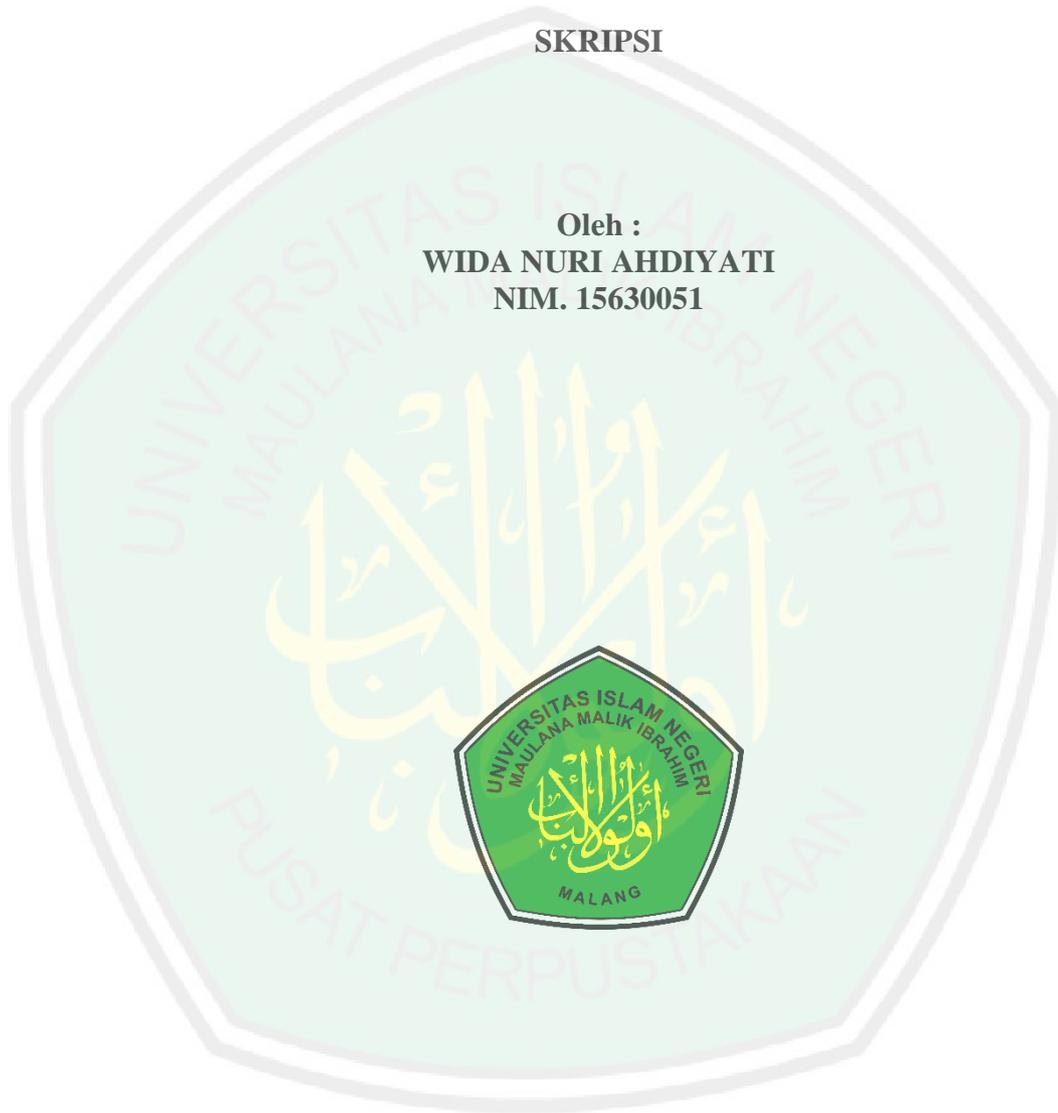


**MODIFIKASI ECENG GONDOK MENGGUNAKAN ASAM SITRAT
SEBAGAI ADSORBEN LIMBAH LOGAM Cr DAN Cd PADA LIMBAH
CAIR LABORATORIUM KIMIA**

SKRIPSI

Oleh :
WIDA NURI AHDIYATI
NIM. 15630051



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

**MODIFIKASI ECENG GONDOK MENGGUNAKAN ASAM SITRAT
SEBAGAI ADSORBEN LIMBAH LOGAM Cr DAN Cd PADA LIMBAH
CAIR LABORATORIUM KIMIA**

SKRIPSI

Oleh :
WIDA NURI AHDIYATI
NIM. 15630051

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**

**MODIFIKASI ECENG GONDOK MENGGUNAKAN ASAM SITRAT
SEBAGAI ADSORBEN LIMBAH LOGAM Cr DAN Cd PADA LIMBAH
CAIR LABORATORIUM KIMIA**

SKRIPSI

Oleh :
WIDA NURI AHDIYATI
NIM. 15630051

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 18 Desember 2020

Pembimbing I

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

Pembimbing II

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

Mengetahui,
Ketua Jurusan

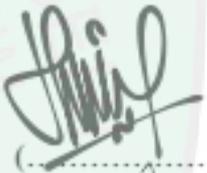
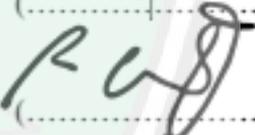
Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

**MODIFIKASI ECENG GONDOK MENGGUNAKAN ASAM SITRAT
SEBAGAI ADSORBEN LIMBAH LOGAM Cr DAN Cd PADA LIMBAH
CAIR LABORATORIUM KIMIA**

SKRIPSI

Oleh :
WIDA NURI AHDIYATI
NIM. 15630051

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 18 Desember 2020

Penguji Utama	: Rachmawati Ningsih, M.Si NIP. 19810811 200801 2 010	()
Ketua Penguji	: Febi Yusniyanti, M.Sc LB. 68004	()
Sekretaris Penguji	: Rif'atul Mahmudah, M.Si NIDT. 19830125 2016801 2 068	()
Anggota Penguji	: Ahmad Hanapi, M.Sc NIDT. 19851225 20160801 1 069	()

Mengetahui,
Ketua Jurusan


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

PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Wida Nuri Ahdiyati

NIM : 15630051

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : "Modifikasi Eceng Gondok Menggunakan Asam Sitrat sebagai Adsorben Limbah Logam Cr dan Cd pada Limbah Cair Laboratorium Kimia"

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya, kecuali dengan mencantumkan sumber kutipan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia mempertanggungjawabkannya sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 28 Desember 2020
Yang Membuat Pernyataan,



Wida Nuri Ahdiyati
NIM. 15630051

MOTTO

“Asal Yakin Apapun Mungkin”

Tidak ada yang bisa menyelamatkan kita dari segala dinamika kehidupan selain diri kita sendiri dan bantuan Sang pencipta.

Hiduplah dengan penuh keyakinan, jangan mengeluh apalagi membandingkan dengan hidup orang lain.

And love yourself!!



HALAMAN PERSEMBAHAN

Rasa syukur Alhamdulillah dihaturkan kepada Allah SWT, untuk kesempatan, kemampuan dan pelajaran dari takdir yang sangat indah yang sudah diberikan kepada hamba, dan hal terkecil yaitu dihidupkan dan diciptakan menjadi salah-satu hamba-Nya. Selanjutnya kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW, sebagai tauladan untuk hidup sebagaimana mestinya seorang hamba.

Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya tercinta yang selalu mendoakan, mendukung dan mencintai saya dengan setulus hati. Kepada Bapak Moch. Wafir dan Ibu Subhana terimakasih yang tiada batas. Semoga kelak saya dan adik-adik bisa menjadi pembuka jalan kalian ke surga terindah. Kedua adikku Chamilatul Himmah dan M. Reza Nabil. S. F yang selalu tanya “Kapan mbak wisuda” dengan alibi ingin jalan-jalan. Terimakasih sudah melengkapi hidupku agar belajar menjadi kakak yang baik, serta seluruh keluarga yang sudah selalu mendukung dan mendo’akan yang terbaik.

Semua sahabat saya yang selalu mendukung dan mendoakan tanpa pamrih, semoga Allah membalas kebaikan kepada kalian. Teman-teman satu tim eceng gondok Qumil dan Mbak Dita terimakasih sudah menjalani perjalanan ini bersama. Serta seluruh teman-teman Kimia B dan Kimia angkatan 2015 yang selalu mendoakan yang terbaik untuk saya. Terakhir untuk boygrup kpop favorit saya yaitu BTS dan semua musisi kpop yang sudah menemani perjalanan saya serta memotivasi saya untuk tetap maju dan bersyukur. Semoga Allah membalas semua kebaikan kalian dengan caranya.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Syukur alhamdulillah kami haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan hasil penelitian dengan judul **“Modifikasi Eceng Gondok Menggunakan Asam Sitrat sebagai Adsorben Limbah Logam Cr dan Cd pada Limbah Cair Laboratorium Kimia”**. Selanjutnya penulis haturkan terimakasih kepada semua pihak yang sudah membantu khususnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Moch. Wafir dan Ibu Subhana yang selalu mendoakan, memberi semangat, moral dan motivasi agar berusaha dan yakin kepada Allah sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Ibu Rif'atul Mahmudah, M.Si, Ibu Eny Yulianti, M.Si, Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc, Ibu Febi Yusniyanti, M.Sc, dan Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku dosen pembimbing, konsultan, pembimbing agama dan penguji yang sudah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberi masukan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Ketua Jurusan, seluruh dosen dan Laboran Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan pengetahuan, pengalaman serta wawasan sebagai pedoman dan bekal bagi penulis.
4. Kedua adikku Chamilatul Himmah dan M. Reza Nabil S. F dan seluruh keluarga di rumah yang sudah mendo'akan dan mendukung penulis

5. Teman satu riset adsorpsi Eceng Gondok yaitu Qumil Laila dan Dita Amalia, yang sudah banyak membantu selama proses penelitian.
6. Sahabatku tercinta Okta, Silvi, Azza, Lala, Eny, Ruroh, Itha, Iim, Rikha, Afif, Rois, Safira, Fitri serta semua anggota kelas Kimia B dan angkatan 2015 yang sudah memberi dukungan dan do'a kepada penulis.
7. Seluruh sahabat-sahabati Simpati angkatan 2015 dan Rayon Pencerahan "Galileo" yang sudah mendukung dan memberi do'a kepada penulis.
8. Musisi favoritku Bangtan Sonyeondan (BTS) yang beranggotakan Kim Namjoon, Kim Seokjin, Min Yoongi, Jung Hoseok, Park Jimin, Kim Taehyung dan Jeon Jungkook yang lewat karya musiknya selalu menguatkan, memotivasi dan memberi semangat untuk percaya kepada diri sendiri sehingga penulis dapat teguh menyelesaikan skripsi ini.
9. Kepada semua pihak yang secara langsung atau tidak memberi bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis sadar bahwa masih banyak kesalahan dan kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan penulis, sehingga penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya jika dalam penulisan laporan hasil penelitian ini terdapat banyak keasalahan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Malang, 28 Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
مستخلص البحث	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pemanfaatan Eceng Gondok dalam Perspektif Islam	7
2.2 Potensi Eceng Gondok sebagai Adsorben	8
2.3 Kandungan Selulosa pada Eceng Gondok	10
2.4 Demineralisasi Eceng Gondok Menggunakan Asam Klorida	11
2.5 Modifikasi Eceng Gondok oleh Asam Sitrat	12
2.6 Metode Adsorpsi	15
2.7 Limbah Cair di Laboratorium Kimia UIN Malang	15
2.7.1 Toksisitas Logam Kromium (Cr)	16
2.7.2 Toksisitas Logam Kadmium (Cd)	17
2.8 Analisis Logam Cr dan Cd menggunakan AAS	18
2.8.1 Prinsip Instrumentasi AAS	18
2.8.2 Analisis Data AAS	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.2.1 Alat	22
3.2.2 Bahan	22
3.3 Rancangan Penelitian	22
3.4 Tahapan Penelitian	23
3.5 Prosedur Kerja	23
3.5.1 Preparasi Adsorben Eceng Gondok	23
3.5.2 Demineralisasi Biosorben Eceng Menggunakan HCl 0,1 M	24

3.5.3 Modifikasi Gugus Aktif Eceng Gondok Menggunakan Asam Sitrat	24
3.5.4 Preparasi Limbah Cair Laboratium Kimia	25
3.5.5 Adsorpsi Logam Kromium (Cr) dan Kadmium (Cd) Menggunakan Variasi Dosis Adsorben Eceng Gondok	25
3.5.6 Analisis Kadar Logam Kromium dan Kadmium (Cd) dalam Limbah Cair Menggunakan AAS	25
3.5.7 Pembuatan Kurva Standar	26
3.5.7.1 Pembuatan Kurva Standar Kromium (Cr)	26
3.5.7.2 Pembuatan Kurva Standar Kadmium (Cd)	26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi, Demineralisasi dan Modifikasi Biomassa Eceng Gondok	27
4.2 Kurva Standar Logam Kromium dan Kadmium	30
4.3 Perbandingan Adsorpsi Logam Cr dan Cd Menggunakan Adsorben Eceng Gondok Sebelum dan Sesudah Modifikasi	32
4.4 Perbandingan Adsorpsi Logam Cr dan Cd Menggunakan Adsorben Eceng Gondok Sebelum dan Sesudah Modifikasi	35
4.5 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam	38

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Eceng Gondok	9
Gambar 2.2 Struktur Selulosa	11
Gambar 2.3 Rumus Molekul Asam Sitrat	13
Gambar 2.4 Reaksi Asam Sitrat dengan Selulosa.....	14
Gambar 2.5 Tahapan Umum Atomisasi pada AAS	19
Gambar 2.6 Kurva Standar	21
Gambar 4.1 Serbuk Eceng Gondok (a) Sebelum Demineralisasi (b) Sesudah Demineralisasi dan (c) Setelah Modifikasi	28
Gambar 4.2 Reaksi Esterifikasi pada Proses Modifikasi	29
Gambar 4.3 Kurva Standar Larutan Kromium	31
Gambar 4.4 Kurva Standar Larutan Kadmium	31
Gambar 4.5 (a) Limbah Murni (b) Limbah setelah Ditambah NaOH.....	33
Gambar 4.6 (a) Limbah Murni sebelum Destruksi (b) Limbah Murni sesudah Destruksi (c) Limbah+NaOH sebelum Destruksi (d) Limbah+NaOH sesudah Destruksi	34
Gambar 4.7 Hasil Adsorpsi Logam (a) Cr dengan Adsorben Modifikasi (b) Cr dengan Adsorben sebelum Modifikasi (c) Cd dengan Adsorben Modifikasi dan (d) Cd dengan Adsorben sebelum Modifikasi.....	35
Gambar 4.8 Interaksi antara Logam dengan Gugus Aktif pada Permukaan Adsorben	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Kimia Eceng Gondok	10
Tabel 2.2 Limbah Logam Cr dan Cd di Laboratorium Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	16
Tabel 4.1 Kadar Logam Cr dan Cd pada Limbah	33
Tabel 4.2 Adsorpsi Logam Kromium dan Kadmium	36
Tabel L.4.1 Hasil Pengukuran Kurva Standar Larutan Kromium Menggunakan AAS	59
Tabel L.4.2 Hasil Pengukuran Kurva Standar Larutan Kadmium Menggunakan AAS	59
Tabel L.4.3 Hasil Pengukuran Logam Cr pada Limbah Menggunakan AAS	59
Tabel L.4.4 Hasil Pengukuran Logam Cd pada Limbah Menggunakan AAS	60
Tabel L.4.5 Hasil Adsorpsi Logam Cr pada Limbah Menggunakan Adsorben Sebelum Modifikasi	60
Tabel L.4.6 Hasil Adsorpsi Logam Cr pada Limbah Menggunakan Adsorben Sesudah Modifikasi	61
Tabel L.4.7 Hasil Adsorpsi Logam Cd pada Limbah Menggunakan Adsorben Sebelum Modifikasi	61
Tabel L.4.8 Hasil Adsorpsi Logam Cr pada Limbah Menggunakan Adsorben Sesudah Modifikasi	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rancangan Penelitian	47
Lampiran 2 Diagram Alir.....	48
Lampiran 3 Perhitungan.....	52
Lampiran 4 Data Hasil Penelitian	59
Lampiran 5 Dokumentasi	63



ABSTRAK

Ahdiyati, Wida Nuri. 2020. **Modifikasi Eceng Gondok Menggunakan Asam Sitrat sebagai Adsorben Limbah Logam Cr dan Cd pada Limbah Cair Laboratorium Kimia**. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Rif'atul Mahmudah, M.Si, Pembimbing II: Ahmad Hanapi, M.Sc.

