

**MODIFKASI BIOADSORBEN BATANG JAGUNG TERHADAP
PENGUNAAN ULANG (REGENERASI) ADSORBEN TERMODIFIKASI
ASAM SITRAT PADA METILEN BIRU**

SKRIPSI

**Oleh:
IKA NURHIDAYAH
NIM. 14630017**



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

**MODIFKASI BIOADSORBEN BATANG JAGUNG TERHADAP
PENGUNAAN ULANG (REGENERASI) ADSORBEN TERMODIFIKASI
ASAM SITRAT PADA METILEN BIRU**

SKRIPSI

**Oleh:
IKA NURHIDAYAH
NIM. 14630017**

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

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

**MODIFKASI BIOADSORBEN BATANG JAGUNG TERHADAP
PENGUNAAN ULANG (REGENERASI) ADSORBEN TERMODIFIKASI
ASAM SITRAT PADA METILEN BIRU**

SKRIPSI

**Oleh:
IKA NURHIDAYAH
NIM. 14630017**

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 22 Juni 2021**

Pembimbing I



**Eny Yulianti, M.Si
NIP. 19760611 200501 2 006**

Pembimbing II



**Susi Nurul Khalifah, M.Si
NIP. 19851020 20180201 2 240**

**Mengesahkan,
Ketua Program Studi**



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

**MODIFKASI BIOADSORBEN BATANG JAGUNG TERHADAP
PENGUNAAN ULANG (REGENERASI) ADSORBEN TERMODIFIKASI
ASAM SITRAT PADA METILEN BIRU**

SKRIPSI

**Oleh:
IKA NURHIDAYAH
NIM. 14630017**

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 22 Juni 2021**

Penguji Utama	: Rachmawati Ningsih, M.Si NIP. 19810811 200801 2 010	()
Ketua Penguji	: Lulu'atul Hamidatu Ulya, M. Sc NIDT. 19900906 20180201 2 239	()
Sekretaris Penguji	: Eny Yulianti, M.Si NIP. 19760611 200501 2 006	()
Anggota Penguji	: Susi Nurul Khalifah, M.Si NIP. 19851020 20180201 2 240	()

**Mengesahkan,
Ketua Program Studi**



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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ika Nurhidayah
NIM : 14630017
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Modifikasi Bioadsorben Batang Jagung Terhadap
Penggunaan Ulang (Regenerasi) Adsorben Termodifikasi Asam Sitrat Pada
Metilen Biru

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

Yang membuat pernyataan
Malang, 22 Juni 2021



Ika Nurhidayah
NIM. 14630017

MOTTO

**Lihatlah ke atas
untuk belajar lebih baik
dan
lihatlah ke bawah
untuk belajar mengucap syukur**

**Besar kecil apapun yang kau dapat, tetaplah selalu bersyukur.
Karena sesungguhnya
Allah mencintai hambanya yang pandai mensyukuri nikmat-Nya**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan rasa hormat, terima kasih, dan penghargaan setinggi-tingginya
kupersembahkan karya tulis ini kepada:

Ayah dan Ibu

Juga adik-adikku. . .

Terimakasih atas semua doa, support, serta semua pengorbanan yang tiada henti-hentinya mengalir untuk mengantarkanku menjadi orang yang berpendidikan dan mengerti arti perjuangan dalam kehidupan

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil 'Alamin, segala puji bagi Allah Penguasa alam semesta atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga proposal Skripsi yang berjudul “**Modifikasi Bioadsorben Batang Jagung terhadap Penggunaan Ulang (Regenerasi) Adsorben Termodifikasi Asam Sitrat pada Metilen biru**” dapat terselesaikan dengan baik, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, khususnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si selaku ketua jurusan kimia Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Eny Yulianti, M.Si selaku pembimbing utama yang sudah seperti ibu kedua dalam hidup penulis. Beliau telah memberikan bimbingan mengenai materi adsorben batang jagung, pengarahan, dan nasehat dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini.
5. Ibu Susi Nurul Khalifah, M.Si selaku pembimbing agama yang selalu memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyusunan laporan hasil penelitian ini.
6. Ibu dan Ayah atas kasih sayang dan doa yang senantiasa menyertai.

7. Teman-teman Jurusan Kimia UIN Malang angkatan 2014, khususnya kepada kakak tingkat riset adsorben batang jagung yang selalu memberikan bantuan
8. Semua pihak yang turut membantu dalam menyelesaikan penyusunan laporan hasil penelitian ini.

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

Malang, Maret 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
LEMBAR ORISINALITAS	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
ملخص البحث	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Batang Jagung Sebagai Biomassa	8
2.2 Aktivasi Adsorben	9
2.3 Modifikasi Adsorben Menggunakan Asam Sitrat.....	11
2.4 Batang Jagung Sebagai Adsorben Metilen biru	14
2.5 Desorpsi Adsorben Batang Jagung Menggunakan Asam Klorida ..	16
2.6 Analisis Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	22
3.2 Alat dan Bahan.....	22
3.2.1 Alat.....	22
3.2.2 Bahan	22
3.3 Rancangan Penelitian	22
3.4 Tahapan Penelitian	24
3.5 Cara Kerja	25
3.5.1 Preparasi Batang Jagung.....	25
3.5.2 Optimasi Analisis Metilen biru dengan Spektrofotometer UV-Vis	25
3.5.1.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Metilen biru	25
3.5.1.2 Penentuan Kurva Baku	25

3.5.3 Demineralisasi Adsorben batang jagung	26
3.5.4 Modifikasi Adsorben Batang Jagung	27
3.5.5 Penentuan Desorpsi dan regenerasi metilen biru	27
3.5.5.1 Adsorpsi Metilen biru Menggunakan Adsorben Batang Jagung	27
3.5.5.2 Desorpsi Metilen biru Menggunakan Adsorben Batang Jagung	27
3.5.5.3 Regenerasi Metilen biru Menggunakan Adsorben Batang Jagung	27
3.5.6 Analisis Data	28
3.5.6.1 Optimasi Analisis Metilen Biru Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.....	28
3.5.6.2 Karakterisasi Adsoeben Batang Jagung Menggunakan FTIR.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Preparasi Batang Jagung	29
4.2 Demineralisasi Batang Jagung	30
4.3 Modifikasi Batang Jagung.....	31
4.4 Optimasi Analisa Metilen biru Dengan UV-VIS	36
4.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum Metilen biru	36
4.4.2 Pembuatan Kurva Standart Metilen biru.....	36
4.5 Adsorpsi Metilen biru	38
4.6 Desorpsi Dan Regenerasi Metilen biru Menggunakan adsorben Batang Jagung.....	40
4.6.1 Desorpsi Metilen biru Menggunakan Adsorben Batang Jagung	40
4.6.2 Regenerasi Metilen biru Menggunakan Adsorben Batang Jagung	42
4.7 Hasil Penelitian Dalam Perspektif Islam.....	44
BAB V PENUTUP	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rumus molekul asam sitrat	11
Gambar 2.2 Reaksi selulosa (CF-OH) dengan asam sitrat.....	12
Gambar 2.3 Spektra IR Batang Jagung	13
Gambar 2.4 Spektra IR Batang Jagung	14
Gambar 2.4 Struktur Metilen biru	16
Gambar 2.5 Penggunaan Ulang Batang Jagung Termodifikasi	19
Gambar 2.6 Grafik Panjang Gelombang Optimum.....	20
Gambar 4.1 Batang Jagung Setelah diayak.....	29
Gambar 4.2 Perendaman Serbuk Batang Jagung (demin)	31
Gambar 4.3 Modifikasi Adsorben Batang Jagung	32
Gambar 4.4 Mekanisme Reaksi Esterifikasi	33
Gambar 4.5 Spektra IR.....	34
Gambar 4.6 Panjang Gelombang Optimum Metilen biru	35
Gambar 4.7 Kurva Standart.....	36
Gambar 4.8 Konsentrasi Metilen biru Dengan Batang Jagung.....	37
Gambar 4.9 Desorpsi Metilen biru.....	40
Gambar 4.10 Regenerasi Batang Jagung Murni Dan Modifikasi	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Identifikasi Gugus Fungsi Batang Jagung	35
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rancangan Penelitian	52
Lampiran 2 Diagram Alir	53
Lampiran 3 Pembuatan Reagen dan Perhitungan	57

ABSTRAK

Nurhidayah, Ika. 2021. **Modifikasi Bioadsorben Batang Jagung Terhadap Penggunaan Ulang (Regenerasi) Adsorben Termodifikasi Asam Sitrat Pada Metilen biru** Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Eny Yulianti, M.Si; Pembimbing II: Luluatul Hamidatu Ulyah, M,Si

Kata Kunci : batang jagung, metilen biru, desorpsi, regenerasi

Limbah batang jagung terbukti dapat digunakan sebagai adsorben dalam penyisihan zat warna metilen biru. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemungkinan regenerasi adsorben batang jagung murni dan adsorben batang jagung modifikasi dengan menggunakan agen desorpsi asam yakni HCl 1M. hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase desorpsi metilen biru menggunakan adsorben batang jagung modifikasi lebih besar daripada adsorben batang jagung murni. Kapasitas adsorpsi metilen biru terbesar diperoleh dari adsorben batang jagung yang telah dimodifikasi yaitu 86% dan 84% sedangkan persentase yang diperoleh dari batang jagung murni yakni 76% dan 73%. Penelitian ini menunjukkan bahwa batang jagung modifikasi dapat digunakan untuk regenerasi adsorben batang jagung yang telah digunakan dalam penyisihan metilen biru, ditinjau dari kapasitas adsorpsi yang dihasilkan

ABSTRACT

Nurhidayah, Ika. 2021. **Modification of Corn Stalk Bioadsorbent Against Reuse (Regeneration) Adsorbent Modified Citric Acid in Methylene Blue**. Thesis. Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor I: Eny Yulianti, M.Si; Advisor II: Luluatul Hamidatu Ulyah, M, Si

Keywords: corn stalks, methylene blue , desorption, regeneration

Corn stalk waste has been proven to be used as an adsorbent in removal of methylene blue dye. This study aims to examine the possibility of regeneration of pure corn stem adsorbent and modified corn stalk adsorbent using acid desorption agent, HCl 1M. The results showed that the percentage of methylene blue desorption using modified corn stem adsorbent was greater than pure corn stem adsorbent. The largest adsorption capacity of metilen biruwas obtained from modified corn stalk adsorbents, namely 86% and 84%, while the percentages obtained from pure corn stalks were 76% and 73%. This study shows that modified corn stalks can be used to regenerate the adsorbent corn stalks that have been used in metilen biruremoval, in terms of the resulting adsorption capacity.

مستخلص البحث

نور هداية، إيكّا. 2021. تعديل ساق الذرة للحيوية الممتازة على إعادة استخدام الممتازة المعدلة بحمض الستريك (التجديد) في الميثيلين الأزرق. البحث العلمي. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. المشرف الأول: أني يولياني الماجستير، المشرف الثاني: لولوة الحميدة عليا الماجستير.

الكلمة المفتاحية: ساق الذرة، الميثيلين الأزرق، الامتزاز، التجديد

يمكن استخدام نفايات من ساق الذرة للممتازات في بدل من المواد الميثيلين الأزرق. سكريبس هذه الدراسة إلى اختبار إمكانية تجديد الممتازات الساق الذرة النقية والساق الذرة المعدلة الممتازات باستخدام وكلاء الإمتزاز الحمضية وهي واحد مولار من حمض الهيدروكلوريك. وأظهرت النتائج أن النسبة المئوية للزبد الميثيلين الأزرق الذي يستخدم الممتازات الساق الذرة المعدلة، هو أكبر من الممتازات للساق الذرة النقية. وحصل النتيجة بأنّ أكبر قدرة يحصل من الميثيلين الأزرق بالممتازات الساق الذرة المعدلة وهي: ستة وثمانون٪ و أربعة وثمانون٪، وأما يحصل في النسبة المئوية من ساق الذرة النقية هي ستة و سبعون٪ و ثلاثة و سبعون٪. بيّن هذا البحث أن ساق الذرة المعدلة يمكن استخدامها لتجديد الممتازات الساق الذرة التي استخدمت في بدل الميثيلين الأزرق، استنادا إلى القدرة الممتازات الناتجة.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi industri pada masa sekarang ini semakin lama semakin pesat, yang semuanya bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan hidup manusia. Walaupun demikian kemajuan yang dicapai tidak pernah terlepas dari resiko negatif yang berpengaruh terhadap perubahan lingkungan melalui pencemaran yang pada akhirnya akan berdampak pada manusia. Dalam industri tekstil, zat warna merupakan salah satu bahan baku utama, sekitar 10-15% dari zat warna yang sudah digunakan tidak dapat dipakai ulang dan harus dibuang. Selain mencemari lingkungan, zat warna tersebut juga dapat membahayakan keanekaragaman hayati dan mengganggu kesehatan, misalnya iritasi kulit, iritasi mata dan kanker. Bahkan zat warna juga dapat menyebabkan terjadinya mutasi (Mathur, 2005).

Limbah zat warna yang dihasilkan umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable*, yang sebagian besar menyebabkan pencemaran lingkungan di perairan Wijaya et . al (2006). Salah satu zat warna yang sering digunakan adalah metilen biru. Pewarna ini memiliki gugus benzena yang menyebabkan sulit didegradasi Christina et. al (2007). Zat warna metilen biru menjadi perhatian besar dalam proses pengolahan limbah karena senyawanya yang sulit diuraikan. Senyawa ini bersifat toksik, menyebabkan mutasi genetik dan berpengaruh pada reproduksi Lewis et. al (1987).

Limbah pabrik tekstil memiliki zat pencemar yang sangat variatif berupa zat warna yang 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 mencipikan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).

Ayat di atas menyebutkan bahwa telah terjadi kerusakan baik di darat maupun di laut yang disebabkan oleh tangan-tangan manusia. Salah satu kerusakan lingkungan yang sering terjadi adalah masalah pencemaran lingkungan seperti aktivitas pada industri zat warna.

Salah satu metode yang digunakan untuk penghilangan zat warna adalah adsorpsi dan alternatif dalam pengolahan limbah yang mengandung zat warna adalah penggunaan bahan-bahan biomassa sebagai biosorben. Salah satu bahan biologis yang bisa digunakan sebagai adsorben adalah batang jagung, penggunaan biomassa terutama batang jagung sebagai adsorben memiliki kelebihan untuk menghilangkan zat warna dari limbah cair dengan biaya yang rendah dan lebih ramah lingkungan Wen *et. al* (2017).

Kapasitas atau daya adsorpsi suatu adsorben dapat ditingkatkan dengan proses aktivasi. Salah satu cara aktivasi adsorben yaitu dengan aktivasi kimia yang merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia yang dapat membersihkan permukaan pori. Aktivasi juga digunakan untuk menghilangkan logam-logam mineral yang masih tertempel

dalam biomassa atau biasa disebut demineralisasi. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Agustina dan Yeti (2008) proses yang terjadi pada tahap demineralisasi adalah mineral yang terkandung dalam sampel akan bereaksi dengan HCl sehingga terjadi pemisahan mineral dari adsorben. Terjadinya proses pemisahan mineral ditunjukkan dengan terbentuknya gas CO₂ berupa gelembung udara pada saat larutan HCl ditambahkan dalam sampel sehingga penambahan HCl ke dalam sampel dilakukan secara bertahap agar sampel tidak meluap.

