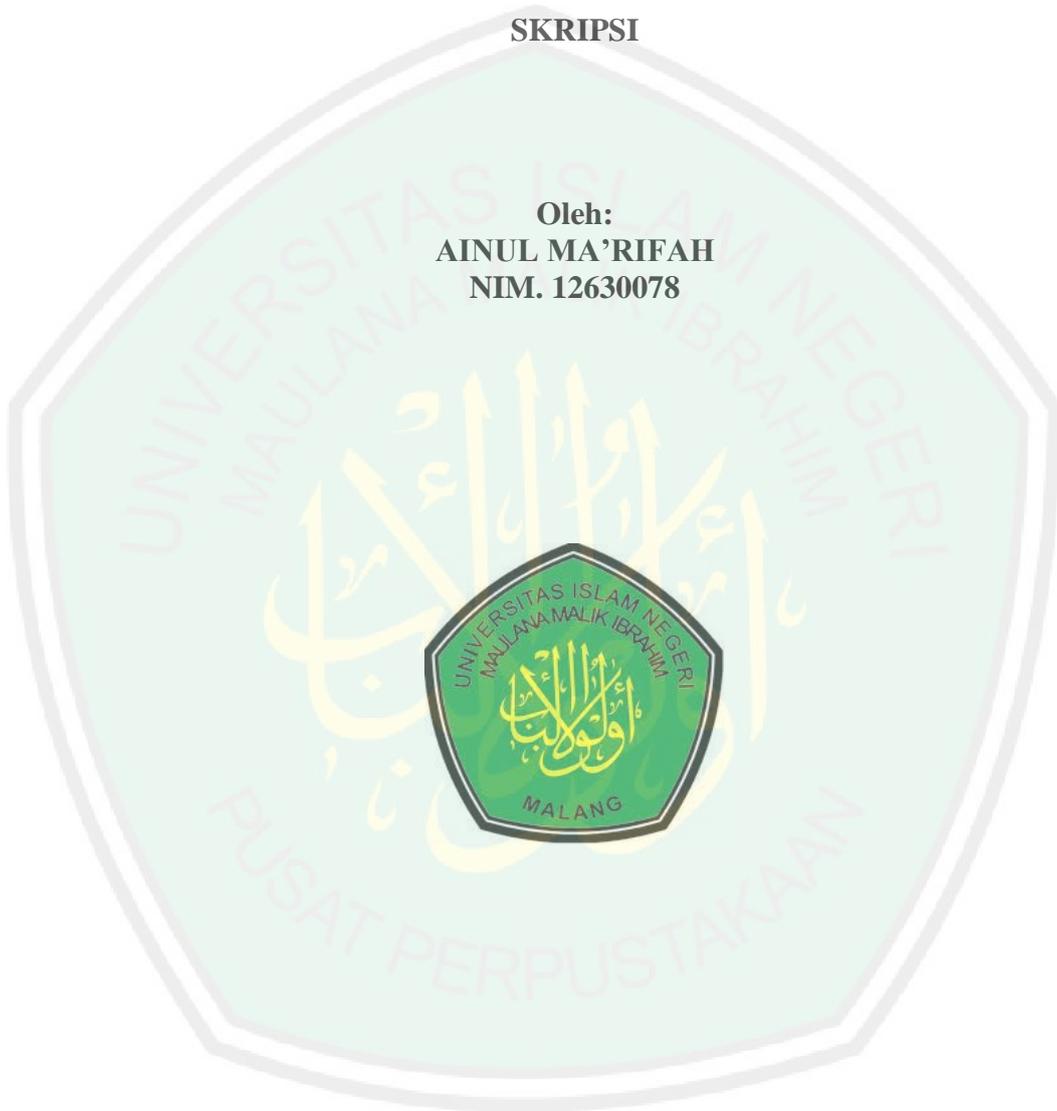


**ADSORPSI LOGAM Ni DAN Pb PADA LIMBAH LABORATORIUM
KIMIA UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG MENGGUNAKAN
BIOSORBEN BATANG JAGUNG TERMODIFIKASI ASAM SITRAT**

SKRIPSI

**Oleh:
AINUL MA'RIFAH
NIM. 12630078**



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

**ADSORPSI LOGAM Ni DAN Pb PADA LIMBAH LABORATORIUM
KIMIA UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG MENGGUNAKAN
BIOSORBEN BATANG JAGUNG TERMODIFIKASI ASAM SITRAT**

SKRIPSI

Oleh:

**AINUL MA'RIFAH
NIM. 12630078**

**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
2018**

**ADSORPSI LOGAM Ni DAN Pb PADA LIMBAH LABORATORIUM
KIMIA UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG MENGGUNAKAN
BIOSORBEN BATANG JAGUNG TERMODIFIKASI ASAM SITRAT**

SKRIPSI

Oleh:
AINUL MA'RIFAH
NIM. 12630078

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 28 Mei 2018

Pembimbing I

Eny Yulianti, M.Si
NIP. 19760611 20050 1 2 006

Pembimbing II

Mujahidin Ahmad, M.Sc
NIDT. 19860512 2016 0801 1060

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia



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

**ADSORPSI LOGAM Ni DAN Pb PADA LIMBAH LABORATORIUM
KIMIA UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG MENGGUNAKAN
BIOSORBEN BATANG JAGUNG TERMODIFIKASI ASAM SITRAT**

SKRIPSI

Oleh:
AINUL MA'RIFAH
NIM. 12630078

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 28 Mei 2018**

Penguji Utama	: Akyunul Jannah, M.P NIP. 19750410 200501 2 009	(.....)
Ketua Penguji	: Rif'atul Mahmudah, M.Si NIDT.19830125 20160801 2 068	(.....)
Sekretaris Penguji	: Eny Yulianti, M.Si NIP. 19760611 200501 2 006	(.....)
Anggota Penguji	: Mujahidin Ahmad, M.Sc NIDT. 19860512 2016 0801 1060	(.....)

**Mengesahkan,
Ketua Jurusan Kimia**



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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ainul Ma'rifah

NIM : 12630078

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Adsorpsi Logam Ni dan Pb pada Limbah Laboratorium UIN Maulana Malik Ibrahim Malang Menggunakan Biosorben Batang Jagung Termodifikasi Asam Sitrat

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

Malang, 13 Mei 2018

Yang membuat pernyataan,




Ainul Ma'rifah
NIM. 12630078

MOTTO

(عش كريما أو مت شهيدا)

- **Hiduplah Mulia Atau Mati Syahid** –

Jika hidup tak bisa mulia dengan Islam, maka mati syahid adalah pilihan



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah sungguh luar biasa karuniMu,
Kau sempurnakan penciptaan makhlukMu
dengan anugrah akal dimana manusia mulia karenanya.

Kau titahkan seorang Rasul
sebagai suri tauladan bagi umatnya untuk senantiasa mentadaburi
ciptaanMu. Hingga karya tulis ini hadir
sebagai salah satu bentuk ketundukanku akan kekuasaanMu.

Kau anugerahkan kedua orang tua luar biasa
yang tak pernah lelah untuk menyaksikan anaknya
menginjakkan kakinya dalam gerbang kesuksesan.

Kau karuniakan saudari luar biasa tangguh dan istimewa.
Serta Kau pertemukanku dengan saudari-saudari seperjuangan
yang senantiasa memberi kekuatan
untuk selalu memperjuangkan apa yang patut untuk diperjuangkan.

Love U Fillah cz Allah My Beloved Sister in Islam

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang kepada seluruh hamba-Nya, yang mana hanya dengan rahmat, taufik, hidayah, dan inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Kompetisi Penelitian Mahasiswa ini dengan semaksimal mungkin, meskipun masih jauh dari kesempurnaan karena banyaknya kekurangan.

Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang karena ajaran beliau kita dapat menuju jalan yang lurus, jalan yang diridhoi dan bukan jalan orang sesat yang dimurkai. Semoga Allah melimpahkan kepada beliau, rahmat yang sesuai dengan keutamaan sebagai pahala atas amal perbuatan beliau, serta kepada semua keluarga, sahabat, para pengikut dan juga pecintanya yang senantiasa meneruskan perjuangan sampai saat ini hingga akhir zaman.

Penulis menyadari keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki, karena itu tanpa keterlibatan dan saran dari berbagai pihak, sulit bagi penulis untuk menyelesaikan laporan ini. Maka dari itu dengan segenap kerendahan hati patutlah penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan saudara-saudara yang selalu memberi motivasi. Perjuangan dan keikhlasan Bapak dan Ibu membuat penulis malu untuk tidak berprestasi dan berkarya.
2. Bapak Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Elok Kamilah Hayati ,M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

5. Ibu Eny Yulianti, M.Si selaku dosen pembimbing fakultas yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberi masukan dalam penelitian serta dalam penulisan laporan ini.
6. Seluruh Dosen Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mengalirkan ilmu pengetahuan, pengalaman, wacana dan wawasannya, sebagai pedoman dan bekal bagi penulis.
7. Teman-teman Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan motivasi, informasi, dan masukannya pada penulis.
8. Kepada semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah ikut memberikan arahan dan motivasi selama pelaksanaan sampai dengan laporan ini selesai disusun, yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.

Teriring do'a dan harapan semoga apa yang telah mereka berikan kepada penulis, mendapatkan balasan yang lebih baik dari Allah SWT. Akhirnya atas segala kekurangan dari Laporan ini, sangat diharapkan saran dan kritik yang bersifat konstruktif dari semua pembaca demi sempurnanya laporan ini. Semoga laporan yang merupakan hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif serta bermanfaat bagi kita semua, Aamiin.

Malang, 28 Mei 2018

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
المخلص	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tinjauan	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tumbuhan dalam Perspektif Islam	8
2.2 Tanaman Jagung (<i>Zea mays</i> L)	9
2.3 Limbah Laboratorium UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	11
2.4 Toksisitas Logam Ni dan Pb	13
2.5 Adsorpsi	14
2.6 Kemampuan Gugus Fungsi Sebagai Adsorben	15
2.7 Aktivasi	15
2.8 Asam Sitrat Sebagai Bahan Pengaktivasi Adsorben	17
2.9 Karakterisasi FTIR	18
2.10 Destruksi Basah Terbuka	19
2.11 Spektrofotometer Serapan Atom	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
3.2.2.1 Bahan Kimia	22
3.1 Tahapan Penelitian	22
3.2 Cara Kerja	23
3.4.1 Preparasi Sampel Batang Jagung	23
3.4.2 Aktivasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan HCl 0,1M	23

3.4.3 Modifikasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan Asam Sitrat.....	24
3.4.4 Penentuan Konsentrasi Gugus Aktif Melalui Metode Titrasi Boehm	24
3.4.5 Karakterisasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan FTIR.....	26
3.4.6 Persiapan Sampel Limbah Logam Laboratorium	27
3.4.7 Adsorpsi Logam Nikel (Ni) dan Timbal (Pb) pada Limbah Logam Laboratorium Menggunakan Biosorben Batang Jagung Termodifikasi Asam Sitrat.....	27
3.4.8 Penentuan Kadar Logam Nikel (Ni) dan Timbal (Pb) Menggunakan AAS.....	27
3.5 Analisis Data	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Preparasi Sampel Batang Jagung	30
4.2 Aktivasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan HCl 0,1M.....	31
4.3 Modifikasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan Asam Sitrat	32
4.4 Penentuan Konsentrasi Sisi Aktif Melalui Metode Titrasi Boehm.....	34
4.5 Karakterisasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan FTIR	36
4.6 Adsorpsi Logam Nikel (Ni) dan Timbal (Pb) pada Limbah Logam Laboratorium Menggunakan Biosorben Batang Jagung Termodifikasi Asam Sitrat.....	39
4.7 Analisis Kadar Logam Ni dan Pb Menggunakan AAS.....	40
4.8 Kajian Hasil Analisis Dalam Perspektif Islam.....	42
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	50
DOKUMENTASI.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Konsentrasi Gugus Aktif (Lakton dan Hidroksil).....	35
Tabel 4.2	Hasil Identifikasi Gugus Aktif	37



DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	Reaksi Dugaan yang Terjadi Antara Selulosa dengan Asam Sitrat.....	33
Gambar 4.2	Spektrum FTIR Batang Jagung Seluruh Variasi.....	37
Gambar 4.5	Grafik Konsentrasi Penurunan Logam Ni	40
Gambar 4.6	Grafik Konsentrasi Penurunan Logam Pb	40



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Diagram Alir Penelitian	50
Lampiran 2	Preparasi Bahan dan Perhitungan.....	58



ABSTRAK

Ma'rifah, Ainul. 2018. **Adsorpsi Logam Ni dan Pb pada Limbah Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang Menggunakan Biosorben Batang Jagung Termodifikasi Asam Sitrat**. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Eny Yulianti, M.Si; Pembimbing II: Mujahidin Ahmad, M.Sc; Konsultan: Rif'atul Mahmudah, M.Si.

Kata kunci: Batang jagung, Biosorben, Asam sitrat, Gugus fungsi

Batang jagung mengandung sekitar 40-50% selulosa, 15-29% hemiselulosa, 16-21% lignin yang berpotensi mengikat ion logam. Pada penelitian ini dilakukan aktivasi dan modifikasi batang jagung untuk mengubah gugus hidroksil membentuk ester yang kemampuannya lebih besar dalam menyerap logam. Hasil modifikasi batang jagung menggunakan asam sitrat dengan variasi konsentrasi 1,5; 2; dan 2,5 M selanjutnya dianalisis jumlah gugus fungsinya dengan titrasi asam basa dan dikarakterisasi menggunakan FTIR. Hasil modifikasi diaplikasikan pada limbah cair laboratorium kimia. Kemampuan adsorpsi terhadap logam Ni dan Pb dianalisis menggunakan AAS.

Biosorben batang jagung setelah dimodifikasi mengalami peningkatan jumlah gugus fungsi hidroksil dan laktone. Dari hasil variasi konsentrasi asam sitrat, diperoleh informasi bahwa semakin tinggi variasi konsentrasi yang digunakan, maka jumlah gugus fungsi makin meningkat. Jumlah gugus fungsi tertinggi pada biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat 1,5 M yaitu 1,15 meq/gram dan pada biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat 2,5 M yaitu 1,4 meq/gram. Hasil karakterisasi gugus fungsi menggunakan FTIR menunjukkan munculnya gugus ester, yaitu pada bilangan gelombang 1734 cm^{-1} , dan hanya muncul pada biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat. Prosentase penurunan kadar Ni terbaik ditunjukkan pada adsorpsi menggunakan biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat 1,5 M yaitu 29,18%. Sedangkan pada Pb prosentase terbaik ditunjukkan setelah proses adsorpsi menggunakan biosorben batang jagung teraktivasi asam sitrat 2,5 M yaitu 74%.

ABSTRACT

Ma'rifah, Ainul. 2018. **Adsorption of Ni and Pb Metals in Chemical Laboratory Waste of State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang Using Biodorben Corn Trunk Modified Citric Acid.** Essay. Department of Chemistry Faculty of Science and Technology State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Eny Yulianti, M.Si; Supervisor II: Mujahidin Ahmad, M.Sc, M.A; Consultant: Rif'atul Mahmudah, M.Si.

Key Words: Cornstalk, Biosorbent, Citric acid, Functional group

Corn stalk contains about 40-50% cellulose, 15-29% hemicellulose, 16-21% lignin which potentially binds metal ions. In this study, the activation and modification of corn stalks to convert hydroxyl groups form esters with greater ability to absorb metals. The result of modification of corn stalk using citric acid with concentration variation of 1.5; 2; and 2.5 M were further analyzed the number of functional groups with acid-base titration and characterized using FTIR. The result of the modification was applied to chemical laboratory liquid waste. The adsorption capacity of Ni and Pb metals was analyzed using AAS.

The maize biosorbent after modification has increased the number of hydroxyl and lactone functional groups. From the result of the variation of citric acid concentration, it was found that the higher the concentration variations used, the more functional group. The highest number of functional groups in the corn stem biosorbent of 1.5 M of citric acid is 1.15 meq / gram and in the modified corn stem biosorbent 2.5 M is 1.4 meq / gram. The result of functional group characterization using FTIR indicates the emergence of ester group, which is at wave number 1734 cm^{-1} , and only appears on the modified citrate acid corn biosorbent. The percentage decrease in the best Ni content was shown on adsorption using a maize modified corn stem biosorbent of 1.5 M ie 29.18%. While in Pb the best percentage was indicated after adsorption process using a corn stack biosorben activated 2.5 M of citric acid ie 74%.

الملخص

معاريفه ، عينول. عام ٢٠١٨. إدمصاص معادن النيتروجين والوزن في المختبر الكيميائي لمخلفات الدولة جامعة مولانا مالك الإسلامية إبراهيم مالانج عن طريق ذرة ذرة حامض الستريك المعدلة. أطروحة. قسم الكيمياء كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة الولاية الإسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المستشار الأول: ابي يولياني ، ماجستير؛ المشرف الثاني: المجاهدين أحمد ، ماجستير ؛ المستشار: رفعت المحمودة، ماجستير.

كلمات البحث: ساق الذرة ، Biosorben ، حامض الستريك ، الكتلة النشطة

ساق الذرة يحتوي على حوالي ٤٠-٠٪ من السليلوز ، ١٥-٢٩٪ هيميسيلولوز ، ١٦- ٢١٪ من اللجنين التي قد تربط أيونات المعادن. في هذه الدراسة ، يشكل تنشيط وتعديل سيقان الذرة لتحويل مجموعات الهيدروكسيل استرات ذات قدرة أكبر على امتصاص المعادن. نتيجة تعديل ساق الذرة باستخدام حمض الستريك مع تباين التركيز ٥.١ ؛ ٢.٠ و ٥.٢ M تم تحليلها بعدد من المجموعات الوظيفية مع معايرة الحمض القاعدي وتميزت باستخدام FTIR. تم تطبيق نتيجة التعديل على المخلفات السائلة المخترية الكيميائية. تم تحليل قدرة امتزاز Ni و Pb باستخدام AAS.