Kata Kunci: eceng gondok, biosorben, asam sitrat, gugus fungsi, metode adsorpsi

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan tumbuhan yang melimpah di perairan wilayah tropis dan subtropis. Hal tersebut disebabkan karena populasi eceng gondok yang berkembang dengan cepat, sehingga membuat tumbuhan air ini dinyatakan sebagai gulma perairan. Struktur selulosa yang kaya akan gugus -OH mampu berinteraksi dengan komponen adsorbat. Demineralisasi menggunakan HCl 0,1 M pada biomassa bertujuan untuk menurunkan kadar mineral dan kotoran yang terkandung. Kemudian, modifikasi selulosa menggunakan asam sitrat berfungsi untuk mengubah gugus hidroksil dan karboksil membentuk gugus C=O ester. Hasil modifikasi diaplikasikan untuk menyerap logam kromium dan kadmium dengan variasi dosis yaitu 0,25; 0,5; 1; 1,5 dan 2 gram. Adsorpsi pada eceng gondok terjadi pada gugus aktif, seperti karboksil (-COOH), dan hidroksil. Hasil penelitian ini menunjukkan adsorpsi logam kromium dan kadmium memiliki kapasitas adsorpsi tertinggi pada dosis 2 gram. Yaitu sebesar 98% untuk logam kromium dan 37,39% untuk logam kadmium.

ABSTRACT

Ahdiyati, Wida Nuri. 2020. **Modification of Water Hyacinth Using Citric Acid as Cr and Cd Metal Waste Adsorbent in Chemical Laboratory Liquid Wastes.** Department of Chemistry, Science and Technology Faculty, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Rif'atul Mahmudah, M.Si, Supervisor II: Ahmad Hanapi, M.Sc.

Keyword: water hyacinth, biosorbents, citric acid, functional groups, adsorption methods

Water hyacinth (*Eichornia crassipes*) is a plant that is abundant in tropical and subtropical waters. This is due to the rapidly growing population of water hyacinths, thus making these aquatic plants known as aquatic weeds. The cellulose structure which is rich in -OH groups is able to interact with the adsorbate component. Demineralization using 0.1 M HCl in biomass aims to reduce the levels of minerals and impurities contained. Then, modification of cellulose using citric acid functions to change the hydroxyl and carboxyl groups to form C = O ester groups. The result of modification was applied to absorb chromium and cadmium metal with various dosages, namely 0.25; 0.5; 1; 1.5 and 2 grams. Water hyacinth adsorption occurs in active groups, such as carboxyl (-COOH) and hydroxyl. The results of this study indicate that chromium and cadmium metal adsorption has the highest adsorption capacity at a dose of 2 grams. That is 98% for chromium metal and 37,39% for cadmium metal.

مستخلص البحث

أهدياتي ، ويدا نوري. ٢٠٢٠. تعديل صفير الماء باستخدام حامض الستريك كمادة ماصة للنفايات المعدنية سر (Cr) و سد (Cd) في مياه الصرف الصحي للمختبر الكيميائي. البحث العلمي. قسم الكيمياء ، كلية العلوم و التكنولوجيا ، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: رفعة المحمودة الماجستير ؛ المشرف الثاني: أحمد حنفي الماجستير.

الكلمات المفتاحية: صفير الماء ، ماص حيوي ، حامض الستريك ، المجموعات الوظيفية ، طريقة الامتزاز صفير الماء (*Eichornia crassipes*) هو نبات وفير في المياه الاستوائية و شبه الاستوائية. و يرجع ذلك إلى الزيادة السريعة في أعداد زنابق الماء ، مما يجعل هذه النباتات المائية تعرف باسم الأعشاب المائية. هيكل السليلوز الغني بمجموعات -OH قادر على التفاعل مع مكون كثف. تهدف إزالة المعادن باستخدام ٠,١ مولار من حمض الهيدروكلوريك في الكتلة الحيوية إلى تقليل مستويات المعادن و الشوائب الموجودة. ثم تعديل السليلوز باستخدام وظائف حامض الستريك لتغيير مجموعات الهيدروكسيل و الكربوكسيل لتشكيل مجموعات C = O استر. تم تطبيق نتيجة التعديل لامتصاص معدن الكروم و الكادميوم بجرعات مختلفة و هي ٠,٢٥ ؛ ٠,٥ ؛ ١ ؛ ١,٥ و ٢ جرام. يحدث الامتزاز في صفير الماء في مجموعات نشطة ، مثل الكربوكسيل (-COOH) ، و الهيدروكسيل. تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن امتصاص معدن الكروم و الكادميوم له أعلى قدرة امتصاص بجرعة ٢ جرام. هذا هو ٩٨٪ لمعدن الكروم و ٣٩,٣٧٪ لمعدن الكادميوم.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan yang dilakukan di laboratorium melibatkan berbagai bahan kimia berbahaya seperti logam berat dan bahan anorganik lainnya. Hal tersebut menghasilkan produk samping berupa limbah. Limbah laboratorium biasanya memiliki jumlah yang sedikit, namun memiliki keragaman dan tingkat bahaya yang tinggi. Salah satu contoh logam berat yang banyak terkandung dalam limbah hasil kegiatan laboratorium adalah kadmium dan kromium (Herianto dan Kurniawan, 2018). Kadmium dapat masuk dan mengendap ke dalam tubuh sehingga mengakibatkan beberapa kerusakan pada tulang, ginjal dan beberapa organ vital lainnya. Logam kromium memiliki bilangan oksidasi +2, +3, dan +6. Namun dalam kehidupan sehari-hari lebih banyak dijumpai logam krom dalam bentuk Cr^{3+} dan Cr^{6+} . Logam Cr^{6+} lebih toksik dan sukar penanganannya daripada Cr^{3+} (Indrawati, 2017).

Limbah logam berat khususnya Cr dan Cd secara kolektif dalam jangka waktu yang lama dapat membahayakan dan menimbulkan kerusakan lingkungan. Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat Asy-Shura ayat 30 yang berbunyi:

وَمَا أَصَابَكُمْ مِنْ مُصِيبَةٍ فَبِمَا كَسَبَتْ أَيْدِيكُمْ وَيَعْفُو عَنْ كَثِيرٍ

Artinya : “Dan apa saja musibah yang menimpa kamu maka adalah disebabkan oleh perbuatan tanganmu sendiri, dan Allah memaafkan sebagian besar (dari) kesalahan-kesalahanmu”

Ayat di atas menjelaskan tentang larangan membuat kerusakan di bumi setelah bumi diperbaiki dengan diciptakan berbagai macam makhluk di dalamnya. Allah SWT tidak menghendaki hasil karya ciptaan-Nya dirusak dan dieksploitasi sedemikian rupa oleh manusia tanpa disertai tanggungjawab untuk memeliharanya. Apabila manusia melakukan hal-hal yang dapat merusak dan mencemari lingkungan, maka dampak dari hal tersebut akan membahayakan manusia itu sendiri. Allah menghendaki manusia untuk turut serta merawat dan memelihara ciptaannya tersebut (Shihab, 2002). Salah satu bentuk tanggung jawab manusia sebagai khalifah untuk menjaga dan merawat bumi ialah dengan mengolah limbah perairan menggunakan bahan-bahan organik yang sudah Allah SWT ciptakan seperti eceng gondok.

Metode yang sering digunakan untuk mengurangi kadar logam pada air limbah adalah proses pertukaran ion, proses biologis, koagulasi/flokulasi, filtrasi membran dan presipitasi. Namun, sebagian besar metode tersebut membutuhkan proses perawatan yang rumit dan biaya operasional yang tinggi. Teknik adsorpsi merupakan metode yang paling disukai dan paling efektif karena adsorben memiliki luas permukaan yang dapat diperbesar, struktur mikropori, dan kemampuan penyerapan yang tinggi dan biaya yang digunakan rendah (Nasruddin dkk., 2017). Adsorpsi logam berat terjadi karena adanya interaksi antara gugus fungsi dari adsorben, sehingga struktur kimia adsorben akan mempengaruhi proses adsorpsi. Adsorpsi pada eceng gondok terjadi pada gugus aktif, seperti karboksil (-COOH), dan hidroksil (-OH) (Shofiyani dan Gusrizal, 2006).

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan tumbuhan yang melimpah di perairan wilayah tropis dan subtropis. Karena populasi eceng gondok yang

berkembang dengan cepat, sehingga membuat tumbuhan air ini dinyatakan sebagai gulma perairan. Jika dibiarkan begitu saja akan mencemari perairan dan merusak ekosistem didalamnya. Hal tersebut disebabkan karena ekosistem air akan kekurangan sinar matahari yang masuk dan angka COD serta BOD akan meningkat. Eceng gondok diketahui mengandung selulosa yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai biomassa. Adapun hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kandungan selulosa pada eceng gondok sebesar 64,51% dan kandungan lainnya seperti pentosa 15,61%, lignin 7,69 %, silika 5,56%, dan abu 12% (Rahmania dan Husni, 2017). Kandungan selulosa yang tinggi pada eceng gondok, memberikan potensi yang besar untuk menjadikannya sebagai media penyerap. Hal tersebut ditinjau pada struktur selulosa yang kaya akan gugus –OH yang mampu berinteraksi dengan komponen adsorbat (Fatmasari, 2008).

Demineralisasi dilakukan untuk menurunkan kadar mineral menggunakan asam konsentrasi rendah. Proses demineralisasi pada penelitian ini menggunakan asam klorida encer 0,1 M selama 24 jam. Asam klorida merupakan asam kuat dan memiliki sifat pertukaran ion yang dimiliki HCl lebih besar dibandingkan dengan HNO₃ dan H₃PO₄ sehingga dapat mengurangi pengotor atau mineral-mineral pada adsorben lebih efektif (Rahmania dkk., 2017). Proses yang terjadi pada tahap ini ialah mineral yang terkandung pada sampel akan bereaksi dengan HCl, sehingga terjadi pemisahan mineral-mineral tersebut dari sampel. Hal tersebut membuat gugus aktif yang awalnya banyak berikatan dengan mineral-mineral menjadi tidak memiliki ikatan (Agustina dan Kurniasih, 2013). Hasil penelitian Yulianti dkk., (2019) menunjukkan bahwa jumlah logam yang teradsorpsi pada batang jagung setelah dilakukan demineralisasi HCl lebih tinggi dibanding yang tidak mengalami

demineralisasi. Sebesar 2,61 mg/g untuk adsorben yang mengalami demineralisasi dan 1,45 mg/g tanpa demineralisasi.

Kapasitas adsorpsi dapat ditingkatkan melalui proses modifikasi gugus fungsi pada adsorben. Kandungan selulosa yang tinggi pada adsorben eceng gondok menyebabkan adsorben ini kaya akan gugus hidroksil. Gugus inilah yang berpotensi untuk dilakukan modifikasi melalui reaksi kimia (Chen dkk., 2011). Asam sitrat digunakan untuk modifikasi dan diharapkan mampu meningkatkan jumlah gugus aktif dalam selulosa. Modifikasi selulosa menggunakan asam sitrat disebabkan karena sebagian gugus $-OH$ mengalami asilasi membentuk gugus karboksilat yang memiliki kekuatan adsorpsi lebih tinggi sebagai pengelut ion logam (Thanh dan Nhung, 2009).

Menurut penelitian Chen dkk., (2011) menyatakan mekanisme reaksi antara asam sitrat dengan selulosa akan membentuk ester. Asam sitrat yang dipanaskan mengalami dehidrasi dan membentuk anhidrat yang reaktif serta bereaksi dengan hidroksil pada selulosa. Hal tersebut yang akan membentuk ester. Dalam proses modifikasi, asam sitrat dan selulosa akan membentuk minimal 2 gugus karboksilat pada permukaan biosorben. Ramos dkk., (2012) menyebutkan dalam penelitiannya, kapasitas adsorpsi maksimal selulosa yang termodifikasi asam sitrat 1 M yaitu 42,9 mg/g dengan total gugus asam 4,83 meq/g. Sedangkan, kapasitas adsorpsi tanpa modifikasi sebesar 1,62 mg/g dengan total gugus asam 2,11 meq/g.

Berdasarkan kajian di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan demineralisasi eceng gondok dengan HCl 0,1 M dan modifikasi eceng gondok menggunakan asam sitrat 1 M. Variasi dosis 0,25; 0,5; 1; 1,5; dan 2 gram adsorben saat proses adsorpsi logam kromium dan kadmium pada limbah cair laboratorium.

Analisis logam kromium dan kadmium diukur menggunakan SSA (Spektroskopi Serapan Atom).

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana kemampuan optimum adsorben termodifikasi asam sitrat terhadap penurunan kadar logam Cr dan Cd dengan variasi dosis adsorben?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ialah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kemampuan optimum adsorben modifikasi asam sitrat terhadap kapasitas adsorpsi limbah Cr dan Cd dengan variasi dosis adsorben.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel eceng gondok yang digunakan diperoleh dari daerah Kabupaten Blitar.
2. Limbah logam yang digunakan adalah limbah cair dari laboratorium kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Limbah logam cair yang digunakan sudah dipisahkan dari limbah laboratorium lain.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai potensi eceng gondok sebagai adsorben. Serta memberikan informasi tentang karakteristik biosorben eceng gondok yang telah termodifikasi asam sitrat dan hasil adsorpsinya terhadap limbah cair logam Cr dan Cd di laboratorium kimia.



BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pemanfaatan Eceng Gondok dalam Perspektif Islam

Islam merupakan agama yang mengajarkan tentang hubungan manusia dengan Allah SWT serta hubungan dengan sesama manusia dan lingkungan sekitar (Falahiyah, 2015). Islam mengajarkan umatnya untuk menjaga dan melindungi lingkungan agar terjaga kelestariannya. Elkan (2015) menjelaskan dalam tafsir Ibnu Katsir bahwa Allah SWT melarang perbuatan yang menimbulkan kerusakan di muka bumi dan hal-hal yang membahayakan kelestarian sesudah diperbaiki. Karena hal tersebut akan membahayakan semua hamba Allah SWT. Dewasa ini, banyak sekali ditemui pencemaran lingkungan terutama di daerah perairan. Banyaknya industri yang tumbuh dan kegiatan penelitian di laboratorium juga menghasilkan produk samping berupa limbah. Limbah yang sering dihasilkan ialah limbah logam berat.

Sebagai manusia yang dikaruniai akal, manusia diperintahkan untuk terus berpikir dan mencari solusi dalam beberapa masalah yang terjadi. Salah satunya adalah dengan mencari manfaat dari setiap makhluk hidup di muka bumi. Seperti memanfaatkan tumbuhan-tumbuhan yang tumbuh di bumi seperti tumbuhan gulma. Jika dibiarkan begitu saja, tumbuhan tersebut akan berkontribusi mencemari lingkungan. Hal tersebut merupakan salah satu bentuk mengingatkan akan ciptaan Allah yang luas dan banyak memiliki manfaat. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Al-Qur'an surat 'Abasa ayat 24-32:

فَلْيُنْظَرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ﴿٢٤﴾ أَنَا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ﴿٢٥﴾ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ﴿٢٦﴾ فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿٢٧﴾ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ﴿٢٨﴾ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ﴿٢٩﴾ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿٣٠﴾ وَفَاكِهَةً وَأَبًّا ﴿٣١﴾ مَتَاعًا لَكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ ﴿٣٢﴾

Artinya: *Maka hendaklah manusia itu memperlihatkan makanannya. Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit), kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, anggur dan sayur-sayuran, zaitun dan kurma, kebun-kebun (yang) lebat, dan buah-buahan serta rumput-rumputan, untuk kesenanganmu dan untuk hewan-hewan ternakmu ('Abasa: 24-32)*

Berdasarkan ayat tersebut, secara tidak langsung menjelaskan bahwa tumbuhan sangat penting dan kaya manfaat bagi manusia. Menurut Tim Penyusun (2011) dalam Tafsir Ilmi ayat-ayat tersebut ditafsirkan sebagai ayat yang memberitahukan bahwa Allah SWT menciptakan tumbuhan sebagai sumber makanan bagi manusia dan hewan. Selain itu, tersirat perintah untuk memikirkan ciptaan Allah SWT yang berupa tumbuh-tumbuhan yang ditumbuhkan dimuka bumi dengan bantuan air hujan. Sehingga tumbuhan tersebut dapat membawa banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Serta manusia juga diminta untuk mengelola dan melestarikannya. Salah satu tanaman yang dimaksud adalah eceng gondok. Tanaman tersebut memiliki manfaat sebagai agen pembersih perairan tercemar.

