

**OPTIMASI PENYERAPAN MALACHITE GREEN
MENGUNAKAN BIOSORBEN KULIT MATOA (*Pometia
pinnata*) DENGAN METODE BATCH**

SKRIPSI

*Diajukan kepada Tim Penguji Skripsi Departemen Kimia sebagai Salah Satu
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)*



Oleh :

**DWI HARTATI
NIM. 18036029/2018**

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

PERSETUJUAN SKRIPSI

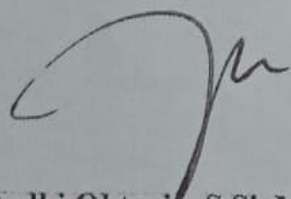
OPTIMASI PENYERAPAN *MALACHITE GREEN* MENGGUNAKAN BIOSORBEN KULIT MATOA (*Pometia pinnata*) DENGAN METODE BATCH

Nama : Dwi Hartati
NIM : 18036029
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 23 Agustus 2022

Mengetahui:

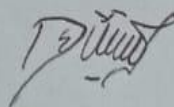
Kepala Departemen Kimia



Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui oleh:

Pembimbing



Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si
NIP. 197511222003122003

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

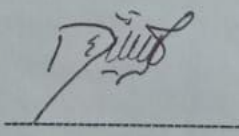
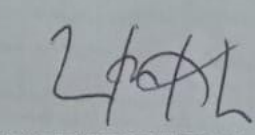
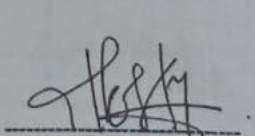
Nama : Dwi Hartati
NIM : 18036029
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

OPTIMASI PENYERAPAN *MALACHITE GREEN* MENGGUNAKAN BIOSORBEN KULIT MATOA (*Pometia pinnata*) DENGAN METODE BATCH

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 23 Agustus 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Dr. Desy Kurniawati, S.Pd,M.Si	
Anggota	: Umar Kalmar Nizar, S.Si,M.Si.,Ph.D	
Anggota	: Hesty Parbuntari, S.Pd., M.Sc	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

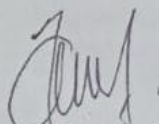
Nama : Dwi Hartati
NIM : 18036029
Tempat/Tanggal lahir : Bengkulu Utara / 02 Agustus 1999
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **Optimasi Penyerapan *Malachite Green* Menggunakan Biosorben Kulit Matoa (*Pometia pinnata*) dengan Metode Batch**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi

Padang, 23 Agustus 2022
Yang menyatakan


Dwi Hartati
NIM. 18036029

Optimasi Penyerapan *Malachite Green* Menggunakan Biosorben Kulit Matoa (*Pometia pinnata*) dengan Metode Batch

Dwi Hartati

ABSTRAK

Malachite green merupakan salah satu zat warna berbahaya yang dihasilkan dari limbah industri dan perlu diatasi keberadaannya. Salah satu proses yang digunakan untuk mengatasi limbah zat warna adalah biosorpsi, pada penelitian ini digunakan kulit buah matoa sebagai biosorben. Sebelum digunakan sebagai biosorben kulit matoa di aktivasi menggunakan HNO_3 0,01 M. Proses biosorpsi zat warna *malachite green* dengan kulit matoa menggunakan metode batch dengan variasi pH, konsentrasi, ukuran ayakan partikel, waktu kontak dan kecepatan pengadukan. Hasil penelitian menghasilkan nilai kapasitas penyerapan sebesar 46,55 mg/g dengan keadaan optimum pada pH 3, konsentrasi MG 450 ppm, ukuran ayakan 106 μm , waktu kontak 90 menit dan kecepatan pengadukan 200 rpm yang diukur dengan spektrofotometer Uv-Vis, dan mekanisme adsorpsi yang terjadi antara biosorben kulit matoa dengan zat warna *malachite green* membentuk lapisan *single layer* (*Isotherm Langmuir*) dengan nilai regresi $R^2 = 0.9864$.

