan stok Pb 1000 ppm dibuat dengan cara menimbang 1,59 gram padatan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ kemudian dilarutkan menggunakan akuades dalam labu takar 1000 mL dan ditandabatkan.

3.1.2 Larutan Sampel Logam Timbal

Larutan timbalediperoleh dari pengenceran larutan induk tembaga $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 1000 ppm. Larutan timbal 100 ppm dibuat dengan cara memindahkan 100 mL larutan baku 1000 ppm ke dalam labu ukur 1000 mL, kemudian diencerkan sampai tanda batas. Perhitungan sebagai berikut:

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

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

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

$$V_1 = 0,1 \text{ L}$$

$$V_1 = 100 \text{ mL}$$

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.

3.1.3 Larutan Standar 5, 10, 15, 20 dan 25 ppm dari Larutan Sampel 100 ppm

a. Larutan Pb5 ppm

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ mL} \times 5 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

$$= 5 \text{ mL}$$

Pembuatan larutan Pb5 ppm dilakukan dengan melarutkan 5 mL larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 100 ppm dalam labu ukur 100 mL dan ditandabatkan menggunakan larutan HNO_3 1%.

b. Larutan Pb 10 ppm

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ mL} \times 10 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

$$= 10 \text{ mL}$$

Pembuatan larutan Pb10 ppm dilakukan dengan melarutkan 10 mL larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 100 ppm dalam labu ukur 100 mL dan ditandabatkan menggunakan HNO_3 .

c. Larutan Pb 15 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 100 \text{ ppm} &= 100 \text{ mL} \times 15 \text{ ppm} \\ V_1 &= \frac{100 \text{ mL} \times 15 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}} \\ &= 15 \text{ mL} \end{aligned}$$

Pembuatan larutan Pb 15 ppm dilakukan dengan melarutkan 15 mL larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 100 ppm dalam labu ukur 100 mL dan ditandabatkan menggunakan HNO_3 .

d. Larutan Pb 20 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 100 \text{ ppm} &= 100 \text{ mL} \times 20 \text{ ppm} \\ V_1 &= \frac{100 \text{ mL} \times 20 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}} \\ &= 20 \text{ mL} \end{aligned}$$

Pembuatan larutan Pb 20 ppm dilakukan dengan melarutkan 20 mL larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 100 ppm dalam labu ukur 100 mL dan ditandabatkan menggunakan HNO_3 .

e. Larutan Pb25 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 100 \text{ ppm} &= 100 \text{ mL} \times 25 \text{ ppm} \\ V_1 &= \frac{100 \text{ mL} \times 25 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}} \\ &= 25 \text{ mL} \end{aligned}$$

Pembuatan larutan Pb 25 ppm dilakukan dengan melarutkan 25 mL larutan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 100 ppm dalam labu ukur 100 mL dan ditandabatkan menggunakan HNO_3 .