2.2 Potensi Eceng Gondok sebagai Adsorben

Eichornia crassipes atau lebih banyak dikenal sebagai eceng gondok merupakan tanaman air yang memiliki kemampuan untuk menyerap polutan dari lingkungan dengan cepat. Eceng gondok memiliki akar panjang yang tersuspensi di

dalam air. Struktur akar yang dimiliki eceng gondok dapat membuat lingkungan yang sesuai dengan mikroorganisme aerob sebagai sistem pembuangan kotoran (Rezania dkk., 2015). Adapun tumbuhan eceng gondok ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Eceng Gondok (Rezania dkk., 2015)

Klasifikasi tumbuhan eceng gondok adalah sebagai berikut (Krystiyanti, 2008):

Devisi	: <i>Embryophytasu Phonogama</i>
Sub Devisi	: <i>Spermathopyta</i>
Klas	: <i>Monocotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Ferinosae</i>
Famili	: <i>Pontederiaceae</i>
Genus	: <i>Eichornia</i>
Spesies	: <i>Eichornia Crassipes (Mart) Solm.</i>

Tanaman ini memiliki laju pertumbuhan yang sangat cepat yaitu berkisar antara 400-700 ton biomassa per-ha setiap hari. Gaya regenerasi yang dimiliki eceng gondok terukur cepat, disebabkan oleh potongan vegetatifnya terus berkembang membentuk eceng gondok dewasa. Oleh sebab itu, eceng gondok disebut sebagai tumbuhan gulma atau pengganggu (Rakhmania dkk., 2017). Dampak negatif dari pesatnya pertumbuhan eceng gondok menyebabkan

menurunnya jumlah cahaya yang masuk ke dalam air sehingga tingkat kelarutan oksigen dalam air menurun. Serta mengganggu irigasi atau transportasi perairan, habitat faktor penyakit bagi manusia meningkat dan menurunkan estetika lingkungan (Ikhwan, 2017). Eceng gondok banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku biogas dan bioetanol, biosorben logam berat, kompos, bahan baku kertas serta juga agen fitoremediasi (Rezania dkk., 2015).

Tabel 2.1 Kandungan Kimia Eceng Gondok

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

Sumber: Moeksin dkk (2016)

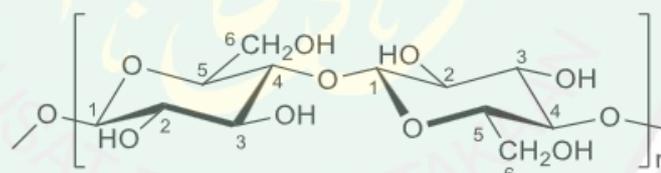
Menurut Priya dan Selvan (2017) menyatakan bahwa dalam beberapa tahun terakhir, eksplorasi eceng gondok digunakan sebagai bioindikator untuk mengurangi kadar logam berat pada perairan. Tingkat pertumbuhan yang tinggi, efisiensi penyerapan polutan dan biaya operasi yang rendah merupakan kelebihan eceng gondok untuk dapat dijadikan bahan biosorben untuk mengolah air limbah. Kandungan kimia eceng gondok tercantum pada Tabel 2.1 diatas.

2.3 Kandungan Selulosa pada Eceng Gondok

Selulosa adalah polimer karbohidrat yang dibangun dari pengulangan unit β -Dglukopiranos. Selulosa memiliki tingkat fungsional yang tinggi karena ada banyak kelompok hidroksil dalam molekul tersebut (Keshipour dan Maleki, 2019).

Menurut Rahmania dan Husni (2017) menyatakan bahwa eceng gondok diketahui mempunyai kandungan selulosa yang cukup tinggi. Selulosa juga merupakan senyawa organik yang terdapat pada dinding sel bersama lignin yang berperan untuk memperkokoh struktur tumbuhan. Terdiri dari rantai panjang dari unit-unit glukosa yang terikat pada ikatan 1,4- β -glukosida. Dilihat dari strukturnya, selulosa mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan media penyerap karena memiliki banyak gugus -OH yang dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat (Herianto dan Kurniawan, 2018). Selulosa yang terkandung dalam eceng gondok bervariasi tergantung pada kandungan unsur hara tempat tumbuhan tersebut tumbuh dan sifat daya serapnya (Rahmania dkk., 2017).

Hasil penelitian yang sudah dilakukan oleh Joedibroto dalam Rahmania dan Husni (2017) menyatakan bahwa kandungan selulosa pada eceng gondok sebesar 64,51%.



Gambar 2.2 Struktur Selulosa (Moeksin dkk., 2016)

2.4 Demineralisasi Eceng Gondok Menggunakan Asam Klorida

Aktivasi merupakan perlakuan yang dilakukan pada adsorben untuk menambah gugus-gugus fungsi yang aktif terhadap logam dengan terlarutnya mineral yang terdapat pada adsorben seperti fosfor dan kalsium (Safrianti dkk.,

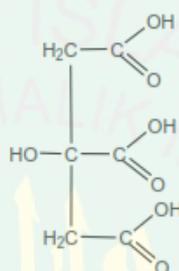
2012). Terdapat dua jenis aktivasi yaitu aktivasi kimia dan fisika. Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dari CO₂ (Krystiyanti, 2008). Sedangkan aktivasi kimia adalah aktivasi dengan pemakaian bahan kimia. Aktivator yang sering digunakan adalah hidroksida logam alkali, klorida, fosfat dan asam-asam anorganik. Aktivasi ini memerlukan temperatur yang rendah dan hasil yang lebih tinggi (Lillo-Rodenas dkk., 2003).

Asam klorida merupakan salah satu aktivator kimia yang sering digunakan untuk proses demineralisasi (Nurmasari, 2008). Larutan asam yang digunakan sebagai aktivator dapat melarutkan pengotor pada material, sehingga gugus aktif yang tersembunyi pada material dapat terbuka serta dapat memunculkan gugus aktif yang baru karena adanya reaksi pelarutan (Widihati, 2008). Menurut Herianto dan Kurniawan (2018) menyatakan bahwa pencucian serbuk eceng gondok menggunakan HCl sebanyak 1 mL berguna untuk menghilangkan kontaminan pada adsorben. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nurmasari (2008) menggunakan HCl 0,1 M untuk demineralisasi biosorben tandan kosong kelapa sawit membuat gugus aktif yang dapat digunakan untuk adsorpsi bertambah.

2.5 Modifikasi Eceng Gondok oleh Asam Sitrat

Asam sitrat adalah senyawa karboksilat yang berwujud kristal putih dan termasuk senyawa asam yang biasanya terkandung dalam buah jeruk dan buah asam lainnya. Senyawa ini bersifat polar dan larut dalam air. Asam sitrat memiliki rumus empiris C₆H₈O₇ (Fatih, 2008). Tiga gugus asam karboksilat (trikarboksilat) yang dimiliki asam sitrat dapat meningkatkan adsorpsi pada adsorben dengan membentuk gugus karboksilat pada permukaan ketika bereaksi dengan selulosa

(Vaughan dkk., 2001). Menurut Elkhairy (2007), modifikasi eceng gondok menggunakan asam sitrat bertujuan untuk menghilangkan senyawa yang larut dan mengubah sifat permukaan. Pada penelitian tersebut dilakukan perendaman pada eceng gondok dalam cairan asam sitrat 1 M selama 24 jam. Adapun rumus molekul asam sitrat ditunjukkan pada gambar 2.3.



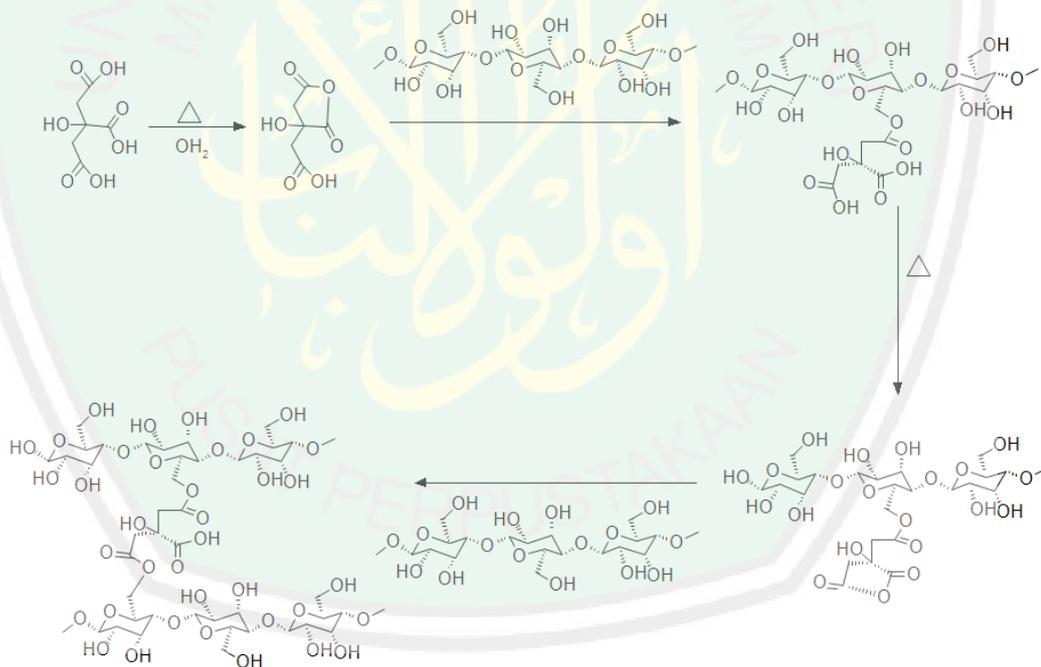
Gambar 2.3 Rumus Molekul Asam Sitrat (Azmiyanti, 2018)

Modifikasi ini juga untuk menambah gugus aktif dalam selulosa. Terdapat tiga gugus yang dimiliki selulosa yaitu karboksil, hidroksil dan lakton. Reaksi maksimal akan didapatkan melalui pemanasan (Khakim, 2018). Menurut Ramos dkk (2012) dan Wing (1996) menjelaskan tentang mekanisme reaksi antara asam sitrat dan selulosa dalam membentuk ester. Dimana asam sitrat mengalami dehidrasi pada saat dipanaskan. Sehingga berubah menjadi anhidrat yang reaktif dan bereaksi dengan hidroksil dari selulosa dan lignin hingga membentuk ester. Setiap molekul asam sitrat yang bereaksi dengan selulosa akan membentuk 2 gugus karboksilat pada permukaan adsorben.

Jika konsentrasi asam sitrat dinaikkan, maka akan lebih banyak pula gugus karboksilat yang terbentuk dalam permukaan. Kemudian terbentuklah ikatan silang

antara grup gugus karboksilat yang ada sehingga menurunkan jumlah gugus karboksilat yang masih bebas. Reaksi antara selulosa pada eceng gondok dengan asam sitrat yaitu reaksi esterifikasi ditunjukkan pada gambar 2.4.

Penelitian yang dilakukan Ramos dkk (2012) tentang tongkol jagung yang dimodifikasi asam sitrat sebagai adsorben logam Cd (II) menunjukkan kapasitas adsorpsi maksimal dengan modifikasi asam sitrat 1M adalah sebesar 42,9 mg/g dengan total gugus asam 4,83 meq.g pada pH dan suhu 25°C. Dan kapasitas adsorpsi tongkol jagung tanpa modifikasi sebesar 1,63 mg/g dengan total gugus asam 2,11 meq/g.



Gambar 2.4 Reaksi Asam Sitrat dengan Selulosa (Thanh dan Nhung, 2009)

2.6 Metode Adsorpsi

Adsorpsi merupakan teknik efektif yang terkenal untuk menghilangkan polutan. Adsorpsi adalah suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap suatu zat yang terjadi pada permukaan zat padat. Hal tersebut karena adanya gaya tarik antar atom atau molekul pada permukaan zat tanpa meresap ke dalam (Atkins, 1999). Proses adsorpsi, adsorben merupakan zat yang mempunyai sifat untuk mengikat molekul pada permukaan. Sifat ini terlihat pada permukaan adsorben yang berpori (Krystiyanti, 2008). Adsorpsi dapat terjadi pada antar fasa padat-cair, padat-gas atau gas-cair dan merupakan gejala yang terjadi dipermukaan. Semakin besar luas permukaan adsorben, maka semakin besar pula kapasitas adsorpsinya dan proses adsorpsi juga tergantung pada sifat zat pengadsorpsi (Widiyatno dkk., 2017).

Adsorpsi kimia merupakan adsorpsi yang melibatkan ikatan kovalen sebagai hasil pemakaian bersama elektron oleh adsorben dan adsorbat yang membutuhkan panas adsorpsi 20-100 kkal/mol. Adsorpsi ini berkaitan dengan pembentukan ikatan kimia yang melibatkan adsorben dan permukaan zat yang diserap. Adsorpsi ini tidak reversible dan adsorben harus dipanaskan pada temperatur tinggi untuk dapat memisahkan dengan adsorbat (Krystiyani, 2008).

2.7 Limbah Cair di Laboratorium Kimia UIN Malang

Peraturan Pemerintah Nomor 101 tahun 2004 menyatakan bahwa limbah merupakan buangan atau sisa yang dihasilkan dari suatu proses kegiatan, baik kegiatan industri maupun domestik atau rumah tangga. Menurut Azmiyani (2018) limbah laboratorium berasal dari buangan hasil reaksi-reaksi berbagai larutan kimia

berbahaya dalam percobaan penelitian. Memiliki sifat toksik dan mengandung logam-logam berat yang berbahaya bagi makhluk hidup.

Limbah yang dihasilkan oleh Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang ialah sekitar 120 Liter dalam bentuk cair. Limbah tersebut dipisahkan dalam wadah yang sesuai dengan jenis limbah yang dihasilkan dan belum terdapat instalasi pengolahan limbah untuk limbah cair tersebut. Salah satu limbah yang banyak ditemui dari kegiatan laboratorium di perguruan tinggi ialah limbah logam berat (Azmiyani, 2018)

Tabel 2.2 Limbah logam Cr dan Cd di laboratorium Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Judul / Praktikum	Senyawa yang digunakan
Kimia Anorganik I	
<ul style="list-style-type: none"> Reaksi pada Unsur dan Senyawa Tembaga dan Perak 	K_2CrO_4 dan CrO_4^{2-}
Kimia Analisis Dasar	
<ul style="list-style-type: none"> Analisis Kualitatif Anorganik 	CrO_3 - CdS - CrO_4^{2-} - Cr_2O_3 - $Cr(OH)_3$ - $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ dan CdO
<ul style="list-style-type: none"> Titration Pengendapan 	Kalium Kromat

2.7.1 Toksisitas Logam Kromium (Cr)

Kromium merupakan logam masif berwarna putih perak, bersifat lunak dalam keadaan murni. Logam krom banyak digunakan sebagai katalis dan berbagai proses industri kimia. Krom heksavalen Cr (VI) memiliki sifat yang relatif lebih beracun dari krom trivalen Cr (III). Logam krom masuk ke lingkungan melalui industri semen, industri pelapisan dan finishing logam, industri penyamakan kulit

dan insudtri pupuk (Nasruddin dkk., 2017). Krom pada tumbuhan dan makanan memiliki mobilitas yang paling rendah, sekitar dibawah 100 μg untuk konsumsi manusia. Sebagian besar pencemaran logam krom pada daerah perairan dan bersifat toksik bagi lingkungan. Hanya dapat ditolerir pada kadar mikrogram (Nurmasari, 2008).

