

**LAJU ADSORPSI DAN PENGARUH pH TERHADAP ADSORPSI  
METILEN BIRU DENGAN MENGGUNAKAN BIOSORBEN BATANG  
JAGUNG TERMODIFIKASI ASAM SITRAT**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**GURUH PRASETYA YUDISPUTRA**  
**NIM. 13630034**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2019**

**LAJU ADSORPSI DAN PENGARUH pH TERHADAP ADSORPSI  
METILEN BIRU DENGAN MENGGUNAKAN BIOSORBEN BATANG  
JAGUNG TERMODIFIKASI ASAM SITRAT**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**GURUH PRASETYA YUDISPUTRA**  
NIM. 13630034

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  
2019**

**LAJU ADSORPSI DAN PENGARUH pH TERHADAP ADSORPSI  
METILEN BIRU DENGAN MENGGUNAKAN BIOSORBEN BATANG  
JAGUNG TERMODIFIKASI ASAM SITRAT**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**GURUH PRASETYA YUDISPUTRA**  
NIM. 13630034

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal: 23 Mei 2019

**Pembimbing I**

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

**Pembimbing II**

**Rif'atul Mahmudah, M.Si**  
NIDT. 19830125 201608 012 068

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan**

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

**LAJU ADSORPSI DAN PENGARUH pH TERHADAP ADSORPSI  
METILEN BIRU DENGAN MENGGUNAKAN BIOSORBEN BATANG  
JAGUNG TERMODIFIKASI ASAM SITRAT**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**GURUH PRASETYA YUDISPUTRA**  
NIM. 13630034

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 23 Mei 2019

<b>Penguji Utama</b>	<b>: Diana Chandra Dewi, M.Si</b> NIP. 19770720 200312 2 002	(.....)
<b>Ketua Penguji</b>	<b>: Dr. Anton Prasetyo, M.Si</b> NIP. 19770925 200604 1 003	(.....)
<b>Sekretaris Penguji</b>	<b>: Eny Yulianti, M.Si</b> NIP. 19760611 200501 2 006	(.....)
<b>Anggota Penguji</b>	<b>: Rif'atul Mahmudah, M.Si</b> NIDT. 19830125 201608 012 068	(.....)

**Mengesahkan,  
Ketua Jurusan**

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

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Guruh Prasetya Yudisputra  
NIM : 13630034  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Penelitian : Laju Adsorpsi dan Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi  
Metilen Biru dengan Menggunakan Biosorben Batang  
Jagung Termodifikasi Asam Sitrat

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pemikiran 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, 11 Juni 2019

Yang membuat pernyataan



Guruh Prasetya Yudisputra

NIM. 13630034

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, dengan penuh rasa syukur saya ucapkan pada Allah SWT, atas ridha dan nikmat-Nya yang tak terhingga. Shalawat serta salam terhaturkan kepada baginda Rasulullah Muhammad saw, atas segala kasih sayang dan perjuangan untuk membuka, menunjukkan jalan keselamatan bagi kami ummat-Nya. Kiranya berkenan sebuah karya tulis ini saya persembahkan kepada :

Kedua orang tua saya, Bapak Edy Sulistiyono dan Ibu Wahyu Endahyani yang selalu memberi dukungan, do'a, mendidik, menasehati, dan membesarkan dengan kasih sayang yang takkan sanggup terbalaskan.

Bapak dan Ibu dosen kimia terutama Bapak Anton Prasetyo, Ibu Eny Yulianti, dan Ibu Rif'atul Mahmudah yang penuh kesabaran mengajar, membimbing dan membagikan ilmu pengetahuan yang mereka miliki, semoga Allah membalas segala yang mereka berikan.

Teman-teman satu perjuangan angkatan 2013, Tim Batang Jagung yang telah banyak memberi semangat dan membantu satu sama lain.

Seluruh teman-temanku, yang selalu mendukung proses ini. Semoga Allah memberikan keberkahan atas usaha yang kita lakukan dalam menuntut ilmu selama ini, semoga semua cita-cita dan harapan kita bisa tercapai, sukses selalu untuk kita semua.

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirobbil 'Alamin*, segala puji bagi Allah Penguasa alam semesta atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul **“Laju Adsorpsi dan Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Metilen Biru dengan Menggunakan Biosorben Batang Jagung Termodifikasi Asam Sitrat”** dapat terselesaikan dengan baik dan harapan adanya perbaikan untuk hasil maksimal. Semoga sholawat serta keselamatan yang berlimpah selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

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

1. Ibu dan Ayah atas kasih sayang dan doa yang senantiasa menyertai.
2. Ibu Eny Yulianti, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini.
3. Bapak Dr. Anton Prasetyo, M.Si selaku Dosen Konsultan yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini.
4. Ibu Rif'atul Mahmudah, M.Si selaku Dosen Pembimbing Agama yang telah memberikan bimbingan integrasi agama dan sains dalam laporan ini.
5. Segenap Bapak dan Ibu Laboran Laboratorium Jurusan Kimia yang telah memberikan pelayanan selama proses penelitian.
6. Teman-teman tim penelitian batang jagung yang telah memberikan semangat dan motivasi selama penelitian sampai penyusunan laporan hasil penelitian ini.

7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu dimana telah membantu dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini.

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

Malang, 11 Juni 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xv</b>
<b>الملخص</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Masalah .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	
2.1 Tanaman dalam Perspektif Islam .....	7
2.2 Limbah Zat Warna Metilen Biru .....	8
2.3 Biosorben Batang Jagung .....	9
2.4 Modifikasi Biosorben.....	10
2.4.1 Demineralisasi .....	11
2.4.2 Aktivasi.....	11
2.5 Adsorpsi .....	13
2.5.1 Waktu Kontak Metilen Biru .....	14
2.5.2 Pengaruh pH dalam Adsorpsi Metilen Biru .....	15
2.6 Kinetika Adsorpsi Metilen Biru .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.2.1 Alat .....	19
3.2.2 Bahan .....	19
3.3 Tahapan Penelitian.....	19
3.4 Prosedur Kerja .....	20
3.4.1 Preparasi Batang Jagung.....	20
3.4.2 Demineralisasi Batang Jagung.....	20
3.4.3 Aktivasi Batang Jagung .....	20
3.4.4 Pembuatan Kurva Standar .....	20

3.4.5 Kinetika Adsorpsi Metilen Biru .....	21
3.4.6 Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Metilen Biru .....	22
3.4.7 Karakterisasi Menggunakan FTIR.....	22
3.4.8 Analisis Data .....	23
<b>BAB IV PEMBAHASAN</b>	
4.1 Biosorben Batang Jagung .....	24
4.1.1 Preparasi Batang Jagung.....	24
4.1.2 Modifikasi Batang Jagung .....	25
4.2 Adsorpsi Metilen Biru.....	28
4.2.1 Penentuan Waktu Kontak Optimum Metilen Biru .....	28
4.3 Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Metilen Biru .....	29
4.4 Kinetika Adsorpsi Metilen Biru.....	31
4.5 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam .....	33
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	36
5.2 Saran .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>40</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Rancangan Penelitian .....	40
Lampiran 2	Diagram Alir.....	41
Lampiran 3	Pembuatan Reagen dan Perhitungan .....	44
Lampiran 4	Data Hasil Penelitian .....	47

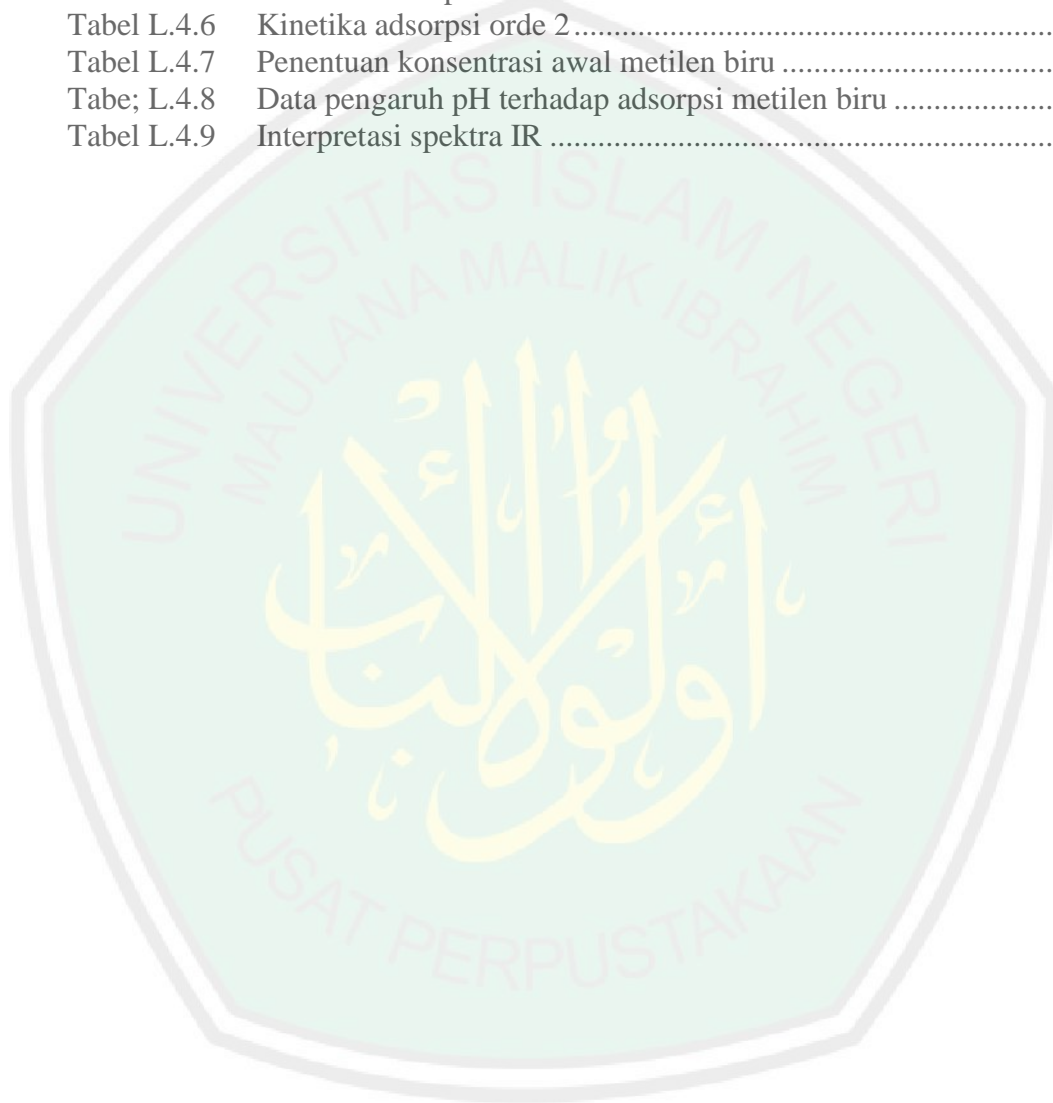


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur metilen biru.....	9
Gambar 2.2	Gugus metilen biru .....	11
Gambar 2.3	Reaksi selulosa dengan asam sitrat .....	12
Gambar 2.4	Laju adsorpsi metilen biru .....	14
Gambar 2.5	Pengaruh pH pada proses adsorpsi metilen biru.....	16
Gambar 2.6	Kinetika adsorpsi metilen biru.....	18
Gambar 4.1	Preparasi biosorben (a) sebelum, dan (b) sesudah.....	25
Gambar 4.2	Proses (a) perendaman, dan (b) pemanasan dalam modifikasi.....	26
Gambar 4.3	Spektra IR (a) batang jagung alami, (b) demineralisasi, dan (c) modifikasi .....	27
Gambar 4.4	Waktu kontak adsorpsi metilen biru .....	29
Gambar 4.5	Penentuan pH optimum adsorpsi metilen biru .....	30
Gambar 4.6	Penentuan $R^2$ kinetika adsorpsi orde 1 .....	31
Gambar 4.7	Penentuan $R^2$ kinetika adsorpsi orde 2 .....	32
Gambar 4.8	Spektra IR biosorben (a) sebelum adsorpsi (b) setelah adsorpsi ...	33
Gambar L.4.1	Kurva standar metilen biru .....	47
Gambar L.4.2	Spektra IR batang jagung tanpa modifikasi.....	51
Gambar L.4.3	Spektra IR batang jagung terdemineralisasi .....	51
Gambar L.4.4	Spektra IR batang jagung termodifikasi .....	52
Gambar L.4.5	Spektra IR batang jagung termodifikasi setelah adsorpsi.....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Interpretasi spektra IR tongkol jagung .....	13
Tabe; L.4.1	Hasil pengukuran kurva standar metilen biru.....	47
Tabel L.4.2	Penentuan konsentrasi awal metilen biru .....	47
Tabel L.4.3	Data adsorpsi metilen biru dengan variasi waktu kontak.....	48
Tabel L.4.4	Penentuan kapasitas adsorpsi metilen biru .....	48
Tabel L.4.5	Kinetika adsorpsi orde 1 .....	49
Tabel L.4.6	Kinetika adsorpsi orde 2 .....	49
Tabel L.4.7	Penentuan konsentrasi awal metilen biru .....	50
Tabe; L.4.8	Data pengaruh pH terhadap adsorpsi metilen biru .....	50
Tabel L.4.9	Interpretasi spektra IR .....	50



## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Persamaan Orde 1 Lagergeen .....	17
Persamaan 2.2 Persamaan Orde 2 Lagergeen .....	17



## ABSTRAK

Yudisputra, G.P. 2019. **Laju Adsorpsi dan Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Metilen Biru dengan 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: Rif'atul Mahmudah, M.Si; Konsultan: Dr. Anton Prasetyo, M.Si.

---

**Kata Kunci** : batang jagung, asam sitrat, metilen biru, kinetika adsorpsi, pengaruh pH, spektra IR

Batang jagung merupakan salah satu sumber biomassa dengan kadar selulosa yang cukup tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai biosorben dalam proses adsorpsi. Modifikasi batang jagung bertujuan untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi batang jagung. Dalam penelitian ini modifikasi batang jagung menggunakan larutan asam klorida 0,1 M dan asam sitrat 1M. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinetika adsorpsi metilen biru, kondisi optimum adsorpsi metilen biru, dan perbedaan gugus aktif batang jagung setelah modifikasi.

Tahapan penelitian ini meliputi preparasi biosorben batang jagung; demineralisasi batang jagung menggunakan asam klorida 0,1 M; aktivasi menggunakan asam sitrat 1 M; penentuan kinetika adsorpsi metilen biru; pengaruh pH terhadap adsorpsi metilen biru; dan karakterisasi batang jagung menggunakan FTIR.

Pada penelitian ini didapatkan hasil kinetika adsorpsi metilen biru mengikuti persamaan orde 2 yang menunjukkan adsorpsi berlangsung secara kimia. Keadaan optimum adsorpsi metilen biru terjadi pada pH 6 dan waktu kontak 5 jam dengan kapasitas adsorpsi 47,906 mg/g. Hasil analisis spektra IR setelah modifikasi didapatkan hasil adanya gugus baru C=O ester pada bilangan gelombang 1736  $\text{cm}^{-1}$ . Hal tersebut menunjukkan dihasilkannya gugus ester setelah modifikasi.

## ABSTRACT

Yudisputra, G.P. 2019. **Adsorption Rate and Effect of pH on Adsorption of Methylene Blue Using Biosorbent of Citric Acid Modified Corn Stalks**. Thesis. Department of Chemistry Faculty of Science and Technology State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Eny Yulianti, M.Si; Supervisor II: Rif'atul Mahmudah, M.Si; Consultant: Dr. Anton Prasetyo, M.Si.