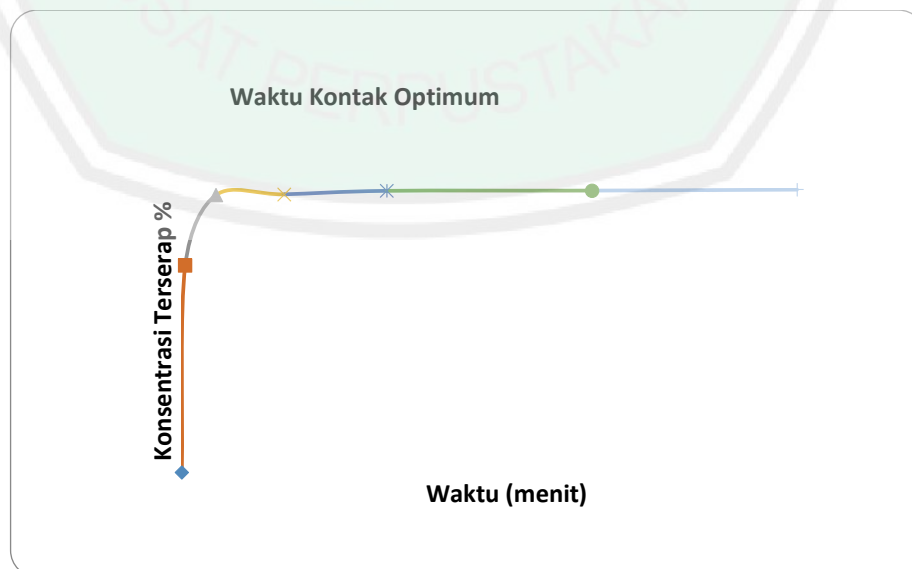
4. Lampiran Data Hasil Penelitian

4.1 Kurva Standar Logam Timbal (Pb)

Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi
5	0,1594
10	0,2418
15	0,3180
20	0,4365
25	0,4770



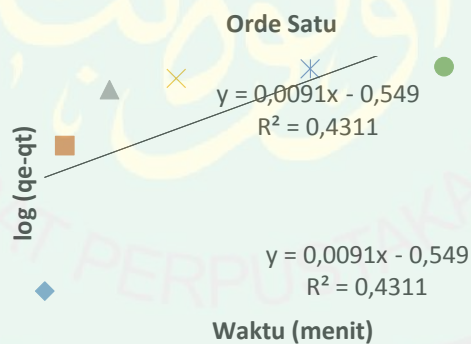
4.2 Penentuan waktu kontak optimum adsorpsi



waktu	abs awal	abs akhir	Co	Ce	v	w	Co-Ce	Qe	%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1.144	0.3363	58.904	15.941	0.1	1	42.963	4.296	72.937
10	1.144	0.0611	58.904	1.303	0.1	1	57.601	5.760	97.788
30	1.144	0.0580	58.904	1.138	0.1	1	57.766	5.777	98.068
60	1.144	0.0445	58.904	0.420	0.1	1	58.484	5.848	99.287
120	1.144	0.0435	58.904	0.367	0.1	1	58.537	5.854	99.377
180	1.144	0.0398	58.904	0.170	0.1	1	58.734	5.873	99.711

