

SKRIPSI

**STUDI ADSORPSI HIDROGEL SELULOSA/TiO₂ TERHADAP
METILEN BIRU**



Diajukan oleh

Michael Heryanto NRP: 5203017022

Agatha Mariska S. K. NRP: 5203017045

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **SKRIPSI** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Michael Heryanto

NRP : 5203017022

telah diselenggarakan pada tanggal 10 Juli 2020, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 10 Juli 2020

Disetujui oleh

Pembimbing I



Shella Permatasari

Santoso, Ph.D.

NIK. 521.17.0971

Pembimbing II



Maria Yuliana, Ph.D.

NIK. 521.18.1010

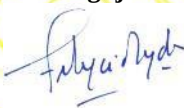
Penguji I



Sandy Budi Hartono,
Ph.D.

NIK. 521.99.0401

Penguji II



Prof. Felycia Edi
Soetaredjo

NIK. 521.99.0391

Penguji III



Dr. Ir. Suratno
Lourentius, MS.

NIK. 521.87.0127

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Suryadi Soedjadi, IPM.

NIK. 521.93.0198

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Sandy B. Hartono, Ph.D., IPM

NIK. 521.99.0401

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **SKRIPSI** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Agatha Mariska S. K.

NRP : 5203017045

telah diselenggarakan pada tanggal 10 Juli 2020, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 10 Juli 2020

Disetujui oleh

Pembimbing I



Shella Permatasari

Santoso, Ph.D.

NIK. 521.17.0971

Pembimbing II



Maria Yuliana, Ph.D.

NIK. 521.18.1010

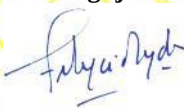
Penguji I



Sandy Budi Hartono,
Ph.D.

NIK. 521.99.0401

Penguji II



Prof. Felycia Edi
Soetaredjo

NIK. 521.99.0391

Penguji III

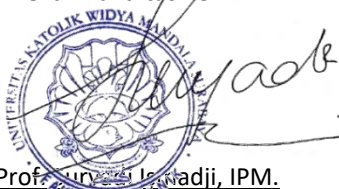


Dr. Ir. Suratno
Lourentius, MS.

NIK. 521.87.0127

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Suryadi, IPM.

NIK. 521.93.0198

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Sandy B. Hartono, Ph.D., IPM

NIK. 521.99.0401

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya:

Nama : Michael Heryanto
NRP : 5203017022

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya:

Judul :
Studi Adsorpsi Hidrogel Selulosa/TiO₂ terhadap Metilen Biru

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 19 Juli 2020

Yang menyatakan,



(Michael Heryanto)
5203017022

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya:

Nama : Agatha Mariska S. K.
NRP : 5203017045

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya:

Judul :
Studi Adsorpsi Hidrogel Selulosa/TiO₂ terhadap Metilen Biru

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 19 Juli 2020

Yang menyatakan,



(Agatha Mariska S. K.)
5203017045

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 19 Juli 2020

Mahasiswa,



Michael Heryanto
5203017022

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 19 Juli 2020

Mahasiswa,



Agatha Mariska S. K.
5203017045

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan hikmat kepada penulis sehingga berhasil menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Adsorpsi Hidrogel Selulosa/TiO₂ terhadap Metilen Biru” tepat waktu dan sesuai dengan yang diharapkan. Tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Terselesaikannya skripsi ini tak lepas dari bantuan serta dukungan baik secara materi maupun moral dari banyak pihak. Maka dari itu, kami sebagai calon sarjana yang menulis skripsi ini mengucapkan terima kasih kepada:

1. Shella P. Santoso, S.T., Ph.D dan Maria Yuliana, S.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan, bimbingan, serta pengarahan yang baik dan jelas dalam penelitian ini;
2. Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM; Prof. Felycia Edi S., IPM; dan Dr. Ir. Suratno Lourentius, M.S., IPM. selaku Dewan Penguji yang telah memberikan banyak masukan, kritikan, dan saran dalam penelitian ini;
3. Ir. Suryadi Ismadji, Ph.D., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya;
4. Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya;
5. Para ketua laboratorium atas izinnya untuk menggunakan fasilitas sarana-prasarana laboratorium Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya;
6. Bapak Hadi Pudjo dan Bapak Novi Triono selaku Laboran atas asistensinya

dalam menyediakan kebutuhan selama penelitian meliputi bahan kimia, alat gelas, dan alat-alat instrumen;

7. Seluruh dosen dan staff Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah membantu kami dalam menyelesaikan skripsi ini;
8. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan selama penyusunan skripsi;
9. Teman-teman seperjuangan angkatan 2017 yang telah mendukung selama proses pembuatan skripsi berlangsung;
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap adanya kritikan dan saran dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi para pembaca.