---

**Keywords:** corn stalks, citric acid, methylene blue, adsorption kinetics, effect of pH, IR spectra

Corn stalk is one of the sources of biomass with high cellulose content, so it can be used as biosorbent in the adsorption process. Modification of corn stalks aims to improve the ability of adsorption of corn stalks. In this study, modification of corn stems using a solution of 0.1 M hydrochloric acid and 1M citric acid. This study aims to determine the methylene blue adsorption kinetics, optimum conditions for methylene blue adsorption, and differences in active groups of corn stems after modification.

The stages of this study include biosorbent preparation of corn stalks; demineralization of corn stalks using 0,1 M hydrochloric acid; activation using 1 M citric acid; determination of methylene blue adsorption kinetics; the effect of pH on methylene blue adsorption; and characterization of corn stems using FTIR.

In this study, the results of methylene blue adsorption kinetics follow the second order equation which shows the adsorption takes place chemically. The optimum condition of methylene blue adsorption occurred at pH 6 and contact time of 5 hours with an adsorption capacity of 47,906 mg / g. The results of the analysis of IR spectra after modification showed that there was a new group C = O ester at wave number  $1736\text{ cm}^{-1}$ . This shows the production of ester groups after modification.

## الملخص

يوسفوترا. غ. ف. 2019. معدل الإمتزاز وتأثير الأس الهيدروجيني على امتزاز الميثيلين الأزرق عن طريق استخدام مستحلب بيورسينت للأحماض الستريك. البحث الجامعي. شعبة الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا في جامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المستشار الأول: آيني يولياني، الماجستير، المستشار الثاني: رفعتال محمودة، الماجستير، المستشار: أنطون فراستيو، الماجستير.

**كلمات البحث:** جذع كبير، أسيتريت، ميثيلين الأزرق، حركية الامتزاز، تأثير درجة الحموضة، أطيف الأشعة تحت الحمراء

تعتبر ساق الذرة أحد مصادر الكتلة الحيوية التي تحتوي على نسبة عالية من السليلوز، لذلك يمكن استخدامه كمواد حيوية في عملية الامتزاز. يمكن زيادة قدرة الامتزاز عن طريق التعديل باستخدام المحاليل الكيميائية. أظهرت حركية الامتزاز معدل امتصاص الامتصاص بواسطة الماصة الحيوية. تتأثر سرعة الامتزاز بقوة درجة الحموضة في المحلول، لذلك من الضروري تحديد درجة الحموضة المثلى للامتصاص. تهدف هذه الدراسة إلى (أ) تحديد معدل امتزاز الميثيلين الأزرق بواسطة الماصة الحيوية لسيقان الذرة، (ب) تحديد تأثير الأس الهيدروجيني في عملية امتصاص الميثيلين الأزرق، (ج) تحديد الاختلافات في أطيف ساق الذرة FTIR قبل التعديل وبعده.

تشمل مراحل هذه الدراسة ما يلي: (1) تحضير المواد الماصة بيولوجيا لسيقان الذرة، (2) إزالة المعادن في جذع الذرة باستخدام N 0.1 حمض الهيدروكلوريك، (3) التنشيط باستخدام حمض الستريك 1 M، (4) تحديد حركيات امتصاص الميثيلين الأزرق، (5) تأثير درجة الحموضة على الميثيلين الأزرق الامتزاز، و (6) توصيف ساق الذرة باستخدام FTIR.

تظهر نتائج حساب حركية الامتزاز أن قيمة  $R^2$  من الدرجة الثانية أكبر من الدرجة الأولى. حركية الامتزاز من الدرجة الثانية تبين أن الامتزاز يعمل كيميائياً. في هذه الدراسة، تم الحصول على الرقم الهيدروجيني الأمثل من الامتزاز في درجة الحموضة 6 مع قدرة امتصاص 98.0212%. ووقت الاتصال من 5 ساعات. أظهرت نتائج تحليل أطيف الأشعة تحت الحمراء وجود قمة مجموعة إستر بعد عملية التعديل في الموجة رقم 1736 سم<sup>-1</sup>. كان هناك انخفاض في كثافة ذروة مجموعة إستر بعد عملية الامتزاز في الموجة رقم 1737 سم<sup>-1</sup>. انخفاض الشدة يدل على أن مجموعة إستر تلعب دوراً في عملية الامتزاز.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

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 menciptakan 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 yang lalai menjaga lingkungan. Pertumbuhan industri yang pesat tidak diiringi dengan pengolahan lingkungan yang baik menyebabkan kerusakan lingkungan. Limbah metilen biru merupakan salah satu limbah yang dihasilkan oleh perusahaan kertas dan tekstil.

Metilen biru merupakan senyawa organik *non-biodegradable* yang menyebabkan pencemaran perairan (Pujiana, 2014). Metilen biru memiliki gugus benzena yang menyebabkan zat warna ini sulit didegradasi (Christina, dkk., 2007). Zat warna metilen biru menjadi perhatian besar karena warnanya yang sulit diuraikan dan senyawa ini bersifat toksik, menyebabkan mutasi genetik dan berpengaruh pada reproduksi (Riapanitra, dkk., 2012).

Salah satu alternatif dalam pengolahan limbah yang mengandung zat warna adalah penggunaan bahan-bahan biomassa sebagai biosorben. Ashraf, dkk. (2010) menyatakan bahwa penggunaan biosorben untuk proses adsorpsi memiliki banyak kelebihan diantaranya biaya pembuatan relatif murah, memiliki efisiensi tinggi pada larutan encer, meminimalisasi pembentukan lumpur, dan memiliki proses regenerasi yang mudah. Selain itu, penggunaan biosorben juga memiliki beberapa kelemahan diantaranya biosorben memiliki ukuran yang kecil, memiliki berat jenis rendah, dan strukturnya mudah rusak karena proses dekomposisi. Kelemahan penggunaan biosorben dapat diatasi melalui proses modifikasi menggunakan larutan kimia. Salah satu bahan biomassa yang bisa digunakan sebagai adsorben adalah batang jagung.

Batang jagung mengandung 53% selulosa, 15% hemiselulosa, 16% lignin dan 16% komponen lainnya (Riapanitra, dkk., 2016). Penelitian Daud, dkk. (2010) menyatakan bahwa jagung memiliki kandungan selulosa 39%, hemiselulosa 42% dan lignin 7,3%. Hal ini menunjukkan bahwa jagung merupakan salah satu biomassa pertanian yang berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai biosorben. Irviyanti, 2018 dalam penelitiannya didapatkan hasil kemampuan adsorpsi batang jagung terhadap metilen biru sebesar 72,68%. Hasil tersebut menunjukkan besarnya kemampuan adsorpsi batang jagung terhadap metilen biru, sehingga batang jagung dapat dimanfaatkan sebagai biosorben untuk mengurangi pencemaran dan pengolahan limbah zat warna di industri.

Kapasitas adsorpsi suatu adsorben dapat ditingkatkan dengan modifikasi dan demineralisasi. Demineralisasi dilakukan untuk menghilangkan logam-logam

mineral yang masih tertempel dalam biomassa atau biasa disebut demineralisasi. Agustina dan Yeti (2008) menyatakan bahwa 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 CO<sub>2</sub> 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. (2011) 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 *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) menunjukkan bahwa pada tongkol jagung teraktivasi asam sitrat terdapat peningkatan intensitas puncak gugus ester yang ditandai pada bilangan gelombang 1731-1737 cm<sup>-1</sup>. 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.

Modifikasi dengan menggunakan asam sitrat juga dapat menambah gugus asam (karboksil, lakton, dan hidroksil) pada biosorbent. Pada penelitian Arini (2016) sebelum dimodifikasi batang jagung memiliki total situs asam sebesar 0,456 meq/g, sedangkan setelah dimodifikasi dengan asam sitrat memiliki total situs asam sebesar 0,653 meq/g. Kandungan total situs asam pada biosorben berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsi pada biosorben, karena merupakan gugus

aktif yang berperan dalam proses adsorpsi. Besarnya kadungan total situs asam berbanding lurus dengan banyaknya jumlah ester yang terbentuk.

Wen, dkk. (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.

Wen, dkk. (2017) melakukan penelitian tentang kinetika adsorpsi metilen biru dengan adsorben batang jagung. Laju adsorpsi metilen biru meningkat pada waktu kontak 0-14 jam pertama kemudian selanjutnya berlangsung lambat. Penelitian mengikuti model kinetika orde dua, hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi metilen biru adalah adsorpsi kimia. Kinetika Adsorpsi menunjukkan kecepatan laju penyerapan adsorbat oleh adsorben.

Vadivelan dan Kumar. (2005) menyebutkan bahwa Adsorpsi terjadi secara fisika, apabila yang banyak terserap adalah spesies adsorbat dalam interval waktu yang pendek sedangkan adsorpsi secara kimia terjadi apabila spesies adsorbat terserap dalam waktu yang cukup lama hingga pada kesetimbangan. Fransina dan Tanasale. (2008) menyebutkan bahwa adsorpsi pada metilen biru merupakan adsorpsi kimia yang menunjukkan adanya pertukaran ion dalam proses adsorpsi serta hasil perhitungan  $R^2$  yang dimiliki oleh orde 2 lebih besar dari pada orde 1. Nilai  $q_e$  merupakan parameter kinetika adsorpsi yang memaknai tentang kapasitas adsorpsi maksimum adsorben, semakin tinggi nilai  $q_e$ , semakin tinggi kapasitas adsorpsi maksimumnya.

Wen, dkk. (2017) melakukan penelitian tentang pengaruh pH terhadap adsorpsi metilen biru. Hasil yang didapat dari penelitiannya adalah semakin basa pH adsorbat semakin besar adsorbat yang diserapnya. Adsorpsi mengalami kesetimbangan pada pH 7 yang ditandai dengan stabilnya kapasitas adsorpsi biosorben. Annadurai, dkk., (1999) menyebutkan bahwa semakin tinggi nilai pH adsorbat zat warna, semakin besar pula adsorbat yang terserap oleh adsorben.

Berdasarkan kajian di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan studi kinetika adsorpsi dan penentuan pH terbaik pada adsorpsi metilen biru dengan menggunakan biosorben batang jagung termodifikasi. Setelah itu dilakukan karakterisasi biosorben dengan menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus aktif pada biosorben.

## **1.2 Rumusan Masalah**

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

1. Bagaimana kinetika adsorpsi metilen biru pada biosorben batang jagung?
2. Berapa waktu kontak optimum dan pH optimum adsorpsi metilen biru pada biosorben batang jagung?
3. Bagaimana spektra FTIR biosorben batang jagung termodifikasi?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui laju adsorpsi metilen biru oleh biosorben batang jagung.
2. Untuk mengetahui waktu kontak dan pH optimum adsorpsi metilen biru pada biosorben batang jagung.

3. Untuk mengetahui perbedaan spektra FTIR biosorben batang jagung sebelum dan sesudah modifikasi.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Mengingat banyaknya cakupan permasalahan, maka dalam penelitian ini hanya dibatasi bahwa sampel batang jagung yang digunakan adalah limbah pertanian yang berasal dari Kota Batu.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pemanfaatan Tanaman dalam Prespektif Islam

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ  
أَنْوَاجًا مِنْ نَبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾

Artinya: “(Tuhan) yang telah menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu, dan menjadikan jalan-jalan di atasnya bagimu, dan yang menurunkan air (hujan) dari langit. “Kemudian Kami tumbuhkan dengannya (air hujan itu) berjenis-jenis aneka macam tumbuh-tumbuhan”.( QS. Tha Ha ayat 53)

Penciptaan alam semesta dan segala isinya merupakan tanda-tanda kebesaran Allah SWT dan semua ciptaan-Nya tidak ada yang sia-sia. Tafsir Ibnu Katsir menjelaskan bahwa berbagai macam tanaman dan buah-buahan, ada yang berasa masam, manis, pahit, serta berbagai jenis lainnya. Alam semesta dengan segala isinya diciptakan Allah hanya untuk kepentingan makhluk hidup dan pasti memiliki manfaat (Elkan, 2015).

Tanaman merupakan salah satu ciptaan Allah SWT yang beraneka ragam jenisnya dan manfaatnya. Allah SWT menciptakan segala sesuatunya tidak ada yang sia-sia. Sebagaimana Allah berfirman dalam al-Quran surat Ali Imron ayat 190-191:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ  
يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا  
خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

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, duduk, atau

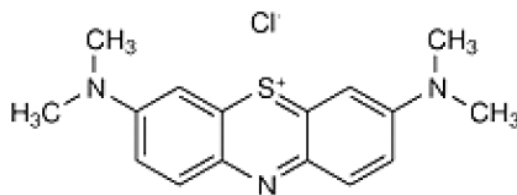
*dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka”*

Manusia harus bersyukur dengan segala sesuatu yang diciptakan Allah di bumi ini karena Allah menciptakan segala sesuatunya dengan berbagai manfaat. Manusia merupakan Makhluk yang lebih sempurna dari makhluk yang lainnya karena di karuniai akal. Sebagai makhluk yang sempurna manusia dapat berfikir bagaimana cara memanfaatkan dan menjaga ciptaan Allah. Hal ini merupakan salah satu bentuk mengingat akan penciptaan Allah yang luas dan banyak manfaatnya.

## 2.2 Limbah Zat Warna Metilen Biru

Metilen biru merupakan salah satu zat warna *tiazine* yang sering digunakan dalam pewarnaan industri karena harganya murah dan mudah diperoleh. Zat warna metilen biru merupakan zat warna dasar yang penting dalam proses pewarnaan kulit, kain mori, dan kain katun. Senyawa ini memiliki rumus molekul  $C_{16}H_{18}ClN_3$  dengan berat molekul 319,91 g/mol, berwarna hijau tua, tidak berbau, dan stabil dalam udara serta mudah larut dalam air, kloroform dan alkohol (Riapinatra, dkk., 2012).

Metilen biru mempunyai spektrum cahaya pada panjang gelombang daerah tampak yaitu antara 500-700 nm (Day dan Underwood, 2002). Pada penelitian Pujiana (2014) pengukuran absorbansi metilen biru dilakukan pada panjang gelombang 665 nm menggunakan *Ultraviolet-Visible* (UV-Vis), hal ini sesuai dengan puncak serapan maksimum metilen biru.



Gambar 2.1 Struktur metilen biru (Pujiana, 2014)

### 2.3 Biosorben Batang Jagung

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), produksi jagung tahun 2010 sebesar 18,36 juta ton pipilan kering, dengan kenaikan luas panen seluas 67.830 hektar (1,63%) (BPS, 2013). Batang jagung merupakan salah satu sumber biomassa dengan kadar selulosa yang cukup tinggi yaitu sekitar 42,43%, kadar lignin yang relatif rendah sekitar 21,73% dan hemiselulosa 25,06% (Mahbubah, 2016).

Berdasarkan Daud, dkk. (2010) menyatakan bahwa batang jagung merupakan salah satu sumber biomassa dengan kadar selulosa yang cukup tinggi yaitu selulosa 39%, hemiselulosa 42%, dan lignin 7,3%. Selulosa ini dapat digunakan sebagai gugus aktif pengadsorpsi limbah zat warna. Rahmayani dan Siswarni (2013) menambahkan limbah pertanian yang memiliki kadar selulosa tinggi dapat dimanfaatkan sebagai adsorben alternatif, salah satunya adalah adsorben dari limbah batang jagung. Rajashekar, dkk. (2014) melakukan penelitian adsorben tongkol jagung tanpa modifikasi untuk mengadsorpsi malasit hijau konsentrasi 5 ppm. Pada penelitiannya didapatkan kapasitas adsorpsi untuk adsorben sebesar 4 mg/g dengan pH terbaik sebesar 12 dan waktu kontak optimum 100 menit.