وقد زاد معدل الامتصاص البيولوجي للذرة بعد التعديل عدد مجموعات الهيدروكسيل واللاكتون الوظيفية. من نتيجة تباين تركيز حامض الستريك ، وجد أنه كلما زادت اختلافات التراكب المستخدمة ، زادت المجموعة الوظيفية. أعلى عدد من المجموعات الوظيفية في ساق الذرة biosorbent من ٥.١ M من حامض الليمون هو ١٥.١ meq/gram ، ٥.٢ M الميترولوجيا الجذعية المعدلة هو meq/gram ١.٤ غرام. تشير نتيجة توصيف المجموعة الوظيفية باستخدام FTIR إلى ظهور مجموعة الإستر ، التي تكون عند الموجة رقم 1734 cm^{-1} ، وتظهر فقط على biosorbent بذرة سترات المعدل بالذرة. تم عرض انخفاض النسبة المئوية في أفضل محتوى بي على الامتزاز باستخدام biosorbent الجذعية الذرة المعدلة من ٥.١ M أي ٢٩.١٨٪. في حين لوحظ في Pb أفضل نسبة بعد عملية الامتزاز باستخدام مكسد الذرة biosorben بتفعيلها ٥.٢ M من حمض الليمون أي ٧٤٪.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah cair laboratorium adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan selama proses aktivitas di laboratorium. Aktifitas penelitian maupun pengujian di laboratorium yang padat menghasilkan volume limbah cair laboratorium yang cukup signifikan dan di dalamnya tercemar logam berat oleh berbagai jenis bahan kimia toksik (Suprihatin dan Nastiti Siswi, 2010). Sebagaimana laboratorium Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang setiap tahunnya memproduksi sekitar 120 liter limbah. Selama kurun waktu satu tahun limbah sebanyak itu hanya dipisahkan ke dalam wadah atau botol tertentu dan tidak ada instalasi khusus untuk memproses limbah tersebut.

Artinya, limbah cair laboratorium memiliki zat pencemar yang sangat variatif sehingga secara kolektif dalam jangka waktu yang lama dapat membahayakan dan menimbulkan kerusakan lingkungan. Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat Ar-Ruum ayat 41 yang berbunyi:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ
يَرْجِعُونَ (٤١)

Artinya: *Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, sehingga akibatnya Allah mencicipkan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar (TQS. Ar-Ruum: 41).*

Kata **ظهر** "zhahara" pada mulanya berarti terjadinya sesuatu di permukaan bumi. Sedangkan kata **الفساد** "al-fasad" menurut Al-Ashfani adalah keluarnya

sesuatu dari keseimbangan, sedikit maupun banyak dan baik jasmani, jiwa maupun hal-hal lain. Ulama kontemporer seperti Quraish Shihab dalam Tafsir Al-Misbah menjelaskan bahwa artinya adalah kerusakan lingkungan, karena ayat di atas mengaitkan fasad tersebut dengan kata darat dan laut (Shihab, 2005).

Sedangkan menurut Ibnu Katsir dalam Terjemah Singkat Tafsir Ibnu Katsir, kata “ظهر الفساد في البر” (telah nampak kerusakan di darat) disebabkan terhentinya hujan dan menipisnya tumbuh-tumbuhan “و البحر” (dan laut) maksudnya di negeri-negeri yang banyak sungainya menjadi kering. “بما كسبت ايدي الناس” (disebabkan perbuatan tangan manusia) berupa perbuatan-perbuatan maksiat “ليذيقهم” (supaya Allah merasakan kepada mereka) sebagai hukumannya.

Peristiwa Minamata di Jepang, Perairan Teluk Jakarta dan kasus Teluk Buyat di Sulawesi adalah beberapa kasus pencemaran logam berat di wilayah perairan. Pencemaran tersebut mengakibatkan adanya kematian massal ikan-ikan serta terganggunya ekosistem perairan di kawasan tersebut karena tercemar logam berat seperti perak, merkuri, cadmium, mangan, nikel, tembaga, timah hitam, chromium, timbal dan seng. Logam berat akan merusak habitat serta ekosistem perairan. Oleh karena itu, pengolahan limbah yang mengandung logam berat (khususnya Ni dan Pb) sangat dibutuhkan.

Kadar maksimum logam Ni dan Pb pada perairan yang dianjurkan WHO adalah sekitar kurang dari 0,01 ppm. Sedangkan kadar maksimum dalam air minum menurut SNI 01-3553-2006 adalah 0,005 ppm. Sumber utama dari kedua limbah tersebut yang masuk ke lingkungan berasal dari limbah industri seperti industri baterai, industri cat, industri pengolahan minyak dan limbah laboratorium.

Pemakaian biosorben memiliki kelebihan utama yaitu bahan baku yang melimpah dan murah. Disamping itu, melalui langkah-langkah metabolisme atau kimia-fisika biosorben menunjukkan kemampuan biomassa untuk mengikat logam berat dalam larutan dalam kadar yang rendah serta kemampuan penghilangan racun dari bahan-bahan yang berbahaya (Ashraf dkk., 2010).

Aktivasi juga digunakan untuk menghilangkan logam-logam mineral yang masih tertempel dalam biomassa atau biasa disebut aktivasi. Hal ini sesuai dalam Safrianti, dkk, (2012) bahwa aktivasi menggunakan asam nitrat pada limbah jerami padi akan menghilangkan garam-garam mineral yang terdapat pada sampel seperti kalsium yang berikatan dengan adsorben. Berkurang atau hilangnya garam-garam mineral tersebut mengindikasikan terbentuknya gugus fungsi COOH dan -OH sehingga menjadikan gugus-gugus yang terdapat pada biosorben tersebut menjadi aktif.

Jika asam klorida digunakan untuk aktivasi, beda halnya dengan asam sitrat. Asam sitrat digunakan sebagai bahan yang diharapkan mampu memodifikasi gugus aktif yang ada pada suatu biosorben. Penelitian mengenai biomassa *Azolla microphylla* yang diesterifikasi dengan asam sitrat menunjukkan bahwa kondisi optimum adsorpsi tembaga(II) oleh terjadi pada pH 5 dan waktu kontak 60 menit. Penelitian tersebut diperoleh informasi persamaan adsorpsi isothermis Langmuir, bahwa kapasitas adsorpsi (Q_{max}) biomassa yang diesterifikasi (15,625 mg/g) lebih kecil dari kapasitas adsorpsi biomassa yang tidak diesterifikasi (24,390 mg/g).

Salah satu bahan biologis yang bisa digunakan sebagai adsorben adalah batang jagung. Komoditas strategis dalam pembangunan pertanian dan

perekonomian Indonesia salah satunya adalah jagung. Jagung mempunyai beberapa kegunaan, baik untuk pangan maupun pakan. Diperkirakan penggunaan jagung akan semakin meningkat dalam 20 tahun kedepan, baik untuk persediaan pangan maupun pakan. Bahkan setelah tahun 2020 lebih dari 60 persen dari total kebutuhan nasional bergantung pada jagung (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2005).

Rahmayani F dan Siswarni MZ (2013) juga menggunakan batang jagung teraktivasi H_2SO_4 sebagai adsorben alternative pada pengurangan kadar klorin dalam air olahan. Hasil dari penelitiannya menunjukkan bahwa biosorben batang jagung teraktivasi H_2SO_4 dapat menyarap kadar klorin sebesar 96,08% dengan activator terbaik 5%, ukuran partikel 70 mesh, dan waktu adsorpsi 90 menit.

Ramos, R. Leyva dkk (2011) menggunakan tongkol jagung termodifikasi asam sitrat ($C_6H_8O_7$) untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi logam Cd (II). Hasil penelitiannya menjelaskan bahwa tongkol jagung mempunyai gugus-gugus asam berupa gugus karboksilat sebesar 1,39 meq/g dan gugus hidroksilat sebesar 3,18 meq/g pada konsentrasi maksimum asam sitrat 1,0 mol/L. Kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 42,9 mg/g ditunjukkan ketika konsentrasi asam sitrat 1,0 mol/L pada pH 7 dan kapasitas adsorpsi tongkol jagung termodifikasi berbanding lurus dengan konsentrasi gugus karboksilat. Tongkol jagung yang teraktivasi asam sitrat ini terbukti mampu menurunkan kadar Cd (II) (Mahbubah, 2016).

Berdasarkan kajian di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan proses pembuatan biosorben batang jagung (*Zea mays* L.). Batang jagung kering yang didapat dari hasil sisa panen di wilayah pertanian kota Poncokusumo Malang disiapkan. Selanjutnya dilakukan aktivasi menggunakan HCl 0,1 M dan

modifikasi menggunakan asam sitrat dengan variasi konsentrasi 1,5 M; 2 M; dan 2,5 M. Selanjutnya dilakukan penentuan konsentrasi gugus aktif (gugus karboksil, dan lakton) dengan cara menentukan konsentrasi gugus asam dari masing-masing variasi batang jagung dengan menggunakan metode titrasi asam-basa, selanjutnya dikarakterisasi menggunakan FTIR. Setelah dilakukan karakterisasi, variasi batang jagung akan diaplikasikan pada limbah logam berat (Ni dan Pb) dari limbah cair Laboratorium Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang kemudian dilakukan analisis kadar logam dan penurunannya setelah dilakukan adsorpsi menggunakan AAS (Atomic Absorbtion Spektroskopi).

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi asam sitrat terhadap peningkatan jumlah gugus aktif biosorben batang jagung ?
2. Bagaimana karakteristik FTIR dari seluruh variasi biosorben batang jagung?
3. Bagaimana kemampuan biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat dalam menurunkan konsentrasi Ni dan Pb pada limbah laboratorium?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi asam sitrat pada biosorben batang jagung terhadap konsentrasi gugus aktif (gugus karboksil dan fenol).
2. Untuk mengetahui karakteristik FTIR dari seluruh variasi biosorben batang jagung.
3. Untuk mengetahui kemampuan biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat dalam menurunkan konsentrasi Fe dan Cu pada limbah laboratorium

1.4 Batasan Masalah

Mengingat banyaknya cakupan permasalahan, maka dalam penelitian ini hanya dibatasi pada:

1. Sampel batang jagung yang digunakan adalah limbah pertanian yang berasal dari desa Poncokusumo, Malang.
2. Batang jagung yang digunakan ada 3 variasi yaitu batang jagung termodifikasi asam sitrat 1,5 M; 2 M; dan 2,5 M.
3. Gugus aktif yang dianalisis adalah hidroksil dan lakton
4. Analisis karakterisasi gugus aktif adalah dengan menggunakan FTIR

1.5 Manfaat Penelitian

Secara garis besar, manfaat penelitian ini adalah:

1. Untuk bidang akademis, diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi tentang karakteristik biosorben batang jagung yang telah teraktivasi asam sitrat dan hasil adsorpsinya terhadap limbah logam berat.
2. Untuk Masyarakat, diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi tentang manfaat pengolahan limbah batang jagung yang memiliki kemampuan untuk mengadsorpsi limbah logam berat sehingga bernilai ekonomi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tumbuhan dalam Perspektif Islam

Tumbuhan merupakan makhluk hidup ciptaan Allah SWT yang memiliki banyak sekali manfaat dan telah disebutkan dalam ayat-ayatnya. Tumbuhan dapat memunculkan beberapa zat untuk dimanfaatkan oleh makhluk hidup yang lain, seperti vitamin, serat, mineral, minyak, protein, karbohidrat dan lain sebagainya.

Allah menjelaskan dalam Al-Qur'an surat Al-An'am ayat 99 yang berbunyi:

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكُمْ لآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ (٩٩)

Artinya: “Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu **tanaman yang menghijau**. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman” (TQS Al-An'am: 99).

Kata “**خضرا**” pada ayat tersebut memiliki arti yang tidak jauh berbeda dalam beberapa kamus. Di dalam kamus Mahmud Yunus, kata “**خضرا**” berasal dari kata “**خضر-يخضر-خضرا**” yang artinya hijau. Sedangkan “**خضرا**” artinya yang hijau.

Sedangkan dalam kamus Lisan Al-A'rab, “**خضرا**” yaitu “**الخضرة من الألوان:**”

”لون الأخضر، يكون ذلك في الحيوان والنبات وغيرهما مما يقبله“⁹, artinya “خضرا” adalah satu nama dari warna yang terdapat pada hewan dan tumbuhan dan selainnya. Adapun penjelasannya, di dalam tafsir Ibnu Katsir dan tafsir Al-Maraghi dan di dalamnya hanya dijelaskan bahwa “خضرا” itu adalah tanaman dan pepohonan yang hijau.

Tumbuh-tumbuhan yang beraneka ragam diantaranya ialah rerumputan. Rerumputan hidup dan tumbuh berumpun-rumpun sehingga kelihatan menghijau. Tumbuh-tumbuhan jenis ini misalnya saja gandum dan padi. Buahnya berbentuk butiran-butiran kecil yang terhimpun dalam sebuah tangkai. Pohon palma juga termasuk ke dalam tumbuhan jenis ini, yang mengeluarkan buah yang terhimpun dalam sebuah tandan yang menjulang rendah sehingga mudah dipetik.

Ayat-ayat tersebut yang telah dijelaskan di atas merupakan proses pembuahan pada tumbuhan yang menjadikan manusia semakin memahami tanda-tanda kekuasaan Allah. Bagi orang-orang yang beriman tanda-tanda tersebut adalah bukti kekuasaanNya. Hal ini menjadi bukti bagi orang yang beriman, bahwa ilmu Allah sangatlah luas dan sangat beragam sehingga semakin menguatkan keimanannya.

2.2 Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

Jagung merupakan tanaman biji-bijian yang menghasilkan sumber karbohidrat. Allah Swt. berfirman dalam QS. ‘Abasa ayat 25-27:

أَنَا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا (٢٥)
 ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا (٢٦)
 فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا (٢٧)

Artinya: “Kamilah yang telah mencurahkan air melimpah (dari langit), kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, lalu disana kami tumbuhkan **biji-bijian**”(TQS. ‘Abasa : 25-27).

Menurut Ibnu Katsir dalam tafsirnya, “sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit)”, maksudnya Kami telah menurunkan air dari langit ke bumi. “Kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya”, yaitu Kami tempatkan air itu disana, lalu ia meresap dalam tanah melalui celah-celahnya, kemudian masuk ke dalam biji-bijian yang terdapat di dalam bumi, sehingga menumbuhkan tanaman-tanaman tersebut. “Lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu”, yang dimaksud “حَبًّا” (*al-habb*) disini adalah biji-bijian.

Jagung merupakan tanaman semusim. Siklus hidupnya berkisar antara 80 sampai 150 hari. Batang tanaman pejal, cukup kokoh, dengan tinggi antara 1 hingga 3 meter. Batang jagung beruas-ruas, dimana setiap ruas terbungkus pelepah daun yang muncul dari buku (Komandoko, 2008).

Penggunaan jagung oleh industri pakan dalam beberapa tahun terakhir telah mencapai 50 persen dari total kebutuhan nasional. Produksi jagung tahun 2010, menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) adalah sebesar 18,36 juta ton pipilan kering, dengan kenaikan luas panen seluas 67,83 ribu hektar (1,63%) (BPS, 2010). Diperkirakan untuk menghasilkan setiap 1 ton jagung pipilan kering juga dihasilkan 1,5 ton limbah batang jagung (Bamualim dan Wirdahayanti, 2006), sehingga potensi batang jagung nasional yang tersedia pada tahun 2010 sampai 27,49 juta ton. Batang jagung merupakan salah satu sumber biomassa dengan kadar selulosa yang cukup tinggi yaitu sekitar 42,4%, 29,6% hemiselulosa, 21,7% lignin dan 5,1% komponen lainnya (Lv dkk, 2010).

2.3 Limbah Laboratorium UIN Malang

Definisi limbah berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 101 tahun 2014 adalah buangan atau sisa yang dihasilkan dari suatu proses kegiatan, baik kegiatan industri maupun domestik atau rumah tangga. Limbah dapat berupa cairan, padatan maupun uap atau asap. Menurut perkiraan *National Urban Development Strategy (NUDS)* tahun 2003 rata – rata volume limbah domestik yang dihasilkan per orang sekitar 0,5 – 0,6 kg/hari, dan terbesar adalah dalam bentuk limbah cair.

Kandungan limbah cair akan sangat berbahaya jika mengandung atau terpapar logam berat. Logam biasanya berada dalam bentuk ion di dalam air. Baik berupa ion-ion bebas, pasangan ion organik, ion-ion kompleks dan bentuk-bentuk ion lainnya. Jika keberadaan limbah logam ini dibiarkan maka akan terjadi pencemaran dan kerusakan lingkungan (Palar, 2004).

Allah Swt. menjelaskan dalam QS. Al-Qashash ayat 77 yang berbunyi:

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفَسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ (٧٧)

Artinya: “Dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu, dan janganlah kamu berbuat **kerusakan** di bumi. Sungguh, Allah tidak menyukai orang yang berbuat kerusakan”(TQS. Al-Qashash: 77).

Menurut Ibnu Katsir dalam tafsirnya, “dan berbuat baiklah sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu,” yaitu sebagaimana Dia telah berbuat baik kepadamu maka berbuat baiklah juga kepada makhluk-Nya. “Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi”, “الفساد” (*fasad*) yang berarti kerusakan, terdapat larangan untuk berbuat kerusakan di muka bumi dan berbuat buruk kepada

makhluk Allah. “Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan”.

Al-Qur’an juga menyinggung mengenai unsur logam dalam kehidupan.

QS. Al-Kahfi ayat 95-96 berbunyi:

قَالَ مَا مَكَّنِّي فِيهِ رَبِّي خَيْرٌ فَأَعِينُونِي بِقُوَّةٍ أَجْعَلْ بَيْنَكُمْ وَبَيْنَهُمْ رَدْمًا (٩٥)
 أَتُونِي زُبَرَ الْحَدِيدِ حَتَّىٰ إِذَا سَاوَىٰ بَيْنَ الصَّدَفَيْنِ قَالَ انْفُخُوا حَتَّىٰ إِذَا جَعَلَهُ نَارًا قَالَ
 أَتُونِي أُفْرِغْ عَلَيْهِ قِطْرًا (٩٦)

Artinya: Agar aku dapat membuatkan dinding penghalang antara kamu dan mereka, berilah aku **potongan-potongan besi!**” Hingga ketika (potongan) besi itu telah (terpasang) sama rata dengan kedua (puncak) gunung itu, dia (Zulkarnain) berkata, “Tiuplah (api itu)! “Ketika (besi) itu sudah menjadi (merah seperti) api, dia pun berkata, “Berilah aku tembaga (yang mendidih) agar kutuangkan ke atasnya (besi panas itu) (TQS. Al-Kahfi: 95-96).

