

LAPORAN SKRIPSI

**PEMBUATAN *TANNIN BASED ADSORBENT* (TBA)
DARI KULIT KAYU BAKAU (*Rhizophora mucronata*)
DAN APLIKASINYA SEBAGAI PENYERAP ZAT WARNA**



Diajukan oleh :

Thomas Morus Papo Bage /5203016024

Theodorus Sandy F /5203016025

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

Ujian **Skripsi** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Thomas Morus Papo Bage

NRP : 5203016024

telah diselenggarakan pada tanggal 29 Mei 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 12 Juni 2019

Pembimbing I,

Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T.

NIK. 521.89.0151

Pembimbing II,

Dra. Adriana A.A., MSi

NIK. 521.86.0124

Dewan Penguji

Ketua

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS. IPM

NIK. 521.87.0127

Sekretaris

Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T

NIK. 521.89.0151

Anggota

Wenny I., Ph.D., IPM

NIK. 521.97.0284

Anggota

Ir. Suryadi I., Ph.D., IPM

NIK. 521.93.0198

Anggota

Dra. Adriana A.A., MSi

NIK. 521.86.0124

Mangetahui



Ir. Suryadi I., Ph.D., IPM

NIK. 521.93.0198



Sandy Budi H., Ph.D., IPM

NIK. 521.99.0404

LEMBAR PENGESAHAN

Ujian **Skripsi** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Theodorus Sandy Fanggidae

NRP : 5203016025

telah diselenggarakan pada tanggal 29 Mei 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 12 Juni 2019

Pembimbing I

Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T.
NIK. 521.89.0151

Pembimbing II

Dra. Adriana A.A., MSi
NIK. 521.86.0124

Dewan Penguji

Ketua

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS. IPM
NIK. 521.87.0127

Sekretaris

Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T
NIK. 521.89.0151

Anggota

Wenny I., Ph.D., IPM
NIK. 521.97.0284

Anggota

Ir. Suryadi I., Ph.D., IPM
NIK. 521.93.0198

Anggota

Dra. Adriana A.A., MSi
NIK. 521.86.0124



Ir. Suryadi I., Ph.D., IPM
NIK. 521.93.0198

Mangetahui



Sandy Budi H., 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 : Thomas Morus Papo Bage
NRP : 5203016024

menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

Judul :

Pembuatan Tannin Based Adsorbent (TBA) dari Kulit Kayu Bakau (Rhizophora Mucronata) dan Aplikasinya Sebagai Penyerap Zat Warna

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, 12 Juni 2019

Yang menyatakan,



Thomas Morus Papo Bage
NRP. 5203016024

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

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

Nama : Theodorus Sandy Fanggidae
NRP : 5203016025

menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

Judul :

Pembuatan Tannin Based Adsorbent (TBA) dari Kulit Kayu Bakau (Rhizophora Mucronata) dan Aplikasinya Sebagai Penyerap Zat Warna

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, 12 Juni 2019

Yang menyatakan,



Theodorus Sandy Fanggidae
NRP. 5203016025

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, 12 Juni 2019
Mahasiswa,



Thomas Morus Papo Bage
NRP. 5203016024

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, 12 Juni 2019
Mahasiswa,



Theodorus Sandy Fanggidae
NRP. 5203016025

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hikmatNya sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pembuatan *Tannin Based Adsorben* (TBA) dari Kulit Kayu Bakau (*Rhizophora mucronata*) dan Aplikasinya sebagai Penyerap Zat Warna” tepat waktu dan sesuai dengan yang diharapkan.

Penghargaan dan terima kasih penulis berikan kepada kepada:

1. Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T. dan Dra. Adriana A.A., MSi. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, saran, kritik, waktu dan semangat selama penyusunan skripsi;
2. Dr. Ir. Suratno Lourentius. MS, IPM., Wenny Irawaty, Ph.D.,IPM, dan Ir. Suryadi Ismadji, Ph.D.,IPM selaku Dewan Penguji atas saran yang membangun;
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. Bapak Hadi Pudjo Kuncoro dan Bapak Novi Triono selaku Laboran atas asistensinya dalam menyediakan kebutuhan penelitian meliputi bahan kimia serta alat gelas dan alat instrumen;
6. Orangtua tercinta dan keluarga yang senantiasa mendukung selama penyusunan skripsi;
7. Teman-teman angkatan 2016 yang telah mendukung dengan caranya masing-masing;
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi ilmu pengetahuan serta bermanfaat bagi banyak pihak. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini baik dalam hal materi serta teknik penyajiannya. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, 12 Juni 2019