Ambang batas logam krom dalam air minum adalah sebesar 0,05 mg/L dan untuk dibuang keperairan adalah 0,1 mg/L (Rani dkk., 2017). Daya racun yang dimiliki oleh logam Cr ditentukan oleh valensi ionnya. Keracunan logam Cr dapat menyebabkan kanker pada alat pencernaan, iritasi pada mata dan kulit, kanker paru-paru, pembengkakan dan kemerahan pada kulit. Keracunan kronis karena terpapar Cr dapat membuat bronkitis, penurunan fungsi paru-paru, asma, gangguan pada hati, ginjal, alat pencernaan dan sistem imunitas (Widowati dkk., 2008).

2.7.2 Toksisitas Logam Kadmium (Cd)

Kadmium merupakan logam yang memiliki nomor atom 48 berbentuk lunak dan berwarna putih kebiruan. Kadmium memiliki titik leleh sebesar 312 °C dan titik didih 765 °C. Kadmium dapat berada di atmosfer, tanah dan perairan. Logam ini berbahaya karena memiliki elemen yang beresiko tinggi terhadap pembuluh darah. Sifat karsinogenik yang dimiliki logam Cd tersebut dapat menyebabkan tertimbun dalam tubuh manusia jika kadarnya melebihi batas maksimum yang diperbolehkan (Lestari dkk., 2014).

Kadmium bersifat toksik bagi semua organisme hidup dan sangat berbahaya bagi manusia. Kelarutan kadmium dalam konsentrasi tertentu dapat membunuh biota perairan. Keracunan kadmium bersifat akut dan kronis sehingga dapat

merusak ginjal, paru-paru, kekurangan darah, kerapuhan tulang dan mempengaruhi sistem reproduksi dan organ dalam (Apriliani, 2010). Keracunan akut akan muncul setelah 4-10 jam sejak terpapar oleh logam Cd. Hal tersebut akan menimbulkan penyakit paru-paru akut dan penderita akan mengalami kehilangan nafsu makan, daya tahan tubuh yang semakin melemah, kerusakan ginjal, kanker, sakit kepala, kedinginan hingga menggigil dan diare hingga dapat menyebabkan kematian (Widowati dkk., 2008).

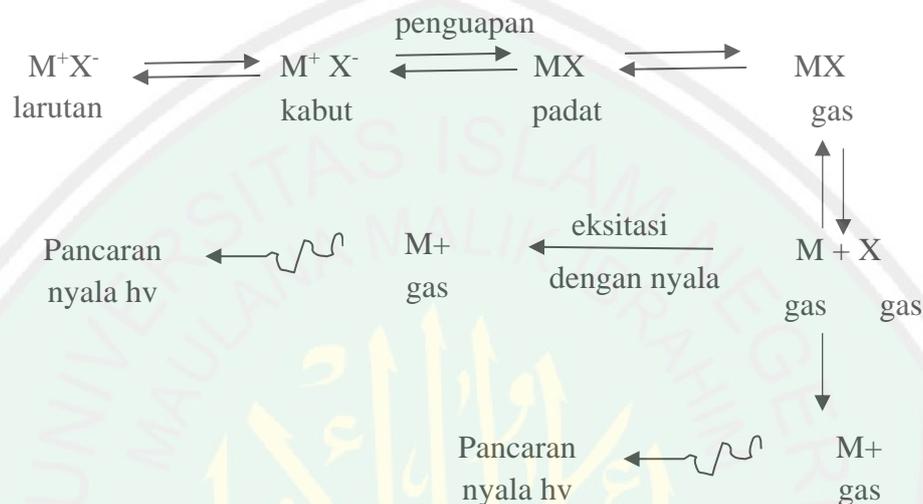
2.8 Analisis Logam Cr dan Cd menggunakan AAS

2.8.1 Prinsip Instrumentasi AAS

Spektroskopi Serapan Atom (SSA) merupakan instrumentasi yang digunakan untuk menganalisa atom logam dengan proses penyerapan energi radiasi gelombang elektromagnetik oleh populasi atom yang berbeda tingkat energinya. Metode yang dimiliki SSA adalah berprinsip pada adsorpsi cahaya oleh atom tertentu, dimana jumlah energi yang diserap akan menentukan konsentrasi atom yang diuji dalam sampel (Gandjar, 2007). Cahaya pada panjang gelombang tersebut mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom (Khopkar, 2010).

Spektrofotometer serapan atom memiliki cara kerja yaitu berdasarkan atas penguapan larutan sampel, setelah itu logam yang terkandung di dalamnya akan diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengadsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan oleh lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan (Darmono, 1995). Angka penyerapan radiasi diukur pada panjang gelombang tertentu sesuai jenis logam yang digunakan.

Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi sama dengan panjang gelombang yang diadsorpsi oleh atom dalam nyala (Hendaya, 2001). Tahap atomisasi yang terjadi pada SSA yaitu:



Gambar 2.5 Tahapan umum atomisasi pada SSA (Anshori, 2005)

Metode destruksi basah adalah destruksi suatu sampel dengan asam-asam kuat kemudian dioksidasi dengan menggunakan zat oksidator. Pelarut-pelarut yang dapat digunakan untuk destruksi basah ialah asam nitrat, asam sulfat, asam peklorat dan asam klorida. Kemudian hasil destruksi akan dikatakan sempurna apabila ditandai dengan diperolehnya larutan jernih pada larutan hasil destruksi (Krystiyanti, 2008). Destruksi sampel dilakukan dengan memutuskan ikatan antara unsur logam dengan maktriks dalam sampel agar diperoleh logam dalam bentuk bebas. Sehingga dapat dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom (Raimon, 1993).

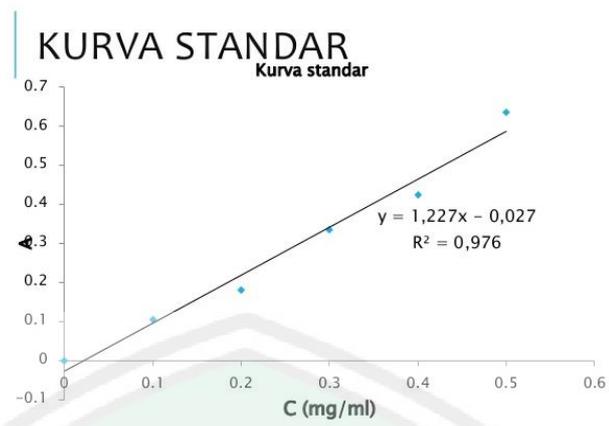
2.8.2 Analisis Data AAS

Pembuatan kurva standar bertujuan untuk mengetahui hubungan konsentrasi larutan dengan nilai absorbansi suatu logam sehingga dapat diketahui konsentrasinya. Kurva standar tersebut berdasarkan pada hukum Lambert-Beer yaitu (Vogel, 1990):

$$\text{Log } I_0/I = abc$$

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

Sasongko dkk (2017) menyatakan bahwa linearitas adalah metode analisis uji untuk memastikan adanya hubungan yang linear antara konsentrasi analit dan sinyal atau respon detector. Penentuan linearitas membutuhkan sedikitnya lima konsentrasi standar yang berbeda-beda. Hasil dari pengukuran ini ditunjukkan dengan hasil grafik dengan suatu persamaan garis linear yang menghubungkan antara sinyal atau absorbansi dengan konsentrasi suatu standar yang menunjukkan koefisien korelasi (r). Larutan standar yang digunakan didapat dengan membuat larutan stok logam Cr dan Cd. Kurva standar memiliki nilai intersep yang menunjukkan rata absorbansi (y) ketika konsentrasi (x). Hasil nilai intersep yang ideal ialah lebih kecil dari nilai slope. Berikut adalah contoh kurva standar yang digunakan untuk analisis data AAS:



Gambar 2.6 Kurva Standar



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2020 s.d Oktober 2020 di Laboratorium Kimia Analitik dan Laboratorium Instrumentasi Kimia Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain ialah : neraca analitik, gelas arloji, gunting, spatula, *beaker glass*, pipet tetes, pipet ukur, magnetik stirer, alumunium foil, oven, corong gelas, erlenmeyer, gelas arloji, spatula, labu ukur, shaker bath, tabung reaksi, kertas saring, desikator, sentrifuge, pisau, ayakan $\pm 100-200$ mesh, dan seperangkat alat Spektrofotometer Serapan Atom (AAS).

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah sampel tanaman eceng gondok yang diperoleh dari rawa di daerah Kabupaten Blitar. Limbah logam laboratorium, akuades, NaOH 98%, asam sitrat 99,5%, HCl 37%, HNO₃ 65%, AgNO₃ dan kertas indikator pH.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan yaitu penentuan kapasitas adsorpsi logam kromium (Cr) dan kadmium (Cd) oleh selulosa eceng gondok termodifikasi asam

sitrat melalui reaksi esterifikasi. Sebelum dimodifikasi menggunakan asam sitrat, adsorben terlebih dahulu didemineralisasi menggunakan asam klorida untuk menghilangkan pengotor berupa mineral logam yang terakumulasi pada eceng gondok. Variasi yang dilakukan adalah variasi konsentrasi asam sitrat, untuk mengetahui kapasitas optimum.

3.4 Tahap Penelitian

1. Preparasi adsorben eceng gondok
2. Preparasi limbah laboratorium kimia
3. Adsorpsi logam kromium (Cr) dan cadmium (Cd) menggunakan variasi dosis adsorben eceng gondok.
4. Analisis kadar logam kromium (Cr) dan kadmium (Cd) dalam limbah laboratorium menggunakan AAS
5. Analisis data.

3.5 Prosedur Kerja

3.5.1 Preparasi Adsorben Eceng Gondok

Sampel eceng gondok dipisahkan dari akar kemudian dicuci bersih dengan air. Kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kering. Eceng gondok yang sudah kering dipotong kecil-kecil. Kemudian digiling hingga halus dan diayak menggunakan ayakan berukuran 100-200 mesh.

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

Biosorben yang sudah menjadi serbuk diambil dan direndam menggunakan HCl 0,1 M volume berlebih selama 24 jam dengan suhu ruang sampai berbentuk pasta. Selanjutnya, disaring menggunakan kertas saring dan residu yang didapat dibilas menggunakan akuades hingga biomassa bebas dari ion Cl^- dan pH mendekati 7. Filtrat diuji dengan larutan AgNO_3 . Hal tersebut akan menunjukkan sisa ion Cl^- yang terkandung sudah hilang apabila sudah tidak terbentuk endapan putih. Lalu, residu dikeringkan dalam oven selama 5 jam dengan suhu 60°C . diulangi lagi sampai berat konstan dan disimpan dalam desikator pada saat pendinginan.

3.5.3 Modifikasi Gugus Aktif Eceng Gondok Menggunakan Asam Sitrat (Ramos dkk., 2012)

Setelah serbuk eceng gondok didemineralisasi menggunakan asam klorida, dicuci kembali menggunakan asam sitrat dengan konsentrasi 1 M. Eceng gondok sebanyak 1 gram direndam dalam 5 mL asam sitrat. Kemudian dipanaskan dalam suhu 60°C selama 2 jam. Lalu didinginkan dan dipisahkan filtrat dan residunya. Lalu residu dikeringkan dalam oven dengan suhu 50°C selama 24 jam dan dinaikkan sampai 120°C selama 90 menit lalu dibiarkan dingin. Kemudian dicuci menggunakan akuades hingga pH netral. Selanjutnya, serbuk eceng gondok dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam. Serbuk ditimbang dengan variasi dosis. Biosorben yang terbentuk dapat digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan konsentrasi Cr dan Cd pada limbah laboratorium.

3.5.4 Preparasi Limbah Cair Laboratorium Kimia

Preparasi ini dilakukan dengan cara mengkondisikan limbah cair dalam pH 7 (netral). Diambil 2 L limbah cair laboratorium, dihomogenkan dan dimasukkan ke dalam beaker glass. Kemudian diperiksa besar pH menggunakan kertas indikator pH. Jika pH rendah (asam) maka ditambahkan NaOH sebagai reagen basa yang untuk menetralkan. Ditambahkan NaOH sedikit demi sedikit dan dishaker 30 menit hingga pH netral. Lalu didiamkan selama 23 jam hingga terbentuk endapan. Lalu disaring di kertas saring dan diambil filtratnya.

3.5.5 Adsorpsi Logam Kromium (Cr) dan Kadmium (Cd) Menggunakan Variasi Dosis Adsorben Eceng Gondok

Limbah logam laboratorium diambil 100 mL diinteraksikan dengan adsorben eceng gondok murni dan hasil modifikasi. Masing-masing adsorben divariasikan dalam beberapa dosis yaitu 0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,25 dan 1,5 gram. Kemudian dishaker selama 120 menit dengan kecepatan 200 rpm. Dilakukan tiga kali pengulangan. Lalu, dipanaskan dengan suhu 100 °C hingga jernih. Kemudian dianalisis dengan AAS.

3.5.6 Analisis Kadar Logam Kromium (Cr) dan Kadmium (Cd) dalam Limbah Cair Menggunakan AAS (Khakim, 2018)

Filtrat limbah cair laboratorium yang sudah dipreparasi dimasukkan pada beaker glass sebanyak 50 mL. Diaduk hingga homogen dan ditutup dengan aluminium foil. Kemudian didestruksi basah tertutup dengan 10 mL HNO₃ 65% dan dipanaskan dengan *hotplate* pada suhu 100 °C hingga larutan jernih, kemudian didinginkan. Lalu disaring dan dianalisis menggunakan AAS.

3.5.7 Pembuatan Kurva Standar

3.5.7.1 Pembuatan Kurva Standar Kromium (Cr) (Azmiyani, 2018)

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

3.5.7.2 Pembuatan Kurva Standar Kadmium (Cd) (Azmiyani, 2018)

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

BAB IV

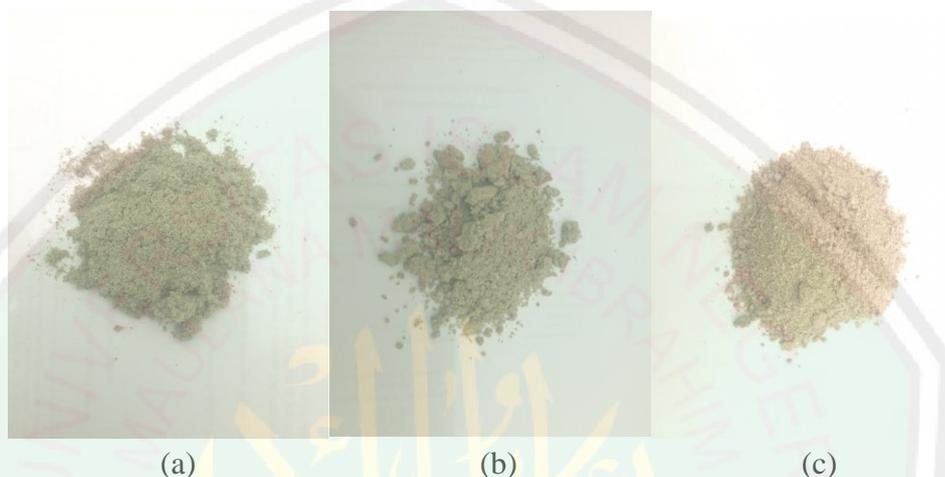
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi, Demineralisasi dan Modifikasi Biomassa Eceng Gondok

Adsorben eceng gondok dikeringkan untuk mengurangi kadar air dan memiliki masa simpan yang lebih lama. Proses penggilingan dan pengayakan 100 mesh eceng gondok berfungsi untuk memperluas permukaan sehingga kapasitas adsorpsi semakin besar. Menurut Shafirinia dkk (2016) yang melakukan penelitian tentang variasi ukuran media adsorben dari ukuran 10, 40 dan 100 mesh, menghasilkan adsorpsi limbah logam Cr tertinggi terjadi pada ukuran 100 mesh sebesar 71,6%. Hasil yang didapatkan dari proses ini berupa serbuk berwarna hijau dan tidak menggumpal.