Menurut Ibnu Katsir dalam tafsirnya, “maka tolonglah aku dengan kekuatan (manusia dan alat-alat) agar aku membuatkan dinding antara kamu dan mereka. Berilah aku potongan-potongan besi”. Kata “زُبْرٌ” (az-Zubar) merupakan jamak dari kata Zabrah yang berarti potongan. Demikian yang dikemukakan oleh Ibnu `Abbas, Mujahid, dan Qatadah, yang ia berbentuk seperti bata. “Hingga apabila besi itu telah sama rata dengan kedua (puncak) gunung itu”, yakni, sebagian diletakkan pada sebagian pondasi lainnya, sehingga tumpukan itu menyamai puncak dua gunung, baik panjang maupun lebar. Namun, para ulama masih berbeda pendapat mengenai luas, panjang dan lebarnya, yang menimbulkan beberapa pendapat. Dzulgarnain berkata: “tiuplah!” Maksudnya, nyalakanlah api di atasnya sehingga semuanya menjadi api. Qaala aatuunii afrigh ‘alaiHi qith-ran, “ia pun berkata, “Berilah aku tembaga (yang mendidih) agar kutuangkan ke atas besi panas itu”.

Salah satu aktivitas penghasil limbah logam berat adalah berasal dari aktivitas laboratorium, utamanya limbah logam cairnya. Laboratorium Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang setiap tahunnya memproduksi sekitar 120 liter limbah. Selama kurun waktu itu, limbah sebanyak itu hanya dipisahkan ke dalam wadah atau botol tertentu dan tidak ada instalasi khusus untuk memproses limbah tersebut. Dan salah satu aktivitas laboratorium itu pasti menghasilkan limbah yang mengandung logam berat yang dapat mencemari lingkungan jika tidak dilakukan tindakan yang tepat. Seperti yang telah disebutkan di atas, bahwa limbah laboratorium UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang menghasilkan logam berat antara lain dari aktivitas praktikum kimia anorganik, kimia analisis dan kimia fisik. Dan hal ini bisa dilihat di dalam modul praktikum yang digunakan mahasiswa untuk praktikum.

Berdasarkan modul praktikum yang digunakan mahasiswa untuk praktikum, didapatkan jumlah limbah logam cair dari beberapa praktikum yang dilakukan. Diperkirakan ada 7 praktikum yang menjadi sumber limbah logam cair yang mengandung logam berat Ni dan Pb. Praktikum tersebut antara lain, kimia lingkungan, kimia organik dasar, kimia organik lanjut, kimia anorganik I, kimia analisis dasar, dan kimia dasar II. Dan jumlah limbah logam cair yang mengandung logam berat Ni dan Pb dari keenam praktikum tersebut diperkirakan mencapai 10 L.

2.4 Toksisitas Logam Ni dan Pb

Toksisitas logam Ni dan Pb memiliki kadar yang berbeda. Toksisitas logam Ni memiliki pengaruh paparan akut dan paparan kronis. Paparan akut

menyebabkan gejala mual, muntah, kelemahan, sakit kepala, batuk, sesak napas kelelahan. Berbeda dengan paparan akut, paparan kronis lebih parah bahannya, yaitu dalam jangka waktu yang lama dan berulang dapat menyebabkan gangguan dermatitis, pneumonia, disfungsi ginjal, dan lainnya.

Toksisitas logam Pb juga memiliki pengaruh paparan akut dan paparan kronis. Paparan akut pada inhalasi akan menimbulkan gejala mual, sakit kepala, ngilu pada persendian, dan kejang perut. Selain itu juga terdapat efek lain seperti muntah, diare berdarah, bahkan sampai konstipasi. Sedangkan paparan kronis dapat mempengaruhi pencernaan, ginjal, darah dan jantung bahkan dapat mengganggu sistem saraf pusat. Selain itu, paparan timbal yang kronis dapat memicu kanker serta abrasi kromosom dari sel-sel darah putih (Palar, H., 2004).

2.5 Adsorpsi

Gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat merupakan akibat dari adanya adsorpsi yang terjadi pada permukaan zat padat. Mendekatnya molekul ke permukaan mengakibatkan energi potensial permukaan dari molekul turun. Menurut Atkins (1997) adsorpsi dibagi menjadi dua, yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia.

Adsorpsi kimia memiliki beberapa ciri-ciri tertentu yaitu adanya pembentukan ikatan kimia (kovalen), adsorben dan adsorbatnya berperan aktif dalam adsorpsi, bersifat ireversibel, keberlangsung reaksinya membutuhkan suhu yang tinggi dan tergantung pada energi aktivasi. Energi pemutusan ikatannya berkisar di atas 20,92 kJ/mol. Hal ini dikarenakan adanya pemutusan ikatan kimia yang membutuhkan energi tertentu. Proses adsorpsi sangat dipengaruhi oleh

beberapa faktor, antara lain : luas permukaan, ukuran partikel, pH, waktu kontak, konsentrasi dan suhu (Adamson, 1990).

2.6 Kemampuan Gugus Aktif sebagai Adsorben

Komposisi utama jerami padi terdiri atas selulosa 37,71%. Hal ini memungkinkan untuk dilakukan modifikasi pada gugus fungsi hidroksilnya (-OH) dengan asam sitrat mengaktifasi jerami padi tersebut menggunakan asam karboksilat. Proses aktivasi kimia menggunakan asam asetat dan sitrat dengan bantuan pemanasan dapat memperpanjang gugus hidrokarbon dan gugus karbonil yang mampu meningkatkan sifat hidrofobisitas jerami padi sehingga dapat meningkatkan kemampuan dalam menyerap minyak (*oil sorbent*). Asam sitrat merupakan asam organik lemah yang mempunyai tiga gugus asam karboksilat (trikarboksilat) dengan tiga buah nilai pKa yaitu 3,15; 4,77 dan pKa3 = 6,40.

Berdasarkan Ramos (2011) kapasitas adsorpsi logam dari batang jagung yang dimodifikasi dengan HNO₃ dan asam sitrat sebanding dengan konsentrasi situs karboksilat yang ada dalam tongkol jagung. Oleh karena itu, kapasitas adsorpsi dari tongkol jagung yang dimodifikasi dapat berhubungan dengan situs karboksilat yang terbentuk pada permukaan tongkol ketika asam sitrat bereaksi dengan selulosa. Untuk setiap molekul asam sitrat terikat selulosa selama modifikasi kimia, dua situs karboksilat dimasukkan ke permukaan tongkol (Ramos,2011).

2.7 Aktivasi

Aktivasi merupakan perlakuan terhadap adsorben yang bertujuan untuk memberikan perubahan sifat, baik kimia maupun fisika, seperti memperluas

permukaan sehingga menambah daya absorpsi (Bradey,1999). Aktivator yang banyak digunakan adalah, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah dan lain-lain, termasuk asam-asam anorganik seperti H_2SO_4 dan H_3PO_4 .

Kelebihan pada aktivasi secara kimia antara lain tidak memerlukan suhu yang tinggi, hasil yang didapatkan lebih maksimal dan mikropori dapat dikontrol (Rodenas dkk., 2003). Begitu juga aktivasi menggunakan larutan asam memiliki keuntungan tersendiri yaitu dapat melarutkan pengotor pada material-material yang diinginkan, sehingga mulut pori menjadi lebih terbuka. Ketika mulut pori menjadi terbuka maka luas permukaan pori menjadi meningkat. Sehingga gugus fungsi menjadi aktif dan jumlahnya dapat mengalami peningkatan. Disisi lain memungkinkan munculnya gugus aktif baru akibat reaksi pelarutan. Maka tidak heran jika meningkatnya luas permukaan pori dan gugus aktifnya akan dapat meningkatkan kemampuan adsorpsinya (Widihati, 2008).

Hasil penelitian erterifikasi asam sitrat pada biomassa *Azolla microphylla* yang digunakan untuk adsorpsi tembaga (II) menjelaskan bahwa kondisi optimum proses adsorpsi yaitu pada pH 5 dan waktu kontak 60 menit. Disisi lain, persamaan adsorpsi isotermis Langmuir juga memberikan informasi bahwa kapasitas adsorpsi (Q_{max}) biomassa yang diesterifikasi lebih kecil dari pada yang tidak diesterifikasi. Persamaan isotermis Langmuir yang diesterifikasi adalah (15,625 mg/g) , sedangkan yang tidak diesterifikasi adalah (24,390 mg/g). Penurunan kapasitas adsorpsi biomassa setelah diesterifikasi dapat dijelaskan berdasarkan konsep asam basa keras lunak. Pada proses adsorpsi, gugus karboksil terdeprotonasi menjadi gugus karboksilat ($-COO^-$) yang bersifat basa keras,

sehingga cenderung kurang menyukai untuk berikatan dengan Cu^{2+} yang merupakan asam lunak *-borderline* (Yunita, 2013).

2.8 Asam Sitrat sebagai Bahan Pengaktivasi Adsorben

Asam sitrat pertama kali ditemukan oleh Jabir Ibn Hayyan. Dia merupakan alkimiawan Arab-Yemen (kelahiran Iran) yang hidup pada abad ke-8. Banyak ilmuan Eropa pada abad pertengahan yang membahas tentang sifat asam dari sari buah lemon, jeruk atau limau. Tahun 1784 seorang kimiawan Swedia, Carl Wilhelm Scheele, melakukan isolasi terhadap asam sitrat yang dihasilkan dari kristalisasi sari buah lemon, jeruk maupun lemon. Asam sitrat dalam kehidupan sehari-hari aman digunakan dalam bahan pangan. Baik dalam jumlah kecil maupun jumlah yang besar (Subekti, 1994).

Rasulullah Saw. menjelaskan dalam sebuah hadits yang memberikan perumpamaan orang mukmin yang membaca al-Qur'an bagaikan buah jeruk yang merupakan sumber utama asam sitrat. Hadits shohih yang diriwayatkan oleh al-Bukhari (hadits no. 4632) dan Muslim (hadits no. 1328) yang berbunyi:

عَنْ أَنَسِ بْنِ مَالِكٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ عَنْ أَبِي مُوسَى الْأَشْعَرِيِّ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ عَنِ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ

عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ: مَثَلُ الْمُؤْمِنِ الَّذِي يَقْرَأُ الْقُرْآنَ، مَثَلُ الْأَثْرَجَةِ: رِيحُهَا طَيِّبٌ وَطَعْمُهَا طَيِّبٌ

Artinya: “ Dari Anas bin Malik ra. dari Abi Musa al-Ashariy ra. dari Nabi Saw. berkata, “Perumpamaan orang mukmin yang membaca al-Qur'an bagaikan buah *Utrujah*, rasa buahnya enak dan baunya wangi.

Kata “التُّرْجَة” (utrubah) yang dimaksud artinya adalah buah jeruk, yang merupakan sumber utama pembuatan asam sitrat sebagaimana yang telah dilakukan oleh para ilmuwan Eropa di awal abad pertengahan.

Kapasitas adsorpsi logam berat dari tongkol jagung dapat ditingkatkan dengan memodifikasi permukaannya dengan modifikasi kimia menggunakan beberapa larutan asam salah satunya adalah asam sitrat (Wartelle, dkk., 2000, Leyva-Ramos, R., 2005, Vaughan, T., 2001, Wing, R.E., 1996 dalam Ramos, R., L. (2011). Telah disebutkan bahwa kapasitas adsorpsi logam menggunakan tongkol jagung murni dan tongkol jagung dimodifikasi dengan HNO₃ dan asam sitrat sebanding dengan konsentrasi situs karboksilat yang ada dalam tongkol jagung (Marshall, W.E., 2001, Leyva-Ramos, R., 2005 dalam Ramos, R., L., 2011).

Oleh karena itu, kapasitas adsorpsi dari tongkol jagung yang dimodifikasi dapat dikaitkan dengan situs karboksilat yang terbentuk pada permukaan tongkol jagung ketika asam sitrat bereaksi dengan selulosa (Wing, R.E., 1996). Setiap molekul asam sitrat yang terikat pada selulosa pada saat modifikasi kimia, dua lebih situs karboksilat telah dimasukkan ke permukaan tongkol jagung (Vaughan, T., 2001).

Berdasarkan Rosyida, F., F., dkk., (2014) yang telah melakukan penelitian esterifikasi asam sitrat pada biomassa *Azolla microphylla* yang digunakan untuk adsorpsi tembaga (II) menjelaskan bahwa kondisi optimum proses adsorpsi yaitu pada pH 5 dan waktu kontak 60 menit. Persamaan isoterms Langmuir yang diesterifikasi adalah (15,625 mg/g), sedangkan yang tidak diesterifikasi adalah (24,390 mg/g).

2.9 Karakterisasi FTIR

FTIR merupakan analisis instrumen yang banyak digunakan untuk mengkarakterisasi gugus fungsi. Prinsip FTIR didasarkan pada vibrasi ikatan molekuler dan tipe ikatan molekul. Instrumentasi spektrum inframerah dibagi ke dalam tiga jenis radiasi yaitu infra merah dekat, inframerah pertengahan, dan inframerah jauh. Spektrum inframerah akan menghasilkan plot antara transmittan dengan bilangan gelombang. Aplikasi spektrum inframerah sangat luas untuk analisis kualitatif atau kuantitatif. Hal inilah yang menyebabkan penggunaannya banyak diminati. Penggunaan yang paling banyak daerah pertengahan $4000 - 600 \text{ cm}^{-1}$ (Hayati, 2007).

Hasil interpretasi pada jerami padi yang diaktivasi asam sitrat 1,75 N terdapat serapan lebar pada bilangan gelombang 3391 cm^{-1} yang menunjukkan adanya vibrasi ulur gugus $-\text{OH}$ dari asam karboksilat, diperkuat dengan adanya vibrasi ulur gugus $\text{C}=\text{O}$ dari asam karboksilat yang muncul pada serapan 1658 cm^{-1} . Serapan pada bilangan gelombang 2936 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur gugus $\text{C}-\text{H}$ dari alkana. Serapan pada bilangan gelombang sekitar 1465 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi tekuk gugus CH_2 metilen.

2.10 Destruksi Basah Terbuka

Destruksi basah biasanya menggunakan pelarut-pelarut tertentu seperti asam perklorat, asam nitrat, asam klorida, dan asam sulfat. Pelarut-pelarut tersebut dapat digunakan baik tunggal maupun campuran.

Kesempurnaan destruksi dapat dilihat dari terbentuknya larutan jernih pada sampel. Larutan jernih pada sampel menunjukkan bahwa semua konstituen

yang ada telah larut sempurna. Kesempurnaan ini juga menunjukkan bahwa perombakan senyawa-senyawa organik telah berjalan dengan sesuai yang diinginkan. Pada umumnya destruksi basah pelaksanaan kerjanya dilakukan secara metode Kjeldhal (Raimon, 1993). Adapun reaksi yang terjadi pada destruksi basah dengan M adalah logam sebagai berikut:



2.11 Spektrofotometri Serapan Atom

Prinsip dasar spektrofotometer serapan atom adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel yang berupa atom. Atom dalam Al-Qur'an disebut dan dijelaskan dengan terang dalam surat Saba' ayat 3 yang berbunyi:

وَقَالَ الَّذِينَ كَفَرُوا لَا تَأْتِينَا السَّاعَةُ قُلْ بَلَىٰ وَرَبِّي لَتَأْتِيَنَّكُمْ عَالِمِ الْغَيْبِ لَا يَعْزُبُ عَنْهُ مِثْقَالُ ذَرَّةٍ فِي السَّمَاوَاتِ وَلَا فِي الْأَرْضِ وَلَا أَصْغَرُ مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرُ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُّبِينٍ (٣)

Artinya: "Dan orang-orang yang kafir berkata, "Hari berbangkit itu tidak akan datang kepada kami." Katakanlah, "Pasti datang, demi Tuhanku Yang mengetahui yang gaib, sesungguhnya kiamat itu pasti akan datang kepadamu. Tidak ada tersembunyi dari-Nya seberat *zarrah* pun yang ada di langit dan yang ada di bumi dan tidak ada (pula) yang lebih kecil dari itu dan yang lebih besar, melainkan tersebut di dalam Kitab yang nyata (*Lauh Mahfuz*)," (TQS. Saba': 3).

Berdasarkan tafsir Quraish Shihab, kata "dzarrah" dalam bahasa Arab menunjuk pada suatu benda amat kecil, seukuran anak semut atau debu halus. Frase "mitsqâlu dzarrah" pada ayat ini berarti 'seberat atom'. Ini mengisyaratkan adanya suatu senyawa yang berat jenisnya lebih ringan dari atom. Sains modern

membuktikan bahwa atom memiliki dua unsur yaitu proton dan neutron. Isyarat ilmiah al-Qur'ân ini baru dapat diketahui pada abad 20 (Shihab, 2005).

Spektrofotometer serapan atom merupakan metode analisa zat pada konsentrasi rendah yang memiliki sistem akurasi yang baik. Prinsip analisisnya didasarkan pada emisi dan absorbansi dari uap atom. Sistem alat yang digunakan untuk menghasilkan uap atom dalam sampel merupakan komponen utama pada instrumen ini. Selain komponen alatnya, proses atomisasi merupakan hal yang sangat penting dalam proses instrumen ini. Atomisasi adalah proses perubahan sampel dalam bentuk larutan menjadi spesies atom dengan cara nyala (Apriani, 2011).





BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2017 sampai bulan Oktober 2017 di Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah batang jagung kering yang diambil dari kota Poncokusumo.

3.2.1.1 Bahan Kimia

Aquades, NaOH, indikator pp, indikator metil merah, asam sitrat 1,5 M; 2 M dan 2,5 M, HCl 1M, NaHCO₃, Na₂CO₃, AgNO₃, HNO₃, limbah laboratorium UIN Maulana Maliki Malang.