Penulis

INTISARI

Aktivitas industri yang semakin berkembang menyebabkan efek samping berupa pencemaran lingkungan. Salah satu penyebab terjadinya pencemaran lingkungan adalah kandungan zat warna *Malachite Green* (MG) di dalam air limbah. Jika dikonsumsi, air dengan kadar MG yang tinggi dapat menyebabkan masalah kesehatan, seperti gangguan sistem kekebalan tubuh, pemicu kanker, dan kerusakan DNA, sehingga perlu dilakukan penurunan kadar MG sebelum dibuang ke lingkungan. Adsorpsi merupakan salah satu metode untuk menurunkan kadar MG. Salah satu bahan baku pembuatan adsorbent adalah kulit kayu bakau, karena mengandung *crude tannin* yang cukup tinggi, yaitu sebesar 20-30%, dengan mengubahnya terlebih dahulu menjadi *Tannin Based Adsorbent* (TBA). Penelitian ini bertujuan mempelajari adsorpsi limbah MG menggunakan TBA dari kulit kayu bakau.

Dalam penelitian ini, tanin yang digunakan sebagai adsorbent diperoleh dengan cara ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE), selanjutnya dimodifikasi menjadi TBA melalui proses polimerisasi menggunakan formaldehida. Setelah itu dilakukan proses adsorpsi dengan memvariasikan rasio massa adsorbent:volume limbah, suhu dan waktu adsorpsi. Analisa kadar MG dilakukan dengan menggunakan *Spectrophotometer* UV-VIS. Selain itu, dilakukan percobaan dengan memvariasikan massa adsorben untuk menentukan persamaan isoterm adsorpsinya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persen removal MG tertinggi dicapai pada rasio massa adsorbent:volume MG 1:100 gram/mL, suhu adsorpsi 60°C, dan waktu adsorpsi 120 menit. Persamaan kinetika adsorpsi MG menggunakan TBA dari kulit kayu bakau mengikuti persamaan linier orde 2 semu: $q_t = \frac{0,8124.t}{1+0,1312.t}$ dan persamaan non-linier orde 2 semu: $\frac{t}{q_t} = 0,1605.t + 1,3076$, sedangkan isotherm adsorpsinya mengikuti persamaan Langmuir: $q_e = 312,5 \frac{0,0154.C_e}{1+0,0154.C_e}$.

ABSTRACT

Industrial activities are potentially causing environmental pollution as side effect. One of the causes of environmental pollution is the content of Malachite Green (MG) containing in wastewater. If consumed, water which having high MG levels can cause health problems, such as immune system disorders, cancer triggers, and DNA damage, so MG levels need to be reduced before being discharged into the environment. Adsorption is a method to reduce MG level. One of the raw materials which can be used as raw material to make adsorbent is mangrove bark, because it contains crude tannin which is quite high (20-30%), by converting it into Tannin Based Adsorbent (TBA) prior to adsorption. This study was aimed to study the adsorption of MG waste using TBA from mangrove bark.

In this research tannin used as an adsorbent was obtained by extraction using the Microwave Assisted Extraction (MAE) method, then modified into TBA through a polymerization process using formaldehyde. After that, the adsorption process is carried out by varying the ratio of adsorbent mass: waste volume, adsorption temperature and adsorption time. Analysis of MG level was held using UV-VIS Spectrophotometer. To determine the isotherm adsorption equation, an experiment was carried out by varying the mass of the adsorbent.

The results showed that the highest percent MG removal was achieved at the adsorbent mass ratio: the volume of MG 1:100 gram/mL, the adsorption temperature 60°C, and the adsorption time 120 minutes. The kinetics equation of MG adsorption using TBA from mangrove bark follows a pseudo 2-order linear equation: $q_t = \frac{0.8124 \cdot t}{1 + 0.1312 \cdot t}$ and pseudo 2-order non-linear equation: $\frac{t}{q_t} = 0.1605 \cdot t + 1.3076$, while the isotherm adsorption follows the Langmuir equation: $q_e = 312,5 \frac{0,0154 \cdot C_e}{1 + 0,0154 \cdot C_e}$.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah	iv
Lembar Pernyataan	vi
Kata Pengantar	viii
Intisari	x
Abstract	xi
Daftar Isi	xii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel	xv
Bab I. Pendahuluan	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah	2
I.3. Tujuan Penelitian	2
I.4. Pembatasan Masalah	3
Bab II. Tinjauan Pustaka	4
II.1. Limbah Zat Warna Malachite Green	4
II.2. Adsorpsi	5
II.3. Tannin	6
II.4. Kulit Kayu Bakau	7
II.5. Microwave Assisted Extraction (MAE)	8
II.6. Kinetika Adsorpsi	9
II.7. Isoterm Adsorpsi	11
II.8. Penelitian-Penelitian Sebelumnya	13
Bab III. Metode Penelitian	17
III.1. Rancangan Penelitian	17
III.2. Alat	19
III.3. Bahan	19
III.4. Variabel Penelitian	20
III.5. Prosedur Penelitian	20
III.6. Karakterisasi	23
Bab IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan	24
IV.1. Pembuatan TBA	24
IV.2. Analisa XRD	26
IV.3. Pengaruh Rasio Massa Adsorbent: Volume Limbah Cair Sintetis MG	27
IV.4. Pengaruh Suhu	28
IV.5. Pengaruh Waktu dan Kinetika Adsorpsi	29