Proses selanjutnya adalah demineralisasi dengan menggunakan HCl 0,1 M. Perlakuan ini bertujuan untuk mengurangi kadar mineral pada biomassa eceng gondok yang tidak diperlukan. Perendaman dilakukan selama 24 jam dengan volume berlebih untuk memaksimalkan proses demineralisasi. Pengkondisian adsorben pada pH 7 karena tingkat keasaman adsorben dapat mempengaruhi proses adsorpsi. Menurut Lestari dkk (2014), saat adsorben dalam kondisi asam menyebabkan ketersediaan ion H^+ meningkat. Jumlah ion H^+ lebih banyak dibandingkan ion kromium dan kadmium pada pH rendah, sehingga menyebabkan ion H^+ teradsorpsi lebih dahulu dibandingkan ion kromium dan kadmium. Pencucian dengan aquades membuat ion Cl^- larut dengan air. Keberadaan ion Cl^- dapat dideteksi dengan adanya endapan putih saat penambahan $AgNO_3$ pada filtrat. Hasil yang didapatkan filtrat tidak membentuk endapan putih, yang menunjukkan

bahwa adsorben sudah bersih dari ion Cl^- dan reaksi yang terjadi sebagaimana berikut ini:

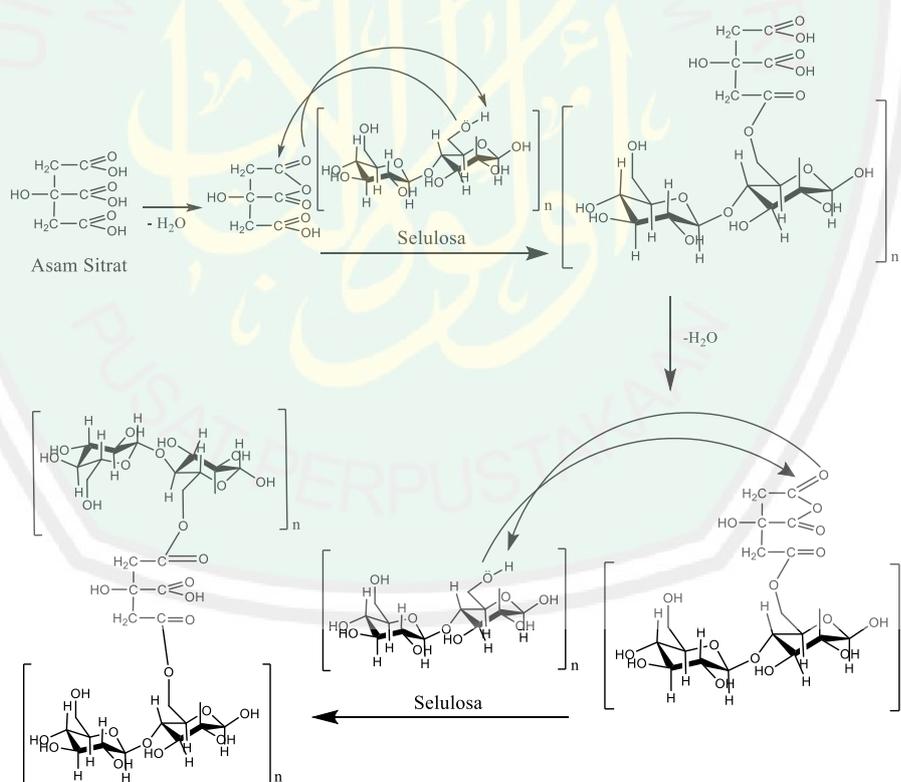


Gambar 4.1 Serbuk Eceng Gondok (a) Sebelum Demineralisasi (b) Sesudah Demineralisasi dan (c) Setelah Modifikasi

Hasil dari proses demineralisasi adalah berupa serbuk berwarna hijau kecoklatan, lebih pucat dibandingkan dengan biomassa sebelum dilakukan demineralisasi. Setelah dilakukan demineralisasi berat yang dimiliki sampel berkurang mencapai 29,3%. Hal tersebut disebabkan karena beberapa unsur telah berkurang jumlahnya sehingga berat biomassa mengalami penurunan. Penelitian Jama'atin (2019) yang melakukan uji XRF sebelum dan sesudah demineralisasi menghasilkan penurunan kandungan beberapa unsur yaitu sulfat (S), kalium (K), klor (Cl) dan barium (Br). Gambar 4.1 menunjukkan perubahan warna pada eceng gondok selama proses preparasi, demineralisasi dan modifikasi. Eceng gondok sebelum dilakukan demineralisasi berwarna hijau pekat, setelah dilakukan

demineralisasi menjadi hijau kecoklatan dan lebih pucat, kemudian setelah dilakukan modifikasi berwarna coklat kemerahan.

Modifikasi selulosa pada adsorben eceng gondok bertujuan untuk menambah gugus aktif dalam selulosa untuk meningkatkan kemampuan mengikat logam. Pemanasan pada proses modifikasi bertujuan untuk membentuk sitrat anhidrat yang reaktif berinteraksi dengan gugus hidroksil pada selulosa hingga membentuk ester. Proses tersebut merupakan reaksi esterifikasi dimana asam sitrat dengan selulosa yang membentuk gugus ester. Setiap molekul asam sitrat yang bereaksi dengan selulosa membentuk 2 gugus karboksilat pada permukaan adsorben.

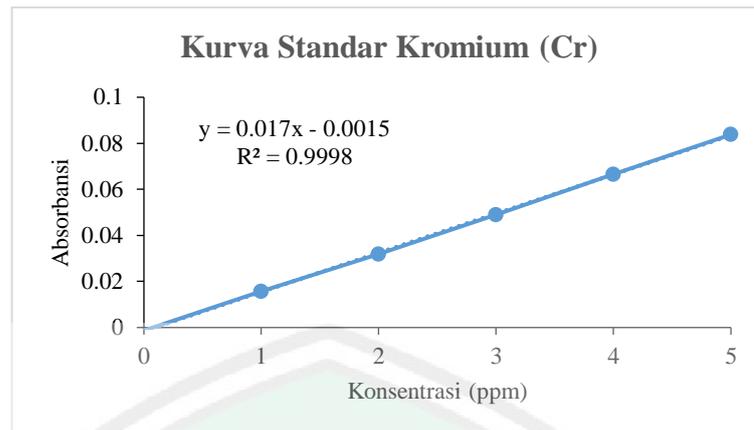


Gambar 4.2 Reaksi Esterifikasi pada Proses Modifikasi

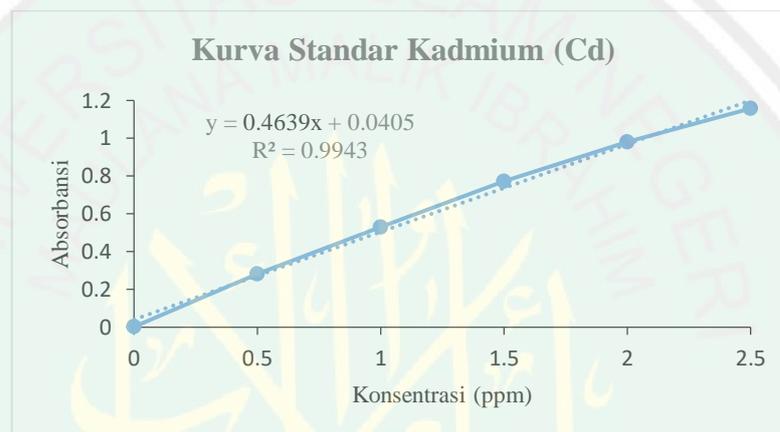
Mekanisme reaksi antara selulosa dengan asam sitrat ditunjukkan pada Gambar 4.2 Ramos dkk (2012) menjelaskan bahwa pemanasan dilakukan untuk membentuk asam sitrat anhidrat yang dapat bereaksi dengan gugus hidroksil pada selulosa dan membentuk ester. Atom O pada karbon-6 pada selulosa memiliki sifat elektronegatif, sehingga mudah menyerang atom yang bersifat elektrofil yaitu gugus karbonil pada asam sitrat membentuk gugus ester.

4.2 Kurva Standar Logam Kromium dan Kadmium

Kurva standar merupakan kurva yang digunakan untuk mengetahui konsentrasi logam kromium dengan cara membuat hubungan antara konsentrasi dengan nilai absorbansi. Kurva standar dibuat berdasarkan hukum Lambert-Beer, yaitu $A = a \cdot b \cdot c$. Absorbansi (A) merupakan absorbansi, nilai a adalah Absorptivitas (g/L), b adalah tebal nyala (nm) dan c merupakan konsentrasi (ppm). Berdasarkan ditunjukkan pada Gambar 4.3 bahwa dapat diketahui semakin besar konsentrasi larutan kromium maka semakin besar pula nilai absorbansinya. Kurva yang terbentuk merupakan garis lurus perbandingan antara konsentrasi larutan kromium (*sumbu x*) dan absorbansinya (*sumbu y*). Serta nilai koefisien korelasi (R^2) yang dihasilkan adalah sebesar 0,9998. Nilai tersebut memiliki akurasi dalam pembuatan larutan standar yang semakin baik jika mendekati angka 1.



Gambar 4.3 Kurva Standar Larutan Kromium



Gambar 4.4 Kurva Standar Larutan Kadmium

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa dapat diketahui semakin besar konsentrasi larutan kadmium maka semakin besar pula absorbansinya. Kurva yang terbentuk merupakan garis lurus perbandingan antara konsentrasi larutan (sumbu x) dan absorbansi (sumbu y). Nilai koefisien korelasi (R^2) yang dihasilkan adalah sebesar 0,9943. Jika nilai koefisien korelasi mendekati 1 maka akurasi dalam pembuatan larutan standar semakin baik.

4.3 Preparasi Limbah Laboratorium Menggunakan NaOH

Kadar limbah logam di laboratorium kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang cukup tinggi, sehingga dapat menyebabkan toksisitas apabila dibuang langsung ke lingkungan. Oleh karena itu, dilakukan adsorpsi limbah menggunakan adsorben eceng gondok. Limbah yang akan diadsorpsi terlebih dahulu dilakukan preparasi menggunakan NaOH. Penambahan NaOH pada sampel limbah berfungsi untuk menetralkan pH dan membentuk hidroksida logam sehingga terbentuk endapan pada limbah yang ditunjukkan pada Gambar 4.5. Pembentukan endapan hidroksida logam tergantung pada pH larutan. $\text{Cr}(\text{OH})_3$ mulai mengendap pada pH 6 dan $\text{Cd}(\text{OH})_2$ mulai mengendap pada pH 7, sehingga penambahan NaOH pada proses ini mengendapkan kedua logam yang terkandung pada limbah (Vogel, 1990). Gugus $-\text{OH}$ pada NaOH akan menyebabkan ikatan antara logam Cr dan Cd dengan OH semakin besar. Berikut adalah reaksi pembentukan hidroksida logam pada Cr dan Cd (Izzah, 2019):

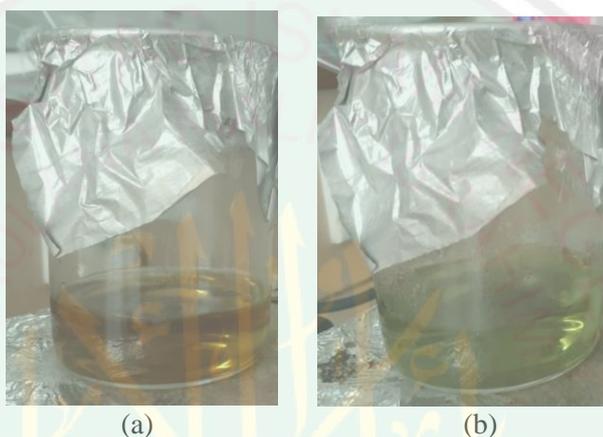


Hasil yang didapatkan ditunjukkan pada Gambar 4.5 yaitu limbah memiliki pH netral (7) dan berwarna lebih bening. Tabel 4.1 menunjukkan hasil perbandingan limbah setelah dipreparasi dengan NaOH dan limbah tanpa preparasi. Volume limbah setelah dipreparasi dengan NaOH lebih kecil dari pada limbah murni dan warna yang dihasilkan menjadi lebih bening. Hal tersebut dikarenakan kandungan logam pada limbah membentuk hidroksida logam dalam bentuk

endapan kemudian tersaring sebagai residu. Limbah yang digunakan untuk proses adsorpsi adalah filtrat yang diperoleh setelah dipreparasi dengan NaOH.

4.1 Kadar Logam Cr dan Cd pada Limbah

Jenis Logam	Konsentrasi Limbah (ppm)			% Penurunan
	Limbah Murni	Limbah + NaOH	Penurunan	
Cr	210,882	75,098	135,784	64%
Cd	0,0292	0,0239	0,0053	18,15%

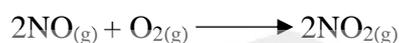


Gambar 4.5 (a) Limbah murni (b) Limbah setelah ditambah NaOH

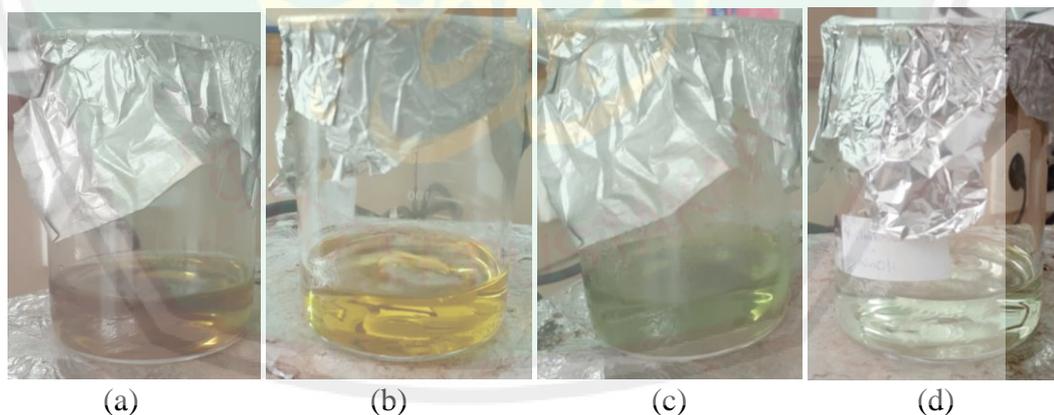
Proses destruksi dilakukan untuk mengubah persenyawaan Cr dan Cd menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu ion. Penambahan HNO_3 yang memiliki sifat oksidator kuat berfungsi untuk memutus ikatan organologam menjadi anorganik. Pemanasan dilakukan dengan suhu $100\text{ }^\circ\text{C}$ karena titik didih HNO_3 sebesar $121\text{ }^\circ\text{C}$ sehingga dapat mencegah larutan HNO_3 tidak cepat habis sebelum proses destruksi. Proses destruksi berlangsung menghasilkan gas tidak berwarna yaitu NO, gas ini mudah bereaksi dengan oksigen di udara dan menghasilkan warna coklat kemerahan dalam bentuk NO_2 . Terbentuknya gas NO_2

yang mengindikasikan terjadi oksidasi bahan organik secara sempurna oleh asam nitrat.