3.2.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi seperangkat alat gelas laboratorium, kertas saring, buret, statif, erlenmeyer, timbangan analitik, hot plate, magnetik stirer, FTIR, dan AAS.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah :

1. Preparasi batang jagung

2. Aktivasi biosorben batang jagung menggunakan HCl 0,1M
3. Modifikasi biosorben batang jagung menggunakan asam sitrat
4. Penentuan konsentrasi gugus fungsi biosorben batang jagung menggunakan titrasi Boehm
5. Karakterisasi biosorben batang jagung menggunakan FTIR
6. Adsorpsi limbah Ni dan Pb menggunakan biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat
7. Analisis kadar logam Ni dan Pb menggunakan AAS

3.4 Cara Kerja

3.4.1 Preparasi Sampel Batang Jagung

Sampel batang jagung kering dicuci bersih kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari hingga batang jagung mengering. Sampel yang sudah kering kemudian digiling halus.

3.4.2 Aktivasi HCl 0,1 M (Nurmasari, 2008)

Sampel batang jagung yang sudah halus direndam menggunakan HCl 0,1M sebanyak 2 kali. Setelah direndam dengan HCl selanjutnya dicuci dengan aquades hingga bebas dari ion Cl^- . Keberadaan ion Cl^- dapat dideteksi dengan penambahan AgNO_3 pada air pencucian batang jagung yang membentuk endapan putih AgCl . Jika pada air pencuci tidak terbentuk endapan putih lagi maka batang jagung sudah bersih dari ion Cl^- . Selanjutnya padatan dikeringkan dalam oven pada 60°C 5 jam 24 jam yang diikuti penyaringan hingga ukuran 120 mesh.

3.4.3 Modifikasi Biosorben Batang Jagung (Ramos, R., Leyva, dkk., 2012)

Serbuk batang jagung diambil 5 gram dan dicampurkan ke dalam 100 mL larutan asam sitrat dengan variasi konsentrasi masing-masing 1,5 M; 2 M; dan 2,5 M. Larutan yang berisi batang jagung dipanaskan selama 2 jam dengan dijaga suhunya pada 60°C. Selanjutnya larutan yang berisi batang jagung didinginkan, kemudian larutan dipisahkan dari batang jagung dan serbuk batang jagung dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam. Kemudian suhu dinaikkan sampai 120°C selama 3 jam dan selanjutnya dibiarkan dingin. Batang jagung yang telah diaktivasi dicuci beberapa kali dengan menggunakan aquades sampai pH netral. Terakhir batang jagung dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam.

3.4.4 Penentuan Konsentrasi Gugus Fungsi Melalui Metode Titrasi Boehm (Amirrudin, 2016)

Konsentrasi sifat asam batang jagung sebelum dan setelah termodifikasi ditentukan menggunakan metode titrasi asam basa (Boehm, 1994). Analisis gugus asam dilakukan dengan merendam 0,25 gram serbuk batang jagung alami, serbuk batang jagung aktivasi, dan variasi serbuk batang jagung teraktivasi asam sitrat 1,5 M; 2M dan 2,5 M ke dalam masing-masing NaHCO₃ 0,05 N, Na₂CO₃ 0,05 N, dan NaOH 0,05 N sebanyak 25 mL. Campuran didiamkan selama 24 jam dan disaring. Sebanyak 10 mL masing-masing filtrat dipipet dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 20 mL larutan HCl 0,05 N ke dalam serbuk batang jagung yang direndam dalam NaHCO₃ 0,05 N, Na₂CO₃ 0,05 N, dan NaOH 0,05 N. Kemudian ditambahkan 2-3 tetes indikator PP. Analit tersebut

dititrasi balik menggunakan NaOH 0,05 N. Semua perlakuan dilakukan tiga kali dan hasilnya adalah nilai rata-ratanya.

Analisis gugus basa dilakukan dengan merendam 0,25 gram serbuk batang jagung dalam HCl 0,05 N sebanyak 25 mL. Campuran didiamkan selama 24 jam dan disaring. Filtrat yang dihasilkan dipipet sebanyak 10 mL ke dalam erlenmeyer kemudian ditambahkan 20 mL NaOH 0,05 N dan 2-3 tetes indikator memit merah. Campuran dititrasi balik menggunakan HCl 0,05 N. Semua perlakuan dilakukan tiga kali dan hasilnya adalah nilai rata-ratanya.

Penentuan konsentrasi gugus aktif baik karboksil, lakton, dan hidroksil dapat ditentukan dengan menggunakan rumus di bawah ini:

a. Analisa Gugus Asam

1) meq gugus karboksil:

$$n_{\text{csf}} = \frac{[V_{\text{NaHCO}_3} N_{\text{NaHCO}_3} - (C_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}} - C_{\text{NaOH}} V_t)] \frac{V_p}{V_s}}{w}$$

2) meq gugus karboksil+ meq gugus lakton

$$n_{\text{csf}} = \frac{[V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} - (C_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}} - C_{\text{NaOH}} V_t)] \frac{V_p}{V_s}}{w}$$

meq gugus lakton = meq gugus (Karboksil+lakton) – meq gugus karboksil

3) meq gugus hidroksil

$$n_{\text{csf}} = \frac{[V_{\text{NaOH}} N_{\text{NaOH}} - (C_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}} - C_{\text{NaOH}} V_t)] \frac{V_p}{V_s}}{w} \dots\dots(x)$$

meq gugus hidroksil = (x) – meq gugus karboksil- meq gugus lakton

b. Analisa Gugus Basa

$$n_{\text{csf}} = \frac{[V_s N_s - (C_{\text{NaOH}} V_{\text{NaOH}} - C_{\text{HCl}} V_t)] \frac{V_p}{V_s}}{w}$$

Asumsi yang digunakan:

1. NaHCO₃ menetralkan gugus karboksil
2. Na₂CO₃ menetralkan gugus karboksil dan lakton
3. NaOH menetralkan gugus karboksil, lakton dan hidroksil
4. HCl menetralkan gugus basa total

3.4.5 Karakterisasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan FTIR

Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat pada sampel batang jagung. Preparasi sampel batang jagung dilakukan menggunakan metode pelet KBr, yakni dengan mengambil 1-10 mg sampel dihaluskan dan dicampur dengan 100 mg KBr kemudian dicetak menjadi cakram tipis atau disebut pelet lalu dianalisis (Labbani, dkk, 2015). Dalam penelitian ini sampel yang akan dikarakterisasi dengan FTIR antara lain, sampel batang jagung alami, sampel batang jagung teraktivasi HCl 0,1 M, sampel batang jagung teraktivasi asam sitrat dengan perbedaan tiga variasi konsentrasi, dan sampel batang jagung setelah digunakan untuk mengadsorp limbah.

3.4.6 Persiapan Sampel Limbah Logam Laboratorium

Limbah logam sebanyak 50 mL dimasukkan dalam beaker gelas, kemudian diaduk hingga homogen dan ditutup dengan plastik. Limbah logam kemudian didestruksi dengan 10 mL HNO₃ 65 % dan dipanaskan pada suhu 100°C hingga larutan bersisa 25 mL, filtrat disaring kemudian dianalisis dengan AAS (*Atomic Adsorption Spectroscopy*).

3.4.7 Adsorpsi Logam Nikel (Ni) dan Timbal (Pb) pada Limbah Logam Laboratorium Menggunakan Batang Jagung Termodifikasi Asam Sitrat (Haura, dkk, 2017)

Diambil 100 mL limbah logam cair yang telah dipreparasi diinteraksikan dengan 0,5 gram adsorben batang jagung alami, batang jagung teraktivasi dan batang jagung teraktivasi asam sitrat (1,5 M; 2 M dan 2,5 M). Campuran adsorben dan limbah logam dishaker selama 30 menit dengan kecepatan 180 rpm. Kemudian larutan disaring dan diambil filtratnya. Filtrat yang dihasilkan didestruksi dengan HNO₃ 65% dan dipanaskan pada suhu 100°C hingga larutan jernih.

3.4.8 Penentuan Kadar Logam Ni dan Pb Menggunakan AAS

3.4.9.1 Kondisi Operasional Analisis Logam Ni Menggunakan AAS (*Atomic Adsorption Spectroscopy*)

Sederetan larutan standar nikel (Ni) dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) varian spektra AA 240 pada kondisi sebagai berikut: alat Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) varian *spectra* AA 240 meliputi panjang gelombang pada 232 nm, laju alir asetilen pada 2,0 L/menit, laju alir udara pada 10,0 L/menit, lebar celah pada 0,5 nm, kuat arus lampu katoda 5,0 μ A, tinggi burner 2,0 mm (Taufikurrahman, 2016).

3.4.9.2 Kondisi Operasional Analisis Logam Pb Menggunakan AAS (*Atomic Adsorption Spectroscopy*)

Sederetan larutan standar timbal (Pb) dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) varian spektra AA 240 pada kondisi sebagai berikut: alat Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) varian *spectra* AA 240 meliputi panjang gelombang pada 283 nm, laju alir asetilen pada 2,0 L/menit, laju alir udara pada 10,0 L/menit, lebar celah pada 1,0 nm, kuat arus HCl 10,0 μ A, tinggi burner 2,0 mm (Taufikurrahman, 2016).

3.4.9.3 Pembuatan Kurva Standar Nikel (Ni)

Larutan standar nikel (Ni) diperoleh dari pengenceran larutan induk nikel Ni (NO₃)₂ 1000 ppm. Kemudian membuat larutan nikel (Ni) 10 ppm dengan cara memindahkan 1 mL larutan baku 1000 ppm ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian diencerkan sampai tanda batas. Larutan standar nikel (Ni) 0; 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 (Yusyniyah, 2017).

3.4.9.4 Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb)

Larutan standar timbal (Pb) dibuat dari larutan standar Pb(NO₃)₂ 1000 ppm. Kemudian membuat larutan Pb 10 ppm dengan cara memindahkan 1 mL larutan baku 1000 ppm ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian diencerkan sampai tanda batas. Larutan standar timbal (Pb) 0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8 dan 1,4 ppm dibuat dengan cara memindahkan 0 mL; 0,5 mL; 1 mL; 2 mL; 4 mL dan 7 mL larutan

baku 10 ppm ke dalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan sampai tanda batas (Yusniyyah, 2017).

3.4.9.5 Analisis Logam Ni dan Pb dengan AAS (*Atomic Adsorption Spectroscopy*).

Limbah logam didestruksi dengan HNO₃ 65%. Kemudian dilakukan karakterisasi dengan AAS untuk mengetahui kadar Ni dan Pb dalam sampel setelah proses preparasi limbah logam berlangsung. Penentuan kadar dilakukan dengan memasukkan serapan sampel ke dalam persamaan regresi dari unsur Ni dan Pb (Yusniyyah, 2017).

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh pada tahap pertama yaitu biosorben batang jagung terbaik dan dianalisis menggunakan One Way Analisis Varian (ANOVA) dengan menggunakan SPSS 18 untuk menguji adanya pengaruh variasi konsentrasi gugus aktif lakton dan hidroksil terhadap peningkatan adsorpsi biosorben batang jagung pada limbah cair laboratorium. Pada tahap kedua data diperoleh dari hasil pengukuran konsentrasi gugus aktif lakton dan hidroksil dianalisis secara deskriptif.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu: preparasi batang jagung, aktivasi biosorben batang jagung menggunakan HCl 0,1 M, modifikasi biosorben batang jagung menggunakan asam sitrat, penentuan konsentrasi gugus fungsi biosorben batang jagung menggunakan titrasi Boehm, karakterisasi biosorben batang jagung menggunakan FTIR, adsorpsi limbah Ni dan Pb menggunakan biosorben batang jagung termodifikasi, dan analisis kadar logam Ni dan Pb menggunakan AAS.

4.1 Preparasi Batang Jagung

Sampel batang jagung yang digunakan dalam penelitian ini yaitu batang jagung yang didapatkan dari daerah Poncokusumo Malang. Preparasi batang jagung diawali dengan pemotongan batang jagung menjadi lebih kecil dengan ukuran kurang lebih 10 cm yang bertujuan untuk mempercepat proses pengeringan. Setelah dipotong-potong, batang jagung dikeringkan di bawah sinar matahari hingga benar-benar kering. Pengeringan ini dilakukan untuk mengurangi kadar air dalam batang jagung agar pada saat proses penggilingan diperoleh serbuk batang jagung yang tidak menggumpal. Penggilingan batang jagung ini dilakukan untuk memperluas permukaan batang jagung dan juga untuk memudahkan pada saat proses selanjutnya. Serbuk batang jagung ini sebagai adsorben tanpa modifikasi disebut simplisia.

4.2 Aktivasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan HCl 0,1 M

Aktivasi dilakukan untuk mengaktifkan gugus-gugus fungsi yang sebelumnya tidak aktif menjadi aktif. Hal ini terjadi karena ketika aktivasi, yang terjadi adalah adanya aktifitas penghilangan mineral-mineral yang terkandung dalam sampel batang jagung. Menurut Safrianti, dkk, (2012) aktivasi dilakukan untuk menghilangkan garam-garam mineral yang terdapat pada sampel seperti kalsium yang berikatan dengan adsorben. Proses aktivasi dilakukan dengan perendaman sampel batang jagung yang telah dikeringkan dan dihaluskan menggunakan HCl 0,1M. Setelah direndam dengan HCl selanjutnya dicuci dengan aquades hingga bebas dari ion Cl^- . Keberadaan ion Cl^- dapat dideteksi dengan penambahan AgNO_3 pada air pencucian batang jagung yang membentuk endapan putih AgCl . Jika pada air pencuci tidak terbentuk endapan putih lagi maka batang jagung sudah bersih dari ion Cl^- . Selanjutnya padatan dikeringkan dalam oven pada 60°C 5 jam 24 jam.

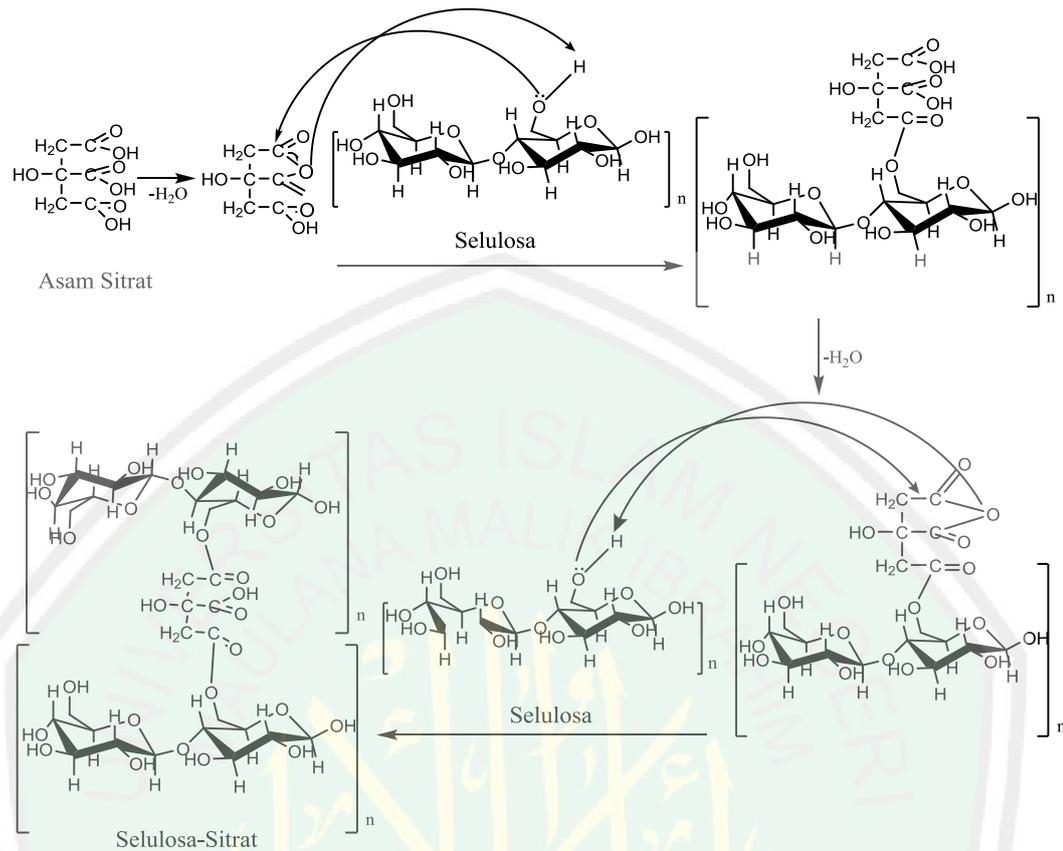


Berdasarkan Safrianti, dkk, (2012) tersebut bahwa modifikasi menggunakan asam nitrat pada limbah jerami padi akan mendekomposisi garam-garam mineral yang terdapat pada 4 sampel seperti kalsium yang berikatan dengan adsorben. Hasil penelitian ini didapatkan bahwa kandungan kalsium bisa berkurang sampai 94 %. Berkurangnya garam-garam mineral tersebut mengindikasikan terbentuknya gugus fungsi COOH dan $-\text{OH}$.

4.3 Modifikasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan Asam Sitrat

Modifikasi biosorben menggunakan asam sitrat diharapkan mampu meningkatkan gugus aktif yang terkandung dalam selulosa sebagai komponen terbesar dalam biosorben. Gugus aktif yang diharapkan meningkat dalam penelitian ini adalah karboksild dan lakton. Sehingga dengan adanya peningkatan gugus aktif dalam selulosa diharapkan terjadi peningkatan kemampuan untuk mengadsorp logam yang terkandung dalam limbah.

Modifikasi biosorben batang jagung menggunakan variasi konsentrasi asam sitrat 1,5 M; 2 M; dan 2,5 M. Setiap variasi konsentrasi asam sitrat menggunakan biosorben dengan berat 5 gram. Modifikasi dilakukan dengan mencampurkan 5 gram serbuk biosorben batang jagung hasil demineralisasi dengan 100 mL larutan asam sitrat 1,5 M; 2 M; dan 2,5 M. Kemudian campuran tersebut dipanaskan pada suhu 60°C selama 2 jam. Pemanasan ini dilakukan untuk memaksimalkan reaksi yang terjadi antara asam sitrat dan selulosa yang ada dalam batang jagung sehingga menambah konsentrasi gugus aktif dalam selulosa. Reaksi yang terjadi dalam campuran asam sitrat dan biosorben batang jagung adalah reaksi esterifikasi.