Wu, dkk. (2017) menyebutkan bahwa gugus hidroksil dalam selulosa berperan penting dalam proses adsorpsi karena mempengaruhi kapasitas adsorpsi.

Batang jagung tanpa modifikasi memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih sedikit daripada batang jagung dengan modifikasi karena kandungan gugus hidroksil pada batang jagung tanpa modifikasi lebih sedikit. Pada penelitiannya menggunakan adsorben batang jagung termodifikasi asam sulfat didapatkan kapasitas adsorpsi sebesar 8,75 mg/g, sedangkan adsorben tanpa aktivasi sebesar 1,35 mg/g. Adsorben tersebut digunakan untuk mengadsorpsi metilen biru 5 ppm.

#### **2.4 Aktivasi Adsorben**

Aktivasi fisika adalah proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dari CO<sub>2</sub>. Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, gas CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan N<sub>2</sub>. 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 Triyana, 2003).

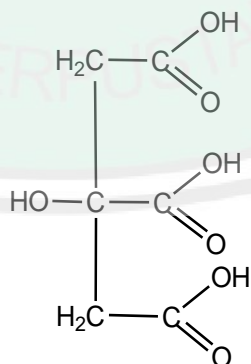
Aktivasi kimia merupakan aktivasi dengan penambahan bahan kimia. Aktivator yang sering digunakan antara lain sulfat, klorida, fosfat dari logam alkali tanah, hidroksida logam alkali, dan asam-asam anorganik seperti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Keuntungan aktivasi kimia yaitu tidak memerlukan suhu tinggi, mendapatkan hasil yang lebih tinggi, dan mikropori dapat dikontrol (Wu, dkk., 2017). Perlakuan aktivasi dengan larutan asam dapat melarutkan pengotor pada suatu material, sehingga mulut pori menjadi lebih terbuka, akibatnya luas permukaan spesifik porinya menjadi meningkat.

### 2.4.1 Demineralisasi

Demineralisasi bertujuan untuk mendekomposisikan garam-garam mineral yang terdapat pada sampel seperti kalsium yang berikatan dengan adsorben. Berkurangnya mineral-mineral tersebut mengindikasikan terbentuknya gugus fungsi COOH dan -OH. Gugus fungsi tersebut dapat bertambah sehingga akan lebih meningkatkan kemampuan adsorpsi adsorben (Sulistiowati dan Ulfin, 2012). Nurmasari (2008) melakukan penelitian tentang adsorpsi Krom(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%.

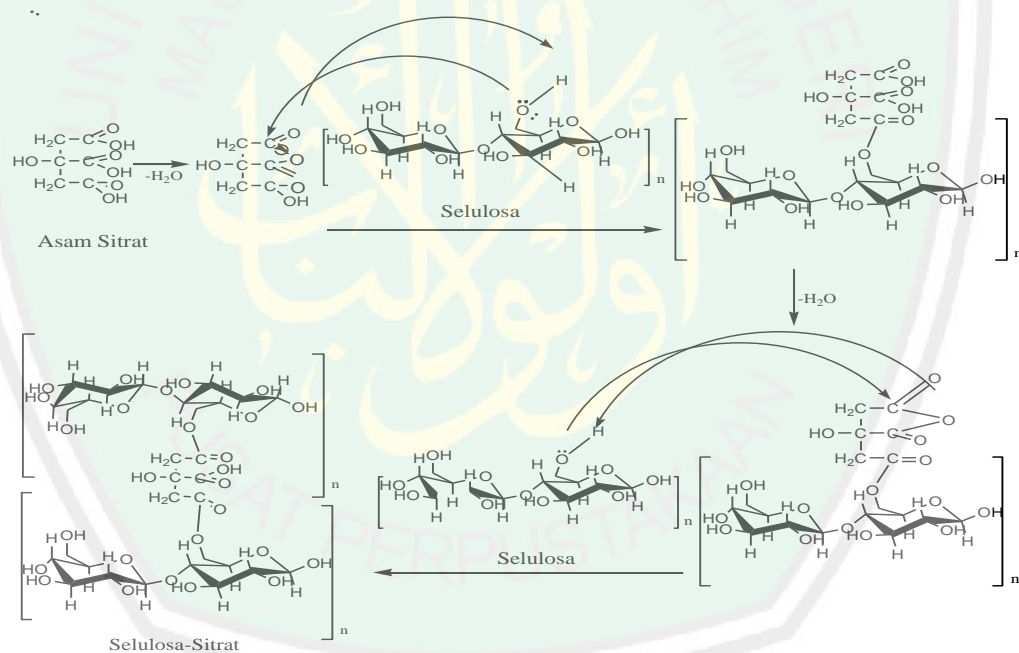
### 2.4.2 Modifikasi Biosorben Menggunakan Asam Sitrat

Asam sitrat adalah karboksilat tribasis, kristal putih, rasa masam, dan ada dalam jeruk dan buah asam lainnya sebagai asam bebas. Memiliki titik lebur sebesar 153°C dan memiliki rumus kimia: C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> (Fatih, 2008). Struktur asam sitrat ditampilkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Gugus fungsi asam sitrat

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). Menurut Safrianti, dkk. (2012) proses aktivasi kimia menggunakan asam asetat dan asam sitrat dengan bantuan pemanasan dapat memperpanjang gugus hidrokarbon dan gugus karbonil. Mekanisme reaksi esterifikasi antara gugus karboksilat pada asam sitrat dan hidroksil pada batang jagung ditampilkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Reaksi selulosa dengan asam sitrat (Safrianti, 2012)

Berdasarkan struktur kimianya, kedua asam tersebut dimungkinkan untuk bereaksi dengan selulosa karena asam asetat dan asam sitrat mempunyai gugus

karboksilat yang dapat bereaksi dengan gugus hidroksil yang terikat pada selulosa. (Safrianti, 2012).

Mahbubah (2016) menyebutkan bahwa pada spektra IR batang jagung setelah proses modifikasi menggunakan asam sitrat muncul puncak baru pada bilangan gelombang 1733-1736  $\text{cm}^{-1}$ . Puncak tersebut merupakan puncak vibrasi gugus ester yang terbentuk melalui reaksi esterifikasi antara gugus hidroksil pada biosorben dan asam karboksilat pada asam asetat. Setelah adsorpsi terdapat penurunan intensitas pada gugus ester yang menunjukkan terjadinya interaksi antara gugus ester pada biosorben dengan kation pada zat warna (Ramos, dkk., 2011).

Ramos, dkk. (2011) dalam penelitiannya menggunakan asam sitrat untuk memodifikasi biosorben tongkol jagung. Asam sitrat digunakan untuk membentuk gugus ester melalui reaksi esterifikasi. Keberadaan gugus ester pada biosorben dapat diketahui dengan melakukan karakterisasi menggunakan FTIR yang hasilnya diinterpretasikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Interpretasi spektra IR tongkol jagung (Ramos, dkk., 2011).

Panjang Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Interpretasi
3405-3443	Vibrasi rengangan O-H
2896-2940	C-H $\text{sp}^3$
1731-1737	C=O ester
1631-1425	C=C
1250-1163	C-O-H
1046-1053	C-O

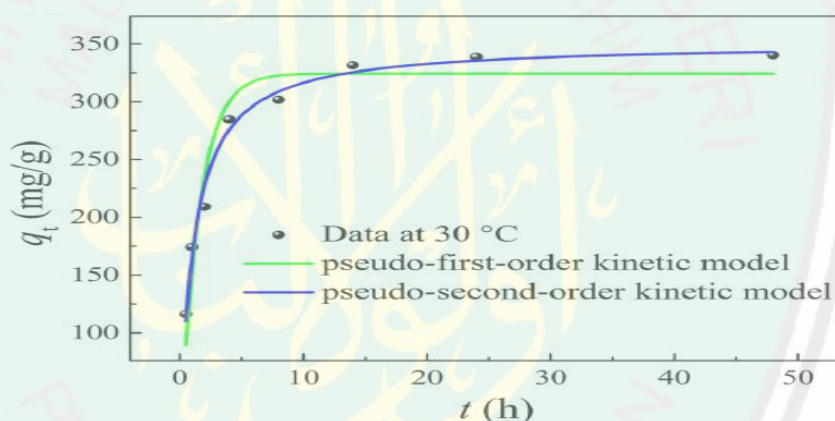
## 2.5 Adsorpsi

Adsorpsi bersifat *irreversibel*, berlangsung pada suhu tinggi dan tergantung pada energi aktivasi. Akibat pemutusan ikatan, maka panas adsorpsinya

mempunyai kisaran yang sama seperti reaksi kimia, yaitu diatas 20,92 kJ/mol. Kecepatan adsorpsi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antar lain luas permukaan, ukuran partikel, konsentrasi adsorbat, suhu, waktu kontak, dan pH (Andriko, 2011).

### 2.5.1 Waktu Kontak Adsorpsi Metilen Biru

Pada penelitian Wen, dkk. (2017) adsorpsi metilen biru berlangsung lambat untuk mencapai titik kesetimbangan. Pada saat mencapai titik kesetimbangannya kapasitas adsorpsi metilen biru didapatkan sebesar 338,6 mg/g.



Gambar 2.4 Laju adsorpsi metilen biru (Wen, dkk., 2017)

Berdasarkan Gambar 2.4 dapat diketahui bahwa laju adsorpsi metilen biru pada waktu pertama sampai 14 jam berlangsung sangat cepat dengan kemampuan adsorpsi yang besar. Setelah memasuki interval 14 jam laju adsorpsi metilen biru menurun, hal ini disebabkan adsorpsi metilen biru mencapai titik kesetimbangan pada waktu kontak 14 jam, penelitian tersebut menggunakan adsorben batang jagung yang dimodifikasi untuk mengadsorpsi metilen biru dengan konsentrasi adsorbat 350 ppm (Wen, dkk., 2017).

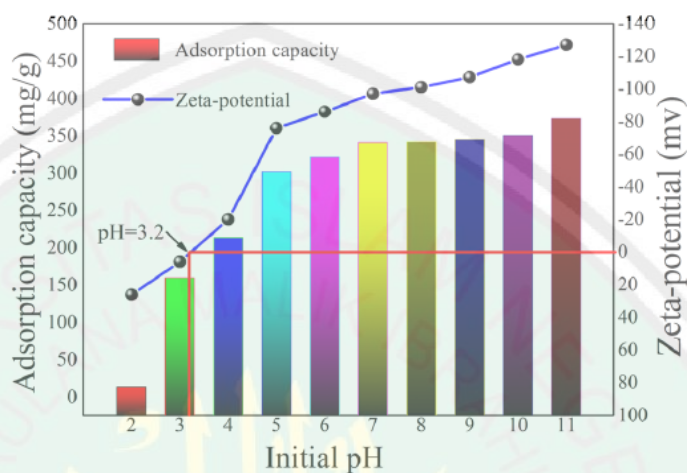
Riapanitra, dkk. (2012) melakukan penentuan waktu kontak adsorpsi metilen biru dengan menggunakan adsorben sekam padi. Hasil yang didapatkan adsorbat terserap paling banyak pada waktu kontak 10 menit. Setelah melewati waktu kontak 10 menit daya serap adsorben menurun, hal ini disebabkan setelah melewati waktu kontak 10 menit gugus aktif adsorben tersisa sedikit sehingga daya serap adsorben rendah. Titik kesetimbangan berada pada waktu kontak 10 menit dengan adsorbat yang terserap sebesar 2 ppm.

Farnane, dkk. (2017) melakukan pengujian waktu kontak optimum adsorpsi metilen biru oleh adsorben tongkol jagung termodifikasi didapatkan waktu kontak optimum 300 menit. Adsorpsi mencapai titik kesetimbangannya pada waktu kontak 120 menit, selanjutnya hingga waktu kontak 300 menit adsorpsi tidak mengalami perubahan daya serapnya. Daya serap adsorben terhadap adsorbat metilen biru sebesar 45 mg/g.

### **2.5.2 Pengaruh pH dalam Adsorpsi Metilen Biru**

Parameter yang penting dalam proses menghilangkan polutan dari air limbah dengan proses adsorpsi adalah pH. Tingkat ionisasi dan spesiasi dari adsorbat dapat dikontrol menggunakan pH. Wen, dkk. (2017) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa adsorpsi sangat bergantung pada pH dan kapasitas adsorpsi batang jagung termodifikasi semakin besar seiring besarnya nilai pH. Titik isoelektrik adsorben batang jagung termodifikasi berada pada pH 3,2. Hal tersebut berarti bahwa permukaan adsorben bermuatan negatif pada pH di atas 3,2 dan bisa menangkap ion metilen biru kationik melalui interaksi elektrostatik. Selain itu, jumlah metilen biru yang diadsorpsi per satuan massa dari adsorben meningkat dengan meningkatnya pH karena muatan permukaan pada adsorben lebih besar

pada tingkat yang lebih tinggi nilai pH. Hal tersebut terjadi karena interaksi ikatan hidrogen antara adsorben dan metilen biru. Hasil yang didapatkan dalam penelitiannya ditampilkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Pengaruh pH pada proses adsorpsi metilen biru (Wen, dkk., 2017)

Farnane, dkk. (2017) melakukan penelitian tentang adsorpsi zat warna dengan menggunakan adsorben tongkol jagung termodifikasi. Zat warna yang di serap antara lain malasit hijau dan metilen biru. Titik isoelektrik yang didapatkan untuk adsorben teraktivasi adalah 6 dan untuk adsorben tanpa aktivasi sebesar 3. berdasarkan nilai tersebut maka pH larutan harus diatas nilai titik isoelektrik agar terjadi proses adsorpsi oleh adsorben. Titik isoelektrik merupakan nilai muatan permukaan adsorben. Proses adsorpsi akan terjadi jika pH larutan diatas nilai titik isoelektrik adsorben karena pada kondisi pH tersebut permukaan dan gugus fungsi fungsional akan memiliki muatan negatif, sehingga terjadi interaksi antara zat warna kationik dengan adsorben.

## 2.6 Kinetika Adsorpsi Zat Warna

Kinetika adsorpsi menyatakan kecepatan proses penyerapan adsorbat oleh adsorben yang dinyatakan dalam fungsi konsentrasi terhadap waktu. Pendekatan model empiris yang digunakan untuk menentukan kinetika adsorpsi yaitu model Lagergren yang dinyatakan pada persamaan 2.1 dan 2.2 (Wen, dkk., 2017).