Berikut adalah reaksi antara bahan organik dengan HNO_3 (Danko dkk, 2000):

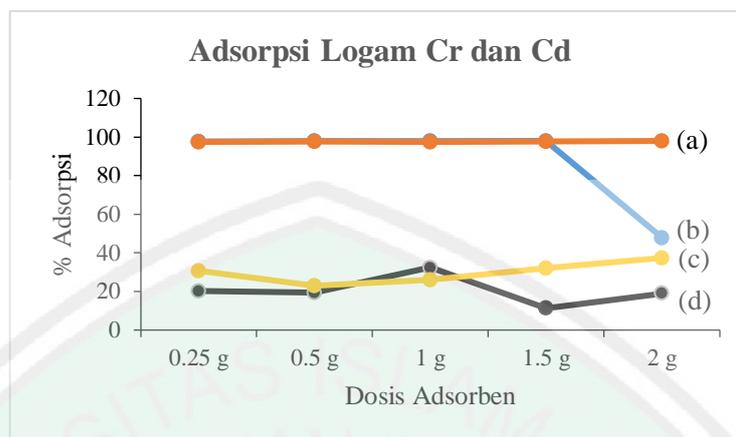


Reaksi di atas menggunakan $(\text{CH}_2\text{OH})_x$ sebagai bahan organik yang teroksidasi oleh asam nitrat menghasilkan CO_2 dan NO , gas ini yang meningkatkan tekanan saat proses destruksi sehingga unsur logam terlepas dari ikatan dengan senyawa organik kemudian berubah dalam bentuk garam yaitu logam- $(\text{NO}_3)_x$ yang mudah larut dalam air. Hasil yang didapatkan adalah perubahan warna dari hijau kekuningan menjadi bening. Gambar 4.6 menunjukkan limbah murni dan limbah NaOH setelah dilakukan destruksi menjadi semakin cerah.



Gambar 4.6 (a) Limbah murni sebelum destruksi (b) Limbah murni sesudah destruksi (c) Limbah+NaOH sebelum destruksi (d) Limbah+NaOH sesudah destruksi

4.4 Perbandingan Adsorpsi Logam Cr dan Cd Menggunakan Adsorben Eceng Gondok Sebelum dan Sesudah Modifikasi



Gambar 4.7 Hasil adsorpsi logam (a) Cr dengan adsorben modifikasi, (b) Cr dengan adsorben sebelum modifikasi, (c) Cd dengan adsorben modifikasi dan (d) Cd dengan adsorben sebelum modifikasi.

Hasil adsorpsi pada limbah logam Cr menggunakan adsorben eceng gondok sebelum dan sesudah modifikasi asam sitrat dengan variasi dosis tersaji pada Gambar 4.7. Hasil yang didapat memperlihatkan bahwa adsorben sebelum dan sesudah modifikasi memiliki % adsorpsi yang sama besar. Pada dosis 2 gram, adsorben sesudah modifikasi memiliki % adsorpsi yang lebih besar daripada adsorben sebelum modifikasi yaitu sebesar 98%. Namun, pada adsorben sebelum modifikasi terjadi penurunan pada dosis 2 gram, % adsorpsi yang didapat sebesar 47,89%. Hal tersebut disebabkan karena pada adsorben sebelum modifikasi memiliki gugus aktif yang lebih sedikit dibanding adsorben sesudah modifikasi. Ardiansyah dkk (2018) menyatakan bahwa semakin banyak massa biosorben yang digunakan, maka akan semakin besar pula daya serap adsorben. Bertambahnya gugus karbonil dan hidroksil dari penambahan asam sitrat menyebabkan adsorben sesudah modifikasi mempunyai reaktifitas kimia yang lebih tinggi daripada selulosa

(Bezzera dkk., 2015). Merujuk pada penelitian Jama'atin (2019), setelah dilakukan uji FTIR pada eceng gondok setelah modifikasi dihasilkan adanya gugus baru C=O ester yang terkonfirmasi pada bilangan gelombang $1736,001\text{cm}^{-1}$ dan terdapat kenaikan intensitas yang menunjukkan adanya penambahan jumlah gugus pada biomassa.

Hasil adsorpsi pada logam kadmium ditunjukkan pada Gambar 4.7, dengan menggunakan adsorben sesudah modifikasi juga terjadi pada dosis 2 gram yaitu sebesar 37,39% dan sebelum modifikasi mengalami penurunan adsorpsi, % adsorpsi yang didapat hanya sebesar 18,93%. Hal tersebut disebabkan terjadinya ketidakjenuhan pada sisi aktif adsorben sehingga menyebabkan penurunan efisiensi penyerapan. Pada adsorben ini, tidak dilakukan modifikasi dengan asam sitrat yang menyebabkan gugus aktif yang dimiliki hanya berasal dari selulosa. Penyerapan logam yang didapatkan lebih kecil dibandingkan dengan adsorben setelah modifikasi.

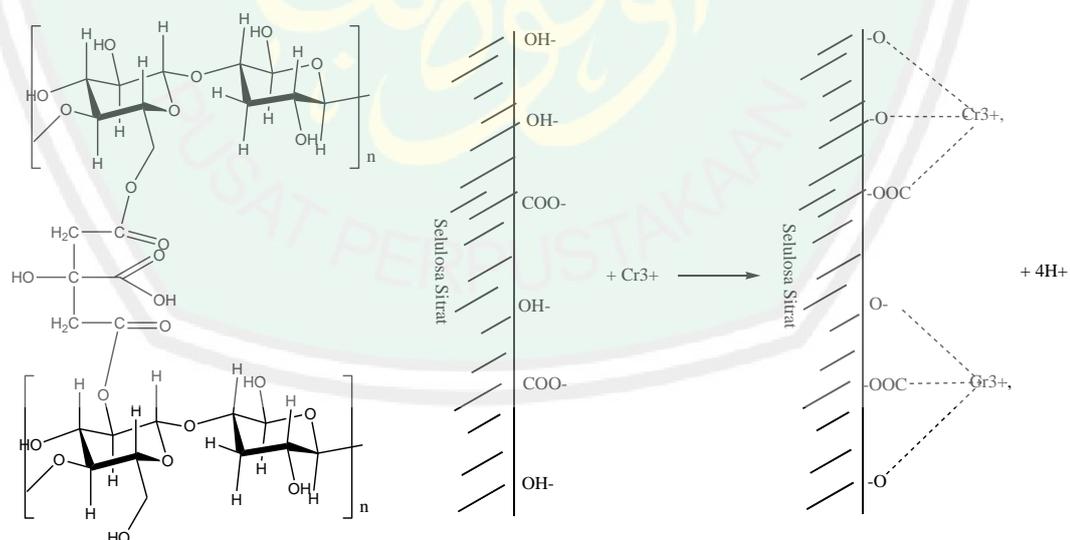
Tabel 4.2 Adsorpsi logam kromium dan kadmium

Jenis Logam	Jenis Adsorben	% Adsorpsi				
		0,25 g	0,5 g	1 g	1,5 g	2 g
Cr	Sebelum Modifikasi	97,69	97,93	97,93	97,87	47,89
	Sesudah Modifikasi	97,47	97,63	97,57	97,64	98,00
Cd	Sebelum Modifikasi	20,28	19,38	32,44	11,27	18,93
	Sesudah Modifikasi	30,63	22,97	26,13	31,98	37,39

Hasil adsorpsi logam kromium dan kadmium yang tersaji pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa adsorpsi logam kromium lebih besar dibandingkan logam kadmium. Hal tersebut dikarenakan konsentrasi awal pada logam kromium lebih tinggi daripada logam kadmium. Sesuai dengan pernyataan Aprilianti (2010) yang

melakukan penelitian tentang nilai kapasitas antar logam dengan menggunakan logam Cr dan Cd dengan konsentrasi awal yang berbeda menghasilkan efisiensi penyerapan yang berbeda pula. Semakin tinggi konsentrasi awal limbah logam maka nilai kapasitas adsorpsinya akan semakin besar. Menurut Kim (2003), karena afinitas Cd lebih rendah dibandingkan Cr, serta logam Cd tidak mempengaruhi hilangnya logam lain dan Cr memiliki efek penghambat pada adsorpsi logam lainnya.

Logam Cr paling banyak ditemukan di bumi dalam bentuk Cr^{3+} dan Cr^{6+} , sedangkan untuk logam kadmium adalah Cd^{2+} (Oliveira, 2012). Jari-jari yang dimiliki ion Cr^{3+} sebesar 75,5 pm, Cr^{6+} sebesar 58 pm dan Cd^{2+} sebesar 104 pm. Perbedaan adsorpsi yang terjadi pada logam tersebut dikarenakan jari-jari logam Cr kecil dan bermuatan besar sehingga merupakan asam keras, namun logam Cd merupakan asam lunak karena memiliki jari-jari yang besar.



Gambar 4.8 Interaksi antara logam dengan gugus aktif pada permukaan adsorben

Menurut konsep HSAB Pearson (1963) pada Effendy (2013), bahwa asam lunak akan berikatan dengan basa lunak dan asam keras akan berikatan dengan basa keras.

Situs aktif pada adsorben yaitu COO^- dan OH^- merupakan basa keras karena memiliki ukuran yang kecil, sehingga lebih stabil berikatan dengan logam kromium yang merupakan asam keras. Gambar 4.8 menunjukkan interaksi pada gugus fungsi pada permukaan adsorben sebagai basa kuat dengan Cr sebagai asam kuat menunjukkan adanya interaksi ionik.

4.5 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Sebagian besar aktivitas manusia baik secara langsung ataupun tidak membutuhkan lingkungan untuk mendukung keberlangsungan hidupnya. Hal tersebut membuat kita sebagai manusia bertanggung jawab atas keseimbangan dan kelestarian alam yang berdampak pada kehidupan. Upaya untuk menjaga kelestarian lingkungan supaya dapat berfungsi sebagaimana mestinya serta dapat dimanfaatkan secara optimal, dijelaskan dalam Al-Qur'an 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 kepada orang-orang yang berbuat baik”*

Elkan (2015) dalam tafsir Ibnu Katsir menjelaskan bahwa Allah SWT melarang manusia untuk melakukan perbuatan yang menimbulkan kerusakan di muka bumi dan segala hal yang membahayakan kelestariannya. Sesungguhnya apabila hal tersebut terjadi akan membahayakan semua hamba Allah yang hidup di bumi. Seiring berjalannya teknologi membuat pembangunan terjadi diberbagai

wilayah. Hal tersebut membuat pencemaran dan kerusakan lingkungan apabila tidak bijaksana dalam mengolahnya. Banyaknya senyawa organik dan anorganik yang masuk ke perairan juga menimbulkan tanaman air yang tidak diinginkan tumbuh meluap seperti eceng gondok.

Manusia dikaruniai otak yang membuat manusia bisa berkembang menjadi makhluk yang cerdas. Kecerdasan ini digunakan manusia untuk memperoleh informasi, sehingga peluangnya semakin besar untuk menguasai ilmu pengetahuan. Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat Al-Ankabuut ayat 43:

وَتِلْكَ الْأَمْثَالُ نَضْرِبُهَا لِلنَّاسِ وَمَا يَعْقِلُهَا إِلَّا الْعَالِمُونَ

Artinya: *“Dan perumpamaan-perumpamaan ini. Kami buat untuk manusia dan tiada yang memahaminya kecuali orang-orang yang berilmu”*

Pesan yang disampaikan Allah SWT dalam ayat diatas kepada manusia adalah agar memanfaatkan bekal kecerdasannya untuk menuntut ilmu pengetahuan. Hal tersebut juga menjelaskan agar manusia menelaah dan berfikir untuk berorientasi pada amaliah yang menghasilkan amal yang baik serta pemahaman ilmu yang mendalam. Salah satunya adalah dengan mengkaji manfaat tanaman eceng gondok yang dianggap sebagai gulma diperairan. Eceng gondok memiliki manfaat untuk menyerap logam. Serta penelitian ini membuktikan bahwa biomassa eceng gondok dapat menyerap logam kromium dan cadmium dengan baik. Hasil menunjukkan bahwa dosis terbaik dalam penyerapan logam kromium dan kadmium adalah 2 gram dengan penyerapan sebesar 98% dan untuk logam kadmium sebesar 37,39%. Berdasarkan hasil penelitian ini, jika dibandingkan

dengan penelitian terdahulu terdapat beberapa kekurangan. Salah satunya adalah tidak didapatkan hasil dosis optimum pada eceng gondok sesudah modifikasi dengan ditandai dengan penurunan adsorpsi.

Allah SWT memberikan manusia akal untuk berfikir, namun kekurangan manusia adalah belum menggunakannya dengan maksimal sehingga banyak kekurangan yang perlu diperbaiki. Hal tersebut dijelaskan dalam tafsir ilmi yakni segala sesuatu yang ingin dicapai oleh manusia hanya dapat dirai berkat Allah SWT. Manusia dengan setiap perbuatannya selalu bertindak berlandaskan pada ilmu dan mematuhi syariat agama, maka Allah SWT akan menjadikannya sosok yang mampu meraih keberhasilan dengan ridla Allah SWT. Oleh sebab itu, perlu dilakukan tinjauan ulang yang bersifat memperbaiki untuk kekurangan yang terjadi pada penelitian ini.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, diperoleh kesimpulan sebagai berikut. Kapasitas adsorpsi logam kromium dan kadmium oleh biomassa eceng gondok termodifikasi asam sitrat menunjukkan dosis terbaik adalah 2 gram dengan persentase adsorpsi sebesar 98 % pada logam kromium dan 37,39% pada logam kadmium. Hal tersebut disebabkan karena eceng gondok termodifikasi lebih memiliki banyak gugus aktif sehingga lebih stabil dalam penyerapan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini perlu dilakukan penelitian tentang kapasitas penukar kation untuk adsorben eceng gondok agar mengetahui kemampuan adsorben dalam mengikat logam khususnya logam Cr dan Cd. Kemudian juga dapat dilakukan penelitian tentang dosis optimum pada adsorben eceng gondok dengan menambah dosis yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