Gambar 4.1 Reaksi Dugaan yang Terjadi Antara Selulosa dengan Asam Sitrat (Surbakti, 2016)

Reaksi esterifikasi terjadi dimana atom oksigen pada atom C-6 selulosa yang bersifat nukleofil akan menyerang gugus karbonil dari asam sitrat anhidrat yang bersifat elektrofil dan membentuk selulosa sitrat. Atom oksigen pada atom C-6 selulosa yang bersifat nukleofil akan menyerang gugus karbonil dari asam sitrat anhidrat yang bersifat elektrofil disebabkan karena atom oksigen pada atom C-6 lebih elektronegatif dan tidak meruah atau sterik sehingga lebih mudah menyerang atom yang bersifat elektrofil.

4.4 Penentuan Konsentrasi Gugus Aktif Biosorben Batang Jagung Menggunakan Titrasi Boehm

Metode yang digunakan untuk menentukan konsentrasi gugus aktif biosorben batang jagung dalam penelitian ini adalah metode titrasi asam basa (Boehm, 2005). Konsentrasi gugus aktif dapat diketahui dari tingkat keasaman pada biosorben batang jagung yang diketahui setelah proses titrasi. Gugus aktif asam yang diharapkan mampu mengalami peningkatan konsentrasi adalah hidroksil dan lakton. Tujuan meningkatkan konsentrasi gugus aktif tersebut adalah untuk meningkatkan proses adsorpsi pada biosorben batang jagung terhadap limbah yang mengandung logam berat.

Analisis gugus asam dilakukan dengan merendam 0,5 gram biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat dengan masing-masing konsentrasi ke dalam larutan NaHCO_3 0,05 N; Na_2CO_3 0,05 N; dan NaOH 0,05 N sebanyak 50 mL. Campuran tersebut didiamkan selama 1 x 24 jam kemudian disaring. Dipipet 10 mL dari masing-masing filtrat dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian ditambahkan 12 mL larutan HCl 0,05 N dan 2-3 tetes indikator fenolftalein. Selanjutnya analit tersebut dititrasi balik dengan NaOH 0,05 N. Sedangkan untuk analisis gugus basa dilakukan dengan merendam 0,5 gram biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat dengan masing-masing variasi konsentrasi ke dalam larutan HCl 0,05 N sebanyak 50 mL. Campuran tersebut didiamkan selama 1 x 24 jam kemudian disaring. Dipipet 10 mL dari masing-masing filtrat dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 12 mL larutan NaOH dan 2-3 tetes indikator metil merah. Selanjutnya dititrasi balik dengan HCl 0,05 N.

Tabel 4.1 Konsentrasi Gugus Aktif (Lakton dan Hidroksil)

Variasi Batang	A	B	Total A+B
Jagung			
BA	0,55	0,45	1,0
BD	0,1	0,35	0,45
AM 1,5 M	0,54	0,61	1,15
AM 2 M	0,45	0,6	1,05
AM 2,5 M	0,635	0,765	1,4

Keterangan: Batang Jagung Alami (BA); Batang Jagung Terdeminalisasi (BD); Batang Jagung Termodifikasi Asam Sitrat 1,5 M (AM 1,5 M); Batang Jagung Termodifikasi Asam Sitrat 2 M (AM 2 M); Batang Jagung Termodifikasi Asam Sitrat 2,5 M (AM 2,5 M); Gugus Aktif Lakton (A); Gugus Aktif Hidroksil (B)

Tabel 4.1 menunjukkan konsentrasi total gugus asam yakni lakton dan hidroksil. Tabel tersebut mengindikasikan bahwa biosorben batang jagung alami dan biosorben batang jagung termodifikasi hanya berisi situs asam. Hasil serupa juga terjadi pada penelitian Ramos-Leyva (2011) tentang modifikasi biosorben tongkol jagung dan Mahbubah Arini (2016) tentang modifikasi biosorben batang jagung.

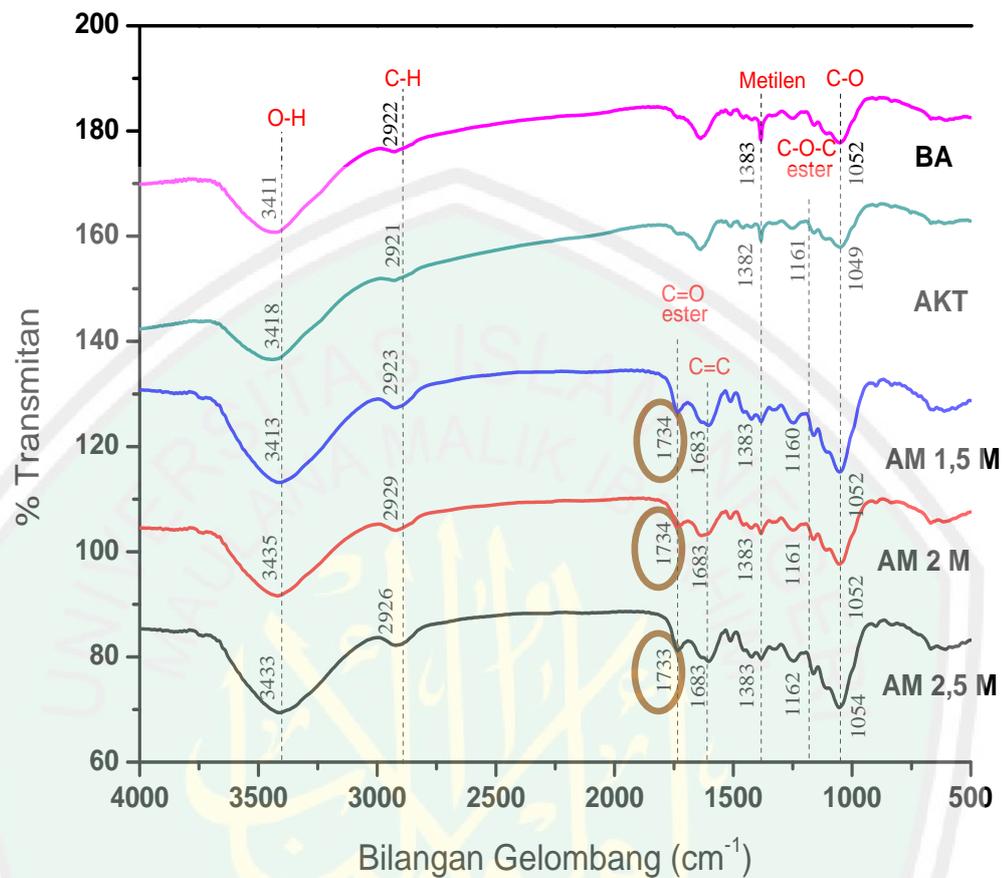
Berdasarkan tabel 4.1 dapat dilihat juga konsentrasi total gugus aktif lakton, konsentrasi total gugus aktif lakton tertinggi terdapat pada perlakuan biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat 1,5 M yaitu 1,15 meq/gram. Sedangkan konsentrasi tertinggi gugus hidroksil terdapat pada perlakuan biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat 2,5 M yaitu 1,4 meq/gram.

Karakter asam-basa pada permukaan biosorben batang jagung ditunjukkan melalui data hasil titrasi Boehm pada tabel 4.1. Setelah dilakukan identifikasi,

konsentrasi total gugua aktif asam meningkat dan konsentrasi total gugus aktif basa tidak teridentifikasi. Hal ini sebagaimana penelitian yang sebelumnya telah dilakukan pada biosorben batang jagung. Permukaan dasar dari biosorben batang jagung yang telah dilakukan analisis mengikuti tipe Lewis dan berhubungan dengan ikatan π yang memiliki jumlah elektron melimpah. Keadaan ini sesuai dengan fakta bahwa meningkatnya gugus yang mengandung oksigen memberikan efek berkurangnya jumlah elektron pada permukaan biosorben sehingga mengakibatkan berkurangnya sifat basa dari biosorben tersebut.

4.5 Karakterisasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan FTIR

FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) adalah suatu teknik analisis yang dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi dari suatu molekul dalam suatu sampel. Analisis gugus fungsi menggunakan FTIR dalam penelitian ini telah dilakukan dan hasilnya dapat dilihat dalam tabel 4.1. Spektrum yang didapat dari data FTIR pada biosorben batang jagung alami (BA) menunjukkan adanya ikatan hidrogen O-H *stretching* band yang kuat dan lebar yang memusat pada panjang gelombang 3433 cm^{-1} . Spektrum ikatan C-O *stretching* band juga nampak pada panjang gelombang 1052 cm^{-1} , dan sebuah *vibration* band C-O-H pada panjang gelombang 1249 cm^{-1} . Didapatkan pula metilen pada panjang gelombang 1383 cm^{-1} yang menunjukkan adanya lakton. Kemudian, juga didapatkan spektrum C-H *stretching* untuk sp^3 atom karbon pada panjang gelombang 2926 cm^{-1} . Berdasarkan hasil spektrum inframerah dari biosorben batang jagung alami tersebut dengan jelas menunjukkan adanya gugus fungsional alkohol, eter, lakton dan karboksil.



Gambar 4.2 Spektrum FTIR Batang Jagung Seluruh Variasi

Tabel 4.2 Hasil Identifikasi Gugus Aktif

No	Variasi Perlakuan	Frekuensi (cm^{-1})	Ikatan
1.	BA; BD; AM 1,5; AM 2; AM 2,5	3411-3433	O-H stretching
2.	BA; BD; AM 1,5; AM 2; AM 2,5	2921-2629	C-H sp^3
3.	AM 1,5; AM 2; AM 2,5	1733-1734	C=O ester
4.	BA; BD; AM 1,5; AM 2; AM 2,5	1382-1384	Metilen
5.	BA; BD; AM 1,5; AM 2; AM 2,5	1460-1470	-CH ₂
6.	BA; BD; AM 1,5; AM 2; AM 2,5	1049-1054	C-O

Berdasarkan hasil interpretasi gugus fungsi pada biosorben batang jagung yang telah dimodifikasi asam sitrat (Gambar 4.2), diperoleh puncak serapan pada bilangan gelombang 3418 cm^{-1} yang menunjukkan vibrasi ulur gugus -OH dari asam karboksilat. Hal ini diperkuat dengan adanya vibrasi ulur gugus C=O dari asam karboksilat yang muncul pada serapan 1734 cm^{-1} . Selain itu juga diperkuat dengan adanya serapan pada panjang gelombang 2923 cm^{-1} yang menunjukkan serapan ulur gugus C-H dari alkana. Pada panjang gelombang tersebut semakin memperkuat adanya gugus C=O . Sedangkan pada serapan yang lain didapatkan panjang gelombang 1423 cm^{-1} yang menunjukkan adanya vibrasi tekuk gugus CH_2 metilen dan panjang gelombang 1057 cm^{-1} yang menunjukkan vibrasi ulur gugus C-O . Pada bilangan gelombang 1733 cm^{-1} - 1734 cm^{-1} inilah yang menunjukkan adanya serapan gugus C=O ester yang hanya terdapat pada biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat 1,5; 2; dan 2,5 M.

Hasil identifikasi gugus fungsi pada biosorben batang jagung sebelum dan sesudah dimodifikasi asam sitrat dengan variasi konsentrasi mempunyai persamaan dan perbedaan. Persamaan pada pita serapan yang dihasilkan yaitu munculnya serapan lebar pada panjang gelombang skitar 3300 cm^{-1} (-OH), serapan pada sekitar panjang gelombang 2900 cm^{-1} (C-H), serapan pada panjang gelombang $1460\text{-}1470\text{ cm}^{-1}$ (-CH_2), serapan pada panjang gelombang sekitar 1310 cm^{-1} (-CH) dan pada panjang gelombang 1050 cm^{-1} (C-O). Adapun yang membedakannya yaitu adanya serapan pada panjang gelombang sekitar $1600\text{-}1700\text{ cm}^{-1}$ pada biosorben batang jagung yang termodifikasi asam sitrat dengan variasi konsentrasi. Sedangkan pada biosorben batang jagung alami tidak muncul

serapan pada panjang gelombang tersebut. Serapan tersebut menunjukkan adanya regangan gugus karbonil (C=O).

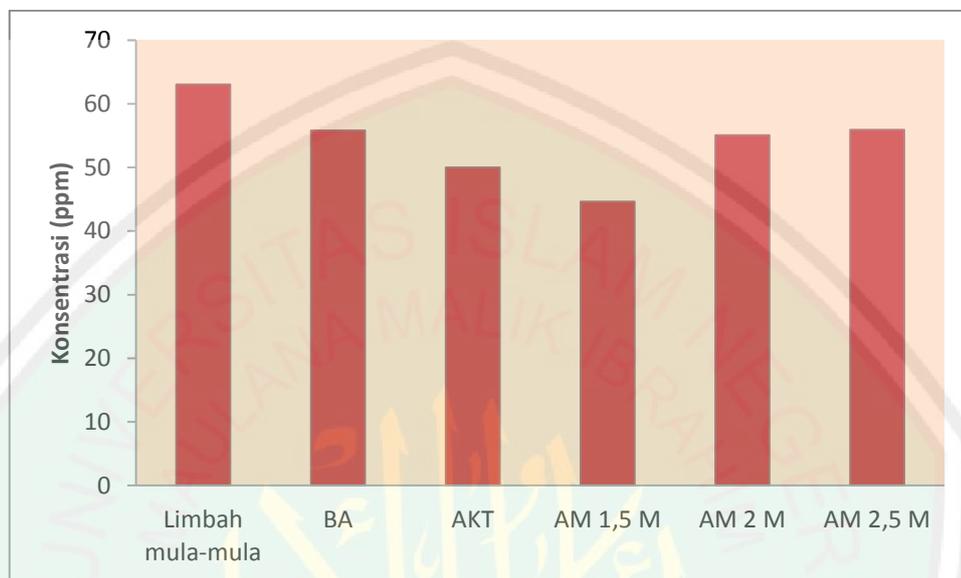
4.6 Adsorpsi Limbah Ni dan Pb Menggunakan Biosorben Batang Jagung Termodifikasi Asam Sitrat

Adsorpsi limbah laboratorium yang mengandung logam berat Ni dan Pb dilakukan menggunakan biosorben batang jagung yang telah termodifikasi asam sitrat dengan berbagai variasi. Adsorpsi dilakukan dengan cara mencampurkan biosorben batang jagung yang telah dimodifikasi dengan limbah laboratorium yang sebelumnya telah dipreparasi. Preparasi limbah dilakukan dengan destruksi terbuka terlebih dahulu, yang tujuannya untuk merubah persenyawaan Ni dan Pb menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu dalam bentuk ion sehingga dapat dianalisis menggunakan AAS. Destruksi dilakukan dengan preparasi limbah kemudian didestruksi dengan 10 mL HNO₃ 65 %.

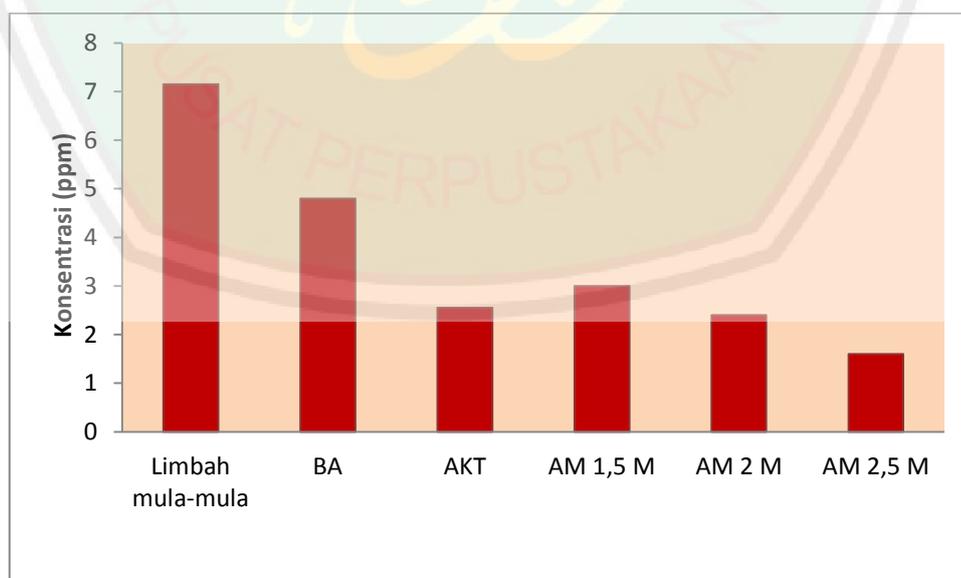
Setelah didestruksi, limbah dicampurkan dengan variasi biosorben batang jagung yang telah termodifikasi, yakni 100 mL limbah hasil destruksi dicampurkan 100 mg biosorben batang jagung. Kemudian dishaker dengan kecepatan 250 rpm selama 30 menit.

4.7 Analisis Kadar Logam Ni dan Pb Menggunakan AAS

Hasil dari analisis kadar logam menggunakan instrumen AAS adalah sebagai berikut.



Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi Penurunan Logam Ni



Gambar 4.4 Grafik Konsentrasi Penurunan Logam Pb

Gambar 4.3 dan 4.4 di atas merupakan grafik yang menerangkan hasil adsorpsi logam Ni dan Pb menggunakan biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat. Berdasarkan Tabel 4.4 pada Lampiran 1, konsentrasi logam Ni dan Pb mengalami penurunan setelah dilakukan adsorpsi menggunakan seluruh variasi batang jagung. Konsentrasi logam Ni mengalami penurunan terbesar pada variasi biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat 1,5 M. Penurunannya hingga 18,4 ppm atau mencapai 29,18 %, yaitu dari 63,05 ppm konsentrasi logam pada limbah mula-mula menjadi 44,65 ppm konsentrasi logam pada limbah yang diadsorpsi biosorben batang jagung 1,5 M. Sedangkan penurunan konsentrasi logam Pb terbesar pada variasi biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat 2,5 M. Penurunannya hingga 5,55 ppm atau mencapai 74 %, yaitu dari 7,15 ppm konsentrasi logam pada limbah mula-mula menjadi 1,6 ppm konsentrasi logam pada limbah yang diadsorpsi biosorben batang jagung 2,5 M.