Orde 1

$$\text{Log} (q_e/q_e - q_t) = \frac{-k_1 t}{2,303} \dots\dots\dots(2.1)$$

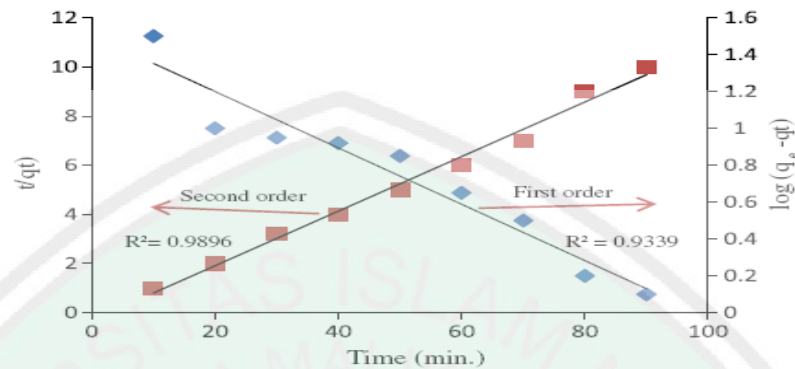
Orde 2

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan  $q_t$  merupakan kapasitas adsorpsi pada waktu  $x$ ,  $q_e$  merupakan kapasitas adsorpsi pada titik kesetimbangan,  $K_1$  dan  $K_2$  merupakan konstanta dan  $t$  merupakan waktu. Orde 1 menunjukkan bahwa adsorpsi tersebut berlangsung secara fisika, sedangkan orde dua menunjukkan bahwa adsorpsi berlangsung secara kimia. Kedua orde tersebut merupakan perbandingan dimana yang terbaik akan memiliki nilai  $R^2$  mendekati 1 (Wen, dkk., 2017). Farnane, dkk. (2017) melakukan penelitian tentang kinetika adsorpsi metilen biru oleh adsorben tongkol jagung termodifikasi dengan menggunakan persamaan diatas. Hasil yang didapat yaitu adsorpsi berlangsung secara kimia yang ditandai dengan nilai  $R^2$  orde dua yang lebih mendekati nilai  $R^2=1$ .

Orde 1 menunjukkan adsorpsi terjadi secara fisika, adsorpsi ini terjadi melibatkan gaya Van der Waals dimana gaya tarik molekul antara larutan dan permukaan media lebih besar daripada gaya tarik substansi terlarut dan larutan, maka substansi terlarut akan diadsorpsi oleh permukaan media. Orde 2 menunjukkan adsorpsi terjadi secara kimia, adsorpsi ini terjadi melibatkan reaksi-reaksi kimia. Ikatan kimia yang terjadi pada adsorpsi ini sangat kuat mengikat

molekul gas atau cairan dengan permukaan padatan, sehingga sangat sulit untuk dilepaskan kembali (Atkins, 1999).



Gambar 2.6 Kinetika adsorpsi metilen biru (Pathania, dkk., 2013)

Pathania, dkk. (2013) melakukan penelitian tentang kinetika adsorpsi, hasil yang diperoleh ditampilkan pada Gambar 2.6. penengukuran kinetika adsorpsi menggunakan Persamaan 2.1 dan 2.2 menunjukkan koefisien korelasi orde 2 yaitu 0,989 lebih besar dari orde 1 yaitu 0,933. Hasil tersebut menunjukkan bahwa adsorpsi metilen biru berlangsung secara kimia. Adsorpsi secara kimia dipengaruhi kekuatan valensi melalui pembagian atau pertukaran elektron.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2018 sampai Desember 2018 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, ayakan 40 mesh, oven, *magnetic stirrer*, *hot plate*, FTIR, Spektrofotometer UV-Vis (*merk varian carry*), *shaker*, dan *centrifuge*.

##### **3.2.2 Bahan**

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi limbah batang jagung kering dari pertanian di Kabupaten Malang, asam sitrat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 1 M, asam klorida (HCl) 0,1 M, NaOH 0,05 N, zat warna metilen biru,  $\text{AgNO}_3$ , dan aquades.

#### **3.3 Tahapan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Preparasi batang jagung.
2. Demineralisasi biosorben batang jagung menggunakan HCl 0,1 M.
3. Modifikasi biosorben batang jagung menggunakan asam sitrat 1 M.

4. Penentuan kinetika adsorpsi metilen biru menggunakan biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat.
5. Penentuan pengaruh pH untuk adsorpsi metilen biru menggunakan biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat.
6. Karakterisasi biosorben batang jagung menggunakan FTIR.

### **3.4 Prosedur Kerja**

#### **3.4.1 Preparasi Sampel Batang Jagung**

Sampel batang jagung kering dicuci bersih kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari hingga batang jagung mengering. Batang jagung kering dipotong-potong kecil. Kemudian digiling halus dan diayak dengan ukuran  $\pm 100-200$  mesh. Semua batang jagung kering dicuci bersih dengan aquades dan dikeringkan dalam oven pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  sampai kering.

#### **3.4.2 Demineralisasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan HCl 0,1M**

Sampel batang jagung yang sudah halus direndam menggunakan HCl 0,1M. Setelah direndam dengan HCl selanjutnya dicuci dengan aquades hingga bebas dari ion  $\text{Cl}^-$ . Keberadaan ion  $\text{Cl}^-$  dapat dideteksi dengan penambahan  $\text{AgNO}_3$  pada air pencucian batang jagung yang membentuk endapan putih  $\text{AgCl}$ . Jika pada air pencuci tidak terbentuk endapan putih lagi maka batang jagung sudah bersih dari ion  $\text{Cl}^-$ . Selanjutnya padatan dikeringkan dalam oven pada  $60^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam (Nurmasari, 2008).

#### **3.4.3 Modifikasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan Asam Sitrat 1M**

Biosorben batang jagung diambil 40 gram dan direndam ke dalam 300 mL larutan asam sitrat konsentrasi 1M. 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 dan selanjutnya dibiarkan dingin. Batang jagung yang telah dimodifikasi dicuci beberapa kali menggunakan aquades sampai pH netral. Selanjutnya batang jagung dikeringkan dalam oven pada suhu 50 °C sampai kering (Ramos, dkk., 2011).

#### 3.4.4 Pembuatan Kurva Standar

Larutan baku metilen biru dibuat dengan konsentrasi 0,7; 1,4; 2,8; 4,2 dan 5,6 ppm. Kemudian dibuat pHnya menjadi pH pengukuran optimum. Diukur absorbansi masing-masing larutan pada panjang gelombang optimum dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, kemudian dibuat kurva standar dengan sumbu  $x$  menyatakan konsentrasi dan sumbu  $y$  menyatakan absorbansi. Maka akan diperoleh persamaan garis  $y = ax+b$ .

#### 3.4.5 Kinetika Adsorpsi Metilen Biru

Untuk melakukan penentuan waktu kontak terbaik untuk biosorben batang jagung alami dan batang jagung modifikasi dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut : 0,5 g biosorben batang jagung dicampur dengan 250 mL konsentrasi 350 ppm dalam erlenmeyer 100 mL. Kemudian dilakukan pengocokan dengan menggunakan *shaker* dengan kecepatan 120 rpm selama variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5, 18, 20, 24, 48, dan 50 jam. Setelah itu dilakukan penyaringan dan dilakukan sentrifugasi sejenak untuk didapatkan larutan supernatan. Kemudian dibuat pHnya menjadi pH pengukuran optimum.

Selanjutnya diukur absorbansi dan konsentrasinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang optimum (Wen, dkk., 2017).

#### **3.4.6 Pengaruh pH pada Adsorpsi Metilen Biru**

Penentuan pH terbaik untuk biosorben batang jagung alami dan batang jagung modifikasi dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut: biosorben batang jagung sebanyak 0,5 g dicampur dengan 100 mL metilen biru konsentrasi 350 ppm dalam erlenmeyer 250 mL. Kemudian dilakukan variasi pH 2-11, variasi tersebut dilakukan dengan menambahkan HCl 0,1 M dan NaOH 0,05N. Kemudian dilakukan pengocokan dengan menggunakan *shaker* dengan kecepatan 120 rpm selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan penyaringan dan dilakukan sentrifugasi sejenak untuk didapatkan larutan supernatan. Kemudian dibuat pHnya menjadi pH pengukuran optimum. Selanjutnya diukur absorbansi dan konsentrasinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang optimum (Wen, dkk., 2017).

#### **3.4.7 Karakterisasi Biosorben Batang Jagung Menggunakan FTIR**

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. Penelitian ini sampel yang akan dikarakterisasi dengan FTIR antara lain, sampel batang jagung alami, sampel biosorben terdeminalisasi, sampel biosorben termodifikasi, dan sampel batang biosorben setelah digunakan menyerap zat warna.

### 3.4.9. Analisis Data

#### a. Spektra IR

Analisa data dilakukan dengan membandingkan hasil spektra FTIR adsorben batang jagung tanpa modifikasi, demineralisasi, setelah modifikasi dengan menggunakan asam sitrat, dan setelah proses adsorpsi. Spektra FTIR diamati perubahannya pada puncak gugus ester.

#### b. Spektrofotometer UV-Vis

Hasil yang diperoleh dari spektroskopi UV-Vis merupakan data nilai adsorbansi yang kemudian dimasukkan ke dalam persamaan  $y=ax+b$  untuk pembuatan kurva standar. Nilai  $x$  merupakan konsentrasi adsorbat, sedangkan nilai  $y$  merupakan nilai adsorbansi.

#### c. Penentuan Laju Adsorpsi Metilen Biru

Hasil yang didapat dari UV-Vis dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai  $q_t$ . Kemudian mencari nilai  $q_e$  dengan menentukan kapasitas adsorpsi pada saat setimbang pada nilai  $q_t$ . Setelah nilai  $q_e$  di dapatkan, dimasukkan ke dalam persamaan 2.1 untuk orde satu dan persamaan 2.2 untuk orde 2. Nilai  $R^2$  yang terbaik merupakan orde reaksi adsorpsi tersebut.

#### d. Penentuan Pengaruh pH dalam Adsorpsi Metilen Biru

Analisis pengaruh pH pada adsorpsi metilen biru dilakukan dengan membandingkan persentase adsorbat yang terserap oleh adsorben pada pH 2-11. pH dengan persentase adsorbat terserap paling tinggi merupakan pH terbaik dalam adsorpsi.

## **BAB IV PEMBAHASAN**

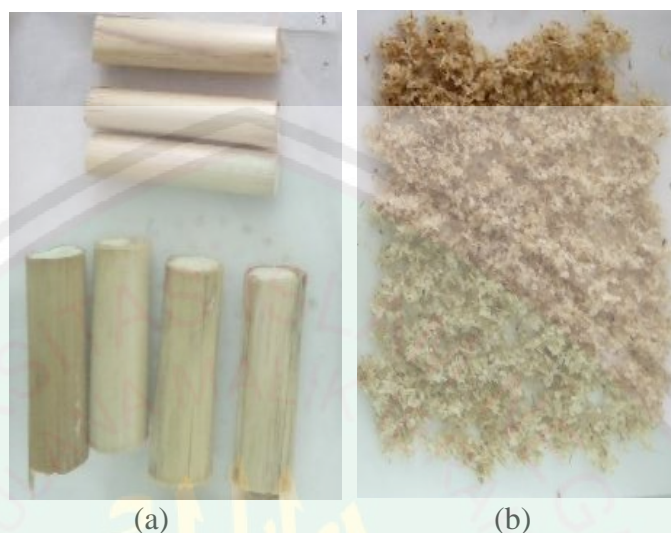
Batang jagung dalam penelitian ini dimodifikasi dengan menggunakan larutan HCl 0,1 M dan asam sitrat 1 M untuk meningkatkan daya serapnya. Adsorpsi metilen biru dilakukan dengan menggunakan variasi waktu kontak (1, 2, 3, 4, 5, 18, 20, 24, 48, dan 50 jam) dan variasi pH adsorbat (pH 2-11). Penentuan kinetika adsorpsi metilen biru dilakukan dengan perhitungan menggunakan Persamaan 2.1 dan 2.2. Biosorben batang jagung dikarakterisasi menggunakan Spektroskopi IR.

### **4.1 Biosorben Batang jagung**

#### **4.1.1 Preparasi Batang Jagung**

Batang jagung dikeringkan melalui proses penjemuran dibawah sinar matahari. Penjemuran batang jagung dilakukan untuk mengurangi kadar air dalam batang jagung sehingga mempermudah proses penggilingan. Batang jagung yang telah dikeringkan kemudian dipotong kecil-kecil dan digiling menggunakan mesin untuk mendapatkan serbuk batang jagung. Perlakuan tersebut bertujuan untuk memperbesar luas permukaan biosorben batang jagung yang ditampilkan pada Gambar 4.1. Serbuk batang jagung yang didapatkan kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh dan diambil serbuk yang lolos dari ayakan tersebut. Serbuk yang didapatkan kemudian di ayak menggunakan ayakan 200 mesh dan diambil bagian serbuk yang tidak lolos ayakan. Pengayakan tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa serbuk batang jagung berukuran 100-200 mesh. 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  $70^{\circ}\text{C}$  untuk menghilangkan kadar airnya.

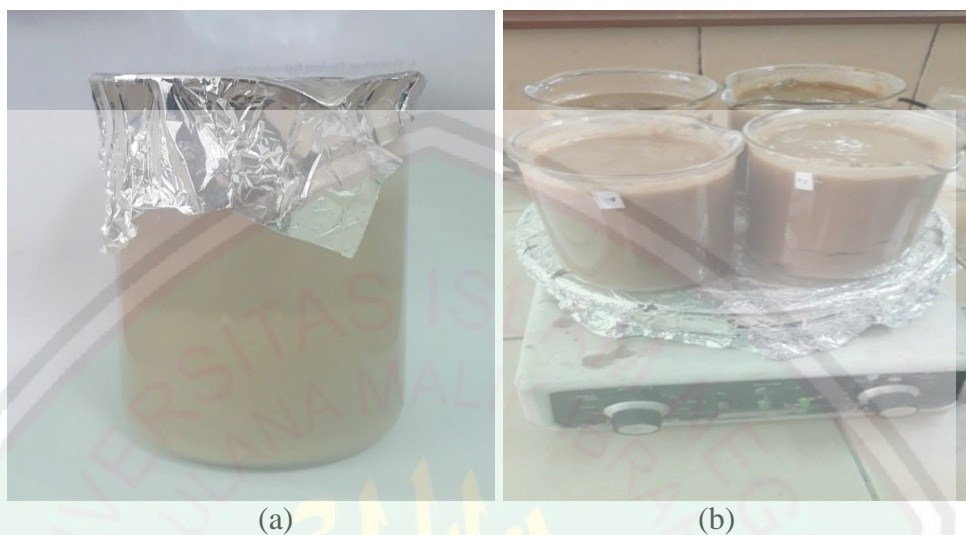


Gambar 4.1 Preparasi biosorben (a) sebelum, dan (b) sesudah

#### 4.1.2 Modifikasi Batang Jagung

Modifikasi pada penelitian ini menggunakan demineralisasi dan aktivasi yang bertujuan untuk menghilangkan logam-logam pengotor dan menambahkan situs aktif (gugus karboksil, hidroksil, dan lakton) dalam biosorben, sehingga kemampuan menyerapnya meningkat. Serbuk batang jagung yang telah di preparasi direndam dalam larutan asam klorida  $0,1\text{ M}$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2. Tahap ini disebut dengan demineralisasi yang bertujuan untuk menghilangkan mineral yang menempel pada dinding-dinding sel batang jagung agar luas permukaan biosorben bertambah. Setelah perendaman serbuk batang jagung dicuci hingga terbebas dari ion  $\text{Cl}^-$  menggunakan aquades. Keberadaan ion  $\text{Cl}^-$  dapat dideteksi menggunakan  $\text{AgNO}_3$  dengan cara ditetaskan pada air hasil

pencucian batang jagung. Endapan putih AgCl yang terbentuk menunjukkan bahwa masih adanya ion  $\text{Cl}^-$  pada batang jagung.