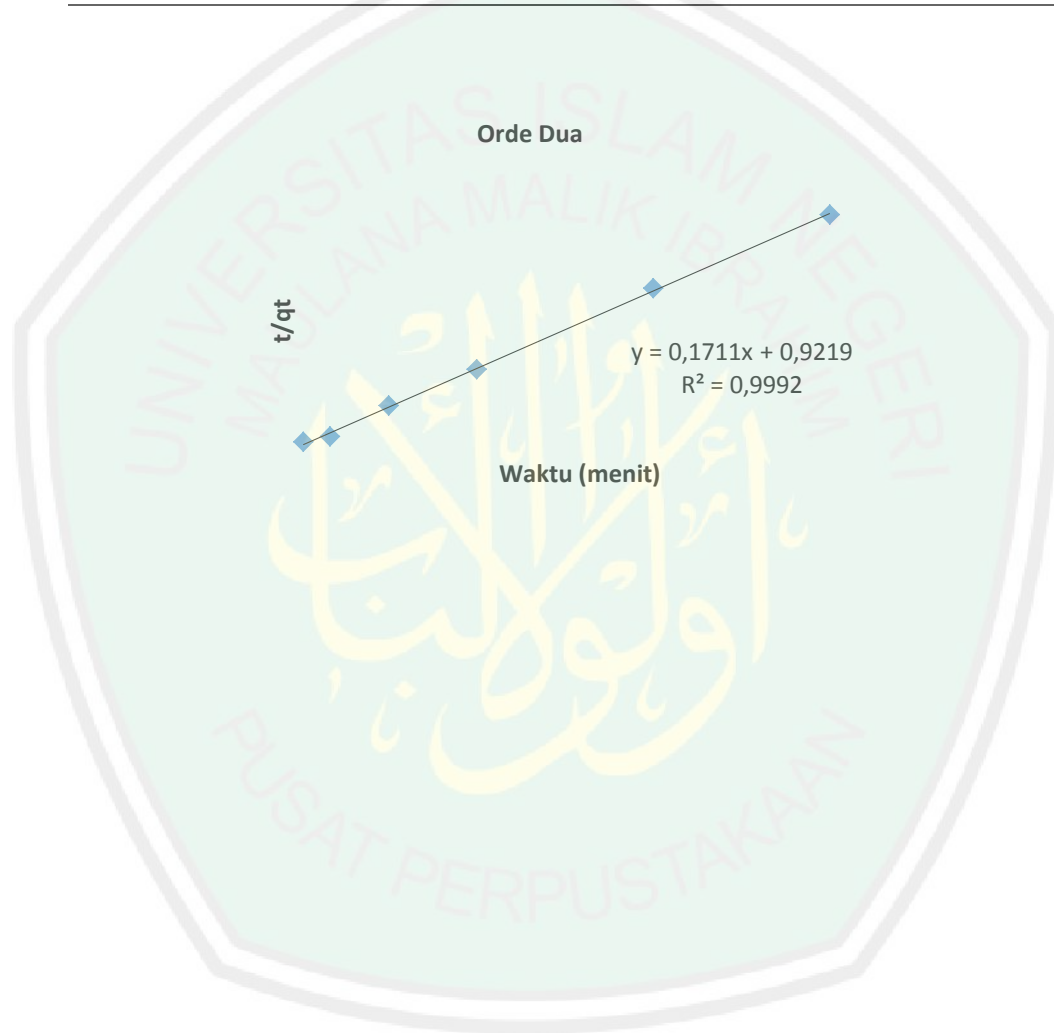
4.3 Data Orde satu

t	k1	qe	K1 . t / 2,303	log qe	log (qe-qt)
0	0	0	0	0	0
1	1.307	4.296	2.4380	0.6331	-1.8050
10	0.381	5.760	0.9532	0.7604	-0.1928
30	0.132	5.777	0.3300	0.7617	0.4317
60	0.082	5.848	0.2092	0.7670	0.5578
120	0.042	5.854	0.1076	0.7675	0.6599
180	0.032	5.873	0.0828	0.7689	0.6860



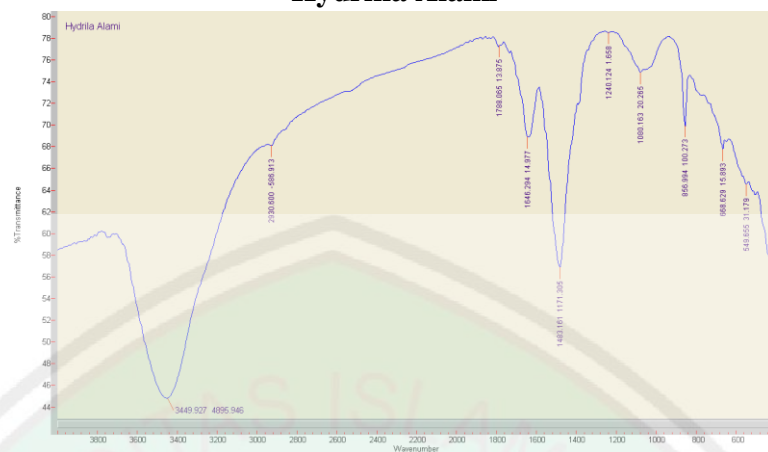
4.4 Data Orde dua

k ²	t	q _e	q _e ²	1/k ² · q _e ²	(1/q _e) · t	t/q _t
0	0	0	0	0	0	0
0.046	1	4.296	18.456	1.184	0.233	1.417
0.150	10	5.760	33.178	0.402	1.736	2.138
0.173	30	5.777	33.374	1.043	5.193	6.236
0.473	60	5.848	34.199	0.743	10.260	11.002
0.542	120	5.854	34.269	1.293	20.499	21.792
1.172	180	5.873	34.492	0.891	30.649	31.540