Berdasarkan hasil adsorpsi menggunakan biosorben batang jagung, kedua logam Ni dan Pb sama-sama mengalami penurunan. Penurunan logam Ni lebih kecil dibandingkan dengan logam Pb. Hal ini dikarenakan adanya kompetisi di dalam limbah cair antara ion logam satu dengan yang lainnya saat terikat oleh gugus ester pada biosorben batang jagung. Ester bersifat basa keras, sementara Pb dan Ni bersifat asam keras adalah alasan utama logam-logam tersebut teradsorpsi oleh biosorben batang jagung. Urutan asam keras pada Pb dan Ni adalah berbeda, Pb lebih bersifat asam keras dibandingkan Ni. Dengan demikian ester lebih menyukai berikatan dengan Pb dibandingkan Ni.

Hasil akhir bisa disimpulkan jika kedua logam tersebut sama-sama mengalami penurunan konsentrasi meskipun berbeda kadarnya. Selain itu, total

gugus aktif lakton dan hidroksil juga mempengaruhi. Total gugus aktif lakton dan hidroksil terbesar kedua adalah pada biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat 1,5 M yaitu 1,15 meq/gram. Disinilah logam Ni mengalami kadar penurunan terbesar.

Berdasarkan hasil analisis ragam *one way annova* menunjukkan bahwa pada uji konsentrasi gugus aktif terhadap penurunan kadar logam menunjukkan nilai signifikansi $< 0,05$ yang artinya ada interaksi antara konsentrasi gugus aktif dengan penurunan kadar logam. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa penurunan kadar logam berbeda nyata pada perlakuan adsorben termodifikasi asam sitrat 1,5 M pada logam Ni dan adsorben termodifikasi asam sitrat 2,5 M pada logam Pb.

4.8 Kajian Hasil Analisis Dalam Perspektif Islam

Allah SWT telah menurunkan Islam dengan sempurna kepada Nabi Muhammad SAW. Islam mengatur seluruh aspek kehidupan manusia. Aspek yang menghubungkan manusia dengan Tuhannya dalam hal ini ada akidah dan ibadah. Hubungan manusia dengan dirinya yaitu dalam hal pakaian, makanan, minuman dan akhlak. Selanjutnya hubungan manusia dengan sesama manusia yang tercakup dalam hal sosial, budaya, pemerintahan pendidikan, kesehatan, perekonomian, sanksi pidana, dan yang lainnya (Taqiyuddin an Nabhani, 2007).

Sedemikian sempurnanya Islam dalam pengaturan kehidupan manusia. Sehingga manusia dalam segala hal haruslah terikat dengan aturan-aturan Islam. Taqlif hukum inilah yang membedakan manusia dengan makhluk lainnya dikarenakan keberadaan akal yang dikaruniakan Allah SWT kepada manusia.

Manusia diberikan akal adalah untuk berfikir, akal manusia hendaknya digunakan untuk memikirkan, menganalisa, dan menafsirkan segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT. Allah SWT berfirman dalam surat Ali Imron ayat 190-191:

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

Artinya: “Dalam penciptaan langit dan bumi dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi **orang yang berakal**, (yaitu) Orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka (TQS. Ali Imron: 190-191).

Ayat tersebut di atas mengandung seruan bagi umat manusia untuk memikirkan dan mentadaburi ciptaan Allah SWT. Pada ayat 191 mendefinisikan orang-orang yang mendalam pemahamannya dan berpikir tajam (Ulul Albab), yaitu orang yang berakal, orang-orang yang mau menggunakan pikirannya, mengambil faedah, hidayah, dan menggambarkan keagungan Allah SWT dalam setiap penciptaannya (Shihab, 2005).

Allah SWT berfirman dalam surat Asy-Syu'ara ayat 7:

وَقَالَ الَّذِينَ كَفَرُوا هَلْ نَدُلُّكُمْ عَلَىٰ رَجُلٍ يُنْبِئُكُمْ إِذَا مُزِقْتُمْ كُلٌّ مُّزِقٍ إِنَّكُمْ لَفِي خَلْقٍ
جَدِيدٍ (٧)

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam **tumbuh-tumbuhan yang baik?**” (TQS. Asy-Syu'ara: 7).

Qur'an Surat Asy-Syu'ara ayat 7 menyeru manusia untuk mengarahkan pandangan sampai mencakup seantero bumi dengan aneka keajaiban yang

terhampar termasuk pada tumbuh-tumbuhannya. Kata (كَرِيم) *karim* antara lain digunakan untuk menggambarkan segala sesuatu yang baik bagi setiap objek yang disifatinya. Tumbuhan yang baik, paling tidak adalah yang subur dan bermanfaat (Shihab, 2005).

Seruan bagi umat manusia untuk memikirkan dan mentadaburi ciptaan Allah SWT bukanlah hanya pada ayat Al-Qur'an saja. Lisan mulia Rasulullah telah menjelaskan dengan terangnya. Hingga disampaikan bahwa mungkin tidak ada ilustrasi seruan mentadaburi ciptaan Allah yang lebih baik tentang hubungan dekat antara Islam dan sains dari pada pernyataan Nabi Muhammad SAW. yang sering dikutip seperti, " طَلَبُ الْعِلْمِ فَرِيضَةٌ عَلَى كُلِّ مُسْلِمٍ وَمُسْلِمَةٍ " (mencari ilmu adalah wajib bagi setiap muslim laki-laki maupun perempuan). dan juga hadits yang berbunyi:

" مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ "

Artinya: "(siapa pun yang mengikuti jalan **mencari pengetahuan**, Allah akan membuat jalannya menuju surga dengan mudah)".

Pernyataan-pernyataan ini dan banyak lainnya merupakan undangan yang benar-benar kepada umat manusia untuk memperkaya pengetahuan mereka dari semua sumber. Oleh karena itu, tidak mengherankan dalam Islam dijelaskan bahwa, agama dan sains selalu dianggap sebagai saudara kembar dan bahwa saat ini, pada saat sains telah menempuh langkah besar tersebut, mereka tetap terus dikaitkan. Juga tidak mengherankan bila mengetahui bahwa data ilmiah tertentu digunakan untuk memahami teks Al-Quran dengan lebih baik.

Manusia diperintahkan Allah untuk mengarahkan pandangan ke semua makhluk termasuk di dalamnya tumbuhan. Jagung adalah salah satu tumbuhan

yang kaya akan zat yang dapat dimanfaatkan oleh manusia, salah satunya adalah karbohidrat. Jika dalam bentuk senyawa yang lebih kecil biasa disebut selulosa. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kandungan selulosa yang terdapat dalam batang jagung mampu mengadsorpsi logam berat di dalam limbah maupun perairan yang tercemar. Hal ini menunjukkan bahwa setiap makhluk yang Allah ciptakan memiliki kegunaan dan tidak ada yang sia-sia dalam penciptaannya, sebagaimana keterangan dalam surat Ali Imron ayat 191 tersebut.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan adanya ilmu pengetahuan yang mendorong adanya pemahaman bahwa Islam menyeru manusia untuk berfikir. Maka kita akan mampu mengelola sumber daya alam dengan optimal dan tetap dalam koridor hukum syara', tidak melanggar aturan, dan tetap mengedepankan kelestarian lingkungan. Dengan adanya semangat penggalian ilmu pengetahuan akan memberikan pemahaman yang lebih kedepannya untuk pemanfaatan tumbuhan jagung sehingga tidak hanya berhenti pada pengetahuan bahwa batang jagung dapat dimanfaatkan sebagai adsorben, tetapi bisa dimanfaatkan untuk yang lainnya.

Berdasarkan uraian di atas baik dari Al-Qur'an maupun As-Sunnah menjelaskan bahwa setiap kali manusia diseru untuk merenungkan keajaiban penciptaan dan banyak fenomena alam, mereka dapat dengan mudah melihat bahwa maksud yang sebenarnya adalah untuk menekankan Ketuhanan Ilahi dan keEsaan Allah SWT. Serta semakin menguatkan keimanan bukan malah sebaliknya yaitu melemahkan keimanan.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi asam sitrat sebagai aktivator pada biosorben batang jagung maka konsentrasi gugus aktif total juga semakin besar. Konsentrasi asam sitrat tertinggi sebesar 2,5 M memberikan nilai konsentrasi gugus aktif total sebesar 1,4 meq/gr dengan nilai masing-masing gugus lakton, dan hidroksil berturut-turut adalah 0,635 dan 0,765 meq/gram.
2. Hasil karakteristik FTIR dari seluruh variasi biosorben batang jagung setelah dilakukan modifikasi asam sitrat menunjukkan bahwa pada biosorben batang jagung menunjukkan adanya gugus fungsi C=O ester yaitu pada panjang gelombang 1733-1734 cm^{-1} . Sehingga dapat disimpulkan bahwa telah terjadi reaksi esterifikasi pada saat biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat.
3. Penurunan konsentrasi logam Ni terbesar terjadi saat menggunakan adsorben dengan variasi asam sitrat 1,5 M. Penurunannya sebesar 29,18 %, yaitu dari 63,05 ppm menjadi 44,65 ppm. Sedangkan penurunan konsentrasi logam Pb terbesar pada variasi asam sitrat 2,5 M. Penurunannya mencapai 74 %, yaitu dari 7,15 ppm menjadi 1,6 ppm.

5.2 Saran

Gugus fungsi asam yang dianalisis dalam penelitian ini terbatas pada lakton dan hidroksil saja, belum dilakukan analisis terhadap gugus fungsi asam yang lainnya. Sebaiknya dilakukan analisis lanjutan terhadap gugus fungsi asam lainnya, seperti fenol, amina, karboksil, imida dan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- An-Nabhani, Taqiyudin, 2007. *Syakhshiyah Islam*. Jakarta: HTI Press.
- Adamson, A., W. 1990. *Physical Chemistry of Surface*. Canada : John Willey and Sons.
- Amiruddin, Hafrianty. 2006. Modifikasi Permukaan Karbon Aktif Tongkol Jagung (*Zea mays*) dengan HNO₃, H₂SO₄, dan H₂O₂ Sebagai Bahan Elektroda Superkapasitor (Skripsi), Makasar: Universitas Hasanuddin.
- Apriani, Suci. 2011. Analisa Kandungan Logam Berat Besi (Fe) dan Kromium (Cr) pada Sumur Artesis dan Sumur Penduduk (Cincin) Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) Di Kelurahan Rejo Sari Kecamatan Tenayan Raya Kota Pekanbaru. Pekanbaru: Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru.
- Ashraf, MA., Maah, MJ., Yusoff, I., 2010, Study of Banana peel (*Musa sapientum*) as a Cationic Biosorben, American-Eurasian J. Agric & Environ. Sci 8(1): 7-17.
- Atkins, P.W., 1997. *Kimia Fisika Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2010. *Pembuatan Kompos Batang Jagung*.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia. 2013. *Produksi Jagung Menurut Provinsi, 2009-2013*.
- Bamualim, A dan Wirdahayanti. 2006. *Potensi Masalah dan Pengembangan Ternak Sapi di Lahan Kering*. Prosiding Seminar Nasional Komunikasi Hasil-Hasil Pertanian Tanaman Pangan, Perkebunan dan Peternakan dalam Sistem Usaha Tani Lahan Kering, Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (BBP2TP) Bogor, ISBN 978-979-3566-57-3.
- Boehm, H. P. 1994. Some Aspects of The Surface Chemistry of Carbon Blacks and Other Carbons. *Carbon Journal*. Vol. 32: 759 – 769.
- Hayati, E. K. 2007. *Dasar-dasar Analisis Spektroskopi*. Malang: Universitas Islam Negeri (UIN) Malang.
- Haura, Ulfa, dkk. 2017. Karakterisasi Adsorben dari Kulit Manggis dan Kinerjanya pada Adsorpsi Logam Pb (II) dan Cr(VI). *Biopropal Industri* Vol.8 No.1, Juni 2017: 47-54.

- Labanni, A., Zakir, M. dan Maming, 2015, Sintesis dan Karakterisasi KarbonNanopori Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) dengan Aktivator ZnCl₂ melalui Iradiasi Ultrasonik sebagai Bahan Penyimpan Energi Elektrokimia, *Indo. Chim. Acta*, 8 (1), 1-9.
- Katsir, Ibnu. 2004. *Lubaabut tafsir min Ibnu Katsiir*. Bogor : Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Komandoko, G. 2008. *Aha! Aku Tahu Flora dan Fauna untuk Anak Cerdas*. Yogyakarta: Citra Pustaka.
- Lv, G.J., Wu, S.B., dan Lou, R. 2010. Characteristics of Corn Stalk Hemicellulose Pyrolysis In a Tubular Reactor. *Bio Resources Journal*. Vol. 5 No. 4, Halaman 2051-2026.
- Mahbubah, Arini. 2016. Karakterisasi Gugus Aktif Batang Jagung (*Zea mays L.*) Menggunakan Asam Sitrat sebagai Bahan Pengaktivasi. Skripsi. Malang. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Nurmasari, Radna. 2008. Kajian Adsorpsi Krom (III) pada Biomassa Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Sains dan Terapan Kimiia Universitas Lambung Mangkurat*. Vol. 2, Hal 80-92.
- Palar, Heryando. 2004. *Pencemaran & Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 Tentang Pengolahan Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya.
- Quthb, Sayyid. 2003. *Tafsir Fi Zhilalil Qur'an*. Jakarta: Gema Insani Press.
- Rahmayani, F dan Siswarni. 2013. Pemanfaatan Limbah Batang Jagung Sebagai Adsorben Alternatif Pada Pengurangan Kadar Klorin Dalam Air Olahan (TreatedWater). *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol. 2, No. 2 (2013).
- Raimon. 1993. *Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Kering Secara Soektrofotetri Serapan Atom. Lokakarya Nasional*. Yogyakarta: Jaringan Kerjasama Kimia Analitik Indonesia.
- Ramos, R. Leyva, dkk. 2011. Modofication of Corncob with Citric Acid to Enhance Its Capacity for adsorbing Cadmium(II) from Water Solution. *Chemical Engineering Journal* 180. 113 – 120.
- Rodenas, M. A. L., D. C. Amoros, dan A. L. Solano. 2003. *Carbon*. 41, 267-275.

- Rosyida, F. F., dkk. 2014. Adsorpsi Timbal (II) Menggunakan Biomassa *Azolla microphylla* Diesterifikasi dengan Asam Sitrat. Malang: Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.
- Safrianti, I, Wahyuni dan Titin. 2012. Adsorpsi Timbal (II) oleh Selulosa Limbah Jerami Padi Teraktivasi Asam Nitrat: Pengaruh pH Dan Waktu Kontak. JKK.volume 1 (1), halaman 1-7.
- Shihab, Quraish. 2005. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati.
- Subekti A. 1994. *Aneka Olahan Buah-Buahan Segar*. Puspa Swara: Jakarta.
- Surbakti, Sevty, Ragustina. 2016. Sintesis Selulosa Sitrat dan Selulosa Daun Nenas (*Ananas Comosus*) (L) Merr Melalui Melalui Reaksi Esterifikasi dengan Asam Sitrat Sebagai Pengadsorpsi ion Kadmium (Cd^{2+}). *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Suprihatin dan Indrasti, N.S. 2010. Penyisihan Logam Berat dari Limbah Cair Laboratorium dengan Metode Presipitasi dan Adsorpsi. *Makara, Sains*, Vol. 14, No. 1, April 2010: 44-50.
- Taufikurrahman. 2016. Penentuan Kadar Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) dalam Tanaman Rimpang Menggunakan Metode Destruksi Basah Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Malang: Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Vaughan, T, C.W. Seo, W.E. Marshall. 2001. Removal of selected metal ions from aqueous solution using modifid corncobs. *Bioresour Technol.* 78 (2001) 133-139.
- Widihati, Gede, I.A., 2008. Adsorpsi Anion Cr(Vi) oleh Batu Pasir Teraktivasi Asam dan Tersalut Fe_2O_3 . *Jurnal Kimia 2 (1)*, Januari 2008 : 25-30.
- Wing, R. E., 1996. *Corn fiber citrate: preparation and ion-exchange properties*, Ind. Crops Prod. 5 (1996) 301-305.
- Yunita, Tatik, dkk. 2013. Adsorpsi Tembaga (II) Menggunakan Biomassa *Azolla microphylla* Diesterifikasi dengan Asam Sitrat. *Student Journal. Vol.2 No.1, pp.435-441*- Universitas Brawijaya Malang Received, 5 September 2012. Accepted, 10 September 2013. Published online, 5 Oktober 2013.
- Yusniyyah, Siti Irma. 2017. Adsorpsi Logam Cu, Fe, dan Pb pada Limbah Laboratorium Kimia UIN Malang Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sulfat (H_2SO_4) dengan Variasi Konsentrasi. Malang: Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian

1. Preparasi Biosorben Batang Jagung

Batang jagung

- dicuci sampai bersih
- dikeringkan di bawah sinar matahari
- digiling hingga halus

Hasil

2. Demineralisasi Menggunakan HCl 0,1 M

Sampel (serbuk batang jagung)

- ditimbang 35 gram
- direndam dalam 700 mL larutan HCl 0,1 M
- dishaker selama 30 menit dengan kecepatan 100 rpm

Filtrat

- diuji dengan larutan AgNO_3

Hasil

Supernatan

- dicuci dengan aquades
- dikeringkan pada oven dengan temperatur 60°C
- didinginkan dalam desikator
- disaring dengan saringan ukuran 120 mesh

Hasil

3. Aktivasi Batang Jagung

Serbuk batang jagung

- ditimbang 5 gram
- dicampur ke dalam 100 mL larutan asam sitrat 1,5; 2 dan 2,5 M
- dipanaskan selama 2 jam dengan suhu pada 60°C
- didinginkan
- dipisahkan larutan dari serbuk batang jagung
- dikeringkan serbuk batang jagung dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam
- dinaikkan suhu sampai 120°C selama 3 jam
- dibiarkan dingin
- dicuci serbuk batang jagung yang telah di aktivasi beberapa kali dengan aquades hingga pH netral
- dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam

Hasil

4. Penentuan Konsentrasi Gugus aktif (hidroksil, dan lakton)

Analisis Gugus Asam

0,5 g variasi batang jagung

- dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi masing-masing 50 mL NaHCO_3 , Na_2CO_3 , dan NaOH 0,05 N
- didiamkan selama 24 jam
- disaring

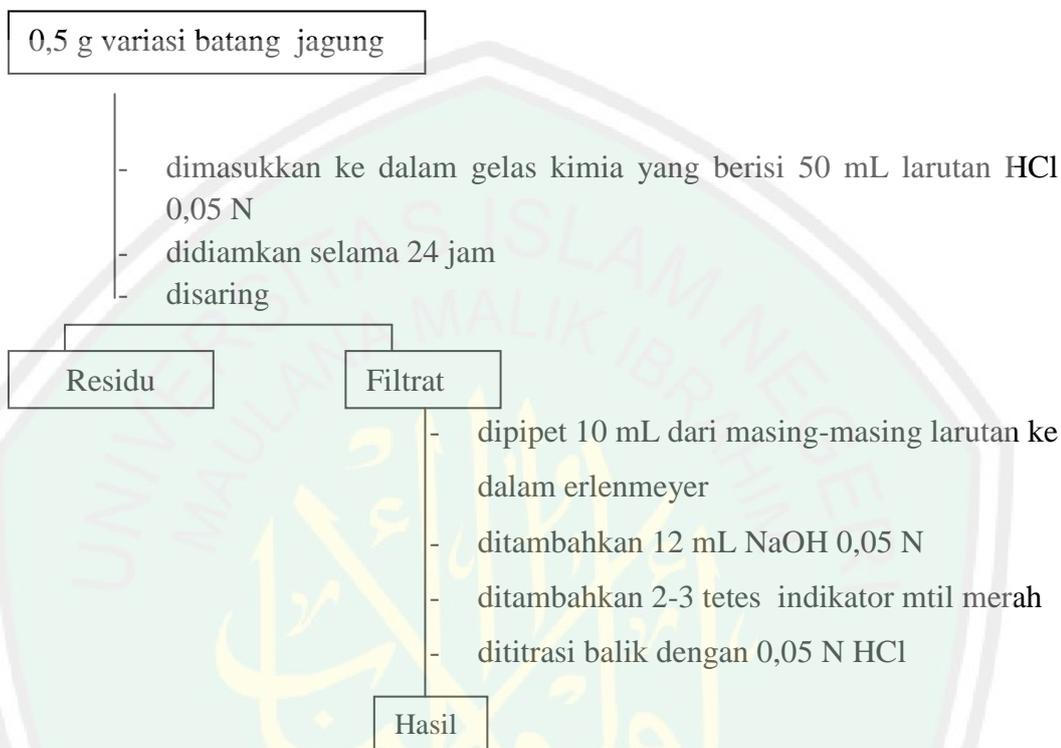
Residu

Filtrat

- dipipet 10 mL dari masing-masing larutan ke dalam erlenmeyer
- ditambahkan 12 mL HCl
- ditambahkan 2-3 tetes indikator PP
- dititrasi balik dengan 0,05 N NaOH

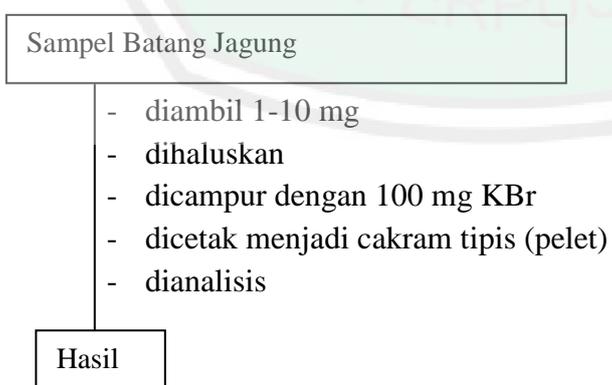
Hasil

Analisis Gugus Basa

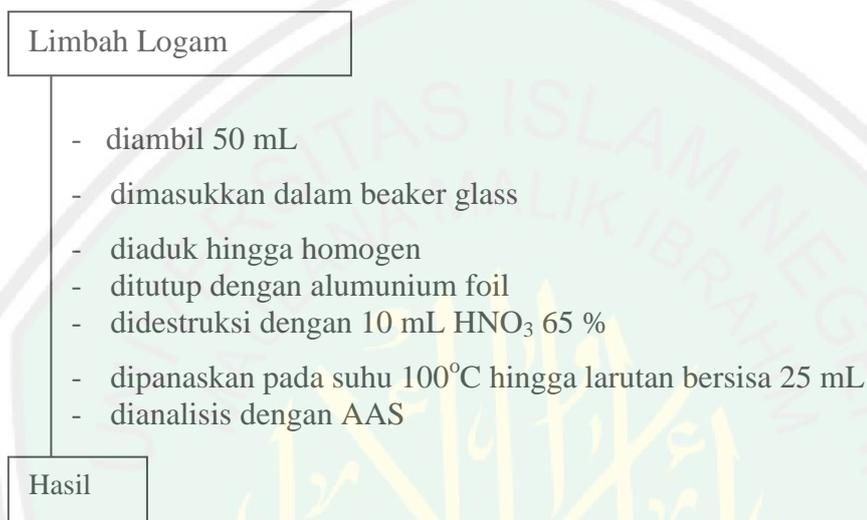


Catatan : Masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali dan hasilnya adalah nilai rata-rata

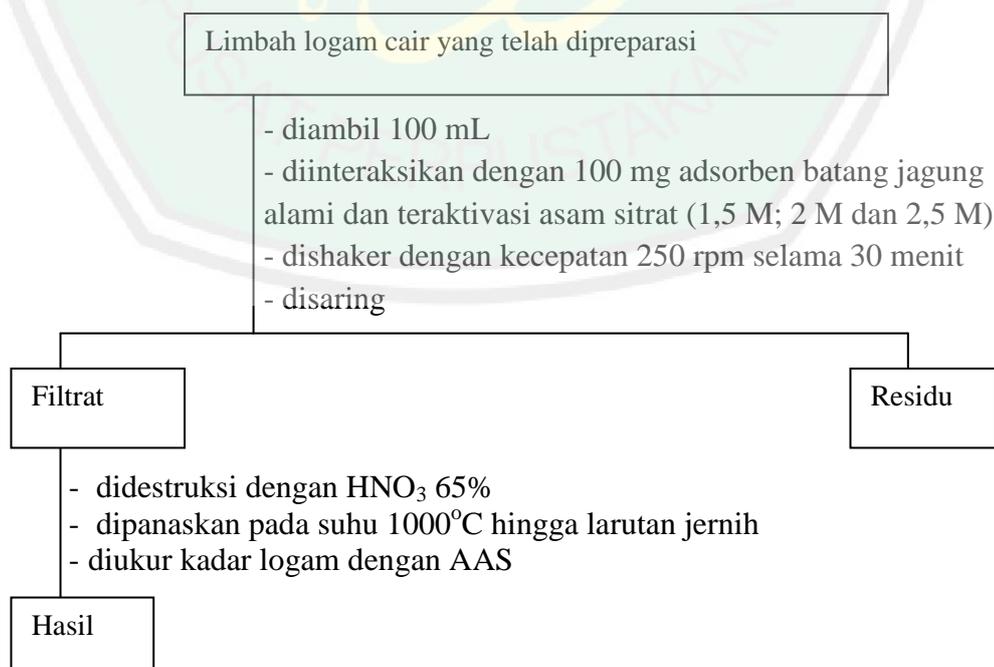
5. Analisis Variasi Batang Jagung Menggunakan FTIR



6. Persiapan Sampel Limbah Logam Laboratorium



7. Adsorpsi Logam Ni dan Pb menggunakan Biosorben Batang Jagung Teraktivasi Asam Sitrat



8. Penentuan Kadar Logam Mn dan Pb Menggunakan AAS

9.1 Kondisi Operasional Analisis Logam Ni Menggunakan AAS

AAS

- digunakan AAS varian spektra AA 240
- diatur panjang gelombang 232 nm
- diatur laju alir asetilen pada 2,0 L/menit
- diatur laju udara pada 10,0 L/menit
- diatur lebar celah pada 0,5 nm
- diatur kuat arus lampu katoda 5,0 μ A
- diatur tinggi burner 2,0 mm
- dianalisis larutan Ni

Hasil

9.2 Kondisi Operasional Analisis Logam Pb menggunakan AAS

AAS

- digunakan AAS varian spektra AA 240
- diatur panjang gelombang 283 nm
- diatur laju alir asetilen pada 2,0 L/menit
- diatur laju udara pada 10,0 L/menit
- diatur lebar celah pada 1 nm
- diatur kuat arus lampu katoda 10 μ A
- diatur tinggi burner 2,0 mm
- dianalisis larutan Pb

Hasil

9.3 Pembuatan Kurva Standar Nikel (Ni)

Larutan baku Ni 1000 ppm

- diambil 1 mL (untuk dibuat larutan Ni 10 ppm)
- dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL
- diencerkan sampai tanda batas
- dibuat larutan standar Ni 0; 0,5; 1; 1,5; dan 2 ppm dengan dipindahkan 0 mL; 2,5 mL; 5 mL; 7,5 mL; dan 10 mL larutan baku 10 ppm ke dalam labu ukur 50 mL
- diencerkan sampai tanda batas

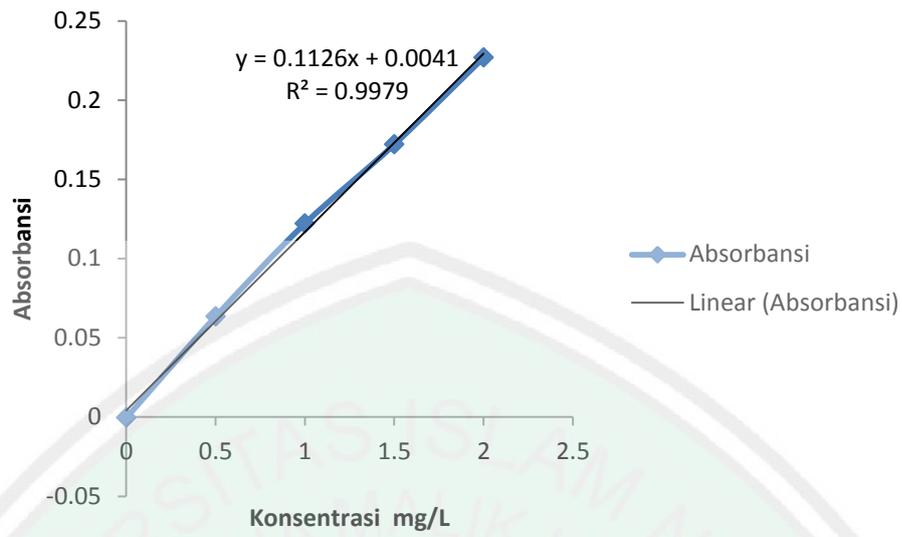
Hasil

9.4 Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb)

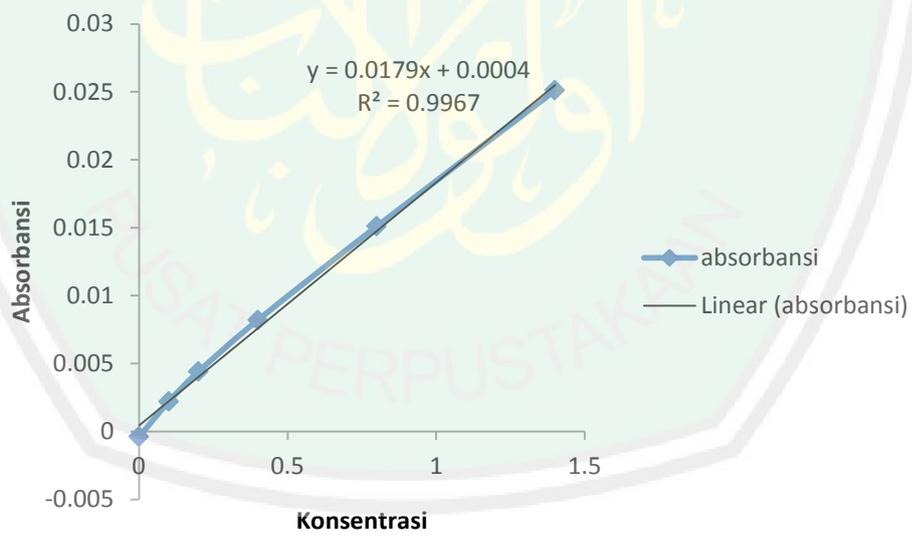
Larutan baku Pb 1000 ppm

- diambil 1 mL (untuk dibuat larutan Ni 10 ppm)
- dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL
- diencerkan sampai tanda batas
- dibuat larutan standar Pb 0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8 dan 1,4 ppm dengan dipindahkan 0 mL; 0,5 mL; 1 mL; 2 mL; 4 mL dan 7 mL larutan baku 10 ppm ke dalam labu ukur 50 mL
- diencerkan sampai tanda batas

Hasil



Gambar 4.3. Kurva Standar Ni



Gambar 4.4 Kurva Standar Pb

9.5 Preparasi Limbah Logam dan Analisa Menggunakan AAS

Limbah Logam yang sudah dipreparasi

- diambil 50 mL
- dimasukkan dalam beaker glass
- ditambah 10 HNO₃ 65%
- didestruksi menggunakan refluks pada suhu 100⁰C hingga larutan jernih
- disaring
- dianalisis dengan AAS
- ditentukan kadar Ni dan Pb dengan cara dimasukkan serapan sampel ke dalam persamaan regresi dari unsur Ni dan Pb

Hasil

Tabel 4.4 Konsentrasi Penurunan Logam Ni dan Pb

Limbah mula-mula	Variasi Adsorben	Konsentrasi Logam Setelah Adsorpsi		% Penurunan	
		Ni (ppm)	Pb (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)
Logam Ni	BA	55,8	4,8	11,49	32,86
	63,05 AKT	50	2,55	20,69	64,33
Logam Pb	AM 1,5 M	44,65	3	29,18	58,04
	7,15 AM 2 M	55,05	2,4	12,68	66,43
	AM 2,5 M	55,95	1,6	11,26	77,62

Lampiran 2. Preparasi Bahan dan Perhitungan

1. Larutan Asam Sitrat 1,5 M; 2 M; 2,5 M

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

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

Mr asam sitrat = 192 gr/mol

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

- 2,5 M asam sitrat dalam 100 mL

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

$$8,603 \text{ M} \times V_1 = 2,5 \text{ M} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 29,060 \text{ mL}$$

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

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

$$m = 1,66 \text{ gr} \times 29,060$$

$$m = 48,240 \text{ gram}$$

Cara membuat:

Ditimbang asam sitrat sebanyak 48,240 gram, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, dan diencerkan dengan aquades hingga tanda batas.

- 1,5 M dalam 100 mL

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

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

$$V_1 = 80 \text{ mL}$$

Cara membuat:

Larutan 2 M asam sitrat dipipet sebanyak 80 mL, dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan diencerkan dengan aquades hingga tanda batas.

- 2 M dalam 100 mL

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

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

$$V_1 = 60 \text{ mL}$$

Cara membuat:

Larutan 1,5 M asam sitrat dipipet sebanyak 60 mL, dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan diencerkan hingga tanda batas.

2. Larutan NaOH 0,05 N

$$Mr \text{ NaOH} = 40 \text{ g/mol}$$

$$n = M \times \text{valensi}$$

$$0,05 \text{ N} = M \times 1$$

$$M = 0,05 \text{ M}$$

$$n = M \times v$$

$$n = 0,05 \times 1 \text{ liter} \Rightarrow$$

$$n = 0,05 \text{ mol}$$

$$n = m/Mr$$

$$0,05 \text{ mol} = m/40$$

$$m = 2 \text{ gram}$$

cara membuat:

ditimbang padatan NaOH sebanyak 2 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL. Lalu diencerkan dengan aquades sampai tanda batas.

3. Larutan NaHCO₃ 0,05 N

$$n = M \times \text{valensi}$$

$$0,05 \text{ N} = M \times 1$$

$$M = 0,05 \text{ M}$$

$$n = M \times v$$

$$n = 0,05 \times 1 \text{ liter}$$

$$n = 0,05 \text{ mol}$$

$$n = m/Mr$$

$$0,1 \text{ mol} = m/84$$

$$m = 4,2 \text{ gram}$$

Cara membuat:

Ditimbang padatan NaHCO₃ sebanyak 4,2 gram. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL. Lalu diencerkan dengan aquades sampai tanda batas.

4. Larutan Na₂CO₃ 0,05 N

$$n = M \times \text{valensi}$$

$$0,05 \text{ N} = M \times 2$$

$$M = 0,025 \text{ M}$$

$$n = M \times v$$

$$n = 0,025 \times 1 \text{ liter} \Rightarrow$$

$$n = 0,025 \text{ mol}$$

$$n = m/Mr$$

$$0,025 \text{ mol} = m/106$$

$$m = 2,65 \text{ gram}$$

Cara membuat:

Ditimbang padatan Na₂CO₃ sebanyak 2,65 gram ke dalam labu ukur 1000 mL. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL. Lalu diencerkan dengan aquades sampai tanda batas.

5. Larutan HCl 0,1 M

Diketahui : Mr HCl = 36,5 g/mol

$$\% \text{ HCl} = 37\%$$

$$\rho = 1,19 \text{ g/L}$$

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

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$12,063 \text{ M} \times V_1 = 0,1 \text{ M} \times 100 \text{ mL}$$

$$v_1 = 0,829 \text{ m}$$

$$= \frac{1,19 \frac{g}{L} \times 10 \times 37\%}{36,5 \frac{gr}{mol}}$$

$$= 12,063 \text{ M}$$

Cara membuat:

Melarutkan 3,65 gram padatan HCl ke dalam 1 liter aquades untuk membuat larutan 0,1 N HCl.