Ramos, dkk. (2012) dalam penelitiannya menggunakan asam sitrat untuk memodifikasi biosorben tongkol jagung. Asam sitrat digunakan untuk membentuk gugus ester melalui reaksi esterifikasi. Hasil karakterisasi biosorben tongkol jagung menggunakan FTIR menunjukkan bahwa pada tongkol jagung teraktivasi asam sitrat terdapat peningkatan intensitas puncak gugus ester yang ditandai pada bilangan gelombang 1731-1737 cm⁻¹. Hasil tersebut menunjukkan bahwa situs ester terbentuk dan bertambah pada aktivasi dengan menggunakan asam sitrat. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa adsorben tongkol jagung yang termodifikasi asam sitrat memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 42,9 mg/g sedangkan untuk tongkol jagung tanpa modifikasi memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 1,62 mg/g.

Wen et. al. (2017) dalam penelitiannya menggunakan batang jagung termodifikasi asam poliakrilat sebagai biosorben untuk menyerap zat warna metilen biru. Asam poliakrilat digunakan untuk membentuk ester melalui reaksi esterifikasi dengan gugus hidroksil pada batang jagung. Biosorben sebelum dimodifikasi memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 70 mg/g, sedangkan setelah dimodifikasi memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 340 mg/g.

Salah satu biomassa yang dapat digunakan sebagai adsorben adalah batang jagung. Jagung termasuk salah satu komoditas strategis dalam pembangunan pertanian dan perekonomian Indonesia. Batang jagung merupakan komponen terbesar tanaman jagung yang mencapai 83,28% total berat biomassa. Sisa batang jagung setelah panen mengandung 53% selulosa, 15% hemiselulosa, 16% lignin, dan 16% komponen lainnya (Mahbubah, 2016). Sedangkan pada penelitian Wu, dkk. (2017) kandungan selulosa pada batang jagung mencapai 78,7%. Hal ini menunjukkan bahwa batang jagung merupakan salah satu biomassa pertanian yang berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai adsorben.

Salah satu keuntungan menggunakan biomaterial sebagai adsorben adalah mudah diregenerasi. Regenerasi dapat dilakukan melalui desorpsi sehingga logam-logam yang telah disisihkan dapat dikumpulkan kembali (*recovery*) dan adsorbennya dapat digunakan kembali (*reuse*). Desorpsi dapat dilakukan dengan mengontakkan adsorben yang telah digunakan dengan larutan yang dikenal dengan agen desorpsi. Agen desorpsi yang digunakan dapat berupa asam, basa, dan netral. Beberapa penelitian tentang proses regenerasi telah dilakukan, seperti penelitian oleh Shinta Indah dan Rohaniah, 2014 dalam penelitiannya menggunakan kulit jagung sebagai adsorben dalam penyisihan logam Fe dan Mn dalam air tanah yang agen desorpsinya menggunakan HCl 0,1 M, NaOH 0,1 M, dan akuades. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara berturut-turut persentase desorpsi Fe dan Mn dengan menggunakan HCl 0,1 M > NaOH 0,1 M > akuades. Pada percobaan menggunakan air tanah asli dengan agen desorpsi akuades, diperoleh kapasitas adsorpsi Fe dan Mn dari air tanah asli adalah sebesar 0,433 mg Fe/g dan 0,430 mg Fe/g dan 0,044 mg Mn/g dan 0,043 mg Mn/g, berturut-turut pada *reuse* I dan *reuse*

II. Penelitian menunjukkan bahwa akuades merupakan agen terbaik untuk regenerasi kulit jagung yang telah digunakan dalam penyisihan logam Fe dan Mn, ditinjau dari kapasitas adsorpsi yang dihasilkannya.

Wen dkk. (2017) melakukan penelitian tentang desorpsi dan *reusability*. Desorpsi adsorbat dari adsorben sangat penting untuk membuatnya dapat diperbarui. Pada penelitian Wen (2017) menunjukkan bahwa serat batang jagung yang dicangkokkan asam poliakrilat memiliki *reusability* yang baik. Meskipun ada kemungkinan penurunan kapasitas adsorpsi yang lemah yang dihasilkan dari berkurangnya stabilitas bahan di asam kuat, kapasitas adsorpsi pada metilen biru masih tetap 263 mg/g.

Berdasarkan kajian di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan modifikasi batang jagung menggunakan asam sitrat dengan konsentrasi 1 M sebagai biosorben metilen biru dan untuk menganalisis kemampuan batang jagung dalam menyisihkan zat warna metilen biru setelah didesorpsi dan diregenerasikan sebanyak 1 kali pemakaian. Analisis metilen biru diukur menggunakan UV-Vis dan dikarakterisasi menggunakan FTIR untuk mengetahui perubahan gugus fungsi sebelum dan setelah dimodifikasi, pada saat didesorpsi dan pada saat diregenerasikan sebanyak 1 kali pemakaian pada permukaan batang jagung.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pola desorpsi dari biosorben batang jagung terhadap metilen biru?

2. Bagaimana regenerasi biosorben batang jagung selama 1 kali pemakaian untuk adsorpsi metilen biru?
3. Bagaimana karakter FTIR biosorben batang jagung pada tahap modifikasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut

1. Untuk mengetahui pola desorpsi dari biosorben batang jagung terhadap metilen biru
2. Untuk mengetahui pengaruh regenerasi biosorben batang jagung selama 1 kali pemakaian untuk adsorpsi metilen biru?
3. Untuk mengetahui karakter FTIR biosorben batang jagung pada tahap modifikasi?

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Sampel batang jagung yang digunakan adalah limbah pertanian yang berasal dari Gondanglegi Kabupaten Malang
2. Karakterisasi yang dilakukan menggunakan FTIR

1.5 Manfaat Penelitian

1. Untuk bidang akademis, diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi tentang karakteristik biosorben batang jagung yang telah termodifikasi asam sitrat dan hasil adsorpsinya terhadap limbah cair berwarna.

2. Untuk Masyarakat, diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi tentang manfaat pengolahan limbah batang jagung untuk mengadsorpsi limbah zat warna sehingga dapat bernilai ekonomi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batang Jagung Sebagai Biomassa

Beberapa tahun terakhir proporsi penggunaan jagung oleh industri pakan telah mencapai 50 persen dari total kebutuhan nasional. Pada 20 tahun kedepan, penggunaan jagung untuk pakan diperkirakan terus meningkat hingga lebih dari 60 persen dari total kebutuhan nasional setelah tahun 2020 (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2010). Selama tahun 2009-2013, rata-rata produksi tanaman jagung di Indonesia mencapai 18,3 juta ton per tahun berdasarkan perhitungan Badan Pusat Staistik (BPS) dan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan.

Menurut Wen *et al* (2017) limbah pertanian terutama batang jagung lebih ramah lingkungan dan ekonomis untuk dijadikan sebagai adsorben karena mengandung selulosa yang kaya akan gugus hidroksil. Rahmayani dan Siswarni (2013) menyatakan berbagai hasil dari limbah pertanian yang memiliki kadar selulosa tinggi dapat dimanfaatkan sebagai adsorben alternatif, salah satunya adalah adsorben dari limbah batang jagung (*Zea mays L.*). Dan dari berbagai penelitian tersebut banyak potensi dari limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan.

Batang jagung setelah panen mengandung 53% selulosa, 15% hemiselulosa, 16% lignin, dan 16% komponen lainnya (Mahbubah, 2016). Penelitian Daud Z., dkk, (2010) menyatakan bahwa batang jagung memiliki kandungan selulosa 39%, hemiselulosa 42% dan lignin 7,3%, sedangkan pada penelitian Wu (2017) kandungan selulosa pada batang jagung mencapai 78,7 %.

Allah SWT menciptakan berbagai macam tumbuhan untuk di manfaatkan oleh manusia, Allah SWT berfirman dalam QS. Thaha : 53 yaitu :

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَّكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِنْ نَبَاتٍ شَتَّىٰ

Artinya : “Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan Yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam. (QS. Thaha: 53)”

Shihab (2002) dalam tafsir Al- Misbah menjelaskan bahwa, beragam jenis tumbuhan dengan aneka variasi penciptaan yang luar biasa merupakan bentuk pembuktian keagungan atas kekuasaan-Nya. Allah SWT menciptakan bermacam-macam jenis tumbuhan adalah untuk kemaslahatan umat manusia, diantaranya sebagai sumber kebutuhan hidup manusia yang memberikan manfaat. Salah satunya digunakan sebagai adsorben untuk menyerap metilen biru pada limbah zat warna.

2.2 Aktivasi Adsorben

Kemampuan penyerapan dari suatu adsorben akan meningkat apabila dilakukan proses aktivasi. Proses aktivasi dapat dilakukan dengan aktivasi secara fisika maupun aktivasi secara kimia Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dari CO₂. Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, gas CO₂, O₂, dan N₂. Gas-gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada adsorben sehingga memperluas permukaannya, menghilangkan konstituen yang mudah menguap dan membuang produksi air atau hidrokarbon-hidrokarbon pengotor pada adsorben (Sembiring dan Sinaga, 2003).

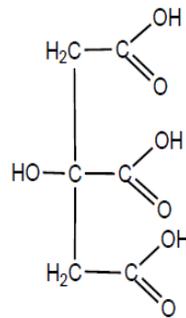
Sedangkan aktivasi kimia merupakan aktivasi dengan penambahan bahan kimia. Aktivator yang sering digunakan antara lain sulfat, klorida, fosfat dari logam alkali tanah, hidroksida logam alkali, dan asam-asam anorganik seperti H_2SO_4 dan H_3PO_4 . Keuntungan aktivasi kimia yaitu tidak memerlukan suhu tinggi, mendapatkan hasil yang lebih tinggi, dan mikropori dapat dikontrol (Wu *et al*, 2017). Perlakuan aktivasi menggunakan larutan asam dapat melarutkan pengotor pada suatu material, sehingga mulut pori menjadi lebih terbuka, akibatnya luas permukaan spesifik porinya menjadi meningkat.

Asam klorida merupakan salah satu aktivator kimia untuk proses demineralisasi. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Nurmasari (2008) yang melakukan demineralisasi menggunakan HCl 0,1 M pada tandan kosong kelapa sawit untuk mendekomposisi kandungan mineral dan mendesorpsi logam-logam yang telah terikat pada dinding sel biomasa melalui pertukaran ion. Proses yang terjadi pada tahap demineralisasi akan menambah situs aktif yang dapat digunakan untuk adsorpsi. Proses yang terjadi pada tahap demineralisasi adalah mineral yang terkandung dalam sampel akan bereaksi dengan HCl sehingga terjadi pemisahan mineral dalam sampel. Terjadinya proses pemisahan mineral ditunjukkan dengan terbentuknya gas CO_2 berupa gelembung udara pada saat larutan HCl ditambahkan dalam sampel (Nurmasari 2008).

Nurmasari (2008) melakukan penelitian tentang adsorpsi Kromium(III) menggunakan biomassa termodifikasi. Biomassa dimodifikasi dengan perlakuan demineralisasi dengan menggunakan HCl 0,1 M. Hasil dari penelitian tersebut didapatkan persentase adsorpsi untuk biomassa termodifikasi sebesar 84,54%.

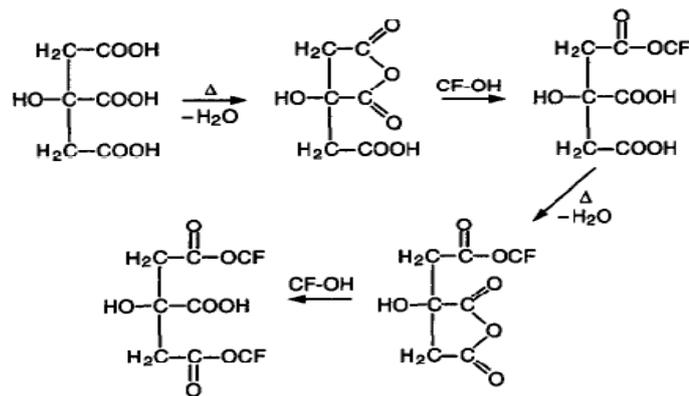
2.3 Modifikasi Adsorben Menggunakan Asam Sitrat

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



Gambar 2.1 Rumus molekul asam sitrat (Mahbubah, 2016)

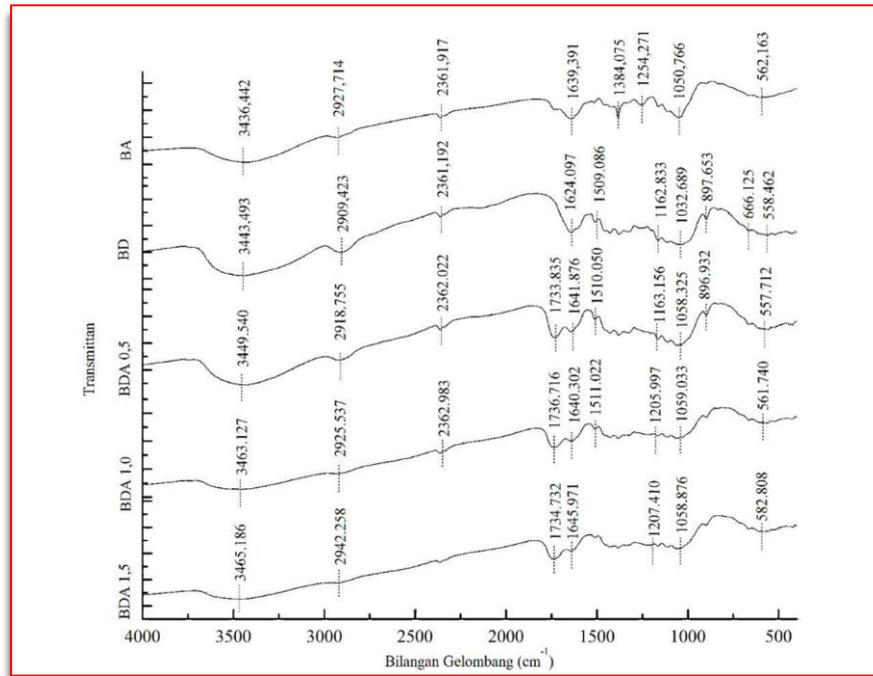
Kapasitas adsorpsi dari tongkol jagung yang dimodifikasi dapat dikaitkan dengan situs karboksilat yang terbentuk pada permukaan tongkol jagung ketika bereaksi dengan selulosa (Wing, R. E., 1996). Ketika molekul asam sitrat yang terikat pada selulosa saat modifikasi kimia terdapat situs karboksilat yang masuk kedalam permukaan tongkol jagung (Vaughan, dkk., 2011).