4.5 Karakterisasi FTIR

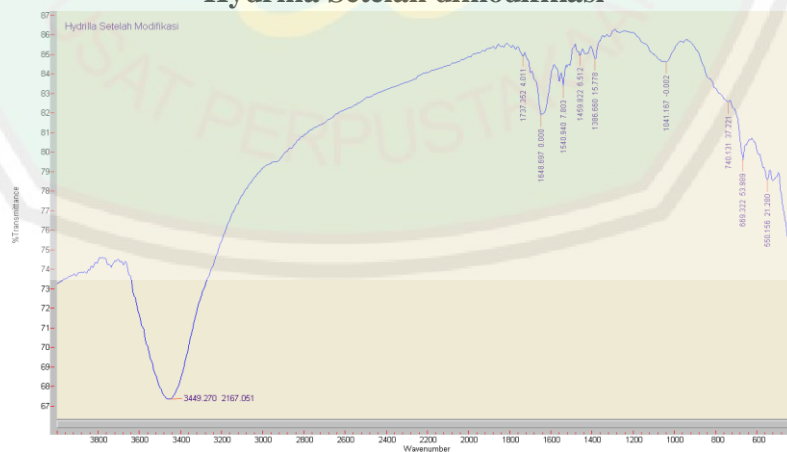
Hydrilla Alami



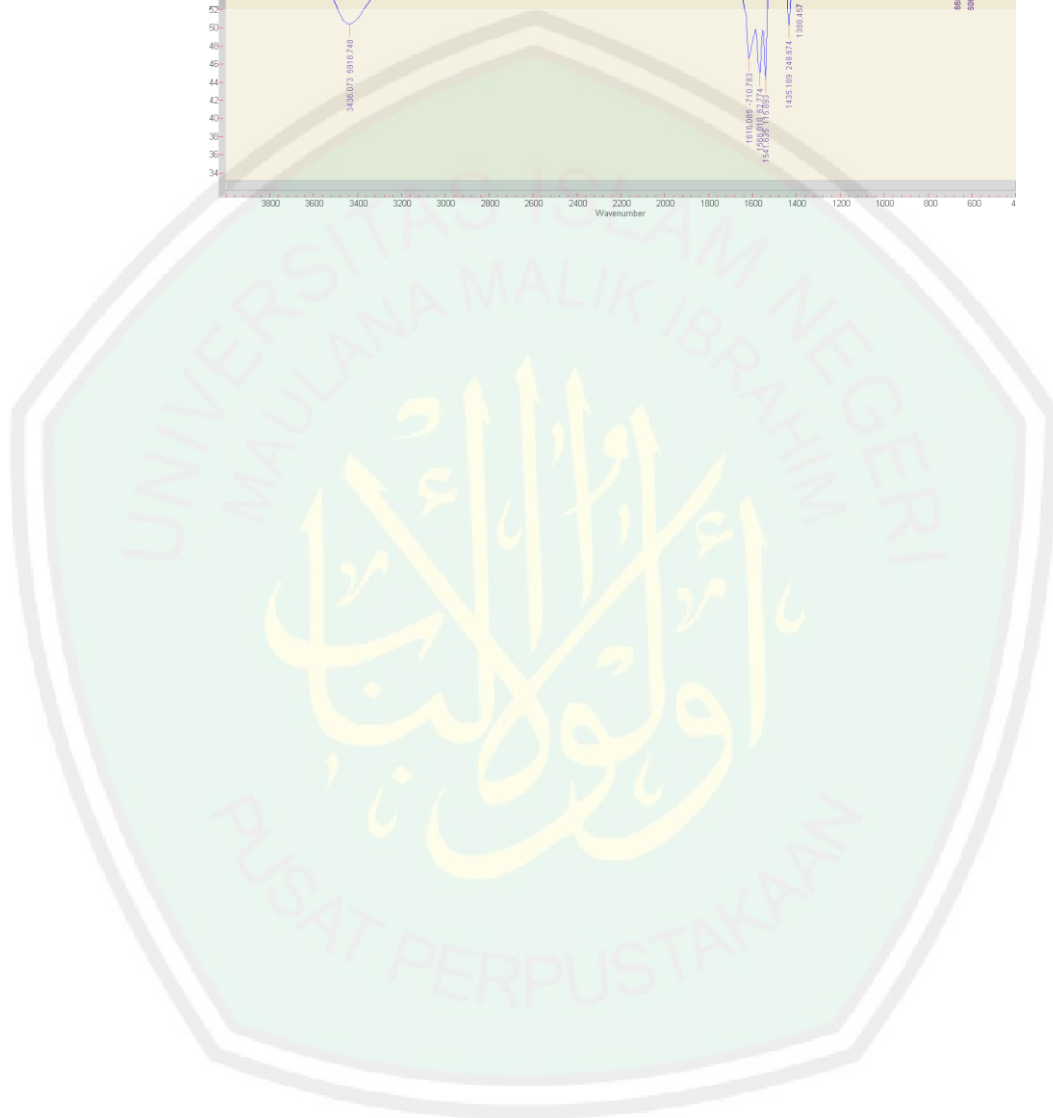
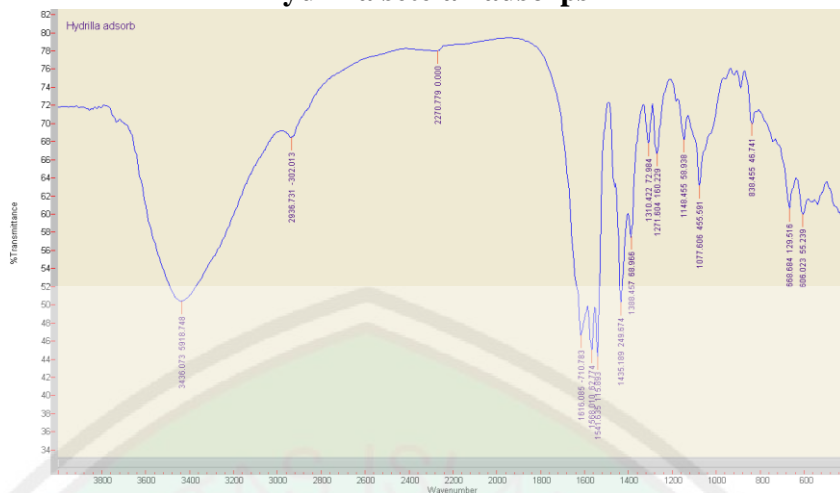
Hydrilla setelah didemineralisasi