6. Pembuatan Larutan Standart Nikel (Ni)

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

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

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

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

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

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

10 g/L menjadi beberapa sederetan larutan standar sebagai berikut

a. Pembuatan larutan standar 0,5 mg/L dalam 50 mL

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

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 0,5 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{25 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ mL}}{10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

c. Pembuatan larutan standar 1,5 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}
 M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\
 10 \text{ mg/L} \times V_1 &= 1,5 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\
 V_1 &= \frac{75 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{mL}}{10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \\
 V_1 &= 7,5 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned}
 M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\
 10 \text{ mg/L} \times V_1 &= 1 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\
 V_1 &= \frac{50 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{mL}}{10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \\
 V_1 &= 5 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

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

7. Pembuatan Larutan Standart Timbal (Pb)

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

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

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

10 g/L menjadi beberapa sederetan larutan standar sebagai berikut

a. Pembuatan larutan standar 0,1 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}
 M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\
 10 \text{ mg/L} \times V_1 &= 0,1 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\
 V_1 &= \frac{5 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{mL}}{10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \\
 V_1 &= 0,5 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

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

b. Pembuatan larutan standar 0,2 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\10 \text{ mg/L} \times V_1 &= 0,2 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{10 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{mL}}{10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \\V_1 &= 1 \text{ mL}\end{aligned}$$

Jadi, larutan standar 0,2 mg/L dibuat dari 1 mL larutan 10 mg/L yang diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

c. Pembuatan larutan standar 0,4 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\10 \text{ mg/L} \times V_1 &= 0,4 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{20 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{mL}}{10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \\V_1 &= 2 \text{ mL}\end{aligned}$$

Jadi, larutan standar 0,4 mg/L dibuat dari 2 mL larutan 10 mg/L yang diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

d. Pembuatan larutan standar 0,8 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\10 \text{ mg/L} \times V_1 &= 0,8 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{40 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{mL}}{10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \\V_1 &= 4 \text{ mL}\end{aligned}$$

Jadi, larutan standar 0,8 mg/L dibuat dari 4 mL larutan 10 mg/L yang diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M dalam labu ukur 50 mL.

e. Pembuatan larutan standar 0,5 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\10 \text{ mg/L} \times V_1 &= 0,5 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{25 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{mL}}{10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} \\V_1 &= 2,5 \text{ mL}\end{aligned}$$

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

8. Pembuatan Larutan HNO₃ 0,5 M

Diketahui: Mr HNO₃ = 63,01 gr/mol

Konsentrasi HNO₃ p.a = 65 %

Bj HNO₃ = 1,41 gr/mL

Ditanya : Volume HNO₃ yang diambil

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Mol HNO}_3 (n) &= M \times V (L) \\ &= 0,5 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 0,05 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa HNO}_3 &= n \times Mr \\ &= 0,05 \text{ mol} \times 63,1 \text{ gr/mol} \\ &= 3,15 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume HNO}_3 &= \frac{\text{massa}}{\% \times Bj} \\ &= \frac{3,15 \text{ gr}}{65\% \times 1,41 \text{ gr/L}} \\ &= \frac{0,65 \times 1,41 \text{ gr/L}}{3,15 \text{ gr}} \\ &= \frac{3,15 \text{ gr}}{0,91 \text{ gr/L}} \\ &= 3,46 \text{ mL} \end{aligned}$$

Cara pembuatan:

Mengambil 3,46 mL larutan HNO₃ p.a, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL yang berisi ± 96 mL aquades. Selanjutnya ditambahkan aquades sampai tanda batas dan dikocok sampai homogen.

Lampiran 3. Perhitungan Konsentrasi Gugus Asam

➤ Analisa Gugus Asam

a. meq gugus :

$$n_{\text{csf}} = \frac{[V_{\text{NaHCO}_3} N_{\text{NaHCO}_3} - (C_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}} - C_{\text{NaOH}} V_t)] \frac{V_p}{V_s}}{w}$$

b. meq gugus + meq gugus lakton

$$n_{\text{csf}} = \frac{[V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} - (C_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}} - C_{\text{NaOH}} V_t)] \frac{V_p}{V_s}}{w}$$

meq gugus lakton = meq gugus (+lakton) – meq gugus

c. meq gugus hidroksil

$$n_{\text{csf}} = \frac{[V_{\text{NaOH}} N_{\text{NaOH}} - (C_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}} - C_{\text{NaOH}} V_t)] \frac{V_p}{V_s}}{w}$$

.....(x)

meq gugus hidroksil = (x) – meq gugus - meq gugus lakton

Keterangan:

V_p = Volume sampel yang direndam (mL)

V_s = Volume sampel yang diambil (mL)

V_t = Volume titrasi (mL)

w = massa sampel (g)

➤ Titrasi NaOH

Tabel 1. Data Titrasi NaOH

Variasi Batang jagung	V_t I (mL)	V_t II (mL)	V_t III (mL)	V_t Rata-rata (mL)
BA	11	12,6	12,8	12,7
BD	11,5	11,3	10,8	11,4
AM 1,5 M	16	16,4	16,6	16,4
AM 2 M	14,2	15,2	15,6	15,4
AM 2,5 M	18	18,8	18,6	18,7

• BA

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05\text{ N} - (0,05\text{ N} \times 20\text{ mL} - 0,05\text{ N} \times 12,7\text{ mL})] \frac{25\text{ mL}}{10\text{ mL}}}{0,25\text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1 - 0,635)]2,5}{0,25\text{ g}} = 1,35\text{ meq/g}$$

• BD

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05 \text{ N} - (0,05\text{N} \times 20 \text{ mL} - 0,05 \text{ N} \times 11,4 \text{ mL})] \frac{25 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}}{0,25 \text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1 - 0,57)]2,5}{0,25 \text{ g}} = 0,7 \text{ meq/g}$$

- AM 1,5 M

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05 \text{ N} - (0,05\text{N} \times 20 \text{ mL} - 0,05 \text{ N} \times 16,4 \text{ mL})] \frac{25 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}}{0,25 \text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1 - 0,82)]2,5}{0,25 \text{ g}} = 3,2 \text{ meq/g}$$

- AM 2 M

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05 \text{ N} - (0,05\text{N} \times 20 \text{ mL} - 0,05 \text{ N} \times 15,4 \text{ mL})] \frac{25 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}}{0,25 \text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1 - 0,77)]2,5}{0,25 \text{ g}} = 2,7 \text{ meq/g}$$

- AM 2,5 M

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05 \text{ N} - (0,05\text{N} \times 20 \text{ mL} - 0,05 \text{ N} \times 18,7 \text{ mL})] \frac{25 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}}{0,25 \text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1 - 0,935)]2,5}{0,25 \text{ g}} = 4,35 \text{ meq/g}$$

- Titrasi NaHCO_3

Tabel 2. Data titrasi NaHCO_3

Variasi Batang	V_t I (mL)	V_t II (mL)	V_t III (mL)	V_t Rata-rata (mL)
jagung				
BA	11,5	11	11,7	11,6
BD	10,1	10,4	10,6	10,5
AM 1,5 M	13,5	14	14,2	14,1
AM 2 M	12,7	13,2	13,4	13,3
AM 2,5 M	16	15,8	16,5	15,9

- BA

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05 \text{ N} - (0,05\text{N} \times 20 \text{ mL} - 0,05 \text{ N} \times 12,6 \text{ mL})] \frac{25 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}}{0,25 \text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1 - 0,58)]2,5}{0,25 \text{ g}} = 0,8 \text{ meq/g}$$

- BD

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05 \text{ N} - (0,05\text{N} \times 20 \text{ mL} - 0,05 \text{ N} \times 10,5 \text{ mL})] \frac{25 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}}{0,25 \text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1 - 0,525)]2,5}{0,25 \text{ g}} = 0,25 \text{ meq/g}$$

- AM 1,5 M

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05 \text{ N} - (0,05\text{N} \times 20 \text{ mL} - 0,05 \text{ N} \times 14,1 \text{ mL})] \frac{25 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}}{0,25 \text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1 - 0,705)]2,5}{0,25 \text{ g}} = 2,05 \text{ meq/g}$$

- AM 2 M

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05 \text{ N} - (0,05\text{N} \times 20 \text{ mL} - 0,05 \text{ N} \times 13,3 \text{ mL})] \frac{25 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}}{0,25 \text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1 - 0,665)]2,5}{0,25 \text{ g}} = 1,65 \text{ meq/g}$$

- AM 2,5 M

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05 \text{ N} - (0,05\text{N} \times 20 \text{ mL} - 0,05 \text{ N} \times 15,9 \text{ mL})] \frac{25 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}}{0,25 \text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1 - 0,205)]2,5}{0,25 \text{ g}} = 2,95 \text{ meq/g}$$

➤ Titrasi Na_2CO_3

Tabel 3. Data Titrasi Na_2CO_3

Variasi Batang jagung	V_t I (mL)	V_t II (mL)	V_t III (mL)	V_t Rata-rata (mL)
BA	22,5	23,3	23,9	23,6
BD	20,6	19,9	20,8	20,7
AM 1,5 M	24,7	25,4	25	25,2
AM 2 M	23	24,1	24,3	24,2
AM 2,5 M	27,1	26,5	27,1	27,05

- BA

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05 \text{ N} - (0,05\text{N} \times 30 \text{ mL} - 0,05 \text{ N} \times 23,6 \text{ mL})] \frac{25 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}}{0,25 \text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1,5 - 1,18)]2,5}{0,25 \text{ g}} = 1,8 \text{ meq/g}$$

- BD

$$\begin{aligned} n_{\text{csf}} &= \frac{[10\text{mL} \times 0,05\text{ N} - (0,05\text{ N} \times 30\text{ mL} - 0,05\text{ N} \times 20,7\text{ mL})] \frac{25\text{ mL}}{10\text{ mL}}}{0,25\text{ g}} \\ &= \frac{[0,5 - (1,5 - 1,035)] 2,5}{0,25\text{ g}} = 0,35\text{ meq/g} \end{aligned}$$

- AM 1,5 M

$$\begin{aligned} n_{\text{csf}} &= \frac{[10\text{mL} \times 0,05\text{ N} - (0,05\text{ N} \times 30\text{ mL} - 0,05\text{ N} \times 25,2\text{ mL})] \frac{25\text{ mL}}{10\text{ mL}}}{0,25\text{ g}} \\ &= \frac{[0,5 - (1,5 - 1,26)] 2,5}{0,25\text{ g}} = 2,6\text{ meq/g} \end{aligned}$$

- AM 2 M

$$\begin{aligned} n_{\text{csf}} &= \frac{[10\text{mL} \times 0,05\text{ N} - (0,05\text{ N} \times 30\text{ mL} - 0,05\text{ N} \times 24,2\text{ mL})] \frac{25\text{ mL}}{10\text{ mL}}}{0,25\text{ g}} \\ &= \frac{[0,5 - (1,5 - 1,21)] 2,5}{0,25\text{ g}} = 2,1\text{ meq/g} \end{aligned}$$

- AM 2,5 M

$$\begin{aligned} n_{\text{csf}} &= \frac{[10\text{mL} \times 0,05\text{ N} - (0,05\text{ N} \times 30\text{ mL} - 0,05\text{ N} \times 27,05\text{ mL})] \frac{25\text{ mL}}{10\text{ mL}}}{0,25\text{ g}} \\ &= \frac{[0,5 - (1,5 - 1,3525)] 2,5}{0,25\text{ g}} = 3,585\text{ meq/g} \end{aligned}$$

- Titrasi HCl

Tabel 4. Data Titrasi HCl

Variasi Batang jagung	V _t I (mL)	V _t II (mL)	V _t III (mL)	V _t Rata-rata (mL)
BA	6,4	5,8	6,2	6,3
BD	5,2	6	5,5	5,35
AM 1,5 M	8,3	8,5	8	8,4
AM 2 M	7,8	7,3	7,5	7,4
AM 2,5 M	8,2	8,5	8,7	8,6

- BA

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05 \text{ N} - (0,05\text{N} \times 20 \text{ mL} - 0,05 \text{ N} \times 6,3 \text{ mL})] \frac{25 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}}{0,25 \text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1 - 0,315)]2,5}{0,25 \text{ g}} = -1,85 \text{ meq/g}$$

- **BD**

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05 \text{ N} - (0,05\text{N} \times 20 \text{ mL} - 0,05 \text{ N} \times 5,35\text{mL})] \frac{25 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}}{0,25 \text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1 - 0,2675)]2,5}{0,25 \text{ g}} = -2,325 \text{ meq/g}$$

- **AM 1,5 M**

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05 \text{ N} - (0,05\text{N} \times 20 \text{ mL} - 0,05 \text{ N} \times 8,4 \text{ mL})] \frac{25 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}}{0,25 \text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1 - 0,42)]2,5}{0,25 \text{ g}} = -0,8 \text{ meq/g}$$

- **AM 2 M**

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05 \text{ N} - (0,05\text{N} \times 20 \text{ mL} - 0,05 \text{ N} \times 7,4 \text{ mL})] \frac{25 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}}{0,25 \text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1 - 0,37)]2,5}{0,25 \text{ g}} = -1,3 \text{ meq/g}$$

- **AM 2,5 M**

$$n_{\text{csf}} = \frac{[10\text{mL} \times 0,05 \text{ N} - (0,05\text{N} \times 20 \text{ mL} - 0,05 \text{ N} \times 8,6 \text{ mL})] \frac{25 \text{ mL}}{10 \text{ mL}}}{0,25 \text{ g}}$$

$$= \frac{[0,5 - (1 - 0,43)]2,5}{0,25 \text{ g}} = -0,7 \text{ meq/g}$$

➤ **Konsentrasi Gugus Aktif**

Total asam dinetralkan dengan NaOH, gugus dinetralkan dengan larutan NaHCO₃, kedua gugus dan lakton dinetralkan dengan larutan Na₂CO₃ dan gugus hidroksil dihitung dengan mengurangi gugus dan lakton dari total asam

Untuk menentukan konsentrasi gugus asam adalah sebagai berikut:

- Gugus = NaHCO₃
- Gugus lakton = Na₂CO₃ - NaHCO₃
- Gugus hidroksil = NaOH - NaHCO₃ - (Na₂CO₃ - NaHCO₃)

Tabel 5. Konsentrasi Gugus Aktif (Lakton dan Hidroksil)

Variasi Batang Jagung	Total Gugus Asam (meq/g)	Lakton (meq/g)	Hidroksil (meq/g)
BA	1,0	0,55	0,45
BD	0,45	0,1	0,35
AM 1,5 M	1,15	0,54	0,61
AM 2 M	1,05	0,45	0,6
AM 2,5 M	1,4	0,635	0,765

DOKUMENTASI



Batang jagung kering



Batang jagung yang sudah dihaluskan



Aktivasi asam sitrat 2,5 M



Aktivasi asam sitrat 1,5 M



Aktivasi asam sitrat 2 M





KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MALIKI MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN KIMIA

Gedung Sains dan Teknologi UIN Malang Lt.2 Jl. Gajayana 50 Malang Telp./Fax +62341558933
 www.uin-malang.ac.id Email: info uin@uin-malang.ac.id, kimia@uin-malang.ac.id

KARTU KONSULTASI PENELITIAN

Nama : Ainul Ma'rifah
 NIM : 12630078
 Judul Skripsi : Adsorpsi Logam Mn dan Pb Pada Limbah Laboratorium Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Kelang Menggunakan Batang Jagung Teraktivasi Asam Sitrat
 Pembimbing Utama : Eny Yulianti M.Si
 Pembimbing Agama :
 Konsultan : Rifatul Mahmudah M.Si

No	Tanggal	Materi Konsultasi	Catatan (ditulis tangan)	Tanda tangan (Pembimbing)
1.	7 Nopember 2016	Menentukan Tema Penelitian	Mempelajari penelitian Arini Mahbubah	
2.	13 Nopember 2016	Melanjutkan diskusi tentang tema penelitian	Disarankan mengikuti praktikum kencing ttg adsorpsi biosorben	
3.	1 Desember 2016	BAB 1	Ayat diletakkan setelah pembahasan limbah lab. UIN	
4.	13 Desember 2016	Revisi BAB 1	Mempelajari jurnal Ramos ttg metode penelitian dan pH pec.	
5.	19 Desember 2016	Revisi BAB 1	Mempelajari jurnal tentang karakterisasi gugus fungsi	
6.	9 Januari 2017	Revisi BAB 1 dan BAB 2	Membaca buku biokimia organik chemistry	
7.	10 Januari 2017	Pembagian Tema dg 2 teman penelitian	Dipayakan membuat bab 1-3 kemudian duplikat	
8.	15 Januari 2017	BAB 2 revisi	Ditambahkan pembahasan tentang limbah lab	
9.	23 Januari 2017	Diagram Alir Penelitian	Dihuliskan diagram alir yg tepat agar terlihat gambaran	
10.	7 Februari 2017	BAB 2 revisi	Ditambahkan pembahasan tentang toksisitas logam	
11.	23 Februari 2017	BAB 2 revisi	Ditambahkan pembahasan tentang kemampuan gugus fungsi	
12.	29 Februari 2017	BAB 2 revisi dan BAB 3	Untuk bab 3, dicari lagi jurnal yg berhubungan dg biosorben	
13.	1 Maret	BAB 2 revisi dan BAB 3	Untuk bab 2, ditambahkan pembahasan ttg esterifikasi	
14.	14 Maret 2017	BAB 3 dan bab 3	Ditambahkan di bab 2 tentang limbah uin, di bab 3 ttg tabel	
15.	15 Maret 2017	BAB 2 dan bab 3	Di bab 2 ditambahkan ttg HCAB Di bab 3 diperjelas hap perlakuan	
16.	17 Maret 2017	BAB 3	Disebabkan perlakuan karakterisasi disebutkan sampel yg diujikan	
17.	18 Maret 2017	BAB 3	Dikarakterisasi FTIR, XRF dan ICP dibuatkan diagram yg sampel	
18.	22 Maret 2017	BAB 3	Perlakuan di FTIR langsung si cara FTIR tolk perlu awal persiapan sampel	
19.	23 Maret 2017	BAB 1-3	Fiksasi dan ACE plus dirapikan mulai bab 1-3	
20.	23 Maret 2017	BAB 1-3	Fiksasi dan ditambahkan se-dilet di bab 3 pendektan sj	