Gambar 2.2 Reaksi selulosa (CF-OH) dengan asam sitrat (Wing, 1996)

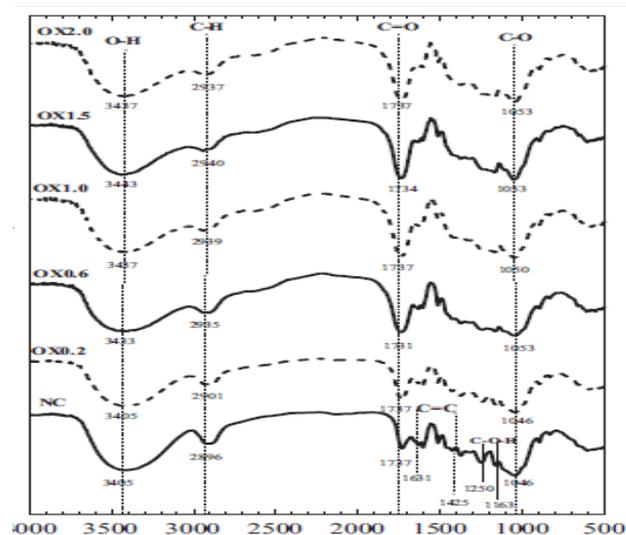
Modifikasi dengan asam sitrat bertujuan untuk menambah situs aktif dalam selulosa. Gugus aktif yang terkandung antara lain gugus karboksil, hidroksil, dan lakton. Reaksi antara asam sitrat dan selulosa perlu dipanaskan untuk memaksimalkan reaksi, Mahbubah (2016) melakukan karakterisasi gugus aktif batang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

Ramos, dkk. (2012) dalam penelitiannya menggunakan asam sitrat untuk memodifikasi biosorben tongkol jagung. Asam sitrat digunakan untuk membentuk gugus ester melalui reaksi esterifikasi. Hasil penelitian Ramos, dkk menunjukkan bahwa adsorben tongkol jagung yang termodifikasi asam sitrat memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 42,9 mg/g sedangkan untuk tongkol jagung tanpa modifikasi memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 1,62 mg/g.



Gambar 2.3 Spektra IR batang jagung alami (BA), batang jagung terdelignifikasi (BD), batang jagung terdelignifikasi dan teraktivasi asam sitrat (BDA 0,5; BDA 1,0; BDA 1,5)

Gambar 2.4 menunjukkan bahwa sebelum dimodifikasi dengan menggunakan asam sitrat tidak terbentuk gugus ester pada bilangan gelombang 1700 cm^{-1} . Setelah dimodifikasi dengan menggunakan asam sitrat terdapat gugus ester pada bilangan gelombang 1700 cm^{-1} , hasil ini menunjukkan bahwa modifikasi biosorben menggunakan asam sitrat dapat membentuk gugus ester melalui proses esterifikasi (Mahbubah,2016).



Gambar 2.4 Spektrum inframerah dari batang jagung alami (NC), batang jagung teraktivasi asam sitrat (OX0,2; OX0,6; OX1,0; OX1,5; dan OX2,0) (Leyva-Ramos et. al 2012)

Hasil penelitian dari (Leyva-Ramos et. al 2012). Menunjukkan bahwa Reaksi antara asam sitrat dan tongkol jagung menyebabkan peningkatan intensitas pita gugus karbonil ester, hal ini karena peningkatan jumlah $-COO$ di tongkol jagung setelah dimodifikasi. Pita ini terletak di $1731-1737\text{ cm}^{-1}$ dan meningkat drastis ketika konsentrasi asam sitrat adalah 0,6 M. Perlakuan dengan konsentrasi asam sitrat lebih besar dari 0,6 M, menunjukkan peningkatan intensitas pita sangat lambat. Total gugus asam maksimum yaitu pada konsentrasi asam sitrat 1,0 M. Hasil ini menegaskan bahwa gugus karboksilat terikat pada tongkol jagung selama aktivasi kimia dengan asam sitrat.

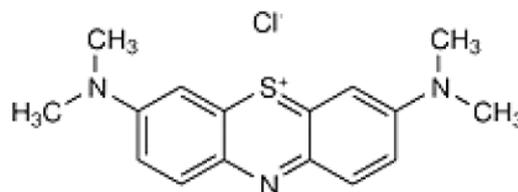
2.4 Batang Jagung sebagai Biosorben Metilen biru

Batang jagung digunakan sebagai adsorben karena memiliki sifat yang ramah lingkungan dan ekonomis. Batang jagung mengandung selulosa sebesar 36,9–41,43 % (Wang et. al 2016). Selulosa kaya akan hidroksil di mana banyak kemungkinan reaksi kimia terjadi pada selulosa. Pada penelitian Wen et. al (2017), batang jagung termodifikasi asam poliakrilik digunakan untuk mengadsorpsi metilen biru. Proses adsorpsi metilen biru termasuk adsorpsi kimia di mana terjadi *ion-exchange* dengan adsorben.

Adsorpsi merupakan peristiwa terakumulasinya partikel pada permukaan. (Atkins, 1999). Kemampuan adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya adalah ukuran partikel, luas permukaan adsorben, pH, waktu kontak, konsentrasi adsorbat, dan suhu.

Salah satu faktor adsorben yang sering diperhatikan yaitu luas permukaan dan ukuran partikel. Semakin luas permukaan adsorben maka tumbukan efektif antar partikel akan meningkat dan semakin kecil ukuran partikel adsorben maka proses adsorpsi berlangsung lebih cepat (Atkins, 1999). Beberapa penelitian menggunakan ukuran biosorben batang jagung yang berbeda-beda, di antaranya pada penelitian Mahbubah (2016) menggunakan batang jagung dengan ukuran 100 mesh.

Metilen biru merupakan salah satu zat warna yang sering digunakan karena mudah didapatkan dengan harga terjangkau. Zat warna ini berperan penting sebagai warna dasar dalam proses pewarnaan di industri kulit, kain mori, dan kain katun. Penggunaan Metilen biru dapat menimbulkan beberapa efek seperti iritasi jika tersentuh kulit, iritasi saluran pencernaan jika tertelan, dan menimbulkan sianosis jika terhirup (Hamdaoui dan Chiha, 2006). Senyawa ini memiliki rumus molekul $C_{16}H_{18}ClN_3S$ dengan bobot molekul 319,91 gram/mol, berwarna hijau tua, tidak berbau, dan stabil dalam udara serta mudah larut dalam air (larutannya berwarna biru tua), kloroform, dan alkohol. Suhu optimal pada penyerapan Metilen biru adalah $30^{\circ}C$ (Wen et. al 2017).



Gambar 2.5 Struktur metilen biru (Falahiyah, 2015)

Metilen biru mempunyai warna komplementer berupa warna biru dengan spektrum cahaya pada panjang gelombang daerah visibel yaitu antara 500-700 nm,

sehingga penentuan panjang gelombang maksimum digunakan range pada panjang gelombang tersebut (Day dan Underwood, 2002).

Pada penelitian Wen et. al (2017) menjelaskan bahwa ion Metilen biru terserap lebih banyak pada permukaan batang jagung termodifikasi asam poliakrilik dengan pH yang semakin tinggi. Hal ini karena muatan permukaan batang jagung lebih luas pada nilai pH yang lebih tinggi. Kemurnian tinggi pada *Metilen biru* dapat diperoleh dengan ekstraksi dari larutan warna mentah pada pH 9,5 – 10. pH larutan berwarna merupakan hal yang perlu diperhatikan pada prosedur adsorpsi karena pH menunjukkan kemampuan adsorpsi dari metilen biru.

2.5 Desorpsi Adsorben Batang Jagung Menggunakan Asam Klorida

Desorpsi adalah peristiwa pelepasan molekul dan ion dari permukaan molekul/ion. Desorpsi yang terjadi pada ekstraksi padat-cair merupakan peristiwa keluarnya analit yang terkandung di dalam sedimen (padatan) ke dalam larutan. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap desorpsi adalah waktu kontak, konsentrasi pelarut, konsentrasi zat terlarut dalam sedimen, kandungan organik/anorganik dalam sedimen dan salinitas (Supriyanto dan Muzakki, 2009).

Pengaruh suhu terhadap proses desorpsi adalah dengan bertambahnya suhu reaksi, maka kelarutan akan meningkat, sehingga proses desorpsi semakin cepat. Demikian juga pengaruh waktu kontak dan ukuran butiran, semakin lama waktu kontak dan semakin kecil ukuran butiran akan memperluas permukaan sehingga proses desorpsi yang terjadi semakin cepat (Supriyanto dan Muzakki, 2009).

Supriyanto dan Muzakki (2009) meneliti proses desorpsi logam berat pada sedimen sungai daerah muria dengan campuran pelarut asam, masing-masing HF +

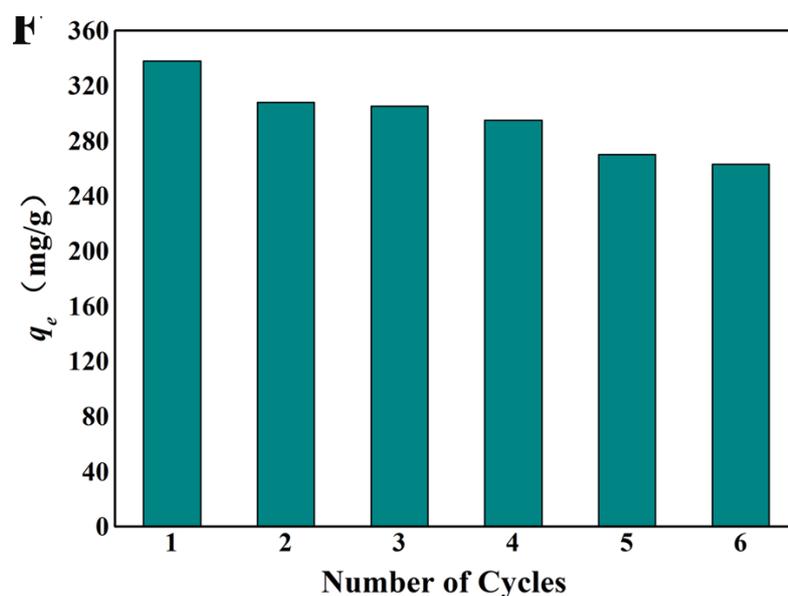
HNO_3 ; $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$, dan HCl . Proses desorpsi logam Cr dalam 5 (lima) macam sedimen masing-masing yang terbaik adalah menggunakan campuran pelarut asam HF 40% + HNO_3 65% dibandingkan dengan 2 pelarut lainnya. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Supriyanto dan Muzakki (2009) yang menyatakan bahwa asam nitrat dan asam klorida mempunyai kemampuan yang tinggi untuk melarutkan senyawa organik tetapi kurang baik untuk melarutkan senyawa anorganik (silika) yang terdapat dalam sedimen sungai, sedangkan asam fluorida (HF) merupakan pelarut yang dapat melarutkan senyawa-senyawa silika yang terdapat di dalam sedimen.

Penelitian desorpsi membantu dalam menjelaskan mekanisme pelepasan ion logam dan perolehan kembali logam yang terikat adsorben dan juga untuk regenerasi dan daur ulang adsorben, yang pada akhirnya dapat mengurangi biaya operasional dan melindungi lingkungan. Wankasi et. al (2005) melakukan desorpsi logam untuk menilai pendaurulangan biomassa palem Nypa, reagen desorpsi yang digunakan adalah asam, basa dan netral dikontakkan dengan biomassa yang berbeda-beda. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak antara logam terikat biomassa dan reagen desorpsi, semakin tinggi jumlah ion logam yang diperoleh kembali dari biomassa. Hal itu juga terlihat dari desorpsi dalam media asam untuk kedua ion logam yang lebih cepat daripada dalam media basa dan media netral.

Proses adsorpsi digunakan sebagai alternatif dalam pengolahan air limbah sedangkan desorpsi dan regenerasi adsorben sangat penting untuk membantu mengurangi biaya dan kemungkinan dapat mendesorpsi logam yang diekstrak dari fasa cair. Proses desorpsi menghasilkan logam dalam bentuk terkonsentrasi, yang

dapat mengembalikan adsorben menjadi efektif digunakan kembali. Dalam beberapa tahun terakhir, teknik-teknik baru untuk meregenerasi adsorben telah menarik minat yang cukup besar. Prosedur regenerasi termasuk perlakuan termal, ekstraksi kimia, iradiasi gelombang mikro dan regenerasi ultrasonik. Ekstraksi kimia menggunakan NaOH, HCl dan HNO₃ paling sering diterapkan untuk meregenerasi adsorben. HCl digunakan untuk melepaskan logam, dan persentase pemulihan logam berkisar antara 76,92% sampai 99,60%. Tapi hanya sedikit studi tentang mekanisme desorpsi dan proses re-adsorpsi (Qing-zhu et. al 2008).

Desorpsi terjadi bila proses adsorpsi yang terjadi sudah maksimal, permukaan adsorben jenuh/tidak jenuh mampu lagi menyerap adsorbat dan terjadi kesetimbangan. Desorpsi biomassa dapat dilakukan dengan menggunakan larutan tertentu untuk memulihkan kemampuan biomassa agar tidak rusak dan dapat digunakan kembali. Larutan yang biasa digunakan untuk desorpsi yaitu HCl, H₂SO₄, asam asetat, dan HNO₃ dengan konsentrasi yang bervariasi tergantung pada jenis alga dan logam yang diserap (Volesky and Diniz, 2005)

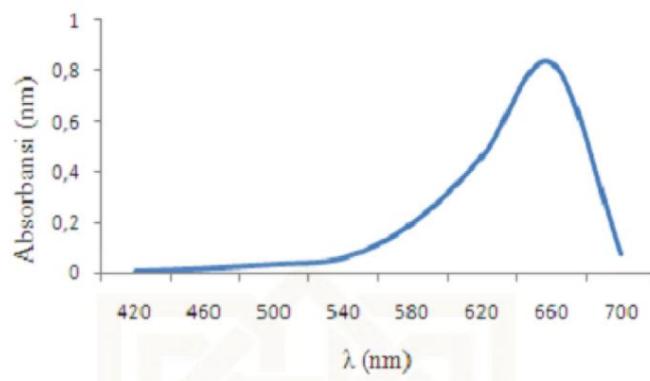


Gambar 2.6 Penggunaan Ulang Batang Jagung Termodifikasi (Wen et. al 2017).

Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.5 bahwa serat batang jagung yang dicangkokkan dengan asam poliakrilat pada permukaannya akan menjadi serat batang jagung termodifikasi melalui reaksi esterifikasi. Metode ini dilakukan untuk menghilangkan kontaminan kationik dari larutan air yakni (Metilen biru, Malasit Hijau, ST dan RhB). Hasil yang diperoleh yakni semuanya menunjukkan kapasitas adsorpsi yang tinggi dan juga berfungsi untuk mempertahankan kerangka serat yang melekat dan menunjukkan pemisahan yang mudah. Kapasitas adsorpsi yang diperoleh oleh metilen biru adalah 370 mg/g dan untuk adsorpsi dan desorpsi, serat batang jagung termodifikasi dapat digunakan sebagai adsorben yang menjanjikan untuk aplikasi praktis karena biaya rendah dan kinerja *supplay* elektronik tinggi (Wen et. al 2017).