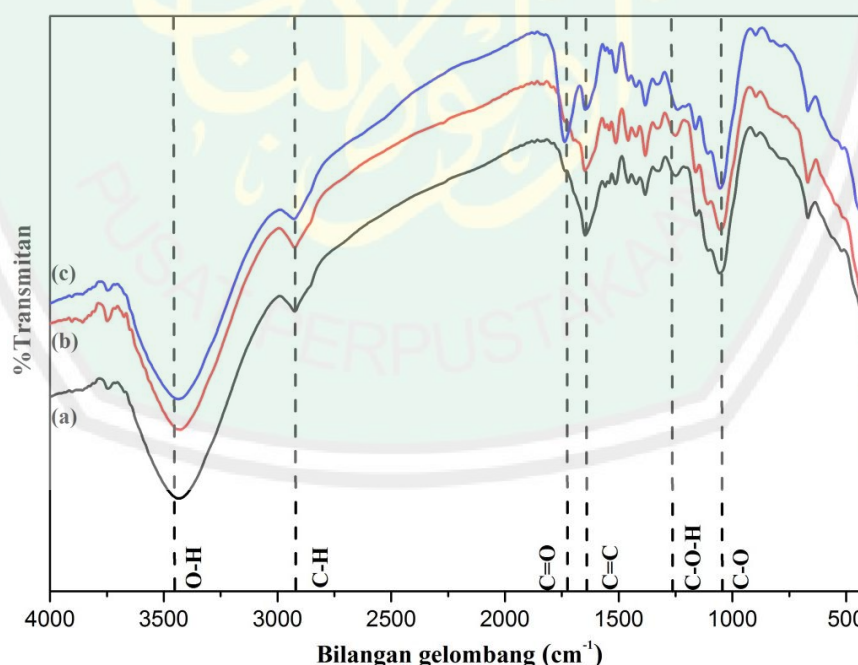
Gambar 4.2 Proses (a) perendaman, dan (b) pemanasan dalam modifikasi

Batang jagung yang telah terbebas dari ion  $\text{Cl}^-$  kemudian diaktivasi dengan menggunakan larutan asam sitrat 1 M dan dilakukan pemanasan pada suhu  $60\text{ }^\circ\text{C}$  selama 2 jam yang ditunjukkan pada Gambar 4.2. Pemanasan ini bertujuan untuk memaksimalkan reaksi asam sitrat dengan batang jagung. Ramos, dkk. (2011) 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.

Penambahan asam sitrat menyebabkan terjadinya reaksi esterifikasi di mana atom karbon pada asam sitrat diikat oleh atom oksigen pada selulosa yang bersifat elektrofil dan membentuk selulosa sitrat. Kemudian atom oksigen pada

asam sitrat yang bersifat elektronegatif mengikat atom yang bersifat elektrofil. Produk yang dihasilkan adalah asam sitrat menjadi jembatan dari dua polimer selulosa. Reaksi esterifikasi pada proses modifikasi ditunjukkan pada Gambar 2.3.

Hasil perendaman serbuk batang jagung disaring dan diambil endapannya. Endapan yang didapatkan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan dinaikkan suhunya menjadi  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam. Kenaikan suhu tersebut menyebabkan terjadinya dehidrasi batang jagung sehingga kadar airnya berkurang dan menghilangkan pengotor. Selanjutnya serbuk batang jagung dicuci hingga pH netral dengan menggunakan aquades dan dikeringkan pada oven dengan suhu  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Kemudian untuk mengetahui perbedaan gugus fungsi sebelum dan sesudah modifikasi dilakukan karakterisasi dengan menggunakan FTIR yang hasil spektranya ditampilkan pada Gambar 4.3 dan dirangkum pada Tabel L.4.9.



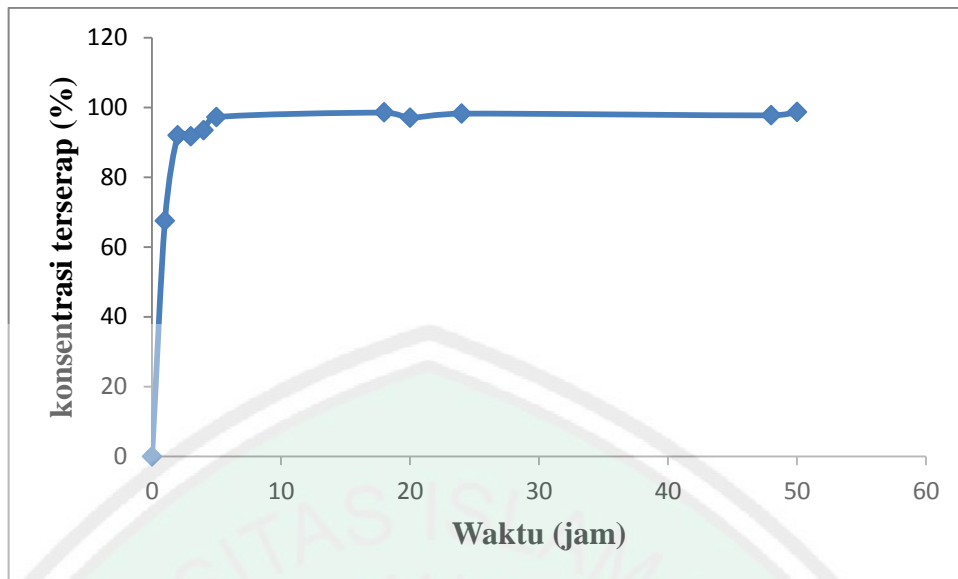
Gambar 4.3 Spektra IR karakterisasi biosorben (a) batang jagung alami, (b) demineralisasi, dan (c) modifikasi

Spektra IR batang jagung alami, batang jagung setelah demineralisasi, dan batang jagung setelah modifikasi menunjukkan modus vibrasi pada (a) bilangan gelombang 3426, 3432, dan 3435  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus O-H *stretching band* yang kuat dan melebar, (b) bilangan gelombang 2923, 2924, dan 2927  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan C-H *stretching band* untuk atom karbon  $sp^3$ , (c) bilangan gelombang 1646, 1648, 1512, 1513, 1383, dan 1384  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan C=C *stretching band* untuk cincin aromatis, (d) bilangan gelombang 1052 dan 1053  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-O dan (e) bilangan gelombang 1248 dan 1250  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan C-O-H *vibration band*. Setelah proses modifikasi muncul puncak baru pada bilangan gelombang 1736  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi C=O yang menandai adanya gugus ester. Gugus ester terbentuk melalui reaksi esterifikasi antara gugus asam karboksilat pada asam sitrat dan gugus hidroksil pada batang jagung.

## 4.2 Adsorpsi Metilen Biru

### 4.2.1 Penentuan Waktu Kontak Optimum Metilen Biru

Penentuan waktu kontak optimum metilen biru dilakukan dengan cara merendam 0,5 gram biosorben di dalam 100 mL metilen biru konsentrasi 350 ppm. Biosorben yang terendam kemudian di aduk pada variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5, 18, 20, 24, 48, dan 50 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 kocok untuk diambil lapisan atasnya. Larutan yang didapatkan kemudian diukur serapannya menggunakan UV-Vis untuk mendapatkan konsentrasi akhirnya. Hasil yang didapatkan di rangkum pada Tabel L.4.3 dan ditampilkan pada Gambar 4.4.



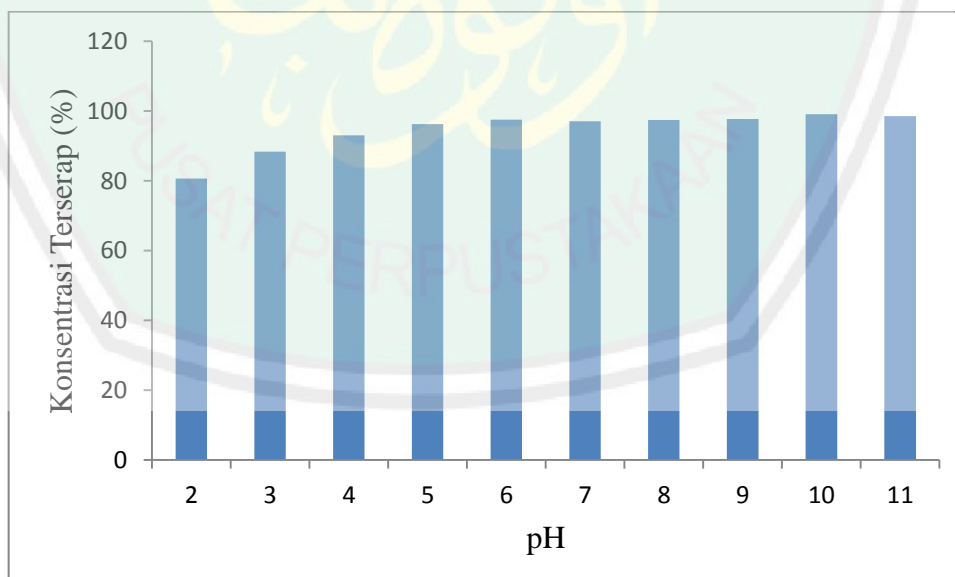
Gambar 4.4 Waktu kontak adsorpsi metilen biru

Gambar 4.4 menunjukkan penyerapan metilen biru terjadi sangat cepat pada waktu 1-5 jam dikarenakan masih banyaknya gugus aktif yang belum terisi, kemudian pada selang waktu 18-50 jam cenderung stabil yang mengindikasikan telah terisinya gugus aktif dalam batang jagung. Jumlah konsentrasi terserap pada tiap variasi waktu kontak dirangkum pada Tabel L.4.3. Hasil penelitian ini menunjukkan metilen biru memiliki waktu penyerapan optimum selama 5 jam dengan kapasitas adsorpsi 54,602 mg/g.

### 4.3 Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Metilen Biru

Penentuan pH optimum dilakukan dengan cara variasi pH 2-11 pada pH metilen biru kemudian dilakukan adsorpsi dengan biosorben batang jagung dengan waktu kontak optimum 18 jam. Konsentrasi metilen biru yang terserap pada variasi pH ditunjukkan pada Gambar 4.5 dan jumlah konsentrasi terserap dirangkum pada Tabel L.4.8.

Kenaikan daya adsorpsi terjadi pada pH 2-6 dan cenderung stabil pada pH 7-11. Hal tersebut menunjukkan bahwa pH 6 merupakan pH optimum metilen biru dan setelah melewati pH optimum persentase metilen biru yang terserap cenderung stabil. Metilen biru pada pH asam mengalami protonasi, sehingga menyebabkan metilen biru terserap dalam jumlah kecil. Sedangkan pada pH basa metilen biru mengalami deprotonasi, sehingga metilen biru terserap dalam jumlah besar. Hasil tersebut sesuai dengan Vadivelan dan Kumar (2005) menyebutkan bahwa pada pH asam, ion  $H^+$  bersaing dengan kation zat warna untuk terikat dengan adsorben, sehingga menyebabkan rendahnya jumlah zat warna yang terserap. Pada pH basa permukaan adsorben juga diisi dengan ion  $OH^-$  sehingga jumlah zat warna yang terserap melalui gaya tarik elektrostatis lebih banyak. Pada penelitian ini didapatkan hasil pH optimum adsorpsi metilen biru adalah pH 6 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 47,906 mg/g.

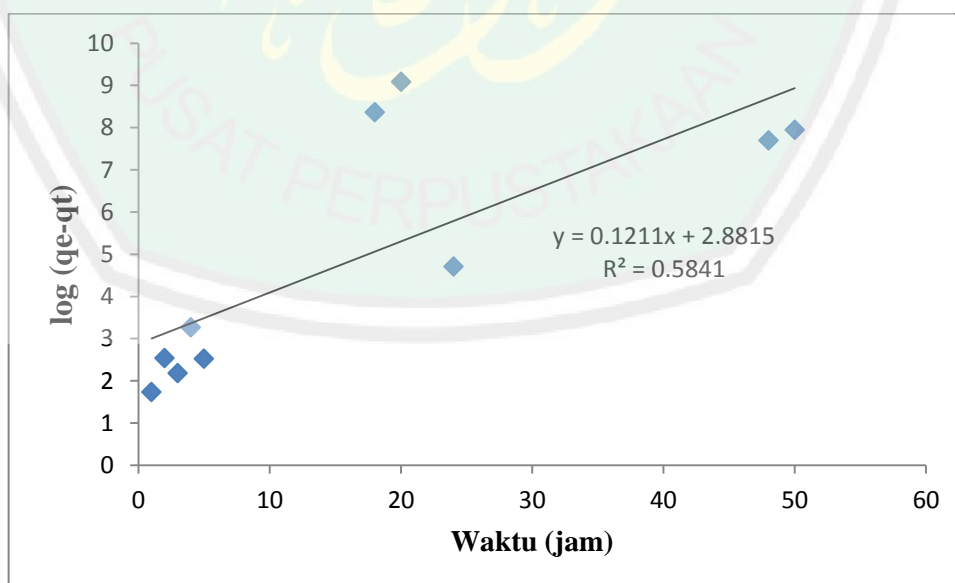


Gambar 4.5 Penentuan pH optimum adsorpsi metilen biru

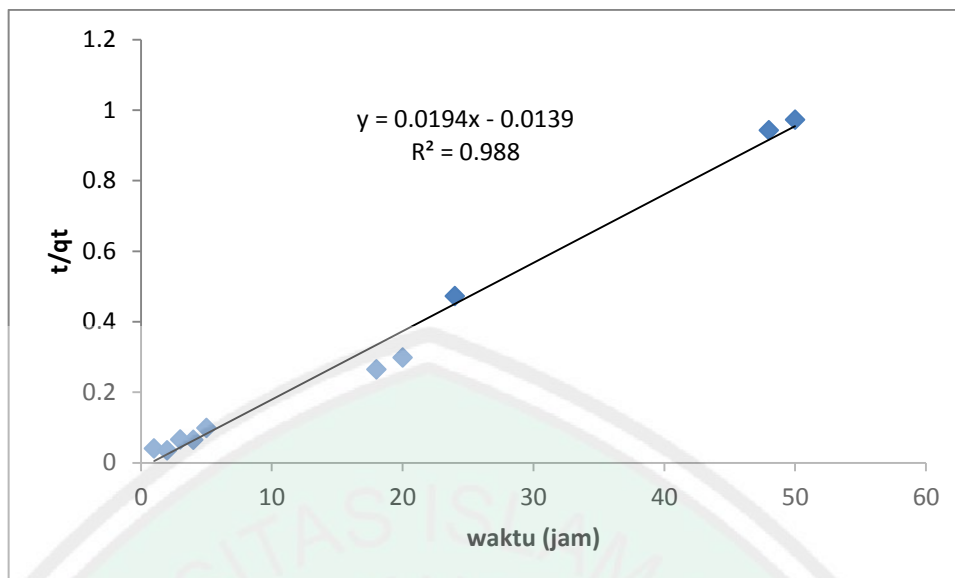
#### 4.4 Kinetika Adsorpsi Metilen Biru

Proses adsorpsi dibagi menjadi dua yaitu adsorpsi kimia dan adsorpsi fisika. Klasifikasi dari adsorpsi tersebut dapat diketahui dengan menentukan orde dari adsorpsi tersebut, dimana orde 1 menunjukkan adsorpsi berjalan secara fisika dan orde 2 menunjukkan adsorpsi berjalan secara kimia. Hasil pengukuran adsorpsi di uji kedalam persamaan 2.1 dan 2.2 untuk mendapatkan nilai  $R^2$  pada masing-masing orde. Orde adsorpsi yang memiliki nilai  $R^2$  terbesar menunjukkan klasifikasi dari adsorpsi tersebut. Hasil uji kinetika adsorpsi metilen biru dengan batang jagung ditampilkan pada gambar 4.6 dan 4.7.

Pada penentuan orde adsorpsi menggunakan persamaan Lagergen diperoleh nilai  $R^2$  untuk orde 1 sebesar 0,5841 dan nilai  $R^2$  untuk orde 2 sebesar 0,988. Hasil ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi metilen biru berjalan secara kimia (orde dua) yang ditandai dengan nilai  $R^2$  pada orde dua lebih besar dibandingkan nilai  $R^2$  pada orde satu.