IV.6. Isoterm Adsorpsi	34
IV.7. Analisa SEM.....	37
Bab IV. Kesimpulan	38
Daftar Pustaka.....	39
Lampiran A.....	43
Lampiran B.....	45
Lampiran C.....	48
Lampiran D.....	54
Lampiran E	57
Lampiran F	62
Lampiran G.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Struktur Malachite Green	4
Gambar II.2. Struktur Tanin	6
Gambar II.3. Alat Ekstraksi MAE	9
Gambar III.1. Skema Rancangan Penelitian	18
Gambar IV.1. Mekanisme Reaksi Polimerisasi Tanin Menggunakan Formaldehida	17
Gambar IV.2. Hasil Analisa Gugus Fungsi TBA dan Tanin Murni	25
Gambar IV.3. Hasil Analisa XRD TBA	26
Gambar IV.4. Pengaruh Rasio Massa Adsorbent:Volume MG terhadap Persen Removal MG pada Waktu Kesetimbangan 140 menit	27
Gambar IV.5. Pengaruh Suhu terhadap Persen Removal MG pada Tiap Rasio dan Waktu Kesetimbangan 140 menit	28
Gambar IV.6. Pengaruh Waktu terhadap Persen Removal MG pada T=60°C dan Rasio Massa:Volume Limbah 1:100	30
Gambar IV.7. Kinetika Adsorpsi Linear Orde 1 Semu	31
Gambar IV.8. Kinetika Adsorpsi Linear Orde 2 Semu	31
Gambar IV.9. Kinetika Adsorpsi Non-Linear Orde 1 dan Orde 2 Semu.....	33
Gambar IV.10. Hasil Linierisasi Persamaan Freundlich.....	35
Gambar IV.11. Hasil Linierisasi Persamaan Langmuir	35
Gambar IV.11. Hasil Analisa SEM TBA.....	37
Gambar C.1. Reaksi Polimerisasi Senyawa Kompleks pada Tanin dengan FeCl ₃ secara Umum	49
Gambar C.2. Uji Kualitatif Menggunakan Larutan FeCl ₃	49
Gambar IV.9. Hubungan antara Konsentrasi Malachite Green dengan Adsorbansi pada λ max (615 nm).....	55

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1. Persamaan Linier Kinetika Adsorpsi	32
Tabel IV.2. Persamaan Non-linier Kinetika Adsorpsi	33
Tabel C.1. Pembakuan Larutan $\text{KMnO}_4 \pm 0,1 \text{ N}$ dengan larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 0,1 \text{ N}$	51
Tabel C.2. Titration Blanko Larutan Indigo Carmine dengan Larutan $\text{KMnO}_4 \pm 0,1 \text{ N}$	51
Tabel C.3. Titration Crude Tannin dengan Larutan $\text{KMnO}_4 \pm 0,1 \text{ N}$	51
Tabel D.1. Hubungan Antara Konsentrasi MG dengan Absorbansi pada $\lambda \text{ max}$ (615 nm).....	55
Tabel E.1. Hasil Analisa Penentuan % Removal pada Suhu 30°C	57
Tabel E.2. Hasil Analisa Penentuan % Removal pada Suhu 45°C	59
Tabel E.3. Hasil Analisa Penentuan % Removal pada Suhu 60°C	60
Tabel F.1. Data Penentuan Kinetika Adsorpsi Linier untuk Orde 1 Semu	62
Tabel F.2. Data Penentuan Kinetika Adsorpsi Linier untuk Orde 2 Semu	63
Tabel F.3. Data Penentuan Kinetika Adsorpsi Non-linier untuk Orde 1 Semu	64
Tabel F.4. Data Penentuan Kinetika Adsorpsi Non-linier untuk Orde 2 Semu	65
Tabel G.1. Data Penentuan Isoterm Adsorpsi Langmuir	66
Tabel G.2. Data Penentuan Isoterm Adsorpsi Freundlich.....	67