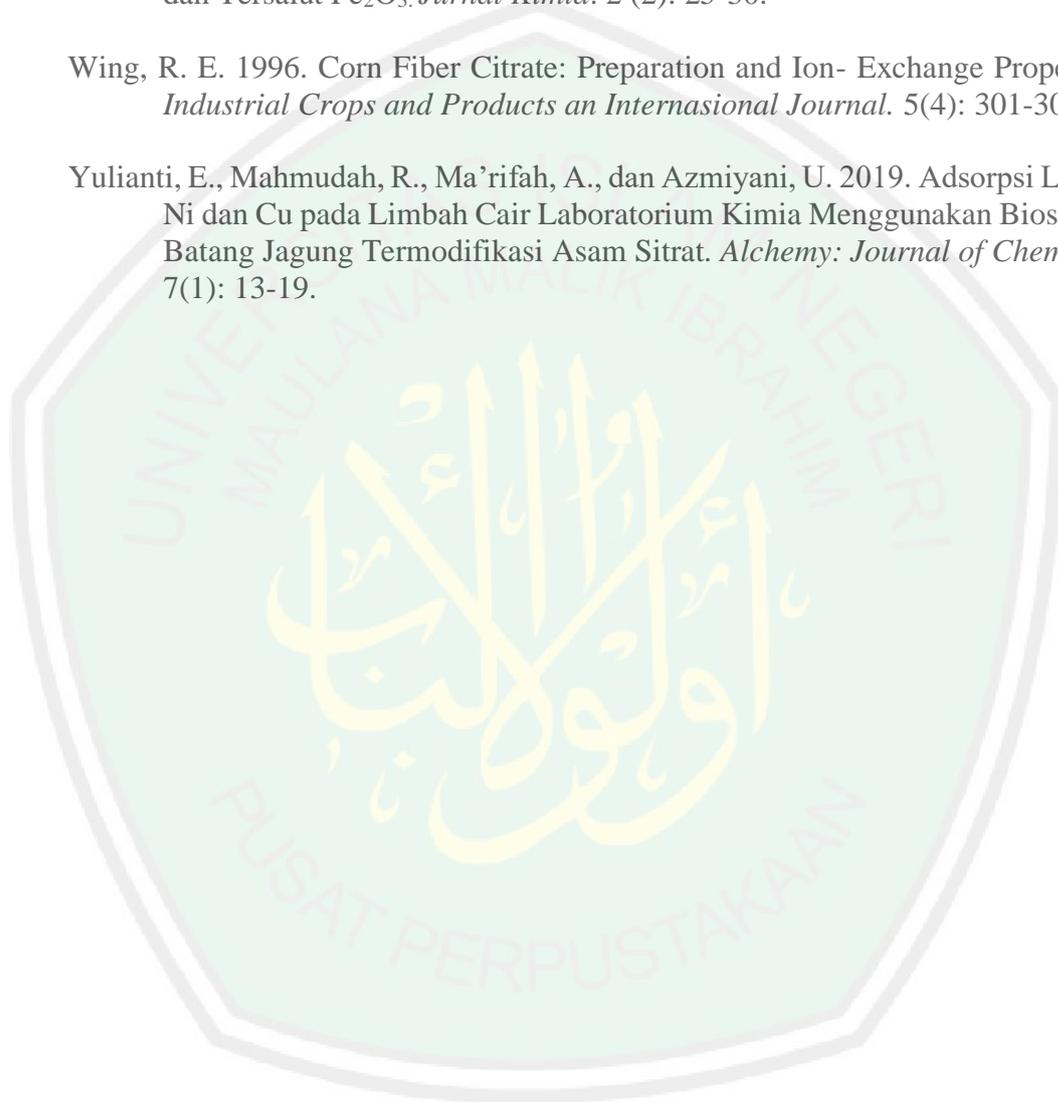
- Agustina, S., dan Kurniasih, Y. 2013. Pembuatan KITOSAN Dari Cangkang Udang Dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Kadar Logam Cu. *Jurnal FMIPA UNDHAKSHA*. 3: 365-371
- Anshori, J. A. 2005. *Spektroskopi Serapan Atom*. Bandung: Universitas Padjajaran.
- Apriliani, A. 2010. Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu dan Pb dalam Air Limbah. *Skripsi*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah
- Ardiansyah, R., Restiasih, E. N., dan Meileza, N. 2018. Biosorpsi Ion Logam Berat Cu (II) dan Cr (VI) Menggunakan Biosorben Kulit Kopi Terxanthasi. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*. 2(2): 114-121
- Atkins, P. W, 1999, *Kimia Fisika Edisi keempat Jilid 2*, Terjemah Irma I Kartohadiprodjo, Jakarta: Erlangga.
- Azmiyani, U. 2018. Adsorpsi Logam Fe dan Cu Menggunakan Biosorben Batang Jagung Termodifikasi Asam Sitrat pada Limbah Laboratorium Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. *Skripsi*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Bezzera, R. D. S., Teixeira, P. R. S., dan Eiras, C., 2015. Chemical Funtionalization of Cellulosic Materials Main Reactions and Applications in the Contaminants Removal of Aqueous Medium. *Chapter 4*.
- Chen, S., Yue, Q., Gao, B., Li, Q., dan Xu, X. 2011. Removal of Cr (VI) from Aquous Solution Using Modifies Corn Stalks: Characteristic, Equilibrium, Kinetic and Thermodynamic Study. *Chemical Engineering Journal*, 168 (2): 909-917.
- Darmono, 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Effendy, 2013. *Perspektif Baru Kimia Koordinasi*. Malang: Indonesian Academic Publishing.
- Elkan, M. 2015. Tafsir Ibnu Katsir. (Online), <http://www.ibnukatsironline.com/2015/05>, diakses 9 Oktober 2019.
- Elkhaiary, M. 2007. Kinetics and Mechanism of Adsorption of Methylene Blue from Aqueous Solution by Nitrit-Acid Treated Water-Hyacinth. *Journal of Hazardous Materials*, 147(1-2): 28-36.

- Falahiyah, 2015. Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Abu Sabut dan Tempurung Kelapa Teraktivasi H_2SO_4 . *Skripsi*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Fatih, A., 2008. *Kamus Kimia*. Yogyakarta: Panji Pustaka.
- Gandjar. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Hendaya, S. 2001. *Kimia Analitik Instrumen*. Edisi Kesatu. Semarang: IKIP Semarang.
- Herianto, R., dan Kurniawan, M. A. 2018. Analisis Penurunan Kadar Cr, Cd dan Pb Limbah Laboratorium Dasar PPSDM Migas Cepu dengan Adsorpsi Serbuk Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Indonesian Journal of Chemical Research*, 3(1): 40-46.
- Ikhwan, Z. 2017. Efektifitas Biosorben Keladi, Eceng Gondok dan Batang Pisang pada Kandungan Fosfat Limbah Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 10(1): 45.
- Indrawati, S. M. 2017. Pencemaran Logam Berat Pb dan Cd dan Keluhan Kesehatan pada Masyarakat di Kawasan Pesisir Belawan. *Jurnal JUMANTIK*, 2(2): 54-60.
- Izzah, A. 2019. Adsorpsi Logam Tembaga (II) Variasi Derajat Keasaman (pH) oleh Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Termodifikasi Asam Sitrat (0,5 M; 1,5 M; dan 1,5 M). *Skripsi*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Jama'atin. 2019. Kinetika Adsorpsi Logam Tembaga (Cu) pada Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Termodifikasi Asam Sitrat. *Skripsi*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Keshipour, S., dan Maleki, A. 2019. Modification of Cellulose. Dalam Md. I. H. Mondal (Ed.), *Journal Cellulose-Based Superabsorbent Hydrogels*: 435-386
- Khakim, D. 2018. Penurunan Kadar Fe pada Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Menggunakan Pengendapan Basa dan Biosorben Batang Jagung. *Skripsi*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Khopkar, S. M. 2010. *Konsep Dasar Kimia Analitik (Terjemah)*. Bombay: Analytical Laboratory Departemenet of Chemistry Indian Institute of Technology.
- Kim, D. S. 2003. The Removal by Crab Shell of Mixed Heavy Metal Ions in Aqueous Solution. *Bioresource Technology*. 87: 355-357

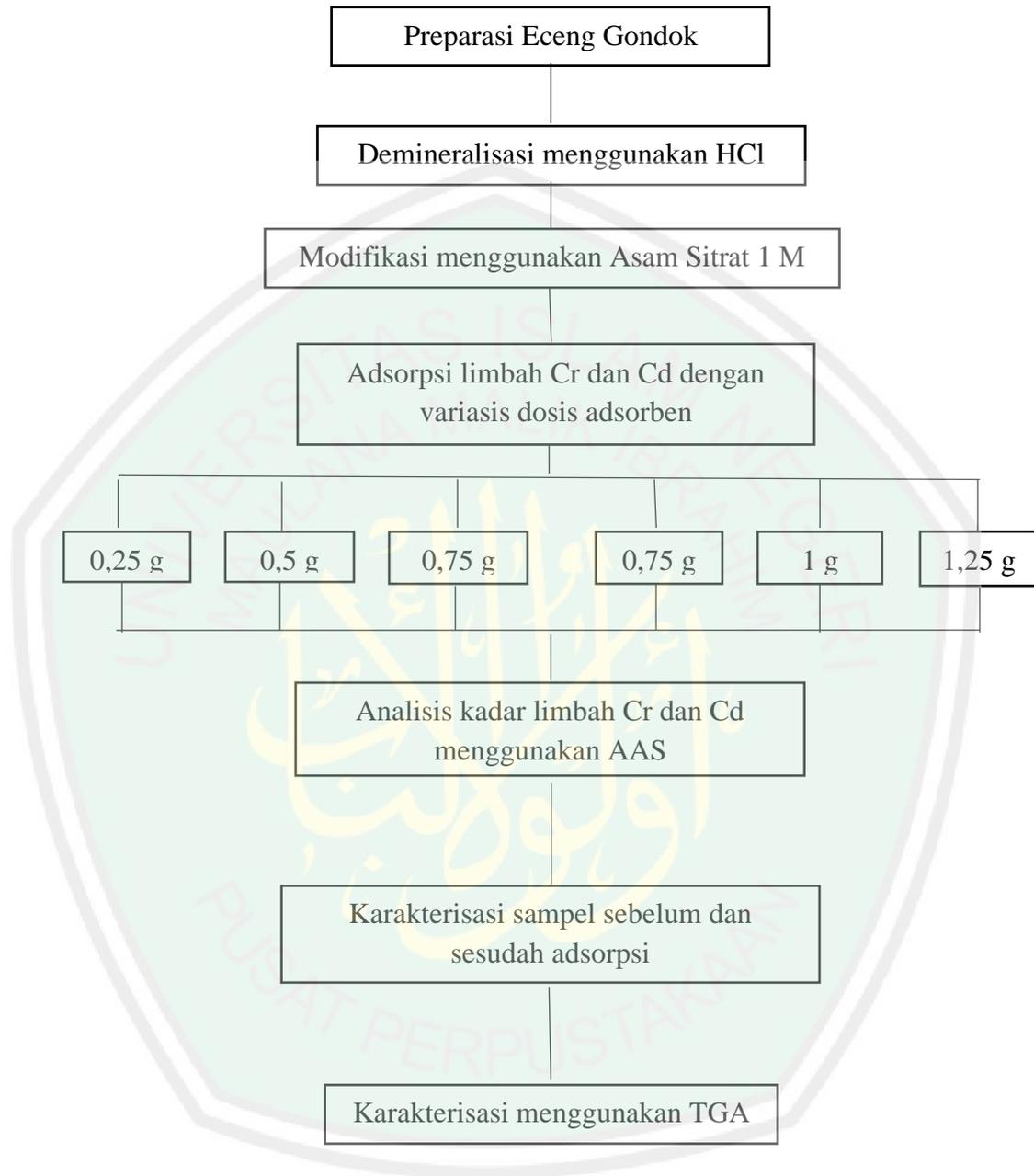
- Krystiyanti, K. 2008. Adsorpsi Merkuri (II) oleh Biomassa Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) yang Diimmobilisasi pada Matriks Polisilikat Menggunakan Metode Kolom. *Skripsi*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Lestari, I. A., Alimuddin, dan Yusuf, B. 2014. Adsorpsi Logam Kadmium (Cd) oleh Arang Akif dari Tempurung Aren (*Arenga pinnata*) dengan Aktivator HCl. *Jurnal Kimia Mulawarman*. 12(1): 26-30.
- Lillo-Rodenas, M. A., Cazorla-Amoros, D., dan Linares-Solanp, A. 2003. Understanding Chemical Reactions between Carbons and NaOH and KOH An Insight Into The Chemical Activation Mechanism. *Carbon*. 41: 267-275.
- Moeksin, E., Liliana, C., dan Rika, D. 2016. Pembuatan Bioetanol dari Eceng Gondok (*Euchhornia crassipes*) dengan Perlakuan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*. 1(22): 9-17.
- Nasruddin, M., Rosnelly, Meurah, C., dan Maulana, F. 2017. Adsorpsi Ion Logam Cr (VI) dengan Menggunakan Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri (*Aleurites Moluccana*). *Jurnal Ilmu Kebencanaan (JIKA)*. 4(4): 117-125.
- Nurmasari, R. 2008. Kajiad Adsorpsi Krom (III) pada Biomassa Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*. 2(2): 80-92.
- Oliveira, H. 2012, Chromium as an Environmental Pollutant: Insights on Induced Plant Toxicity. *Journal of Botany*.
- Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 Tentang Pengolahan Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya.
- Priya, S. E., dan Selvan, P. S. 2017. Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) – An Efficient and Economic Adsorbent for Textile Effluent Treatment – A Review. *Arabian Journal of Chemistry*. 10.
- Rahmania, F. J., dan Husni, P. 2017. Potensi Karboksimetil Selulosa (CMC) Bersumber dari Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (*Mart. Solms*)) Sebagai Eksipien Farmasi. *Scientia Jurnal Farmasi dan Kesehatan*. 7(2): 141-150.
- Raimon. 1993. *Perbandingan Metode Dekstruksi Basah dan Kering serara Spektroskopi Serapan Atom*. Lokakarya Nasional. Yogyakarta: Jaringan Kerjasama Kimia Analitik Indonesia.
- Rakhmania, C. D., Khaeronnisa, I., Ismuyanto, B., Julinananda, dan Himma, N. F. 2017. Adsorpsi Ion Kalsium Menggunakan Biomassa Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Diregenerasi HCl. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*. 1(1): 16-24.

- Ramos, L. R., Rodriguez, L. E.L., S. Levya, R., dan N. A. Medellin, C. 2012. Modification on Corncorb with Citrit Acid to Enhance its Capacity for Adsorbing Cadmium (II) from Water Solusion. *Chemical Engineering Journal*. 180: 113-120.
- Rani, N., Singh, B., dan Shimrah, T. 2017. Chromium (VI) Removal from Aqueous Solutions Using *Eichornia* as an Adsorbent. *Journal of Water Reuse and Desalination*. 7(4): 461-467.
- Rezania, S., Ponraj, M., Talaiekhosani, A., Mohammad, A. E., Din, M. F. M., Taib, A. M., Sabbagh, F., dan Sairan, F. M. 2015. Perspectives of Phytoremediation using Water Hyacinth for Removal of Heavy Metals, Organic and Inorganic Pollutants in Wastewater. *Journal of Environmental Management*. 163: 125-133.
- Safrianti, I., Wahyuni, N., dan Zaharah, T. A. 2012. Adsorpsi Timbah (II) oleh Selulosa Limbah Jerami Padi Teraktivasi Asam Nitrat: Pengaruh pH dan Waktu Kontak. *Jurnal Kimia Katulistiwa*. 1(1): 1-7.
- Sasongko, A., Yulianto, K., dan Sarastri, D. 2017. Verifikasi Metode Penentuan Logam Kadmium (Cd) dalam Air Limbah Domestik dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 6(2): 228-237.
- Shafirinia, R., Wardana, I. W., dan Oktiawan. W. 2016. Pengaruh Variasi Ukuran Adsorben dan Debit Aliran Terhadap Penurunan Khrom (Cr) dan Tembaga (Cu) dengan Arang Aktif dari Limbah Kulit Pisang pada Limbah Cair Industri Pelapisan (Elektroplating) Krom. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 5 (1).
- Shofiyani, A., dan Gusrizal. 2006. Determination of pH Effect and Capacity of Heavy Metals Adsorption by Water Hyacinth (*Eichornia crassipes*) Biomass. *Indonesian Journal of Chemistry*. 6(1): 56-60.
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah (Pesan, Kesan dan Kesorasian Al-Qur'an)*. Jakarta: Lentera Hati.
- Thanh, N. D., dan Nhung, H. L. 2009. Cellulose Modified with Citrit Acid Its Adsorption of Pb^{2+} and Cd^{2+} Ions. *13rd Internasional Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry (ECSOC-13)*: 1-13.
- Tim Penyusun. 2011. *Tafsir Ilmi: Tumbuhan dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains Jilid 4*. Jakarta: Lajnah Penstahihan Mushaf Al-Qur'an.
- Vaughan, T., Seo, C. W dan Marshall, W. E. 2001. Removal of Selected Metal Ions from Aqueous Selition using Modified Corncobs. *Bioresource Technology*. 78: 133-139.

- Vogel, 1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitas Makro dan Semi Mikro. Edisi Kelima*. Jakarta: PT. Kalman Media Pustaka.
- Widiyatno, T., Yuliawati, T., dan Susilo, A. A., 2017. Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*. 1 (1)
- Widihati, I. A. G. 2008. Adsorpsi Anion Cr (IV) oleh Batu Pasir Teraktivasi Asam dan Tersalut Fe_2O_3 . *Jurnal Kimia*. 2 (2): 25-30.
- Wing, R. E. 1996. Corn Fiber Citrate: Preparation and Ion- Exchange Properties. *Industrial Crops and Products an Internasional Journal*. 5(4): 301-305.
- Yulianti, E., Mahmudah, R., Ma'rifah, A., dan Azmiyani, U. 2019. Adsorpsi Logam Ni dan Cu pada Limbah Cair Laboratorium Kimia Menggunakan Biosorben Batang Jagung Termodifikasi Asam Sitrar. *Alchemy: Journal of Chemistry*. 7(1): 13-19.