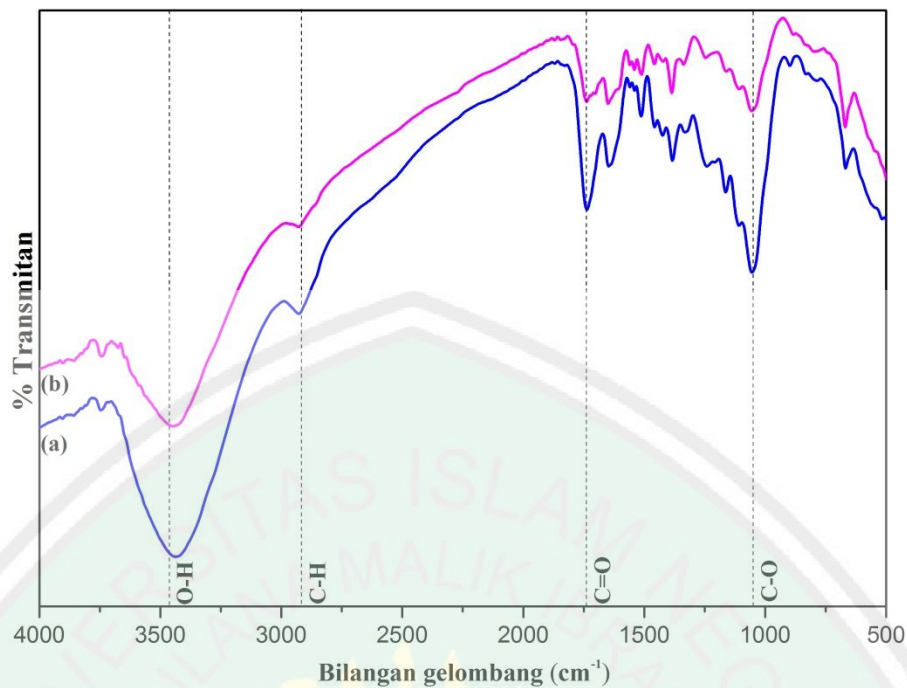


Gambar 4.6 Penentuan  $R^2$  kinetika adsorpsi orde 1



Gambar 4.7 Penentuan  $R^2$  kinetika adsorpsi orde 2

Hasil perhitungan kinetika adsorpsi menunjukkan bahwa adsorpsi metilen biru dengan menggunakan biosorben batang jagung berlangsung secara kimia. Hal ini menunjukkan bahwa interaksi yang terjadi antara metilen biru dengan batang jagung melibatkan reaksi-reaksi kimia dan adsorpsi bergantung pada konsentrasi adsorbat dan massa biosorben. Interaksi antara adsorbat dengan biosorben dapat dianalisa menggunakan FTIR yang spektranya ditampilkan pada Gambar 4.8. Hasil spektra IR menunjukkan pada puncak vibrasi gugus O-H bilangan gelombang  $3435\text{ cm}^{-1}$  bergeser ke  $3445\text{ cm}^{-1}$  setelah proses adsorpsi. Penurunan intensitas pada puncak ester setelah proses adsorpsi menunjukkan adanya interaksi antara gugus ester pada adsorben dengan kation pada adsorbat (Ramos, dkk., 2012). Interaksi yang terjadi antara batang jagung dengan metilen biru diasumsikan adalah interaksi ikatan kovalen. Interaksi ikatan kovalen terjadi antara gugus ester dengan kation dari metilen biru melalui pemakaian elektron bersama.



Gambar 4.8 Spektra IR biosorben (a) sebelum, dan (b) setelah adsorpsi

#### 4.5 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Kerusakan lingkungan dapat dicegah dan dikurangi dengan cara pengelolaan limbah yang baik. Pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan cara memanfaatkan segala sesuatu yang ada di bumi ini. Allah SWT menciptakan segala sesuatu yang ada di bumi ini sebagai rahmat untuk umat manusia. Manusia diberi karunia berupa akal sehingga dapat digunakan untuk memanfaatkan segala sesuatu yang telah diciptakan Allah untuk kebaikan. Sebagaimana firman Allah dalam surat al-Jasiyah (45) ayat 13:

وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمٰوٰتِ وَمَا فِي الْاَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُۥٓ اِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لٰآيٰتٍ لِّقَوْمٍ

يَتَفَكَّرُوْنَ ﴿١٣﴾

Artinya: “Dan Dia menundukkan apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi untukmu semuanya (sebagai rahmat) dari-Nya. Sungguh, dalam hal yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang berpikir”.

Segala penciptaan yang ada di langit dan di bumi merupakan tanda-tanda kebesaran Allah yang diberikan pada umat-Nya sebagai rahmat. Sesuatu hal sekecil apapun merupakan tanda-tanda kebesaran Allah, seperti tanaman dan tumbuhan yang memiliki berbagai manfaat.

Salah satu tanaman yang memiliki banyak manfaat adalah tanaman jagung, karena semua bagian yang ada ditanaman jagung dapat dimanfaatkan. Tanaman jagung merupakan tanaman yang banyak dijumpai di Indonesia. Tanaman jagung sebageian besar yang dimanfaatkan hanya biji jagungnya saja, sedangkan bagian lainnya hanya menjadi limbah saat panen. Melimpahnya limbah batang jagung saat panen membuat kita sebagai manusia bertanggung jawab untuk mengolahnya sehingga bermanfaat untuk kehidupan. Pemanfaatan segala sesuatu yang ada di bumi tidak lain hanyalah semata-mata untuk mendekatkan diri kepada Allah SWT. Hal ini hanya dapat dilakukan oleh manusia yang benar-benar berfikir akan segala ciptaan Allah SWT. Seperti yang telah dijelaskan dalam firmanNya surat ar-Ra'd ayat 3 :

وَهُوَ الَّذِي مَدَّ الْأَرْضَ وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْهَارًا وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ جَعَلَ فِيهَا رَوْحَيْنِ اثْنَيْنِ يُغْشَى اللَّيْلَ النَّهَارَ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٣﴾

Artinya: “Dan Dia-lah Tuhan yang membentangkan bumi dan menjadikan gunung-gunung dan sungai-sungai padanya. dan menjadikan padanya semua buah-buahan berpasang-pasangan, Allah menutupkan malam kepada siang. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan”(Q.S. ar-Ra'd :3).

Segala penciptaan yang ada di langit dan di bumi merupakan tanda-tanda kebesaran Allah yang diberikan pada umat-Nya sebagai rahmat. Sesuatu hal sekecil apapun merupakan tanda-tanda kebesaran Allah, seperti kandungan pada batang jagung diantaranya karboksil, hidroksil, dan lakton sehingga dapat digunakan sebagai biosorben. Pada penelitian ini batang jagung dimodifikasi menggunakan larutan HCl 0,1 M dan asam sitrat 1 M yang bertujuan untuk memperbesar daya serap batang jagung. Hasil yang didapatkan antara lain batang jagung yang termodifikasi dapat menyerap metilen biru 350 ppm sebesar 98,0212 % dengan waktu kontak optimum 5 jam dan pH optimum adsorpsi pada pH 6.

Pemanfaatan limbah pertanian berupa batang jagung sebagai biosorben untuk menyerap limbah pewarna metilen biru merupakan salah satu upaya untuk mengurangi kadar pencemaran dan mencegah kerusakan lingkungan. Perbuatan memperbaiki sesuatu menjadi lebih baik merupakan perbuatan amal shaleh yang dianjurkan dalam islam seperti menjaga lingkungan agar tidak mengalami kerusakan.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

1. Hasil penentuan orde adsorpsi didapatkan hasil untuk persamaan orde 1 didapatkan  $R^2$  sebesar 0,5841 dan pada persamaan orde 2 didapatkan  $R^2$  sebesar 0,988. Hasil tersebut menunjukkan proses adsorpsi metilen biru menggunakan biosorben batang jagung berlangsung secara kimia yang ditunjukkan dengan besarnya nilai  $R^2$  tertinggi diperoleh pada orde dua.
2. Hasil penelitian adsorpsi metilen biru memiliki kondisi optimum pada waktu kontak 5 jam dan pH 6 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 47,906 mg/g.
3. Hasil analisis spektra IR pada biosorben menunjukkan bahwa setelah proses modifikasi muncul puncak baru pada bilangan gelombang  $1736\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi C=O yang menandai terbentuknya gugus ester.

#### 5.2 Saran

Penelitian ini menggunakan adsorbat metilen biru buatan dan didapatkan hasil biosorben batang jagung memiliki daya serap yang tinggi terhadap adsorbat, sehingga untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan untuk proses adsorpsi limbah-limbah berbahaya lainnya. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini hanya terbatas untuk adsorbat metilen biru, sehingga untuk proses adsorpsi dengan adsorbat lainnya diperlukan uji ulang agar hasil yang didapatkan lebih optimal.

## 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.
- Annadurai, G., Sheeja, R.Y., Balan, M.S., Murugesan, T., dan Srinivasamoorthy, V.R. 1999. Factorial Design of Experiments in The Determination of Adsorption Equilibrium Constants for Basic Methylene Blue Using Biopolymer. *Bioprocess & Biosystems Engineering journal*, 20, 37 – 43.
- Ashraf, M.A., Maah, M.J., dan Yusoff, I. 2010. Study of Banana Peel (*Musa Sapientum*) as a Cationic Biosorben. *Journal of Agriculture and Environment*, 8 (1): 7-17.
- Boehm, H. P. 1994. Some Aspects of The Surface Chemistry of Carbon Blacks and Other Carbons. *Carbon Journal*, 32: 759 – 769.
- Christina, P., Mu'nisatun, S., Saptaji, 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. *Jurnal Teknik Kimia*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Daud, Z., Singh, S., dan Abid, A. 2010. Exploring of Agro Waste (Pinapple Leaf, Corn Stalk, and Napier Grass) by Chemical Composition and Morphological Study. *Bioresource*, 9 (1): 872-880.
- Day dan Underwood. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga.
- Elaziouti, A dan Laouedj, N. 2010. Comparison Study on the Removal of Cationic Dyes from Aqueous Suspension of Maghnia Montmorillonite. *Journal of The Korean Chemical Society*, 54: 3.
- Elkan, Michael. 2015. *Tafsir Ibnu Katsir*. (Online), <http://www.ibnukatsironline.com/2015/05>, diakses 15 Desember 2018
- Farnane, M. Tousadi, H., dan Machrouhi, A. 2017. Dye Removal From Aqueous Solution by Raw Maize Corncob and H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> Activated Maize Corncob. *Journal of Water Reuse and Desalination*. Taiwan: Taiwan Institute.
- Fransina, E. G dan Tanasale, M.F. 2008. Studi Kinetika Adsorpsi Biru Metilena pada Kitin dan Kitosan. *Jurnal Sains MIPA*, 13 (3): 171-176.
- Khopkar, S. M. 1984. *Konsep Dasar kimia Analitik (terjemahan)*. Jakarta: Universitas Indonesia.

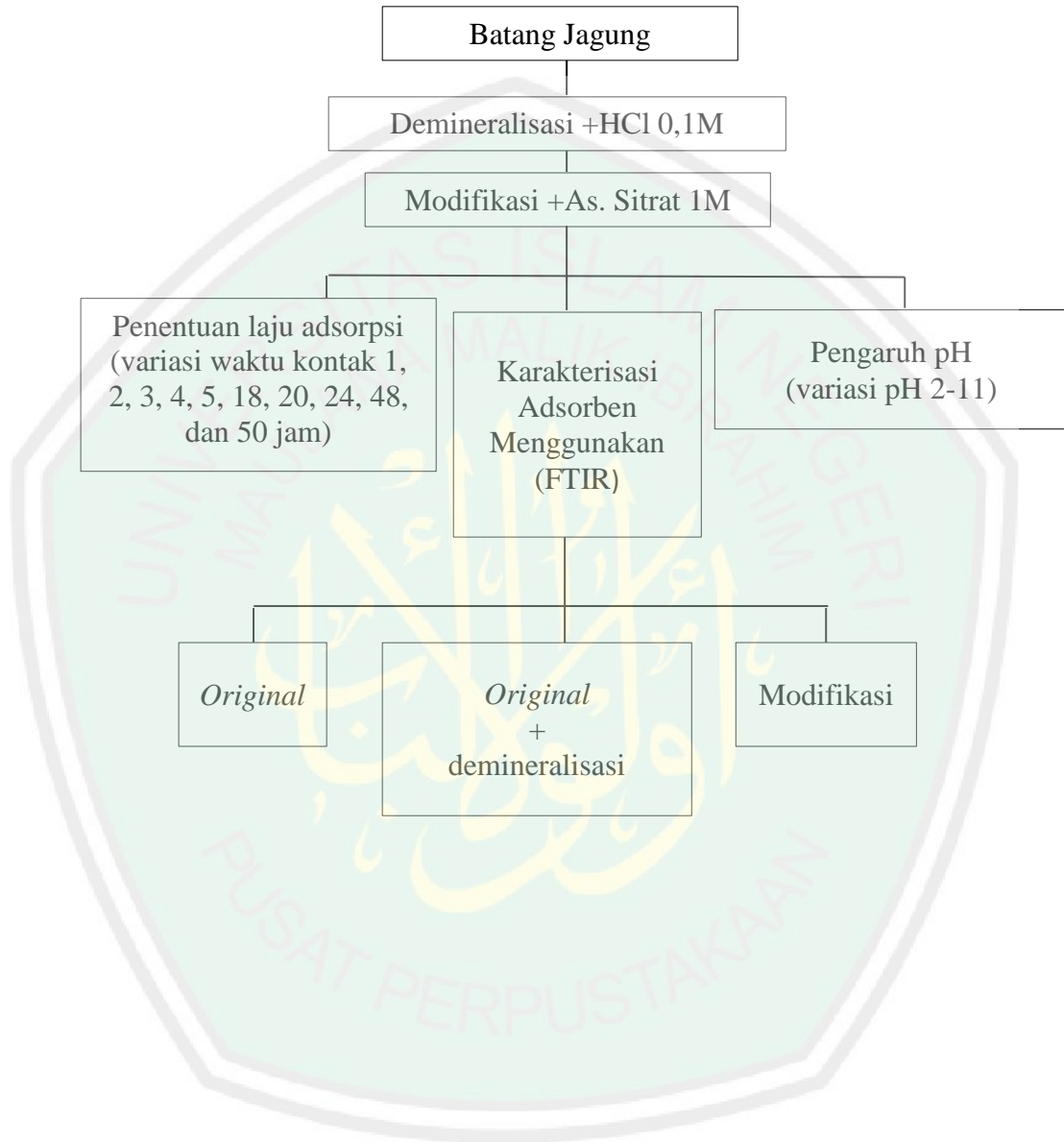
- Mahbubah, Arini. 2016. Karakterisasi Gugus Aktif Batang Jagung (*Zea mays L.*) Menggunakan Asam Sitrat sebagai Bahan Pengaktivasi. *Skripsi*. Malang: UIN Malang.
- Pathanta, D., Sharma, S., dan Singh, P. 2017. Removal of Methylene Blue by Adsorption onto Activated Carbon Developed from *Ficus Carica Bast*. *Arabian Journal of Chemistry*, 10: 51445-51451.
- Pujiana, N. 2014. Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Abu Sabut dan Tempurung Kelapa Teraktivasi NaCl Sebagai Adsorben. *Skripsi*. Malang: UIN Malang.
- Rahmayani, F dan Siswarni. 2013. Pemanfaatan Limbah Batang Jagung Sebagai Adsorben Alternatif Pada Pengurangan Kadar Klorin Dalam Air Olahan (Treated Water). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2 (2): 25-32.
- Rajashekar, N., Pandharipande, L., dan Ghrisma, A. 2014. Removal of Malachite Green from Aqueous Solution using Corncob as Adsorbent. *International Journal of Engineering and Computer Science*, 3 (3): 5083-5087.
- Ramos, R., Landin, L., dan Castilo, N. 2011. Modification of Corncob with Citric Acid to Enhance Its Capacity for adsorbing Cadmium(II) from Water Solution. *Elsevier Chemical Engineering Journal*, 180: 113 – 120.
- Riapanitra, A., Setyaningtyas, T., Riyani, K. 2012. Penentuan Waktu Kontak dan pH Optimum Penyerap Methylen Blue Menggunakan Abu Sekam Padi. *Ecolab*, 9: 47-104.
- Safrianti, I, Wahyuni dan Titin. 2012. Adsorpsi Timbal (II) oleh Selulosa Limbah Jerami Padi Teraktivasi Asam Nitrat: Pengaruh pH Dan Waktu Kontak. *Jurnal Kimia*, 1: 1-7.
- Sembiring, M.T., dan Triyana, M. 2003. Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). *Jurnal Teknik Kimia*. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- Shihab, M.Q. 2005. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Uddin, T., Akhtarul, I., Shaheen, M., Rukanuzzaman. 2009. Adsorptive Removal of Methylene Blue by Tea Waste. *Journal of Hazardous materials*, 164: 53-60.
- Vadivelan, V dan Kumar, K. V. 2005. Equilibrium, Kinetics, Mechanism, and Process Design For The Sorption of Methylene Blue Onto Rice Husk. *Journal of Colloid and Interface Science*, 286: 90-100.
- Wen, X., Chunjie, Y., Na, S. 2017. A Biomass Cationic Adsorbent Prepared From Corn Stalk: Low-Cost Material and High Adsorption Capacity. *Journal Nano-Geomaterials of Education Ministry*. China : China University.