2.6 Analisis Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk analisis kualitatif maupun kuantitatif. Analisis kuantitatif dengan mengetahui spektrum absorbansi hingga diperoleh panjang gelombang (λ) optimum dari unsur atau senyawa, selanjutnya dibuat kurva standar (dengan membuat preparasi larutan standar) dan dihitung nilai konsentrasi sampel (J.Mendham, 1994). Pemilihan panjang gelombang optimum perlu dibuat kurva hubungan antara absorbansi dengan panjang gelombang dari suatu larutan baku pada konsentrasi tertentu. Herlina (2014) dalam penelitiannya tentang studi adsorpsi-desorpsi Metilen biru pada kitosan telah mengukur panjang gelombang optimum pada 420-700 nm dengan konsentrasi Metilen biru 5 ppm.



Gambar 2.7 Grafik panjang gelombang optimum Metilen biru (Herlina, 2014)

Pembuatan Kurva Baku dilakukan dengan membuat seri larutan baku dari zat yang akan dianalisis dengan berbagai konsentrasi. Masing-masing absorbansi larutan dengan berbagai konsentrasi diukur kemudian dibuat kurva hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi. Herlina (2014) membuat kurva standar Metilen biru pada konsentrasi 0, 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm

Data absorbansi hasil pengukuran dimasukkan dalam persamaan regresi kurva baku larutan zat warna yang sudah diperoleh sebelumnya. Hasil perhitungan tersebut akan diperoleh konsentrasi zat warna sisa yakni zat warna yang tidak terserap oleh adsorben. Banyaknya konsentrasi zat warna yang teradsorpsi dapat dihitung dengan cara konsentrasi zat warna awal (C_0) dikurangi dengan konsentrasi zat warna sisa (C_t) (Widhianti, 2010).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Oktober 2020 sampai bulan Desember 2020 di Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi seperangkat alat gelas laboratorium, kertas saring, timbangan analitik, pH-meter, wadah plastik, oven, *magnetic stirrer*, *hot plate*, buret, *shaker*, Spektrofotometer UV-Vis, dan FTIR.

3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi limbah batang jagung kering dari pertanian di Kabupaten Malang, asam sitrat 0,5 M, asam klorida (HCl) 0,1 M, NaOH 0,1 N, zat warna metilen biru, AgNO₃, dan akuades.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan penelitian eksperimental di laboratorium. Penentuan panjang gelombang maksimum metilen biru menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-700 nm, selanjutnya

dilakukan penentuan kurva baku metilen biru dengan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Hasil absorbansi dan regresi yang didapat digunakan untuk menentukan konsentrasi metilen biru.

Sampel batang jagung kering dicuci bersih dan dikeringkan di bawah sinar matahari. Batang jagung kering dipotong-potong dengan ukuran ± 5 cm, dicuci dengan aquades dan dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 24 jam. Kemudian sampel batang jagung didemineralisasi dengan larutan HCl 0,1 N selama 24 jam. Setelah itu dicuci dengan akuades hingga bebas dari ion Cl^- dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C . Selanjutnya biosorben batang jagung direndam dalam larutan asam sitrat 0,5 M dan dipanaskan. Setelah itu dibiarkan dingin dan larutan dipisahkan dari sampel batang jagung. Kemudian sampel batang jagung dikeringkan dalam oven dan selanjutnya dibiarkan dingin. Batang jagung yang telah dimodifikasi dicuci menggunakan akuades sampai pH netral. Selanjutnya batang jagung dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C sampai berat konstan.

Dilakukan penentuan desorpsi dan *reusability* biosorben batang jagung termodifikasi dan biosorben batang jagung tidak termodifikasi dengan tahapan larutan metilen biru diambil 350 mg/L masing-masing 100 mL. Diatur pH menjadi pH 7 dengan ditambahkan 12 mL buffer pH 7. Diambil masing-masing 0,5 gram batang jagung kemudian *dishaker* dengan kecepatan 120 rpm selama 5 jam dan disaring diambil adsorbennya. Biosorben batang jagung termodifikasi dan biosorben batang jagung tidak termodifikasi setelah digunakan mengadsorpsi metilen biru dilakukan desorpsi dengan cara dicuci bersih dengan akuades setelah itu ditambahkan 0,1 N HCl kemudian *dishaker* dan disaring setelah itu diaktivasi

dengan 2 M NaOH dan dicuci dengan air demin sampai netral. Kemudian tahapan *reusability* yaitu dengan cara adsorben yang telah digunakan untuk mendesorpsi metilen biru dioven dan metilen biru yang terserap akan diregenerasikan, dan dilakukan sebanyak 6 kali siklus regenerasi.

3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Preparasi batang jagung
2. Demineralisasi biosorben batang jagung menggunakan HCl 0,1 N
3. Modifikasi biosorben batang jagung menggunakan asam sitrat 0,5 M
4. Optimasi pengukuran metilen biru menggunakan UV-Vis
5. Penentuan pengaruh adsorpsi metilen biru menggunakan biosorben batang jagung murni dan biosorben batang jagung modifikasi
6. Penentuan pengaruh desorpsi metilen biru menggunakan biosorben batang jagung murni dan biosorben batang jagung modifikasi
7. Penentuan pengaruh regenerasi metilen biru menggunakan biosorben batang jagung murni dan biosorben batang jagung modifikasi
8. Karakterisasi biosorben batang jagung menggunakan FTIR

3.5 Cara Kerja

3.5.1 Preparasi Batang Jagung

Batang jagung sisa panen dibersihkan dan dipisahkan dari daunnya, setelah itu dikeringkan di bawah sinar matahari hingga mengering. Batang jagung yang

kering dipotong menjadi bagian-bagian kecil. Potongan batang jagung selanjutnya digiling halus dan diayak dengan ukuran $\pm 100-200$ mesh.

3.5.2 Optimasi Analisis Metilen biru dengan Spektrofotometer UV-Vis

3.5.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Metilen biru

Metilen biru sebanyak 5 ppm diambil 10 mL dan dimasukkan dalam kuvet, kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-700 nm dan dicatat panjang gelombang maksimumnya.

3.5.2.2 Penentuan Kurva Baku

Metilen biru dengan konsentrasi 0,7; 1,4; 2,8; 4,2 dan 5,6 ppm diambil 5 mL dalam gelas beaker 50 mL dan ditambah 40 mL akuades. Kemudian larutan dibuat pHnya menjadi pH 7 dengan menambahkan HCl/NaOH 0,1 N dan diukur dengan pH meter, dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambah akuades sampai tanda batas. Masing-masing larutan dimasukkan dalam kuvet dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum, kemudian dibuat kurva standar dengan sumbu x menyatakan konsentrasi dan sumbu y menyatakan absorbansi.

3.5.3 Demineralisasi Adsorben Batang Jagung

Sampel batang jagung berukuran ± 5 cm diambil 40 gram dan direndam menggunakan HCl 0,1 M selama 24 jam. Setelah itu dicuci dengan akuades hingga bebas dari ion Cl^- . Keberadaan ion Cl^- dapat dideteksi dengan penambahan AgNO_3 pada air pencucian 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 suhu 60°C selama 24 jam.

3.5.4 Modifikasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan Asam Sitrat (Ramos *et al.*, 2012)

Biosorben batang jagung diambil 40 gram dan direndam dalam 300 mL larutan asam sitrat 0,5 M. Larutan yang berisi batang jagung dipanaskan selama 2 jam pada suhu 60°C . Setelah itu dibiarkan dingin dan larutan dipisahkan dari sampel batang jagung. Kemudian sampel batang jagung dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam. Suhu dinaikkan sampai 120°C selama 3 jam sebagai proses dehidrasi untuk mengurangi kandungan air dan pengotor yang masih menutupi permukaan batang jagung, selanjutnya dibiarkan dingin. Batang jagung yang telah dimodifikasi dicuci beberapa kali menggunakan akuades sampai pH netral. Selanjutnya batang jagung dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C sampai berat konstan.

3.5.5 Penentuan Desorpsi dan Regenerasi Metilen biru Menggunakan adsorben Batang Jagung (Wen *et al.*, 2017)

3.5.5.1 Adsorpsi Metilen biru Menggunakan Adsorben Batang Jagung

Disiapkan larutan metilen biru 350 mg/L sebanyak 100 mL dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL. Kemudian adsorben batang jagung diambil sebanyak 0,5 gram dan *dishaker* dengan kecepatan 120 rpm selama 5 jam setelah

itu disaring dan diambil adsorbennya. Tahap adsorpsi tersebut dilakukan untuk adsorben batang jagung murni dan batang jagug modifikasi.

3.5.5.2 Desorpsi Metilen biru Menggunakan Adsorben Batang Jagung

Adsorben batang jagung setelah digunakan mengabsorpsi metilen biru dicuci bersih dengan akuades untuk menghilangkan pewarna yang tidak teradsorpsi, kemudian ditambahkan 0,1 M HCl untuk melakukan desorpsi setelah itu ditempatkan ke dalam *shaker* dengan kecepatan 120 rpm selama 24 jam dan disaring untuk diambil adsorbennya. Selanjutnya diaktivasi dengan 2 M NaOH dan di cuci dengan air demineralisasi sampai netral dan diambil adsorbennya. Tahap adsorpsi tersebut dilakukan untuk adsorben batang jagung murni dan batang jagug modifikasi.

3.5.5.3 Regenerasi Metilen biru Menggunakan Adsorben Batang Jagung

Adsorben batang jagung setelah digunakan untuk mendesorpsi metilen biru kemudian dioven dan metilen biru yang terserap akan diregenerasikan, dan dilakukan sebanyak 1 kali siklus regenerasi. Tahap adsorpsi tersebut dilakukan untuk adsorben batang jagung termodifikasi dan batang jagug tanpa modifikasi.

3.5.6 Analaisis Data

3.5.6.1 Optimasi Analisis Metilen biru Menggunakan Spektrofotometer

UV-Vis

Data pada penelitian ini diperoleh dari hasil analisis spektrofotometer UV-Vis berupa data panjang gelombang sebagai analisis kualitatif. Analisis kuantitatif

untuk spektrofotometer UV-Vis dilakukan dengan memasukan data absorbansi sampel yang dianalisis ke dalam persamaan regresi yang diperoleh dari kurva kalibrasi, sehingga diperoleh konsentrasi metilen biru.

3.5.6.2 Karakterisasi Adsorben 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 dengan menggunakan 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. Pada penelitian ini sampel yang akan dikarakterisasi dengan FTIR antara lain, batang jagung murni, batang jagung termodifikasi asam sitrat, adsorpsi batang jagung murni, adsorpsi batang jagung modifikasi, desorpsi batang jagung murni, desorpsi batang jagung modifikasi.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Batang Jagung

Batang jagung dikeringkan melalui proses penjemuran dibawah sinar matahari. Terjadi perubahan warna pada batang jagung saat proses penjemuran yang awalnya batang jagung berwarna coklat muda menjadi berwarna coklat tua. Penjemuran batang jagung dilakukan untuk mengurangi kadar air dalam batang jagung sehingga mempermudah proses penggilingan dan diperoleh serbuk batang jagung yang tidak menggumpal. Batang jagung yang telah dikeringkan kemudian dipotong kecil-kecil dan digiling menggunakan mesin untuk mendapatkan serbuk batang jagung. Tujuan dari penggilingan adalah untuk memperluas permukaan batang jagung dan juga untuk mempermudah pada proses selanjutnya yang ditampilkan pada Gambar 4.1. Serbuk yang didapatkan kemudian diayak menggunakan ayakan 100-200 mesh. Serbuk batang jagung diayak menggunakan ayakan 100 mesh dan diambil serbuk yang lolos dari ayakan tersebut. Serbuk yang didapatkan kemudian di ayak kembali menggunakan ayakan 200 mesh dan diambil bagian serbuk yang tidak lolos ayakan. Serbuk batang jagung yang didapatkan kemudian dicuci dengan menggunakan aquades untuk menghilangkan pengotornya. Serbuk batang jagung yang telah dicuci kemudian dipanaskan menggunakan oven pada suhu 60⁰C untuk menghilangkan kadar airnya tetapi tidak sampai merusak adsorben batang jagung.



Gambar 4.1 Preparasi adsorben batang jagung (a) sebelum, dan (b) sesudah

4.2 Demineralisasi Batang Jagung

Serbuk batang jagung yang telah dipreparasi kemudian diaktivasi. Aktivasi merupakan proses perendaman sampel dalam larutan asam, dengan tujuan untuk menghilangkan mineral-mineral yang dapat mengganggu proses adsorpsi, sehingga dapat mengaktifkan gugus-gugus fungsi dan luas permukaan adsorben bertambah. Adsorben batang jagung diaktivasi menggunakan larutan HCl 0,1 M kemudian direndam selama 24 jam, Perendaman dilakukan untuk mendesorpsi logam-logam atau pengotor yang berada di permukaan batang jagung. Pada tahap ini terjadi penurunan berat batang jagung yang memiliki berat awal 100 gram menjadi 96,47 gram. Penurunan berat batang jagung ini diduga disebabkan oleh hilangnya mineral-mineral yang ada pada batang jagung. Karena adanya mineral alami yang mengalami penurunan dan peningkatan persentase (Royana, dkk. 2016).



Gambar 4.2 Perendaman Serbuk batang jagung dengan menggunakan HCl 0,1 M.

Setelah perendaman serbuk batang jagung dicuci hingga terbebas dari ion Cl^- menggunakan aquades. Keberadaan ion Cl^- dapat dideteksi menggunakan AgNO_3 dengan cara ditetaskan pada air hasil pencucian batang jagung. Ketika endapan putih sudah tidak terbentuk, maka dapat dianggap bahwa batang jagung tidak mengandung ion Cl^- .

4.3 Modifikasi Batang Jagung

Modifikasi dilakukan dengan pemanasan pada suhu 60°C selama 2 jam. Pemanasan ini bertujuan untuk memaksimalkan reaksi esterifikasi antara selulosa dengan asam sitrat. Pada penelitian Leyva-Ramos, dkk. (2012) melaporkan bahwa asam sitrat yang mengalami dehidrasi pertama karena proses pemanasan diubah menjadi anhidrat reaktif yang dapat bereaksi dengan gugus hidroksil dalam selulosa yang kemudian terbentuk ester. Batang jagung dikeringkan dalam oven bertujuan untuk mengurangi kandungan air pada sampel.