Surabaya, 19 Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA	
ILMIAH	iv
LEMBAR PERNYATAAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
INTISARI	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan masalah	2
I.3. Tujuan Penelitian	2
I.4. Pembatasan Masalah	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	3
II.1. Pencemaran Metilen Biru dan Penanganannya.....	3
II.2. Hidrogel Selulosa.....	5
II.3. Hidrogel dengan Titanium Dioxide	10
II.4. Metilen Biru.....	11
II.5. Isoterm Adsorpsi.....	12
II.6. Kinetika Adsorpsi	14
II.7. Termodinamika Adsorpsi	15
BAB III. METODE PENELITIAN	17
III.1. Alat dan Bahan	17
III.2. Variabel Penelitian	18
III.3. Prosedur Penelitian	20
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
IV.1. Analisa Instrumentasi	27
IV.2. Pengamatan Fisik terhadap Hidrogel dengan Variasi Massa Selulosa	32
IV.3. Studi Adsorpsi	34
IV.4. Kinetika Reaksi Adsorpsi.....	41
IV.5. Termodinamika Reaksi Adsorpsi	45
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	49
V.1. Kesimpulan	49
V.2. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN A	56
LAMPIRAN B.....	59

LAMPIRAN C.....61

LAMPIRAN D63

LAMPIRAN E.....65

LAMPIRAN F73

LAMPIRAN G78

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Urutan penomoran atom karbon pada rantai glukosa	5
Gambar II.2. Proses <i>crosslinking</i>	8
Gambar II.3. Struktur molekul metilen biru	11
Gambar III.1. Pembuatan Hidrogel Selulosa	20
Gambar III.2. Uji <i>Swelling</i> Hidrogel.....	21
Gambar III.3. pH_{pzc}	22
Gambar III.4. Uji Isoterm Hidrogel Selulosa.....	23
Gambar III.5. Uji Kinetik Hidrogel Selulosa	24
Gambar III.6. Pembuatan Hidrogel Selulosa/ TiO_2	25
Gambar IV.1. Hasil SEM Hidrogel Selulosa	28
Gambar IV.2. Hasil XRD Hidrogel Selulosa	30
Gambar IV.3. pH_{pzc} Hidrogel Selulosa	31
Gambar IV.4. Tampilan Hidrogel Selulosa Berbagai Variasi Massa Selulosa	32
Gambar IV.5. Hidrogel Selulosa dan Hidrogel Selulosa/ TiO_2	33
Gambar IV.6. Adsorpsi Metilen Biru menggunakan Hidrogel Selulosa 7% dan pencocokan data pada suhu 30°C, 50°C, dan 70°C	35
Gambar IV.7. Grafik Model Kinetika Adsorpsi Hidrogel Selulosa	42
Gambar IV.8. Grafik Model Kinetika Adsorpsi Hidrogel Selulosa/ TiO_2 ...	44
Gambar IV.9. Grafik Hubungan $RT \ln K$ dan T pada Hidrogel Selulosa	46
Gambar A.1. Kurva Baku Metilen Biru.....	58
Gambar D.1. Penentuan pH_{pzc}	64
Gambar G.1. Grafik Hubungan $RT \ln K$ dan T Hidrogel Selulosa	79
Gambar G.2. Grafik Hubungan $RT \ln K$ dan T Hidrogel Selulosa/ TiO_2	80

DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Kapasitas Adsorben untuk Metilen Biru	3
Tabel II.2. Hidrogel, Agen <i>Crosslinking</i> , dan Aplikasi	9
Tabel IV.1. Hasil FTIR Hidrogel Selulosa	29
Tabel IV.2. Data <i>Water Retention</i> dari Variasi Massa Selulosa	34
Tabel IV.3. Data Isoterm Adsorpsi Hidrogel Selulosa	36
Tabel IV.4. Data <i>Percent Removal</i> Hidrogel Selulosa, Hidrogel Selulosa/TiO ₂ tanpa UV, Hidrogel Selulosa/TiO ₂ UV	38
Tabel IV.5. Data <i>Percent Removal</i> Hidrogel Selulosa/TiO ₂ tanpa sinar UV pada suhu 30°C dan 70°C	41
Tabel IV.6. Data Kinetika Reaksi Adsorpsi Hidrogel Selulosa	43
Tabel IV.7. Data Kinetika Reaksi Adsorpsi Hidrogel Selulosa/TiO ₂	45
Tabel IV.8. Data Termodinamika Hidrogel Selulosa.....	46
Tabel IV.9. Data Termodinamika Hidrogel Selulosa/TiO ₂	47
Tabel A.1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Metilen Biru	57
Tabel A.2. Konsentrasi Metilen Biru vs Absorbansi	58
Tabel B.1. Massa Hidrogel Selulosa dalam Variasi Massa Selulosa	61
Tabel B.2. Data <i>Water Retention</i> dari Variasi Massa Selulosa	62
Tabel D.1. Penentuan pH _{pzc}	63
Tabel E.1. Isoterm Adsorpsi Hidrogel Selulosa pada suhu 30°C	65
Tabel E.2. Isoterm Adsorpsi Hidrogel Selulosa pada suhu 50°C	66
Tabel E.3. Isoterm Adsorpsi Hidrogel Selulosa pada suhu 70°C	67
Tabel F.1. Kinetika Adsorpsi Hidrogel Selulosa	73
Tabel F.2. Kinetika Adsorpsi Hidrogel Selulosa/TiO ₂	74
Tabel G.1. Penentuan Termodinamika Adsorpsi Hidrogel Selulosa	78
Tabel G.2. Penentuan Termodinamika Adsorpsi Hidrogel Selulosa/TiO ₂ ..	78

INTISARI

Selulosa sebagai polisakarida alami dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan hidrogel. Sebelum pembentukan hidrogel, dilakukan pelarutan selulosa dengan menerapkan metode pelarutan panas-dingin. Dalam metode ini, serat selulosa dilarutkan dengan menggunakan pelarut yang terbuat dari campuran NaOH dan urea. Selulosa yang telah terlarut kemudian ditaut-silangkan dengan bantuan *crosslinker* berupa epiklorohidrin (ECH). Berbagai variasi massa selulosa (1–9% berat) digunakan untuk membuat hidrogel. Karakterisasi terhadap hidrogel dilakukan yaitu *water retention*, FTIR, SEM, dan XRD. Selanjutnya, hidrogel juga dimodifikasi dengan menambahkan partikel TiO₂ dengan tujuan untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi dari hidrogel nantinya. Hidrogel selulosa dengan dan tanpa TiO₂ diaplikasikan untuk pemurnian air dari pewarna secara adsorpsi. Adsorbat yang digunakan dalam proses adsorpsi ini adalah metilen biru. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa hidrogel selulosa dengan 7% berat selulosa memiliki *water retention* paling tinggi 697,7737%. Karakteristik FTIR menunjukkan adanya interaksi antara NaOH, urea, selulosa, dan ECH pada hidrogel selulosa dan TiO₂ pada gugus hidroksil pada NaOH dan selulosa serta amina pada urea. Karakteristik SEM menunjukkan adanya pori dan jaring pada struktur hidrogel selulosa dan TiO₂ menempel dan menutup sebagian pori pada jaringan hidrogel selulosa/TiO₂. Grafik XRD menunjukkan adanya kristalinitas meningkat setelah penambahan TiO₂ menunjukkan Hidrogel selulosa 7% kemudian diuji kemampuan adsorpsinya secara isotherm dan kinetik. Hasil percobaan adsorpsi isotherm menunjukkan bahwa kapasitas maksimum adsorpsi yang dapat dicapai adalah sebesar 593,1676 mg/g (untuk hidrogel selulosa) dan 34,2753 mg/g (untuk hidrogel selulosa-TiO₂), keduanya pada suhu 70°C. Persamaan Sips didapati memberikan kecocokan tertinggi dengan data hasil percobaan, yaitu dengan R² sebesar 0,9992 dan SSE. Model kinetika adsorpsi hidrogel selulosa dan hidrogel selulosa-TiO₂ belum bisa ditentukan karena data kinetika tersebut perlu diulang kembali secara teliti untuk membuktikan kinetika reaksi yang benar karena R² yang diperoleh rendah.