Wu, L., Junfen, S., Mengting, W. 2017. Modified Cellulose Membrane Prepared From Corn Stalk For Adsorption Of Methylene Blue. *Journal Chemical Engineering*. China: Heze University.



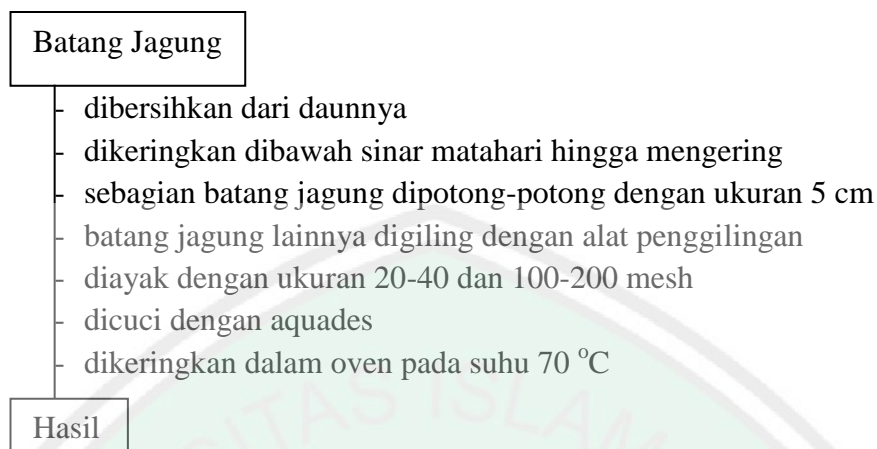
## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Rancangan Penelitian

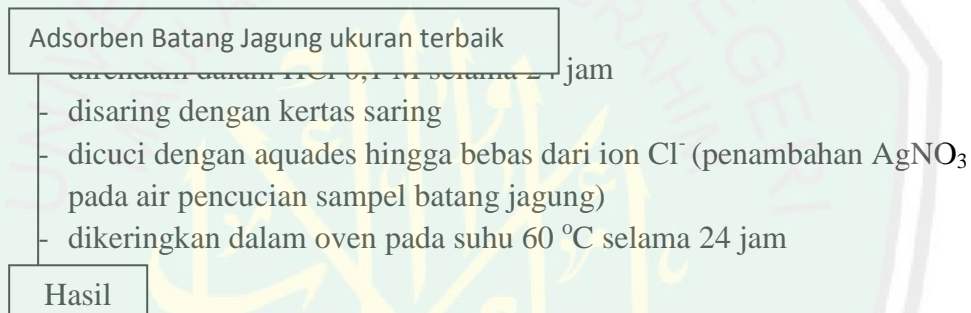


## Lampiran 2. Diagram Alir

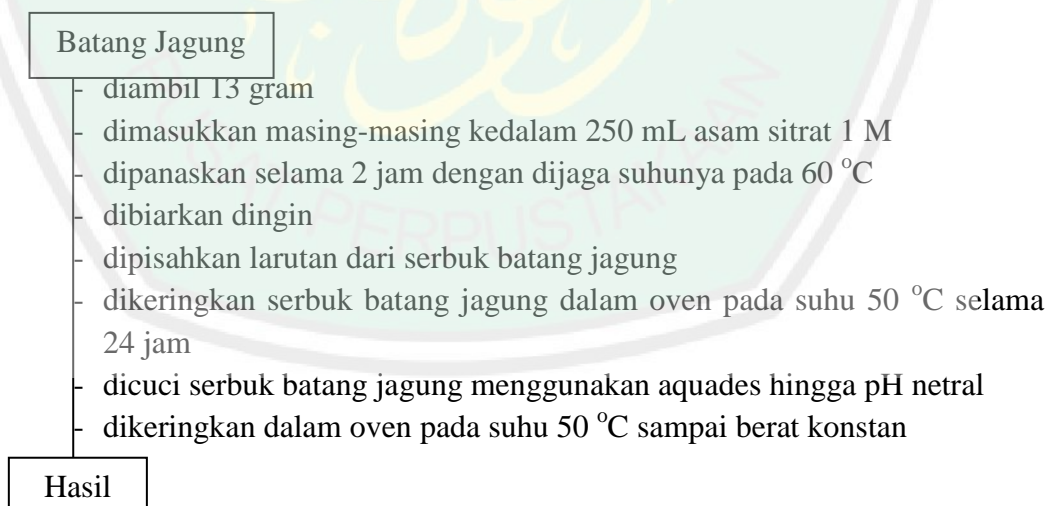
### L.2.1 Preparasi Sampel Batang Jagung



### L.2.2 Demineralisasi



### L.2.3 Modifikasi Biosorben Batang Jagung



#### L.2.4 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Metilen Biru

##### Metilen Biru

- dibuat larutan Metilen Biru 5 ppm
- dikondisikan larutan pada pH 7 dengan penambahan HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N
- masing-masing pH larutan dipipet 10 ml
- dimasukkan kedalam tabung reaksi
- diukur panjang gelombang optimum menggunakan UV-Vis
- dilakukan triplo

##### Hasil

#### L.2.5 Pembuatan Kurva Standar Metilen Biru

##### Larutan Baku Metilen Biru 350 ppm

- diambil 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 ml (untuk dibuat larutan standar metilen biru 0,7; 1,4; 2,8; 4,2; 5,6 ppm)
- dimasukkan masing-masing kedalam bekker glass 50 mL
- ditambahkan 40 ml aquades
- diatur larutan pada pH 7 dengan penambahan HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N
- dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml dan ditandabatkan dengan aquades
- diukur absorbansi masing-masing larutan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang optimum

##### Hasil

#### L.2.6 Laju Adsorpsi Metilen Biru

##### Adsorben batang jagung

- Diambil 0,5 g adsorben batang jagung dan dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 ml
- Ditambahkan 100 ml metilen biru 350 ppm pH 7 dan ditutup aluminium foil
- *Dishaker* dengan kecepatan 120 rpm selama variasi waktu 1, 2, 3, 4, 5, 18, 20, 24, 48, dan 50 jam
- Disaring dan diatur pH metilen biru menjadi pH 7
- disentrifugasi selama 2 menit
- Diambil lapisan atas larutan
- Masing-masing larutan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang optimum
- Dihitung dengan persamaan lagergen untuk menentukan orde dan dianalisa

##### Hasil

### L.2.7 Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Metilen Biru

#### Adsorben batang jagung

- Diambil 0,5 g adsorben batang jagung dan dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 ml
- Ditambahkan 100 ml metilen biru 350 ppm
- Diatur pH metilen biru dengan variasi pH 2-11 (diatur menggunakan penambahan HCl 0,1N atau NaOH 0,1N per tetes)
- Ditutup dengan menggunakan aluminium foil
- Dishaker dengan kecepatan 120 rpm selama 24 jam
- Disaring dan diatur pHnya menjadi pH 7
- Disentrifugasi selama 2 menit
- Diambil lapisan atas larutan
- Masing-masing larutan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang optimum
- Dianalisa

Hasil

### L.2.8 Karakterisasi Batang Jagung Menggunakan FTIR

Sampel Batang jagung (original, demineralisasi, modifikasi, dan setelah adsorpsi)

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

Hasil

### Lampiran 3. Pembuatan Larutan dan Perhitungan

#### L.3.1 Larutan Asam Sitrat 1 M

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

Massa jenis asam sitrat ( $\rho$ ) = 1,66 gr/mL

Mr asam sitrat = 192 gr/mol

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

1 M asam sitrat dalam 1000 mL

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

$$8,603 \text{ M} \times V_1 = 1 \text{ M} \times 1000 \text{ mL}$$

$$V_1 = 464,954 \text{ mL}$$

$$\rho = m/v$$

$$1,66 \text{ gr/mL} = m / 464,954 \text{ mL}$$

$$m = 1,66 \text{ gr} \times 464,954$$

$$m = 771,824 \text{ gr}$$

Asam sitrat sebanyak 771,824 gr dilarutkan menggunakan aquades dalam labu takar 1000 mL dan ditanda bataskan dengan aquades.

#### L.3.2 Larutan HCl

Diket : Konsentrasi HCl = 37 %

Massa jenis HCl ( $\rho$ ) = 1,19 gr/mL

Mr asam sitrat = 36,5 gr/mol

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

0,1 M dalam 250 ml

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

$$12,06 \text{ M} \times V_1 = 0,1 \text{ M} \times 250 \text{ mL}$$

$$V_1 = 2,073 \text{ ml}$$

Larutan HCl pekat dipipet sebanyak 2,073 ml, dimasukkan ke dalam labu takar 250 ml dan ditambahkan aquades hingga tanda batas

#### L.3.3 Larutan NaOH 0,05 N dalam 500 mL

Massa = N x V x Mr

$$= 0,05 \text{ N} \times 0,5 \text{ L} \times 40 \text{ gr/mol}$$

= 1 gram

Melarutkan 1 gr padatan NaOH ke dalam 500 mL aquades untuk membuat larutan 0,05 N NaOH.

### L.3.4 Pembuatan Kurva Standar Metilen Biru

a) Larutan Metilen biru 350 ppm dalam 100 ml

$$\frac{350 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} = \frac{\chi}{100 \text{ ml}}$$

$$\chi = \frac{100 \text{ ml} \times 350 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}}$$

$$\chi = 35 \text{ mg}$$

Melarutkan 35 mg serbuk metilen biru ke dalam 100 ml aquades untuk membuat larutan metilen blue 350 ppm.

b) Larutan Metilen biru 0,7 ppm

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

$$350 \text{ ppm} \times V_1 = 0,7 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{0,7 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{350 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,2 \text{ ml}$$

Larutan 0,7 ppm dibuat dengan cara dipipet 0,2 ml dari larutan metilen biru 350 ppm ke dalam bekker glass 50 ml, ditambahkan aquades kurang lebih 40 ml, kemudian diatur pH 7. Setelah itu dimasukkan kedalam labu takar 100 ml dan ditandabatkan dengan aquades.

c) Larutan Metilen biru 1,4 ppm

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

$$350 \text{ ppm} \times V_1 = 1,4 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{1,4 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{350 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,4 \text{ ml}$$

Larutan 1,4 ppm dibuat dengan cara dipipet 0,4 ml dari larutan metilen biru 350 ppm ke dalam bekker glass 50 ml, ditambahkan aquades kurang lebih 40 ml, kemudian diatur pH 7. Setelah itu dimasukkan kedalam labu takar 100 ml dan ditandabatkan dengan aquades.

d) Larutan Metilen biru 2,8 ppm

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

$$350 \text{ ppm} \times V_1 = 2,8 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{2,8 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{350 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,8 \text{ ml}$$

Larutan 2,8 ppm dibuat dengan cara dipipet 0,8 ml dari larutan metilen biru 350 ppm ke dalam bekker glass 50 ml, ditambahkan aquades kurang lebih 40 ml, kemudian diatur pH 7. Setelah itu dimasukkan kedalam labu takar 100 ml dan ditandabatkan dengan aquades.

e) Larutan Metilen biru 4,2 ppm

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

$$350 \text{ ppm} \times V_1 = 4,2 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{4,2 \text{ ppm} \times 50 \text{ ml}}{350 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1,2 \text{ ml}$$

Larutan 4,2 ppm dibuat dengan cara dipipet 1,2 ml dari larutan metilen biru 350 ppm ke dalam beaker glass 50 ml, ditambahkan aquades kurang lebih 40 ml, kemudian diatur pH 7. Setelah itu dimasukkan kedalam labu takar 100 ml dan ditandabatkan dengan aquades.

f) Larutan Metilen biru 5,6 ppm

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

$$350 \text{ ppm} \times V_1 = 5,6 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{5,6 \text{ ppm} \times 50 \text{ ml}}{350 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1,6 \text{ ml}$$

Larutan 5,6 ppm dibuat dengan cara dipipet 1,6 ml dari larutan metilen biru 350 ppm ke dalam beaker glass 50 ml, ditambahkan aquades kurang lebih 40 ml, kemudian diatur pH 7. Setelah itu dimasukkan kedalam labu takar 100 ml dan ditandabatkan dengan aquades.

### L.3.5 Pembuatan Larutan Baku Metilen Biru 350 ppm

Larutan Metilen biru 350 ppm dalam 100 ml

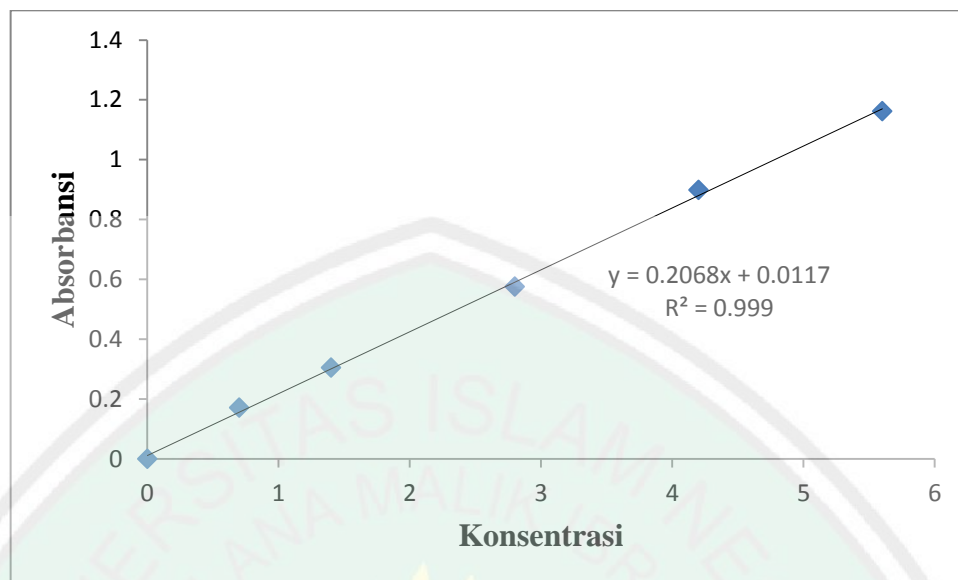
$$\frac{350 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} = \frac{X}{100 \text{ ml}}$$

$$X = \frac{100 \text{ ml} \times 350 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}}$$

$$X = 35 \text{ mg}$$

Melarutkan 35 mg serbuk metilen biru ke dalam 100 ml aquades untuk membuat larutan metilen blue 350 ppm.