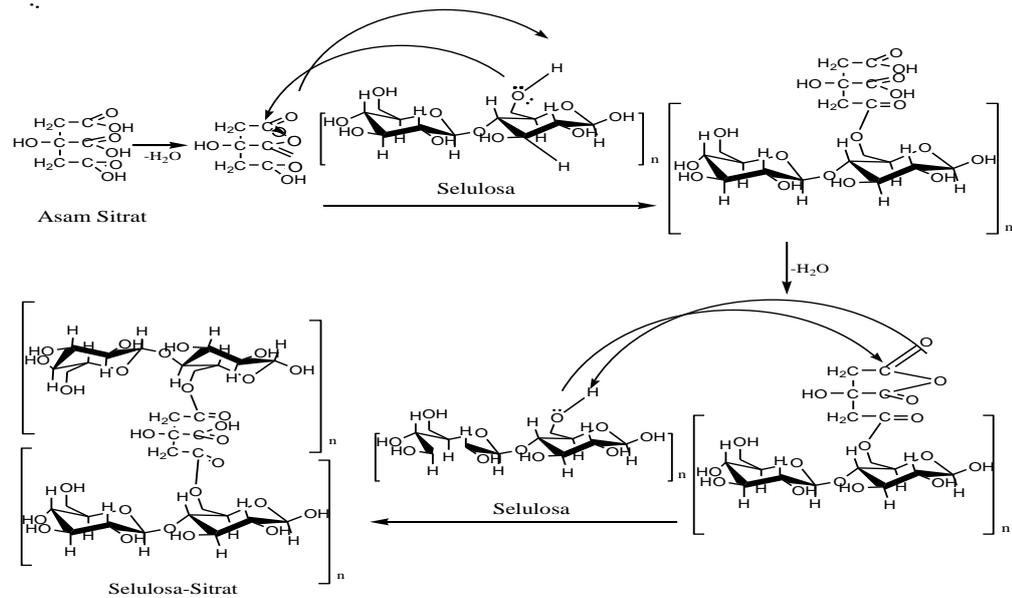
Setelah bebas dari ion Cl^- dilakukan tahap modifikasi menggunakan asam sitrat yang bertujuan menambah gugus aktif dalam selulosa, sehingga diharapkan dengan munculnya gugus ester maka akan semakin meningkat ikatan antara gugus aktif

dengan metilen biru. Gugus aktif tersebut antara lain gugus karboksil, hidroksil, dan lakton. Reaksi yang terjadi adalah reaksi esterifikasi, kemudian gugus aktif pada batang jagung akan bertambah dengan kemunculan salah satu gugus yaitu ester. Zheng, (2016) menyatakan bahwa gugus hidroksil dalam selulosa pada batang jagung mempunyai peran penting dalam proses adsorpsi. Kapasitas adsorpsi metilen biru pada batang jagung dapat ditingkatkan melalui reaksi esterifikasi antara selulosa dengan asam sitrat.

Ramos, dkk. (2012) menyebutkan penggunaan asam sitrat sebagai aktivator batang jagung menyebabkan terjadinya reaksi esterifikasi yang membentuk ester, ester berperan penting dalam proses adsorpsi yang menambah daya serap terhadap adsorbat. Pemanasan dengan disertai pengadukan menyebabkan asam sitrat akan masuk pada permukaan batang jagung secara homogen dan reaksi berjalan maksimal.



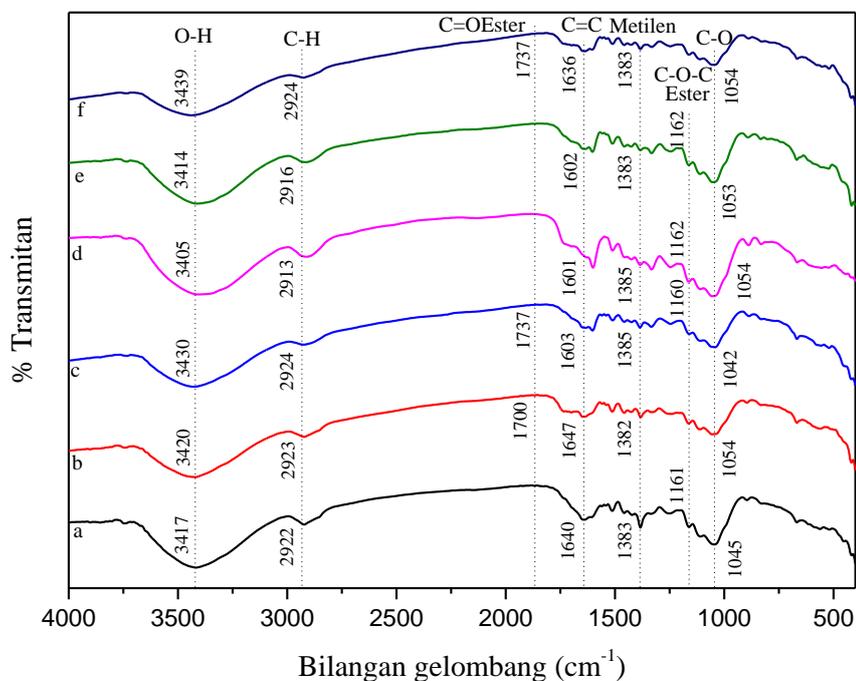
Gambar 4.3 Modifikasi Biosorben



Gambar 4.4 Mekanisme reaksi esterifikasi selulosa dengan asam sitrat (Thanh, dkk., 2009)

Reaksi pada Gambar 4.4 menunjukkan adanya gugus hidroksil dan karboksil pada batang jagung termodifikasi asam sitrat. Menurut Thanh dan Nhung (2009), hemiselulosa mudah terhidrolisis oleh asam atau basa encer, sedangkan selulosa dan lignin lebih kuat dan tahan terhadap hidrolisis. Setelah dicuci dengan basa, selulosa dan lignin yang tersisa dapat bereaksi dengan asam sitrat selama modifikasi. Pada penelitian ini tidak dilakukan pencucian dengan basa, namun dengan asam encer yaitu HCl yang mampu menghidrolisis hemiselulosa. Kelompok hidroksil selulosa dikombinasikan dengan asam sitrat anhidrida untuk membentuk gugus ester dan menghadirkan gugus karboksil pada batang jagung. Molekul asam sitrat akan masuk pada permukaan batang jagung secara homogen sehingga esterifikasi bisa terjadi secara sempurna pada biomasa. Reaksi esterifikasi terjadi antara molekul asam sitrat yang memiliki gugus karboksilat berikatan dengan selulosa dari batang jagung yang memiliki gugus hidroksil sehingga terbentuk

gugus ester. Adanya gugus ester akan meningkatkan kemampuan adsorpsi batang jagung.



Gambar 4.5 Spektra IR Batang Jagung (a) Alami, (b) Modifikasi, (c) Adsorpsi modif, (d) Adorbsi ori, (e) Desorbsi ori, (f) Desorbsi modif

Berdasarkan hasil spektra IR batang jagung alami, dan batang jagung setelah modifikasi menunjukkan modus vibrasi pada bilangan gelombang 3417 dan 3420cm^{-1} menjelaskan adanya gugus O-H *stretching band* kuat dan melebar, bilangan gelombang 2922 dan 2923cm^{-1} menunjukkan C-H *stretching band* untuk atom karbon sp^3 , bilangan gelombang 1054cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-O eter dari selulosa dan bilangan gelombang 1161cm^{-1} menunjukkan C-O-H vibrasi selulosa. Setelah proses modifikasi muncul puncak baru pada bilangan gelombang 1700cm^{-1} menunjukkan vibrasi C=O yang menandai adanya gugus ester. Hal ini menunjukkan bahwa gugus karboksil dari asam sitrat telah berikatan dengan

selulosa pada batang jagung. Kemunculan gugus ester ini sesuai dengan penelitian Leyva-Ramos et al. (2012), Mahbubah (2016), dan Wen et al. (2017). Konsentrasi asam sitrat maksimum terlihat pada luas area serapan yang lebih besar pada batang jagung termodifikasi asam sitrat 1 M. Peningkatan ini disebabkan jumlah ikatan COO (ester) yang lebih banyak setelah dimodifikasi asam sitrat. Hal ini akan berpengaruh pada peningkatan kemampuan adsorpsi batang jagung dengan penurunan kadar metilen biru lebih besar.

Tabel 4.1 Hasil identifikasi gugus fungsi batang jagung

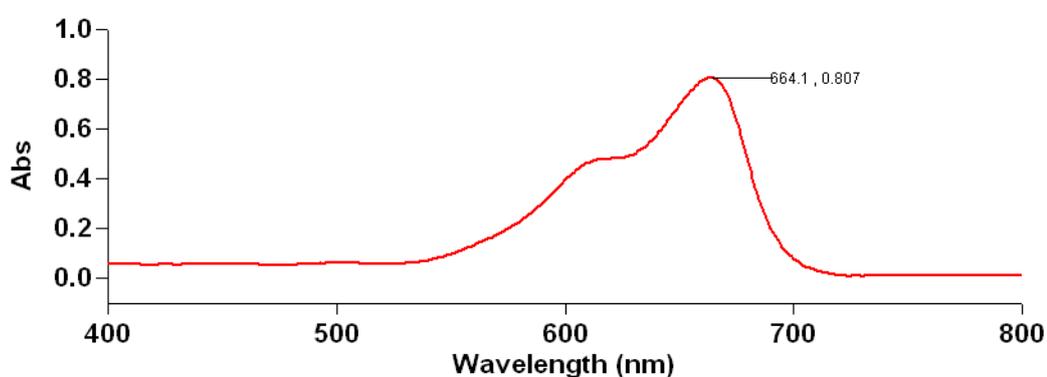
Rentang Bilangan gelombang(cm^{-1})	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})					
		BO	BM	BAO	BAM	BDO	BDM
3700-3200	O-H	3417	3420	3405	3430	3414	3449
3000-2800	C-H	2922	2923	2913	2924	2916	2924
1870-1550	C=O	-	1700	-	1737	-	1737
1178-1155	C-O-H	1161	-	1162	1160	1162	-
1310-1020	C-O	1045	1054	1054	1042	1053	1054

Keterangan: Batang jagung Murni(BO), Batang Jagung Modifikasi (BM), Adsorpsi Batang Jagung Murni (BAO), Adsorpsi Batang Jagung Modifikasi (BAM), Desorpsi Batang Jagung Murni (BDO), Desorpsi Batang Jagung Modifikasi (BDM).

4.4 Optimasi Analisis Metilen Biru Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

4.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum Metilen Biru

Metilen biru mempunyai warna komplementer berupa warna biru dimana spektrum cahayanya berada pada panjang gelombang daerah visibel yaitu antara 500-700 nm (Falahiyah, 2015), sehingga pada penentuan panjang gelombang optimum digunakan range pada daerah panjang gelombang tersebut.



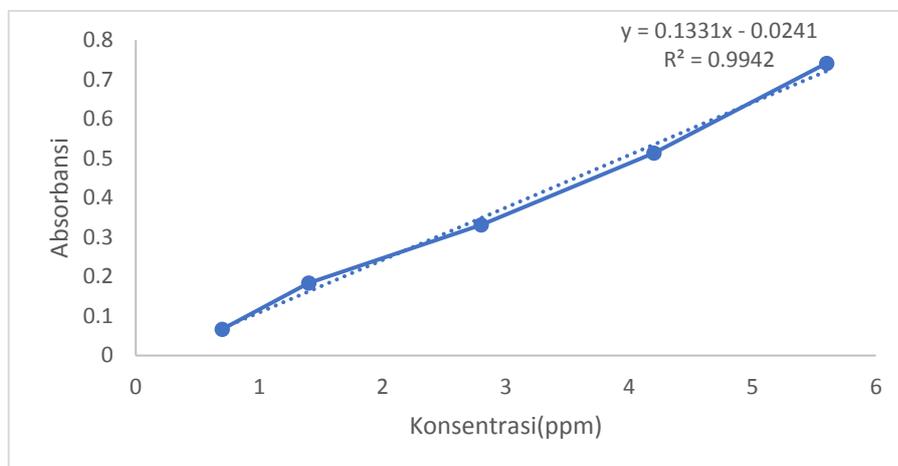
Gambar 4.6 Panjang gelombang optimum metilen biru pada pH 7

Berdasarkan kurva tersebut metilen biru memiliki panjang gelombang optimum sebesar 664,1 nm karena pada panjang gelombang tersebut muncul puncak pada pengukuran metilen biru. Berdasarkan hasil penentuan panjang gelombang metilen biru ini maka pengukuran setiap sampel yang menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dilakukan pada panjang gelombang 664,1 nm.

4.4.2 Pembuatan Kurva Standar Metilen Biru

Pembuatan kurva baku dilakukan untuk membuat kurva hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi metilen biru. Variasi konsentrasi metilen biru yang digunakan yaitu 0; 0,7; 1,4; 2,8; 4,2; dan 5,6 ppm Selanjutnya pengukuran

dilakukan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang optimum yaitu 664,1 nm.

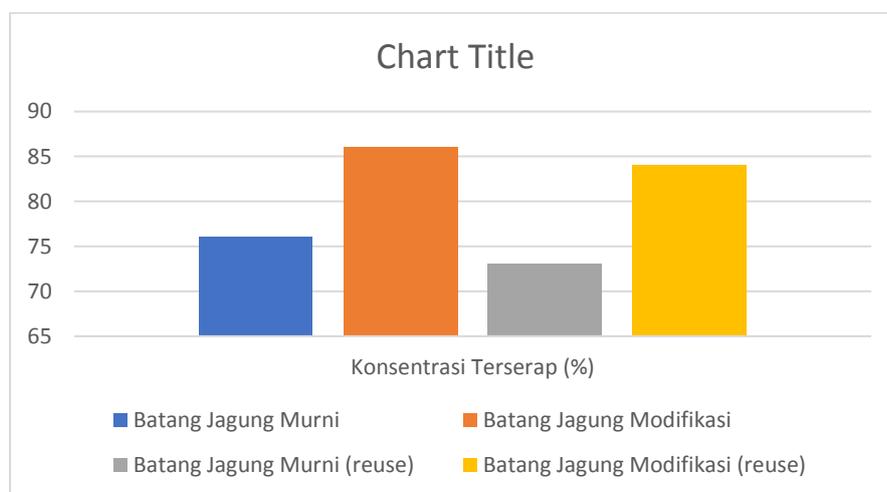


Gambar 4.7 Kurva standar metilen biru

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi larutan metilen biru yang digunakan, maka nilai absorbansi juga meningkat. Hasil pembuatan kurva standar larutan metilen biru ini telah memenuhi hukum Lambert-Beer. Persamaan regresi linear yang diperoleh yaitu $y = 0,13306x - 0,02407$ dengan $R^2 = 0,9942$ dimana y adalah absorbansi dan x adalah konsentrasi metilen biru. Berdasarkan nilai koefisien regresi R^2 yang mendekati 1, maka hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi menjadi linear dan sesuai dengan hukum Lambert-Beer. Persamaan regresi linear dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi metilen biru setelah pengukuran absorbansi sampel metilen biru menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

4.5 Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Biosorben Batang Jagung

Batang jagung hasil demineralisasi dan modifikasi asam sitrat selanjutnya digunakan untuk mengadsorpsi metilen biru. Tujuan adsorpsi ini untuk mengetahui modifikasi asam sitrat terbaik dengan penurunan konsentrasi metilen biru terbesar. Hasil adsorpsi batang jagung terhadap metilen biru dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:



Gambar 4.8 Hubungan konsentrasi metilen biru dengan batang jagung

Adsorpsi metilen biru dilakukan dengan cara merendam 0,5 gram biosorben di dalam 100 mL metilen biru konsentrasi 350 ppm. Biosorben yang terendam kemudian di *shaker* 24 jam dengan kecepatan 120 rpm. Setelah selesai larutan dipisah menggunakan kertas saring dan diambil filtratnya. Filtrat yang didapatkan kemudian diatur pHnya menjadi pH 7 dan di *sentrifuge* untuk diambil lapisan atasnya. Larutan yang didapatkan kemudian diukur serapannya menggunakan Spektrofotometer UV-Vis untuk mendapatkan konsentrasi akhirnya.