Hydrilla Setelah dimodifikasi



Hydrilla setelah adsorpsi



5. Lampiran Dokumentasi



Hydrilla alami



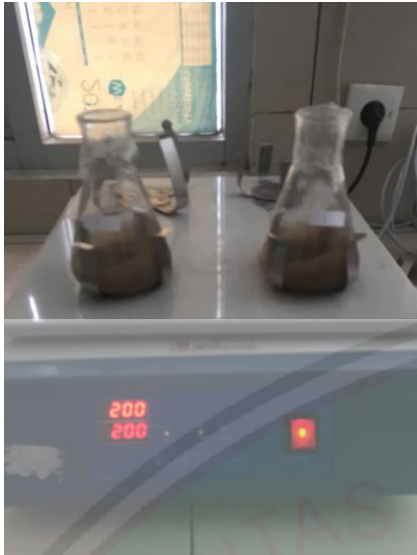
Proses pengayakan 100 mesh



Hasil Demineralisasi



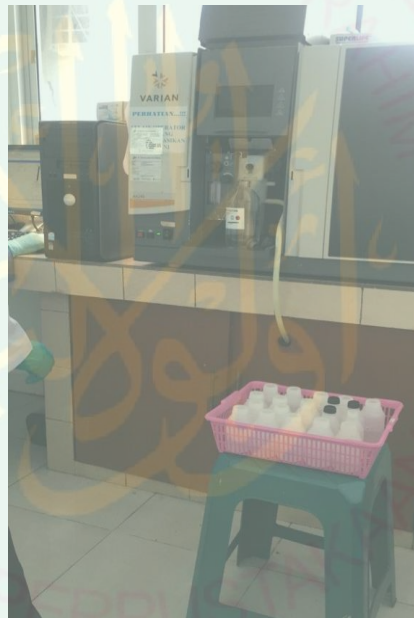
Hasil Modifikasi



Proses shaker 200 rpm



Proses penyaringan filtrat



Proses pengujian analisa AAS