#### Lampiran 4. Data Hasil Penelitian L.4.1 Kurva Standar Metilen Biru



Gambar L.4.1 Kurva standar metilen biru

Tabel L.4.1 Hasil pengukuran kurva standar

KONSENTRASI	ABSORBANSI
0	0
0,7	0,1704
1,4	0,3045
2,8	0,5756
4,2	0,8988
5,6	1,1612

#### L.4.2 Waktu Kontak Metilen Biru

Tabel L.4.2 Penentuan konsentrasi awal metilen biru

Sampel	Absorbansi			Faktor pengenceran	Konsentrasi Awal
	I	II	III		
Konsentrasi Awal (1)	0,7444	0,7359	0,7276	100	350,2256609
Konsentrasi Awal (2)	0,554	0,6013	0,5117	100	263,0399742
Konsentrasi Awal (3)	0,4973	0,6145	0,6656	100	280,8349452

Tabel L.4.3 Data adsorpsi metilen biru dengan variasi waktu kontak

Waktu (jam)	Konsentrasi Awal (ppm) ( $C_0$ )	Konsentrasi Sisa (ppm) ( $C_t$ )	Konsentrasi Terserap (ppm) ( $C_0 - C_t$ )	Konsentrasi Terserap (%)
1	280,8350	91,4141	189,4208	67,4492
2	350,2257	28,3366	321,8891	91,9091
3	280,8350	23,3447	257,4902	91,6874
4	350,2257	23,1947	327,0310	93,3772
5	280,8350	7,8240	273,0110	97,2140
18	350,2257	5,2482	344,9774	98,5015
20	350,2257	10,5738	339,6518	96,9809
24	263,0400	4,7047	258,3353	98,2114
48	263,0400	6,0197	257,0203	97,7115
50	263,0400	3,6931	259,3469	98,5960

Tabel L.4.4 Penentuan kapasitas adsorpsi metilen biru

Waktu (jam)	Konsentrasi terserap (ppm) (a)	Volume adsorbat (L) (b)	Massa Adsorben (gram) (c)	$q_e$ (mg/g) (axb)/c
1	189,4208038	0,1	0,5	37,88416
2	321,8891038	0,1	0,5	64,37782
3	257,4902048	0,1	0,5	51,49804
4	327,0309478	0,1	0,5	65,40619
5	273,0109607	0,1	0,5	54,60219
18	344,9774339	0,1	0,5	68,99549
20	339,6518375	0,1	0,5	67,93037
24	258,3352676	0,1	0,5	51,66705
48	257,0203095	0,1	0,5	51,40406
50	259,346873	0,1	0,5	51,86937

### L.4.3 Kinetika Adsorpsi Metilen Biru

Tabel L.4.5 Kinetika adsorpsi orde 1

Waktu (t)	Konstanta 1 (k <sub>1</sub> )	Kapasitas Adsorpsi (q <sub>e</sub> )	(K <sub>1</sub> . t) /2,303	log q <sub>e</sub>	Log (q <sub>e</sub> -q <sub>t</sub> )
1	0,3605	37,8842	0,15653495	1,5785	1,734993
2	0,8345	64,3778	0,7247069	1,8087	2,533443
3	0,3605	51,498	0,46960486	1,7118	2,181396
4	0,8345	65,4062	1,44941381	1,8156	3,265033
5	0,3605	54,6022	0,78267477	1,7372	2,519885
18	0,8345	68,9955	6,52236214	1,8388	8,361183
20	0,8345	67,9304	7,24706904	1,8321	9,079133
24	0,2869	51,6671	2,98983934	1,7132	4,703053
48	0,2869	51,4041	5,97967868	1,711	7,690676
50	0,2869	51,8694	6,22883196	1,7149	7,943743

ORDE 1

$$\log (q_e - q_t) = \log q_e + (k_1 \cdot t / 2,303)$$

$$K_1 = 1 \times 10^{-5} (C_0)^2 - 0.0013 (C_0) + 0.0631$$

Tabel L.4.5 Kinetika adsorpsi orde 2

Konstanta (k <sub>2</sub> )	Waktu (t)	Kapasitas Adsorpsi (q <sub>e</sub> )	q <sub>e</sub> <sup>2</sup>	1/k <sub>2</sub> . q <sub>e</sub> <sup>2</sup>	(1/q <sub>e</sub> ).t	t/q <sub>t</sub>
0,0508	1	37,8842	1435,2096	0,0137	0,0264	0,04011
0,0647	2	64,3778	4144,5038	0,0037	0,03107	0,0348
0,0508	3	51,498	2652,0482	0,0074	0,05825	0,06568
0,0647	4	65,4062	4277,9696	0,0036	0,06116	0,06477
0,0508	5	54,6022	2981,3994	0,0066	0,09157	0,09817
0,0647	18	68,9955	4760,3772	0,0032	0,26089	0,26413
0,0647	20	67,9304	4614,5348	0,0033	0,29442	0,29777
0,0473	24	51,6671	2669,4844	0,0079	0,46451	0,47243
0,0473	48	51,4041	2642,3776	0,008	0,93378	0,94178
0,0473	50	51,8694	2690,432	0,0079	0,96396	0,97182

ORDE2

$$t/q_t = 1/k_2 \cdot q_e^2 + 1/q_e \cdot t$$

$$K_2 = 0.0002(C_0) - 0.00533$$

#### L.4.4 Pengaruh pH dalam Adsorpsi Metilen Biru

Tabel L.4.7 Penentuan konsentrasi awal metilen biru

Sampel	Absorbansi			Faktor Pengenceran	Konsentrasi Awal
	I	II	III		
Konsentrasi Awal (1)	0,6288	0,6372	0,6145	100	297,453256
Konsentrasi Awal (2)	0,6777	0,7105	0,7033	100	331,4635719
Konsentrasi Awal (3)	0,3763	0,5192	0,5149	100	244,3665377

Tabel L.4.8 Data pengaruh pH terhadap adsorpsi metilen biru

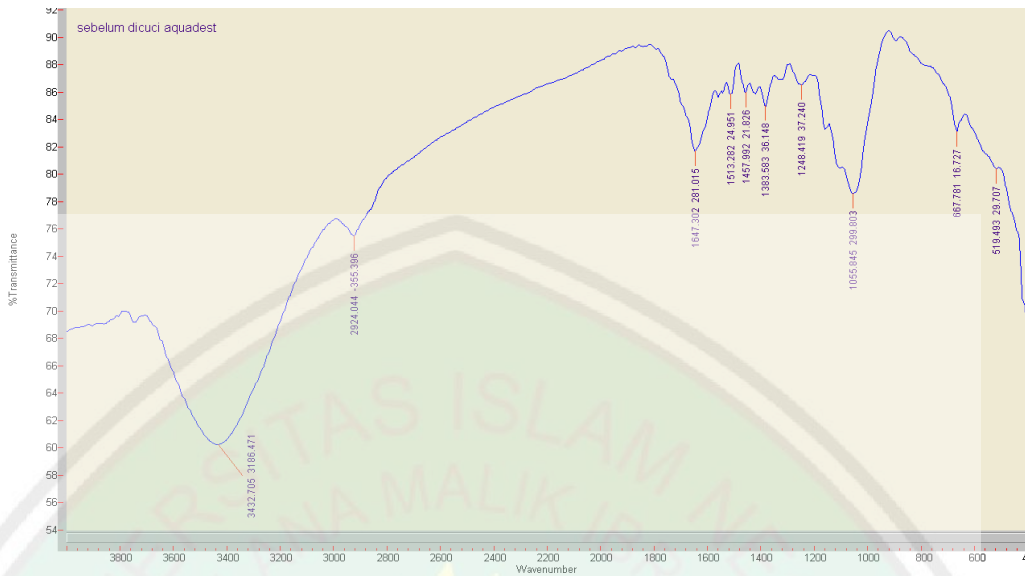
pH	Konsentrasi Awal (ppm)	Konsentrasi Sisa (ppm)	Konsentrasi Terserap (ppm)	Konsentrasi Terserap (qe)
	$C_0$	$C_t$	$(C_0 - C_t)$	
2	297,4533	54,8034	242,6499	48,52998
3	297,4533	34,3945	263,0588	52,61176
4	297,4533	20,1926	277,2606	55,45213
5	244,3665	7,7087	236,6578	47,33156
6	244,3665	4,8356	239,5310	47,90619
7	244,3665	6,3991	237,9674	47,59349
8	244,3665	5,5940	238,7725	47,75451
9	331,4636	6,9552	324,5083	64,90168
10	331,4636	2,6910	328,7726	65,75451
11	331,4636	4,5350	326,9286	65,38572

#### L.4.5. Karakterisasi biosorben

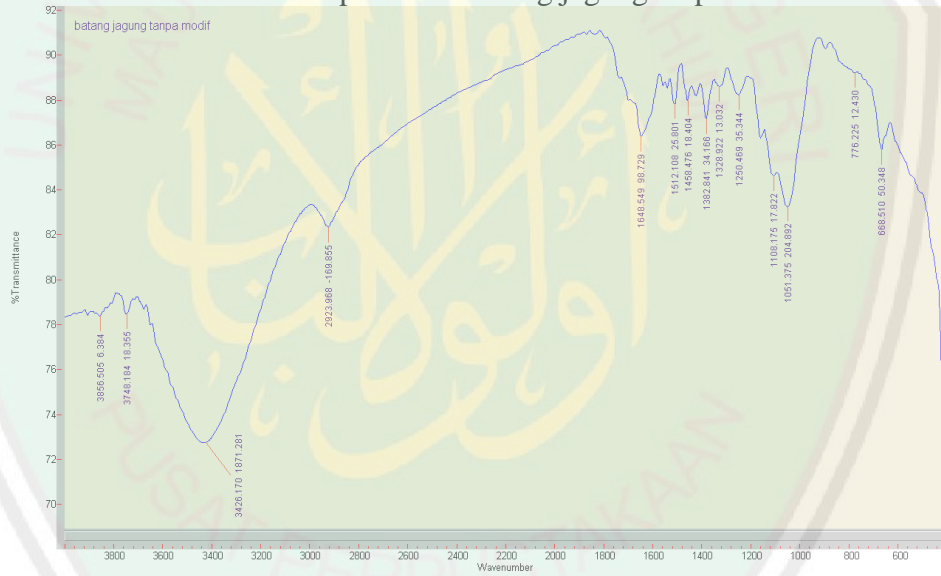
Tabel L.4.9 Interpretasi spektra IR

Gugus	Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )		
	Batang jagung (alami)	Batang jagung (demineralisasi)	Batang jagung (modifikasi)
O-H	3432	3426	3435
C-H	2924	2923	2927
C=C	1648	1648	1646
C-O-H	1248	1250	1250
C=O	-	-	1736
C-O	1052	1053	1053

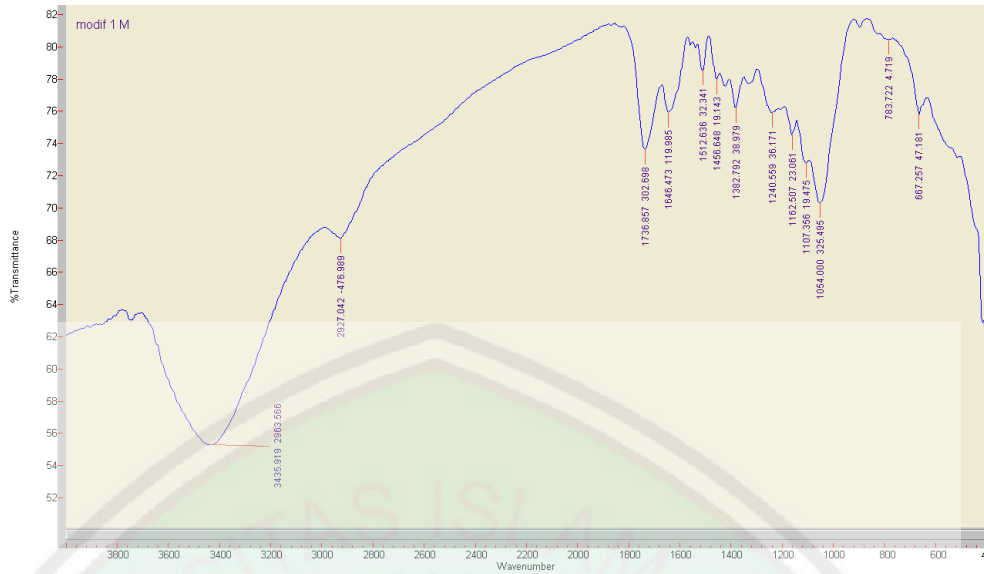
### L.4.5 Spektra IR Karakterisasi Biosorben Batang Jagung



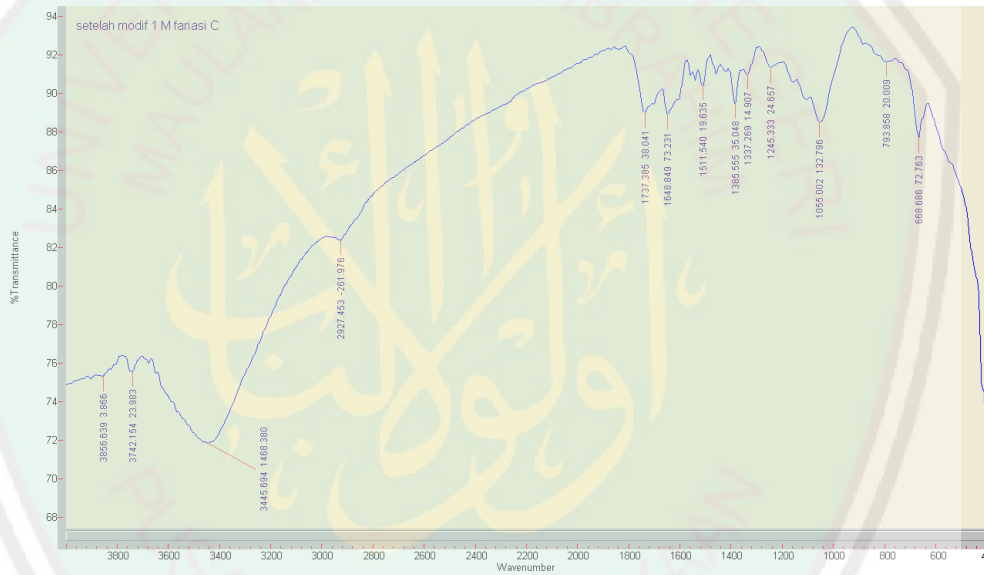
Gambar L.4.2 Spektra IR batang jagung tanpa modifikasi



Gambar L.4.3 Spektra IR batang jagung terdemineralisasi



Gambar L.4.4 Spektra IR batang jagung termodifikasi



Gambar L.4.5 Spektra IR batang jagung termodifikasi setelah adsorpsi