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa Kapasitas adsorpsi terjadi peningkatan pada adsorben batang jagung yang telah ditambahkan asam sitrat, yakni pada batang jagung modifikasi menghasilkan kapasitas adsorpsi sebanyak 86%.

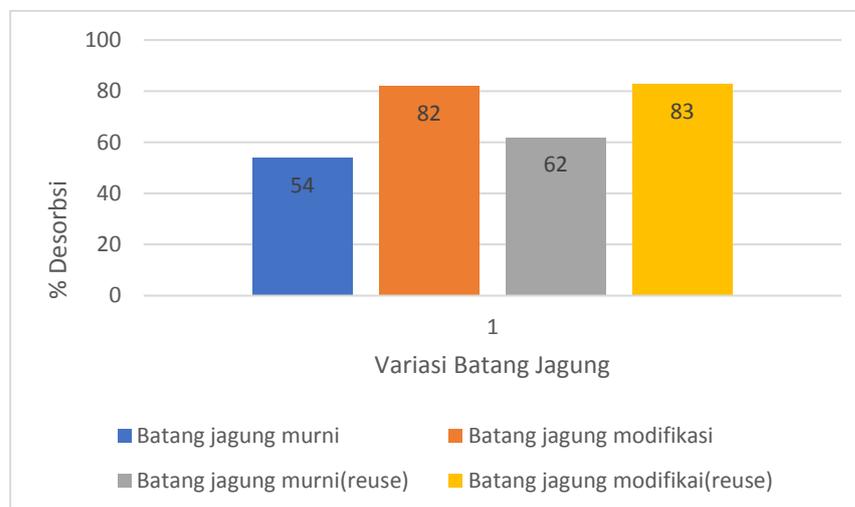
Kapasitas adsorpsi pada batang jagung termodifikasi asam sitrat 0.5 M sangat berpotensi untuk dipakai ulang karena hasil kapasitas adsorpsi yang diperoleh dari awal tidak jauh berbeda dengan hasil kapasitas adsorpsi setelah dipakai ulang. Batang jagung termodifikasi asam sitrat 0.5 M menunjukkan bahwa gugus ester yang terbentuk pada reaksi esterifikasi lebih banyak karena semakin meningkat gugus ester maka daya adsorpsi akan semakin besar, hal ini dikarenakan gugus ester memiliki lebih banyak elektron yang mampu mengikat ion-ion metilen biru daripada batang jagung tanpa modifikasi asam sitrat. Menurut S. Chen, dkk (2011) kapasitas adsorpsi dapat ditingkatkan dengan meningkatkan situs adsorpsi melalui modifikasi gugus fungsi. Proses adsorpsi sangat ditentukan oleh gugus asam karboksilat, walaupun ada pula gugus lain yang dapat berperan dalam adsorpsi seperti hidroksil (-OH) dan amina (-NH₂). Gugus karboksil pada biomassa dapat ditingkatkan dengan metode esterifikasi asam sitrat pada biomassa. Ketika dipanaskan asam sitrat menghasilkan anhidrat reaktif yang dapat bereaksi dengan gugus hidroksil pada selulosa untuk menghasilkan ester. Sehingga gugus karboksil yang lain pada asam sitrat dapat digunakan untuk membentuk interaksi dengan kation (Wing, R.E, 1996).

4.6 Desorpsi dan Regenerasi Metilen Biru Menggunakan Adsorben Batang Jagung

4.6.1 Desorpsi Metilen Biru Menggunakan Adsorben Batang Jagung

Desorpsi merupakan proses pelepasan kembali spesi-spesi yang telah berikatan dengan sisi aktif dari permukaan mikroorganisme sebagai biosorben. Selain untuk mengatasi permasalahan yang timbul akibat proses adsorpsi, desorpsi juga dapat digunakan untuk meregenerasi biosorben sehingga dapat digunakan kembali serta dapat mengekstrak logam yang telah terikat pada biosorben. Adapun perbandingan

% desorpsi yang didapat untuk proses desorpsi metilen biru dapat dilihat pada tabel berikut:



Gambar 4.9 Desorpsi metilen biru pada adsorben batang jagung

Berdasarkan gambar di atas terlihat bahwa % desorpsi paling besar didapat pada adsorben batang jagung yang termodifikasi asam sitrat dengan persentase mencapai 82 % dan 83% hal ini disebabkan karena pada saat HCl digunakan sebagai agen desorpsi, H^+ yang ada akan berusaha untuk berikatan dengan permukaan batang jagung yang diaktivasi dengan asam sitrat sehingga akan menambahkan gugus aktif dalam selulosa kemudian ikatan antara gugus aktif dengan metilen biru akan semakin meningkat. Selanjutnya H^+ akan berkompetisi dengan ion-ion metilen biru yang telah terikat di permukaan batang jagung dan akibat kompetisi tersebut ion – ion metilen biru dapat terlepas kembali ke larutan. Pada agen penukar proton seperti HCl, ion- ion H^+ yang dilepaskan oleh HCl memiliki ikatan yang sangat kuat terhadap permukaan adsorben (Wankasi, *et al.*, 2005).

Persentase desorpsi terendah di dapat pada adsorben batang jagung murni dengan persentase 54% dan 65% yang kemungkinan disebabkan karena gugus-gugus tersebut menjadi kurang terprotonasi sehingga ion-ion logam yang berikatan sukar terlepas dari adsorben, hal ini dikarenakan pada adsorben batang jagung murni tidak ada penambahan asam sitrat sehingga didapatkan % desorpsi yang kecil, karena dengan adanya penambahan asam akan menyebabkan protonasi.

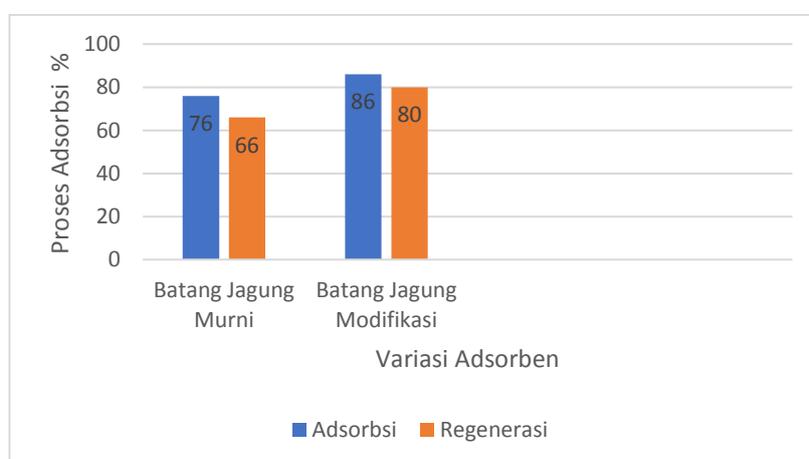
Persentase desorpsi adsorben batang jagung teraktivasi asam sitrat lebih besar dibandingkan dengan adsorben batang jagung murni. Artinya semakin banyak logam yang terserap, maka kemungkinan terdesorpsi pun akan semakin besar. Berdasarkan penelitian tentang adsorpsi logam Cd dan Hg dengan *plerotus sapidus* diperoleh kesimpulan bahwa kapasitas adsorpsi meningkat sesuai dengan peningkatan konsentrasi awal larutan (Yalcinkaya *et al.*, 2001). Dari penelitian adsorpsi logam Fe dan Mn oleh kulit jagung yang telah dilakukan juga diperoleh kesimpulan bahwa kapasitas adsorpsi semakin besar sejalan dengan meningkatnya konsentrasi awal (Indah, dkk, 2014). Begitupula pada penelitian ini, kapasitas adsorpsi adsorben batang jagung teraktivasi asam sitrat lebih besar daripada kapasitas adsorpsi adsorben batang jagung murni. Semakin besar konsentrasi metilen biru maka kapasitas adsorpsi akan semakin besar sehingga persen desorpsi pun akan semakin tinggi.

Proses desorpsi dilakukan terhadap batang jagung yang telah digunakan pada percobaan adsorpsi, di mana adsorben batang jagung dicuci dengan akuades sampai berwarna bening yakni dengan cara direndam menggunakan akuades kemudian 0.5 gram bioadsorben batang jagung ditambahkan 100 mL HCl dengan perbandingan 1: 2 kemudian dishaker selama 24 jam dengan kecepatan 120rpm lalu

dikeringkang dan filtrat yang diperoleh di uji dengan Spektrofotometer UV-Vis kemudian adsorben ditambahkan 100 mL NaOH lalu dikeringkan.

4.6.2 Regenerasi Metilen Biru Menggunakan Adsorben Batang Jagung

Proses regenerasi metilen biru merupakan adsorben batang jagung yang sudah mengalami desorpsi. Proses adsorpsi metilen biru dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.10 Grafik regenerasi pada adsorben batang jagung murni dan adsorben batang jagung modifikasi

Berdasarkan gambar 4.5, diperoleh penurunan proses adsorpsi terhadap metilen biru yang telah didesorpsi dengan menggunakan agen HCl 0.1 M. yakni pada batang jagung murni, pada saat proses adsorpsi konsentrasi yang terserap sebesar 76% kemudian pada saat diregenerasikan konsentrasi terserap batang jagung murni menjadi 66% kemudian pada proses adsorpsi batang jagung modifikasi konsentrasi terserap yakni 86% kemudian pada saat diregenerasikan konsentrasi terserap dari batang jagung modifikasi menjadi 80%. Pada saat regenerasi terjadi pengurangan kemungkinan besar disebabkan pada saat regenerasi adsorben, sisa-sisa HCl masih tertinggal pada batang jagung sehingga mengurangi

adsorpsi ion metilen biru pada batang jagung. Walaupun pH optimum larutan metilen biru adalah 7, tetapi dengan adanya sisa- sisa HCl pada batang jagung tersebut menyebabkan kondisi larutan menjadi semakin asam dan ion- ion menjadi sukar terikat. Menurut Low *et al.* (1995), pada pH rendah permukaan adsorben akan bergabung secara dekat dengan ion- ion hidronium (H_3O^+) yang akan menghalangi ion logam ke permukaan gugus gugus fungsional.

Kemudian setelah diregenerasikan, adsorben batang jagung di desorpsi kembali Pada desorpsi ini terjadi pengurangan berat adsorben batang jagung karna dicuci dengan NaOH 0,1 M menyebabkan berat adsorben lebih banyak berkurang. Kapoor *et al.* (1998) menyatakan dalam penelitiannya tentang adsorpsi logam Cd, Cu, Ni dan Pb pada biomaterial *A. niger*, aktivasi dengan NaOH mengurangi berat adsorbennya sekitar 26% selama proses adsorpsi sedangkan Fourest dan Volesky (1996) menyebutkan bahwa sekitar 39% *biomass sargassum fluitans* hilang setelah diaktivasi dengan NaOH. Pada penelitian pemanfaatan biomaterial *M. Rouxii* untuk adsorbs logam Pb, Cd, Ni dan Zn, kehilangan berat adsorben terbesar pada proses aktivasi juga terjadi dengan menggunakan NaOH yaitu sebesar 13- 29 % (Yan et al, 2001). Selain itu, menurut Wankansi et al. (2005), % desorpsi juga tergantung pada waktu, dimana pada hasil percobaannya didapatkan bahwa dengan memperpanjang waktu kontak diperoleh peningkatan % desorpsi. Untuk agen desorpsi yakni HCl dan NaOH menghasilkan % desorpsi yang tinggi. Hal ini menjelaskan bahwa media asam mengandung konsentrasi proton yang tinggi dan bisa menggantikan ion- ion yang berikatan pada sisi aktif permukaan adsorben. Berdasarkan data percobaan, kapasitas adsorpsi metilen biru oleh batang jagung dengan HCl sebagai agen desorpsinya, menunjukkan nilai yang signifikan.

4.7 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Segala penciptaan yang ada di langit dan di bumi merupakan tanda-tanda kebesaran Allah SWT yang diberikan pada umat-Nya sebagai rahmat. Sesuatu hal sekecil apapun merupakan tanda-tanda kebesaran Allah SWT, seperti tanaman dan tumbuhan yang memiliki berbagai manfaat. Sebagaimana Allah SWT berfirman dalam Al-Quran surat Ali Imran ayat 190-191:

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

Artinya : *“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka.”* (Ali Imron:190-191).

Ayat tersebut mendiskripsikan suatu kehidupan seseorang yang selalu memikirkan dan menganalisis, bahwa tiadalah Allah SWT menciptakan alam beserta isinya dengan sia-sia dan batil, yang menciptakan dengan benar dan merupakan kebenaran (Quthb, 2001). Penciptaan langit, bumi dan diantara keduanya tidak sia-sia dan hanya untuk tujuan yang benar. Seperti pemanfaatan batang jagung dapat dimanfaatkan sebagai adsorben limbah zat warna *metilen biru*, hal ini menunjukkan bahwa kebesaran Allah SWT untuk makhluk-Nya yang berfikir.

Perbuatan memperbaiki sesuatu menjadi lebih baik merupakan perbuatan amal shaleh yang dianjurkan dalam Islam seperti menjaga lingkungan bebas pencemaran. Hal ini sesuai dengan perintah Allah SWT dalam al-Quran surat an-Nahl ayat 97:

مَنْ عَمِلْ صَالِحًا مِّنْ ذَكَرٍ أَوْ أُنْثَىٰ وَهُوَ مُؤْمِنٌ فَلَنُحْيِيَنَّهٗ حَيٰوةً طَيِّبَةً ۗ وَلَنَجْزِيَنَّهُمْ أَجْرَهُمْ بِأَحْسَنِ مَا كَانُوا يَعْمَلُونَ

“Barangsiapa yang mengerjakan amal shaleh, baik laki-laki maupun perempuan dalam keadaan beriman, maka sesungguhnya akan kami berikan kepadanya kehidupan yang baik dan sesungguhnya akan kami beri balasan kepada mereka dengan pahala yang lebih baik dari apa yang telah mereka kerjakan”.