Lampiran 1. Rancangan Penelitian



Lampiran 2 Diagram Alir

L.2.1 Pembuatan Adsorben Eceng Gondok

L.2.1.1 Preparasi Eceng Gondok

Eceng Gondok

- dicuci bersih dengan air
- dipotong kecil-kecil
- dikeringkan dibawah sinar matahari hingga kering
- digiling hingga halus
- diayak menggunakan ayakan berukuran $\pm 100-200$ mesh

Hasil

L.2.1.2 Demineralisasi Adsorben menggunakan HCl 0,1 M

Serbuk Eceng Gondok

- diambil serbuk eceng gondok
- direndam menggunakan HCl 0,1 M dengan volume berlebih selama 24 jam sampai berbentuk pasta
- dishaker dengan kecepatan 100 rpm selama 30 menit
- disaring menggunakan kertas saring
- residu yang didapat dibilas menggunakan akuades hingga pH mendekati 7 dan biomassa bebas dari ion Cl^-
- filtrat yang didapat diuji dengan larutan AgNO_3 hingga tidak terbentuk endapan putih lagi
- residu dikeringkan dalam oven selama 5 jam dengan suhu 60°C
- diulangi lagi hingga berat konstan
- disimpan dalam desikator pada saat pendinginan

Hasil

L.2.1.3 Modifikasi Adsorben menggunakan Asam Sitrat

Sampel setelah di demineralisasi

- direndam 1 gram sampel dalam 5 mL asam sitrat 1 M
- dipanaskan dalam suhu 90⁰C selama 2 jam
- didinginkan dan dipisahkan filtrat dan residunya
- residu dikeringkan dalam oven dengan suhu 50⁰C selama 24 jam
- dinaikkan sampai 120⁰C selama 3 jam dan dibiarkan dingin
- dicuci menggunakan akuades hingga pH netral
- dikeringkan dalam oven pada suhu 50⁰C selama 24 jam

Hasil

L.2.2 Preparasi Limbah Cair Laboratorium

Limbah Cair Laboratorium

- dimasukkan pada beaker glass sebanyak 2 L
- diaduk hingga homogen
- diperiksa besar pH dengan kertas indikator pH
- ditambahkan NaOH untuk menetralkan selama 30 menit hingga netral
- didiamkan selama 24 jam hingga terbentuk endapan
- disaring dengan kertas saring
- diambil filtratnya

Hasil

L.2.3 Adsorpsi Logam Kromium (Cr) dan Kadmium (Cd) dengan Variasi Dosis Biosorben Eceng Gondok

Limbah Cair Laboratorium

- diambil 100 mL limbah
- diinteraksikan dengan biosorben eceng gondok dengan variasi dosis 0,25 g; 0,5 g; 0,75 g; 1 g; 1,25 g dan 1,5 g
- dishaker selama 120 menit dengan kecepatan 200 rpm
- dipanaskan dengan suhu 100°C hingga jernih
- ditriplo
- dianalisis dengan AAS

Hasil

L.2.4 Analisis Kadar Logam Kromium (Cr) dan Kadmium (Cd) dalam Limbah Cair Menggunakan AAS

Filtrat Limbah Cair Laboratorium

- diambil 50 mL limbah cair yang sudah dipreparasi
- diaduk hingga homogen
- ditutup dengan aluminium foil
- didestruksi tertutup dengan 10 mL HNO₃ 65%
- dipanaskan dengan *hotplate* pada suhu 100°C hingga larutan jernih
- didinginkan
- disaring dan dianalisis dengan AAS

Hasil

L.2.5 Pembuatan Kurva Standar

L.2.5.1 Pembuatan Kurva Standar Kromium (Cr)

Larutan $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$ 1000 ppm

- dipipet 1 mL larutan baku 1000 ppm ke dalam labu ukur 100 mL
- diencerkan hingga tanda batas
- dipindahkan 5 mL; 10 mL; 15 mL; 20 mL dan 25 mL ke dalam labu ukur 50 mL
- diencerkan sampai tanda batas

Hasil

L.2.5.2 Pembuatan Kurva Standar Kadmium (Cd)

Larutan $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 1000 ppm

- dipipet 1 mL larutan baku 1000 ppm ke dalam labu ukur 100 mL
- diencerkan hingga tanda batas
- dipindahkan 2,5 mL; 5 mL; 7,5 mL; 10 mL dan 12,5 mL ke dalam labu ukur 50 mL
- diencerkan sampai tanda batas

Hasil

Lampiran 3 Perhitungan

L.3.1 Pembuatan Larutan Asam Sitrat 1 M

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

Massa jenis asam sitrat (ρ) = 1,66 g/mL

Mr asam sitrat = 192 g/mol

- $M = \frac{\% \times \rho \times 10}{Mr}$

$$M = \frac{99.5\% \times 1.66 \text{ g/mL} \times 10}{192 \text{ g/mol}}$$

$$M = 8,603 \text{ M}$$

- Pembuatan larutan asam sitrat 1 M dalam 100 mL

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

$$2,5 \text{ M} \times V_1 = 1 \text{ M} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 40 \text{ mL}$$

Larutan 2,5 M asam sitrat dipipet sebanyak 40 mL, dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL

L.3.2 Pembuatan Larutan HCl

Diket : Konsentrasi HCl = 37 %

Massa jenis HCl (ρ) = 1,19 g/mL

Mr asam sitrat = 36,5 g/mol

- $M = \frac{\% \times \rho \times 10}{Mr}$

$$M = \frac{37\% \times 1.19 \text{ g/mL} \times 10}{36.5 \text{ g/mol}}$$

$$M = 12,06 \text{ M}$$

- Pembuatan larutan HCl 0,1 M dalam 1000 mL

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

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

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

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

- Pembuatan larutan HCl 0,05 N dalam 250 ml

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

$$12,06 \text{ M} \times V_1 = 0,05 \text{ M} \times 250 \text{ mL}$$

$$V_1 = 1,036 \text{ mL}$$

Larutan HCl pekat dipipet sebanyak 1,036 mL, dimasukkan ke dalam labu takar 250 mL dan ditambahkan aquades hingga tanda batas.

L.3.3 Pembuatan Larutan HNO₃ 0,5 M

Diket : Mr HNO₃ = 63,01 g/mol

Konsentrasi = 65%

Massa Jenis (*p*) = 1,41 g/cm³

- $n = m \times v \text{ (L)}$

$$n = 0,5 \text{ mol/L} \times 0,5 \text{ L}$$

$$n = 0,25 \text{ mol}$$

- $m = n \times Mr$

$$m = 0,25 \text{ mol} \times 63,01 \text{ g/mol}$$

$$m = 15,75 \text{ gram}$$

$$\bullet \quad v = \frac{\text{massa}}{\% \times p}$$

$$v = \frac{15,75}{65\% \times 1,41 \text{ g/L}}$$

$$v = 17,18$$

Dipipet 17,18 mL larutan HNO₃ 65% dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL dan ditandabatkan dengan aquades.

L.3.4 Pembuatan Larutan Logam Cr

L.3.4.1 Pembuatan Larutan Stok

Pembuatan larutan standar 10 ppm dari larutan stok 1000 ppm

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

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

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

Jadi larutan standar 10 ppm dibuat dari 1 mL larutan stok 1000 ppm yang diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M dalam labu ukur 100 mL.

L.3.4.2 Larutan Standar 1,2,3,4 dan 5 ppm dari Larutan Stok 100 ppm

L.3.4.2.1 Larutan Standar 1 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 1 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}} \times 1 \text{ ppm}$$

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

Jadi larutan standar 1 ppm dibuat dari 5 mL larutan 10 ppm yang diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

L.3.4.2.1 Larutan Standar 2 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}} \times 2 \text{ ppm}$$

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

Jadi larutan standar 2 ppm dibuat dari 10 mL larutan 10 ppm yang diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

L.3.4.2.1 Larutan Standar 3 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 3 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}} \times 3 \text{ ppm}$$

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

Jadi larutan standar 3 ppm dibuat dari 15 mL larutan 10 ppm yang diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

L.3.4.2.1 Larutan Standar 4 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}} \times 4 \text{ ppm}$$

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

Jadi larutan standar 4 ppm dibuat dari 20 mL larutan 10 ppm yang diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

L.3.4.2.1 Larutan Standar 5 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 5 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

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

Jadi larutan standar 5 ppm dibuat dari 25 mL larutan 10 ppm yang diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M dalam labu ukur 50 mL

L.3.4 Pembuatan Larutan Logam Cd

L.3.4.1 Pembuatan Larutan Stok

Pembuatan larutan standar 10 ppm dari larutan stok 1000 ppm

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

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

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

Jadi larutan standar 10 ppm dibuat dari 1 mL larutan stok 1000 ppm yang diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M dalam labu ukur 100 mL.

L.3.4.2 Larutan Standar 0,5; 1; 1,5; 2; dan 2,5 ppm dari Larutan Stok 100 ppm

L.3.4.2.1 Larutan Standar 0,5 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,5 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}} \times 0,5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 2,5 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 0,5 ppm dibuat dari 2,5 mL larutan 10 ppm yang diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

L.3.4.2.1 Larutan Standar 1 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 1 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}} \times 1 \text{ ppm}$$

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

Jadi larutan standar 1 ppm dibuat dari 5 mL larutan 10 ppm yang diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

L.3.4.2.1 Larutan Standar 1,5 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 1,5 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}} \times 1,5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 7,5 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 1,5 ppm dibuat dari 7,5 mL larutan 10 ppm yang diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

L.3.4.2.1 Larutan Standar 2 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}} \times 2 \text{ ppm}$$

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

Jadi larutan standar 2 ppm dibuat dari 10 mL larutan 10 ppm yang diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

L.3.4.2.1 Larutan Standar 2,5 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 2,5 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}} \times 2,5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 12,5 \text{ mL}$$

Jadi larutan standar 2,5 ppm dibuat dari 12,5 mL larutan 10 ppm yang diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

Lampiran 4. Data Hasil Penelitian

L.4.1 Kurva Standar Larutan

L.4.1.1 Kurva Standar Larutan Kromium (Cr)

Tabel L.4.1 Hasil pengukuran kurva standar larutan kromium menggunakan AAS

Konsentrasi dibuat (mg/L)	Absorbansi	Konsentrasi sebenarnya (mg/L)
0	- 0,0013	0,0117
1	0,0158	1,0176
2	0,0318	1,9588
3	0,0491	2,9765
4	0,0666	4,0059
5	0,0838	5,0176

L.4.1.2 Kurva Standar Larutan Kadmium (Cd)

Tabel L.4.2 Hasil pengukuran kurva standar larutan kadmium menggunakan AAS

Konsentrasi dibuat (mg/L)	Absorbansi	Konsentrasi sebenarnya (mg/L)
0	0,0022	-0,0825
1	0,2812	0,5188
2	0,5290	1,0530
3	0,7720	1,5768
4	0,9806	2,0265
5	1,1577	2,4082

L.4.2 Konsentrasi Logam pada Limbah Laboratorium

L.4.2.1 Konsentrasi Logam Cr pada Limbah Laboratorium

Tabel L.4.3 Hasil pengukuran logam Cr pada Limbah menggunakan AAS

Jenis Limbah	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Rata-rata
Limbah Murni 1	0,0694	208,529	
Limbah Murni 2	0,0695	208,823	210,882
Limbah Murni 3	0,0717	215,294	
Limbah NaOH 1	0,0261	81,176	
Limbah NaOH 2	0,0217	68,235	75,098
Limbah NaOH 3	0,0241	75,882	

L.4.2.2 Konsentrasi Logam Cd pada Limbah Laboratorium

Tabel L.4.4 Hasil pengukuran logam Cd pada Limbah menggunakan AAS

Jenis Limbah	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Rata-rata
Limbah Murni 1	0,0268	0,0295	
Limbah Murni 2	0,0274	0,0282	0,0292
Limbah Murni 3	0,0266	0,0299	
Limbah NaOH 1	0,0303	0,0220	
Limbah NaOH 2	0,0288	0,0252	0,0249
Limbah NaOH 3	0,0291	0,0246	

L.4.3 Hasil Adsorpsi Limbah Logam dengan Variasi Dosis

L.4.3.1 Hasil Adsorpsi Limbah Logam Cr dengan Adsorben Sebelum Modifikasi

Tabel L.4.5 Hasil adsorpsi logam Cr menggunakan adsorben sebelum modifikasi

Variasi Dosis	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Rata-rata (mg/L)
0,25 gram	0,0279	1,7294	
0,25 gram	0,0289	1,7882	1,74
0,25 gram	0,0273	1,6941	
0,5 gram	0,0242	1,5118	
0,5 gram	0,0239	1,4941	1,56
0,5 gram	0,0268	1,6647	
1 gram	0,0258	1,6059	
1 gram	0,0228	1,4294	1,55
1 gram	0,0261	1,6235	
1,5 gram	0,0233	1,4588	
1,5 gram	0,0246	1,5353	1,60
1,5 gram	0,0290	1,7941	
2 gram	0,0630	37,941	
2 gram	0,0638	38,411	39,14
2 gram	0,0683	41,059	

L.4.3.2 Hasil Adsorpsi Limbah Logam Cr dengan Adsorben Sesudah Modifikasi

Tabel L.4.6 Hasil adsorpsi logam Cr pada limbah menggunakan adsorben sesudah modifikasi

Variasi Dosis	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Rata-rata (mg/L)
0,25 gram	0,0302	1,8647	
0,25 gram	0,0283	1,7529	1,90
0,25 gram	0,0338	2,0764	
0,5 gram	0,0266	1,6529	
0,5 gram	0,0271	1,6823	1,78
0,5 gram	0,0324	1,9941	
1 gram	0,0260	1,6176	
1 gram	0,0306	1,8882	1,82
1 gram	0,0320	1,9706	
1,5 gram	0,0275	1,7059	
1,5 gram	0,0297	1,8353	1,77
1,5 gram	0,0288	1,7823	
2 gram	0,0252	1,5706	
2 gram	0,0234	1,4647	1,50
2 gram	0,0236	1,4765	

L.4.3.4 Hasil Adsorpsi Limbah Logam Cd dengan Adsorben Sebelum Modifikasi

Tabel L.4.7 Hasil adsorpsi logam Cd pada Limbah menggunakan adsorben sebelum modifikasi

Variasi Dosis	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Rata-rata (mg/L)
0,25 gram	0,0321	0,0181	
0,25 gram	0,0312	0,0200	0,024
0,5 gram	0,0326	0,0170	
0,5 gram	0,0305	0,0216	0,019
1 gram	0,0345	0,0129	
1 gram	0,0315	0,0190	0,019
1,5 gram	0,0313	0,0198	
1,5 gram	0,0300	0,0226	0,016
2 gram	0,0316	0,0192	
2 gram	0,0314	0,0196	0,019

L.4.3.5 Hasil Adsorpsi Limbah Logam Cd dengan Adsorben Sesudah Modifikasi

Tabel L.4.8 Hasil adsorpsi logam Cd pada Limbah menggunakan adsorben sesudah modifikasi

Variasi Dosis	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Rata-rata (mg/L)
0,25 gram	0,0327	0,0168	0,016
0,25 gram	0,0329	0,0164	
0,5 gram	0,0325	0,0172	0,018
0,5 gram	0,0314	0,0196	
1 gram	0,0321	0,0181	0,017
1 gram	0,0325	0,0172	
1,5 gram	0,0337	0,0147	0,016
1,5 gram	0,0322	0,0179	
2 gram	0,0334	0,0153	0,015
2 gram	0,0337	0,0147	

Lampiran 5. Dokumentasi



Eceng gondok sesudah dijemur



Eceng gondok setelah penggilingan



Proses demineralisasi
Dengan HCl berlebih



Proses modifikasi dengan
asam sitrat 1M



Adsorben eceng gondok murni



Adsorben demineralisasi



Adsorben setelah modifikasi



Adsorben setelah adsorpsi limbah



Limbah murni sebelum destruksi



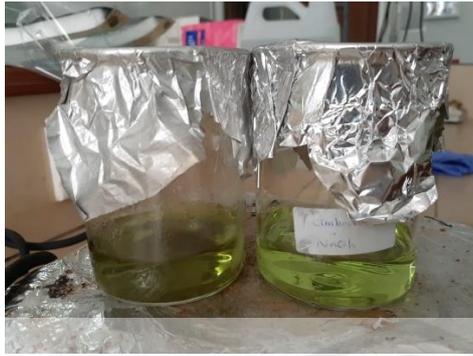
Limbah murni sesudah destruksi



Proses uji pH limbah



Proses pengendapan limbah setelah ditambah NaOH



Limbah + NaOH sebelum didekstruksi



Limbah + NaOH sesudah didekstruksi



Proses adsorpsi limbah logam



Filtrat hasil adsorpsi oleh adsorben



Larutan standar logam Cd



Larutan standar logam Cr