Kata shalih atau saleh dipahami dalam arti baik, serasi atau bermanfaat dan tidak rusak. Al-Quran tidak menjelaskan secara tegas apa yang dimaksud dengan amal shaleh, tetapi apabila ditelusuri contoh-contoh yang dikemukakannya tentang *al-fasad* (kerusakan) yang merupakan antonim dari keshalehan, maka paling tidak dapat menemukan contoh-contoh amal shaleh. Kegiatan yang dinilai Al-Quran sebagai perusakan antara lain adalah perusakan tumbuhan, generasi manusia, dan keharmonisan lingkungan (Shihab, 2002). Seperti dalam QS. Ar-Rum ayat 41 bahwa salah satu amal yang diperintahkan Allah SWT. yaitu tidak membuat kerusakan di muka bumi, sehingga menjaga kelestarian lingkungan dan memanfaatkannya dengan baik merupakan amal shaleh. Berdasarkan penelitian ini, diketahui bahwa batang jagung mampu mengadsorpsi *metilen biru*, hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase desorpsi metilen biru menggunakan adsorben batang jagung modifikasi lebih besar daripada adsorben batang jagung murni. Kapasitas adsorpsi metilen biru terbesar diperoleh dari adsorben batang jagung yang telah dimodifikasi yaitu 86 % dan 84% sedangkan persentase yang diperoleh dari batang jagung murni yakni 76% dan 73%. Penelitian ini menunjukkan bahwa

batang jagung modifikasi dapat digunakan untuk regenerasi adsorben batang jagung yang telah digunakan dalam penyisihan metilen biru, ditinjau dari kapasitas adsorpsi yang dihasilkan

. Hal ini menunjukkan bahwa limbah pertanian berupa batang jagung kering memiliki manfaat yang lebih baik yaitu sebagai adsorben limbah cair zat warna *metilen biru*. Sebagaimana Allah menerangkan dalam al-Quran surat ad-Dukhaan (44) ayat 38:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا لِعِبَادٍ

“Dan tidaklah kami ciptakan langit dan bumi dan segala yang ada di antara keduanya dengan bermain-main”.

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah SWT. menciptakan alam semesta beserta isinya sesuai dengan manfaatnya masing-masing, baik di permukaan maupun di dalam perut bumi. Allah tidak menciptakan apa-apa yang ada diantara langit dan bumi, baik yang diketahui maupun yang tidak diketahui sebagai suatu kesia-siaan (Shihab, 2002). Pemanfaatan segala ciptaan Allah di bumi ini untuk memenuhi kebutuhan hidup agar tidak ada yang sia-sia dan hanya untuk tujuan yang benar. Sampai saat ini banyak yang menganggap limbah adalah sesuatu yang tidak bermanfaat dan bahkan berbahaya. Menurut Al-Qardhawi (2002) bahwa salah satu cara untuk menjaga amanat dan anugerah Yang Maha Kuasa yaitu dengan cara mendayagunakan ciptaan-Nya untuk kehidupan manusia dan mencegah terjadinya kerusakan di muka bumi ini.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa %desorpsi tertinggi adalah batang jagung yang telah dimodifikasi dimana diperoleh % desorpsi sebesar 82% dan 83% hal ini menunjukkan bahwa adsorben batang jagung termodifikasi mampu mengikat metilen biru sedangkan desorpsi batang jagung murni menghasilkan % desorpsi rendah yakni 54% dan 62%
2. Pengaruh regenerasi pada batang jagung termodifikasi asam sitrat 0.5 M sangat berpotensi untuk dipakai ulang karna hasil proses adsorpsi yang diperoleh dari awal tidak jauh berbeda dengan hasil proses adsorpsi setelah dipakai ulang.
3. Hasil analisis spektra IR setelah dimodifikasi asam sitrat menunjukkan adanya gugus baru C=O ester pada bilangan gelombang 1700 cm^{-1} , sehingga dapat diketahui bahwa reaksi esterifikasi telah terjadi saat batang jagung berinteraksi dengan asam sitrat.

5.2 Saran

Pada penelitian ini pada saat proses regenerasi hanya dapat dilakukan satu kali regenerasi maka diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan proses regenerasi sebanyak mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S, dan Yeti, K. 2008. Pembuatan Kitosan dari Cangkang Udang dan Aplikasinya Sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kadar Logam Cu. *Jurnal Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA III*. Mataram: IKIP Mataram.
- Al-Qardhawi, Y. 2002. *Islam Agama Ramah Lingkungan*. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar
- Atkins, P. W. 1999. *Kimia Fisika Edisi keempat Jilid 2*. Terjemahan Irma I. Kartohadiprodjo. Jakarta: Erlangga
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2010. *Pembuatan Kompos Batang Jagung*
- Christina, P., Mu'nisatun, S., Saptajaji, R. dan Marjanto, D. 2007. Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Metil Orange) dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron 340 ke V/ 10 mA. *JFN*. Vol. 1 No. 1, ISSN 1978-8738
- Daud, 2010. *Exploring of Agro Waste (Pinnacle Leaf, Corn Stalk, and Napier Grass) by Chemical Composition and Morphological Study. Peer-Reviewed Article*.
- Day, R A, dan Underwood, A L. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*, Erlangga, Jakarta.
- Falahiyah, 2015. Adsorpsi *Metilen biru* Menggunakan Abu dari Sabut Dan Tempurung Kelapa Teraktivasi Asam Sulfat. *Skripsi*. Malang: Jurusan Kimia UIN Malang
- Fatih. 2008. *Kamus Kimia*. Panji Pustaka: Yogyakarta.
- Fourest, E., and Volesky, B., 1996, *Contribution of sulphonate groups and alginate to heavy metal biosorption by the dry biomass of Sargassum fluitans*, *Environmental Science Technology*, 30, pp. 277-282.
- Hamdaoui, O and Chiha, M. 2006. Removal of *Metilen biru* From Aqueous Solutions by Wheat Bran. *Acta Chim*. 54: 407-418
- Herlina, D., 2014. Studi Adsorpsi-Desorpsi *Metilen biru* dalam Kitosan. *Skripsi Program Studi Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta 2014* 34.
- Indah, shinta., rohaniah. (2014). Studi Regenerasi Adsorben Kulit Jagung (*Zea Mays. L.*) Dalam Menyisihkan Logam Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dari Air Tanah. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*, Vol. 11, Hal. 48-58

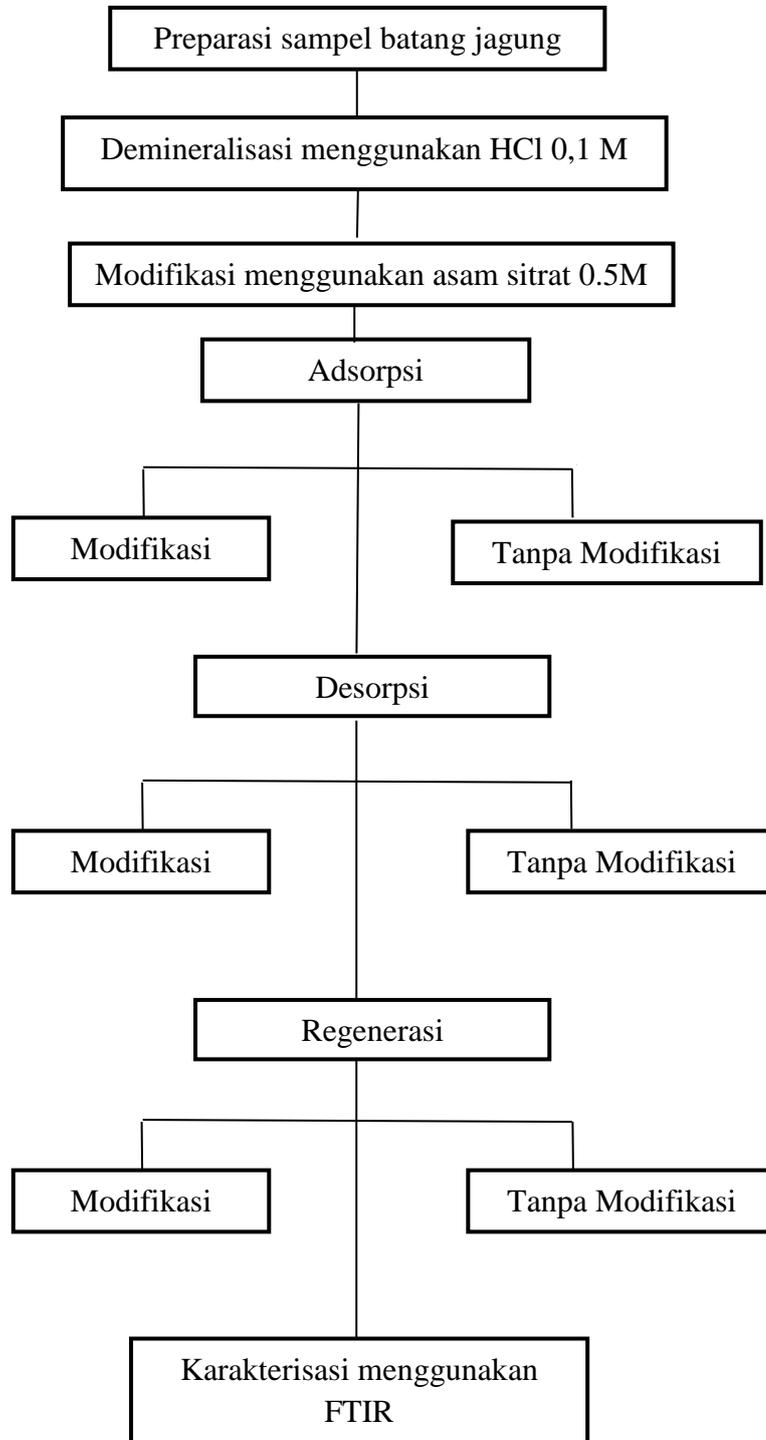
- J.Mendham, J.B.-R.C.D.-G.H.J.-, 1994. *Buku Ajar Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Buku Kedokteran EGC.
- Kapoor, A., Viraraghavan, T., Cullimore, D.R., 1998, *Removal of heavy metals using the fungal Aspergillus niger*, *Bioresources Technology*, 70, pp. 95-104.
- Lewis, R. J., Sax, N. I., Hawley, G. G, 1987. *Hawley's condensed chemical dictionary*, 11th ed. ed. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Mahbubah, A. 2016. Karakterisasi Gugus Aktif Batang Jagung (*Zea mays* L.) Menggunakan Asam Sitrat sebagai Bahan Pengaktivasi. *Skripsi*. Malang: Jurusan Kimia UIN Malang
- Mathur, N., Bhatnagar, P, Bakre, P. 2005. Assessing Mutagenicity of Textile Dyes From Pali (Rajasthan) Using Ames Bioassay. *Applied ecology and environmental research* 4(1): 111-118.
- Nurmasari, R. 2008. Kajian Adsorpsi Krom (III) Pada Biomasa Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Sains dan Terapan Kimia*, 2(2): 80-92. Kalimantan Selatan: Universitas Lambung Mangkurat.
- Qing-zhu, L., Li-yuan, C & Jing, Z. 2008. Lead desorption from modified spent grain. *Trans. Nonferrous. Met. Soc China*, 19(2009) 1371-1376.
- Quthb, S. 2001. *Tafsir Fi Zhilalil Qur'an*. Jakarta: Gema Insani Press, hal. 244-246
- Rahmayani, F dan Siswarni, MZ. 2013. Pemanfaatan Limbah Batang Jagung Sebagai Adsorben Alternatif pada Pengurangan Kadar Klorin dalam Air Olahan (Treated Water), *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2)
- Ramos, R. Leyva., Rodriguez, LE. Landin., Ramos S., Levya and Castillo N.A Medellin. 2012. Modification of Corncob with Citric Acid to Enhance Its Capacity for Adsorbing Cadmium (II) From Water Soution. *Chemical Engineering Journal*, 180: 113-120
- Royana, R. M. I., Restu Kurniawan, Eny Yulianti, and R. Mahmudah. 2016. „Pemanfaatan Biosorben Batang Jagung Teraktivasi Asam Nitrat Dan Asam Sulfat Untuk Penurunan Angka Peroksida–Asam Lemak Bebas Minyak Goreng Bekas“. *Alchemy J. Chem* 1 (5): 10–18.
- 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.
- Sembiring, M. T. dan Sinaga, T. S. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatan)*. Medan: Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara
- Shihab, Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah (Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an)* Volme 11. Jakarta: Lentera Hati

- Supriyanto, C. dan Muzakki. 2009. Proses Desorpsi Logam Berat pada Sedimen Sungai Daerah Muria dengan Pelarut Asam. *J. Iptek Nuklir Ganendra*, 13(1): 11-18.
- Thanh, N.D., Nhung, H.L., 2009. Cellulose Modified With Citric Acid And Its Absorption Of Pb²⁺ and 13
- Vaughan, T, C.W. Seo, W.E. Marshall. 2001. Removal of selected metal ions from aqueous solution using modified corncobs. *Bioresour. Technol.* 78 (2001) 133 – 139
- Volesky and Diniz, V. 2005. Effect of Counterions on Lanthanum Biosorption by *Sargassum polycystum*. *Water Research*. 39: 2229-2236.
- Wang, 2016. Preparation Of Corn Stalk-Based Adsorbents And Their Specific Application In Metal Ions Adsorption. *Chemical Papers* 70 (9) 1171–1184 (2016)
- Wankasi, D 1 , Horsfall, M. Jnr 2* and Spiff, A. I². 2005, Desorption of Pb²⁺ and Cu²⁺ from Nipa Palm (*Nypa fruticans* Wurmb)Biomass, Nigeria, Niger Delta University. *Biotechnology* Vol. 4 (9), pp. 923-927
- Wen, Xue, Chunjie Yan, Na Sun. 2017. A Biomass Cationic Adsorbent Prepared From Corn Stalk: Low-Cost Material and High Adsorption Capacity. *Original Paper*. China: Faculty of Material and Chemistry, China University
- Widhianti, W. D. 2010. Pembuatan Arang Aktif Dari Biji Kapuk (*Ceiba Pentandra* L.) Sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B. *PhD Thesis*. Universitas Airlangga.
- Wijaya, K., Sugiharto, E., Fatimah, I., Sudiono, S., Kurniaysih, D., 2006. Utilisasi TiO₂-Zeolit dan Sinar UV untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red. *Berk. Ilm. MIPA* 16.
- Wing, Robert E. 1996. *Corn Fiber Citrate: Preparation and Ion-Exchange Properties. Industrial Crops and Products*. USA: University St
- Wu, Lishun., Sun, Junfen., and Wu, Mengting. 2017. Modified Cellulose Membrane Prepared From Corn Stalk For Adsorption Of Methlene Blue. *Original Paper*. China: Department of Chemistry and Chemical Engine
- Yalcinkaya, Y., Arica, M.Y., Soysal, L., Denizli, A., Genc, O., Bektas, S., 2001, *Cadmium and Mercury Uptake by Immobilized Pleurotus sapidus*, Turk J Chem, 26, pp. 441- 452.
- Yan, G., Viraraghavan, T., 2001, *Heavy-metal removal from aqueous solution by fungus *Mucor rouxii**, Water Research, Vol. 37(18), pp. 4486-4496 sisa klor sesuai dengan persamaan 1 (Lee, 2007).

Zheng, C.; Ma, Z.; Yana, Li; Gu, H; Zeng, X.; Ding.:Effect of novel cytosine-l-alanine derivative based corrosion inhibitor on steel surface in acidic solution, *Journal of Molecular Liquids*, 2016, 222: 109-117.

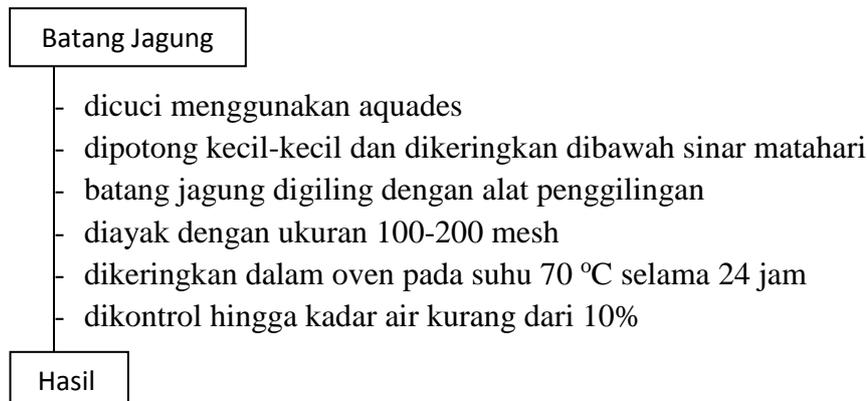
LAMPIRAN

Lampiran 1 Rancangan Penelitian

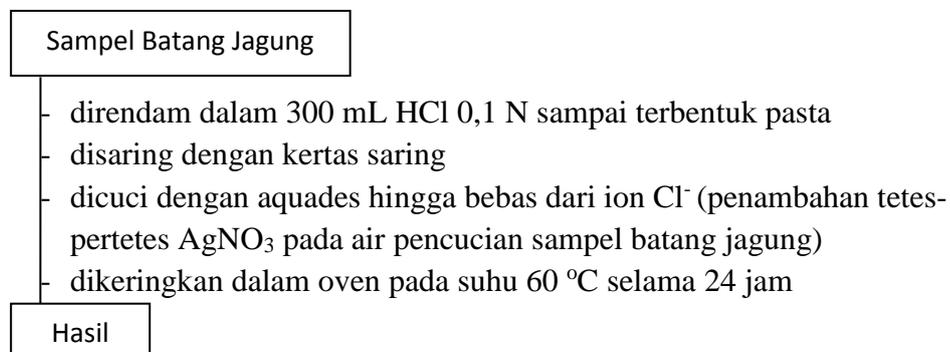


Lampiran 2 Diagram Alir

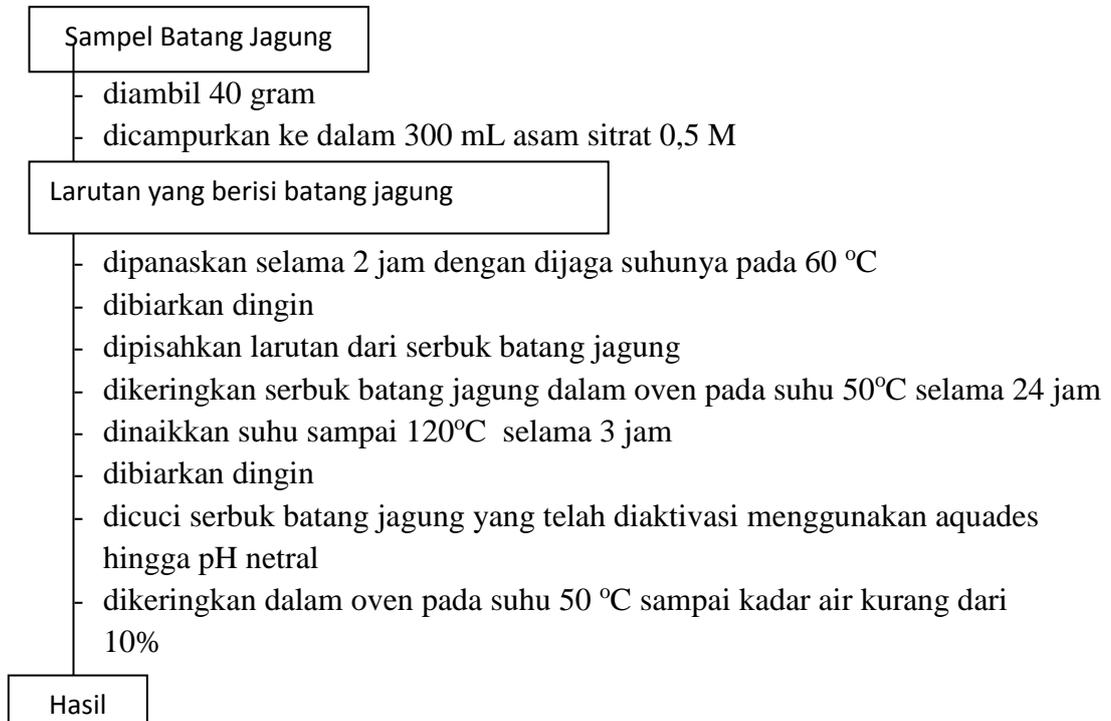
1. Preparasi Sampel Batang Jagung



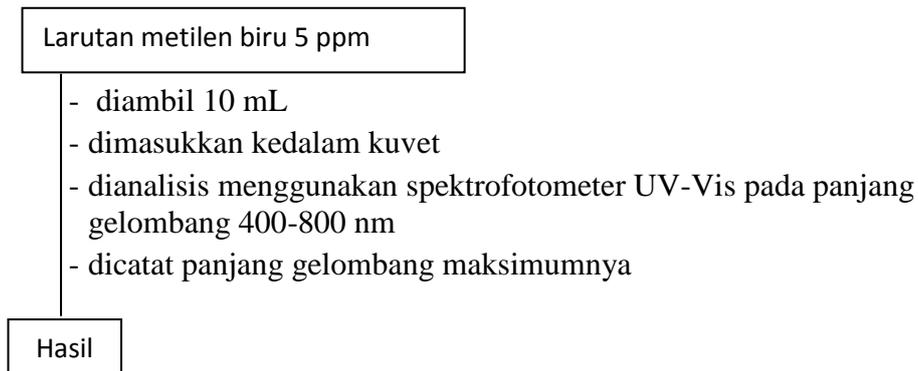
2. Demineralisasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan HCL 0,1 M



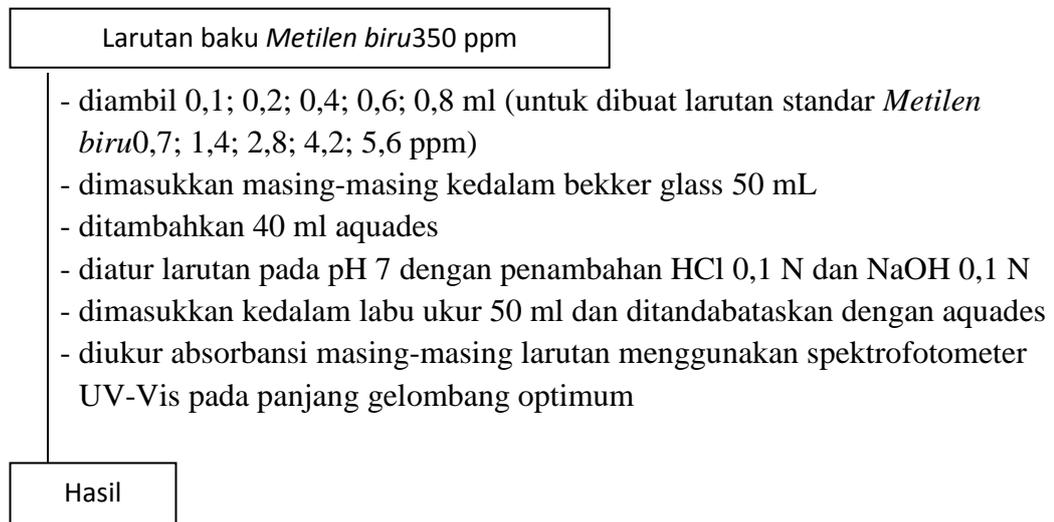
3. Modifikasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan Asam Sitrat 0,5 M



4. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Metilen biru

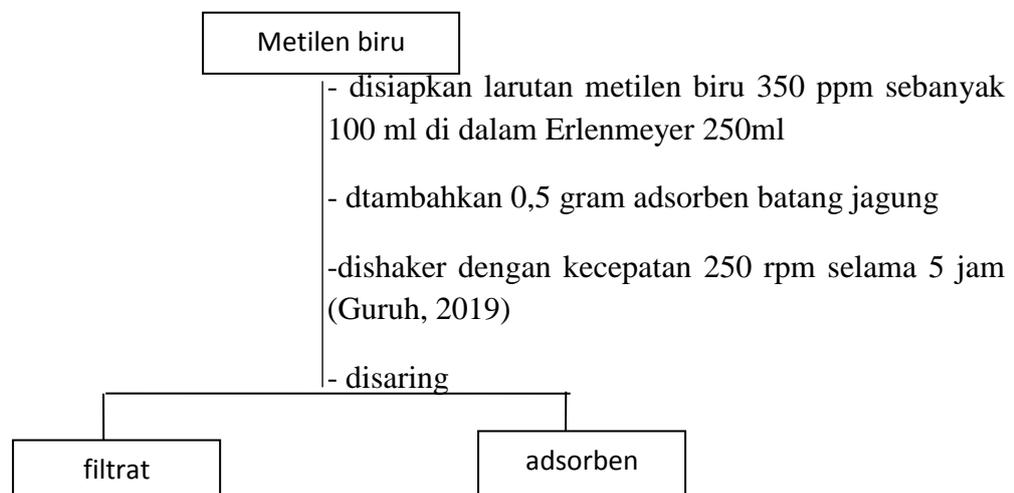


5. Pembuatan Kurva Baku



6. Penentuan *Reusability* Metilen biru menggunakan Biadsoren Batang Jagung

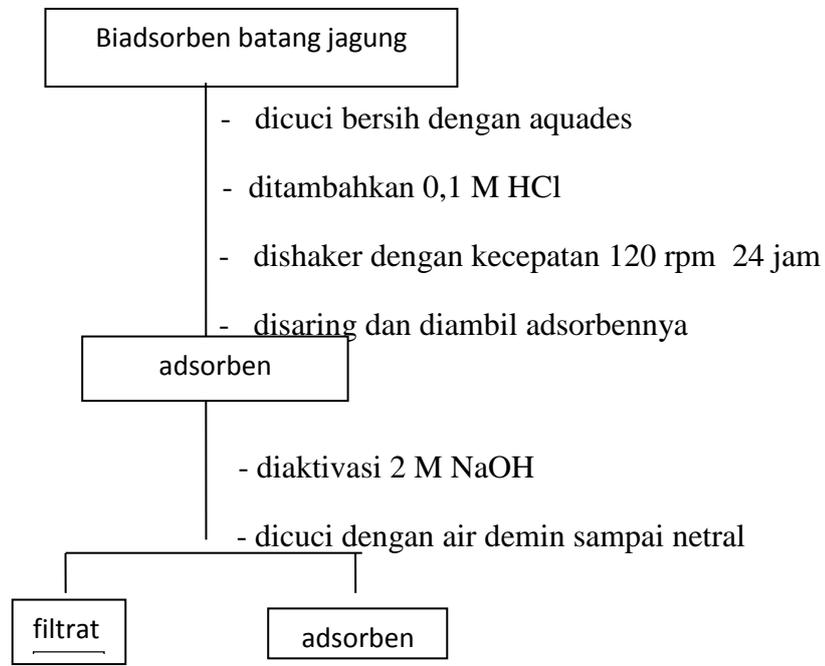
6.1 Adsorpsi metilen biru menggunakan biadsorben batang jagung



*Filtrat yang diperoleh diukur kadarnya menggunakan UV-VIS

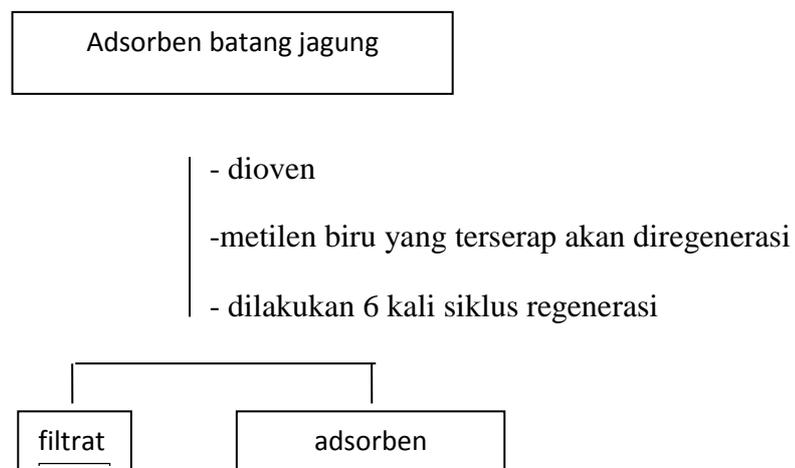
*Tahap diatas dilakukan untuk adsorben yang termodifikasi dan tanpa modifikasi (batang jagung ori

6.2 Desorpsi metilen biru menggunakan biosorben batang jagung



*Tahap desorpsi diatas dilakukan untuk adsorben yang termodifikasi dan tanpa modifikasi

6.3 Reusability metilen biru menggunakan biosorben batang jagung



7. Analisis Batang Jagung Menggunakan FTIR

Sampel Batang jagung (original, modifikasi, adsorpsi ori, adsorbs modif, desorbsi ori, desorbsi modif)

- diambil 1-10 mg
- dihaluskan
- dicampur dengan 100 mg KBr
- dicetak menjadi cakram tipis (pelet)
- dianalisa

Hasil

Lampiran 3. Perhitungan dan Pembuatan Larutan

1. Larutan Asam Sitrat 0.5 M

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

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

Mr asam sitrat = 192 gr/mol

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

- 0.5 M asam sitrat dalam 250 mL

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

$$8,603 \text{ M} \times V_1 = 1 \text{ M} \times 250 \text{ mL}$$

$$V_1 = 29,06 \text{ mL}$$

$$-\rho = \frac{m}{v} \quad 1,66 \text{ g/mL} = \frac{m}{29,06 \text{ mL}} \quad m = 48,2396 \text{ gram}$$

Diambil 48,2396 gram asam sitrat 8,603 M, kemudian ditandabatkan dengan aquades hingga 250 mL untuk membuat larutan asam sitrat 1 M.

2. Larutan HCl 0,1 N

Diket : Konsentrasi HCl = 37%

Massa jenis HCl (ρ) = 1,19 gr/mL

Mr asam sitrat = 36,5 gr/mol

- Konsentrasi (Normalitas) HCl pekat

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

- Larutan HCl 0,1 M dalam 100 ml

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

$$12,06 \text{ M} \times V_1 = 0,1 \text{ M} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 0,829 \text{ mL}$$

Diambil 0,829 mL dari HCl 12,06 M kemudian ditandabatkan dengan aquades hingga 100 mL untuk membuat HCl 0,1 M.

3. Larutan AgNO₃ 0,01 N

Diket : Mr AgNO₃ = 169,87 gr/mol

$$\text{Valensi} = 1$$

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

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

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

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

$$\text{gr} = 0,01 \text{ N} \times 169,87 \text{ gr/mol} \times 0,05 \text{ L}$$

$$= 0,0849 \text{ gr}$$

Diambil 0,0849 gr serbuk AgNO₃, kemudian ditandabatkan dengan aquades hingga 50 mL untuk membuat AgNO₃ 0,01 N.