Kata Kunci: Zat warna malachite green, Biosorpsi, kulit matoa, Metode Batch

Optimasi Penyerapan Malachite Green Menggunakan Biosorben Kulit Matoa (*Pometia pinnata*) dengan Metode Batch

Dwi Hartati

ABSTRAK

Malachite green is one of the hazardous dyes produced from industrial waste and its existence needs to be addressed. One of the processes used to treat dye waste is biosorption. In this study, the matoa fruit peel was used as a biosorbent. Before being used as a biosorbent, matoa skin was activated using 0.01 M HNO₃. The biosorption process of malachite green dye with matoa skin uses a batch method with variations in pH, concentration, particle sieve size, contact time, and stirring speed. The results showed that the absorption capacity value of 46.55 mg/g with optimum conditions at pH 3, MG concentration of 450 ppm, sieve size of 106 m, contact time of 90 minutes, and stirring speed of 200 rpm as measured by UV-Vis spectrophotometer and the adsorption mechanism that occurs between the biosorbent of matoa skin and malachite green dye forms a single layer (*Langmuir Isotherm*) with a regression value of $R^2 = 0.9864$.

Keywords: Malachite green dye, Biosorption, matoa skin, Batch method

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ***“OPTIMASI PENYERAPAN MALACHITE GREEN MENGGUNAKAN BIOSORBEN KULIT MATOA (*Pometia pinnata*) Dengan METODE BATCH”***. Proposal ini diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains pada program Studi Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si selaku Pembimbing sekaligus penasehat akademik yang telah memberikan motivasi, arahan, serta bimbingannya.
2. Bapak Umar Kalmar Nizar, S.Si, M.Si, Ph.D dan Ibu Hesty Parbuntari, S.Pd, M.Sc sebagai dosen pembahas.
3. Bapak Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D selaku Kepala Departemen sekaligus Kepala Prodi Kimia Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
4. Bapak dan Ibu staf pengajar serta seluruh staf akademik dan non akademik di Departemen Kimia FMIPA UNP.
5. Orang tua penulis yang telah memberikan dorongan moral maupun materi serta Do`anya kepada penulis.
6. Teman-teman kimia angkatan 2018 yang telah membantu dalam pembuatan skripsi ini.
7. Semua pihak terkait yang telah ikut berkontribusi dalam skripsi ini.

Semoga rahmat dan kasih sayang Allah SWT selalu tercurah pada kita semua serta usaha dan kerja kita bernilai ibadah di hadapan Allah SWT, Aamiin Ya Rabbal `Alamin. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan saran dari pembaca agar skripsi ini bermanfaat dikemudian harinya.

Padang, 23 Agustus 2022

Dwi Hartati

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KERANGKA TEORITIS	6
A. Matoa (<i>Pometia pinnata</i>).....	6
B. Biosorpsi	8
1. Teknik Biosorpsi	8
2. <i>Isotherm</i> Adsorpsi Fasa Cair-Padat	10
C. Metode Biosorpsi	12
1. Metode Batch	12
2. Metode Kolom.....	13
D. Malachite green.....	14
E. Penggunaan Instrumen	16
1. FTIR	16
2. Spektrovotometer UV-Vis.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
A. Waktu dan Tempat	18
B. Objek Penelitian	18
C. Variabel Penelitian	18
D. Alat dan Bahan.....	18
1. Alat	18
2. Bahan.....	19
E. Prosedur Penelitian.....	19

1. Pembuatan Reagen	19
2. Preparasi Sampel	20
3. Perlakuan Penelitian dengan Sistem Batch	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
A. Biosorben Kulit Matoa (<i>Pometia pinnata</i>) Teraktivasi	23
B. Karakterisasi Biosorben Kulit Matoa (<i>Pometia pinnata</i>)	24
C. Panjang gelombang Maksimum Penyerapan Malachite green	27
D. Kurva Standar.....	27
E. Pengaruh pH larutan pada penyerapan Malachite green menggunakan kulit matoa sebagai biosorben.	28
F. Pengaruh konsentrasi larutan terhadap penyerapan Malachite green menggunakan biosorben kulit matoa.....	29
G. Pengaruh ukuran ayakan partikel terhadap penyerapan Malachite green menggunakan biosorben kulit matoa.....	31
I. Pengaruh kecepatan pengadukan pada penyerapan Malachite green menggunakan biosorben kulit matoa (<i>Pometia pinnata</i>).	34
J. Persamaan Isotherm	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	38
A. Kesimpulan	38
B. Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. (a) Buah Matoa, (b) Kuliat buah Matoa yang sudah kering.....	6
Gambar 2.Struktur Selulosa	6
Gambar 3.Struktur Malachite Green	14
Gambar 4.Malachite Green	15
Gambar 5.Spektrum FTIR biosorben kulit matoa sebelum aktivasi, setelah aktivasi, setelah dikontakan, dan <i>Malachite green</i> murni.....	24
Gambar 6.kurva standar larutan zat warna malachite green	27
Gambar 7.Pengaruh pH larutan terhadap penyerapan zat warna <i>Malachite green</i> menggunakan kulit matoa (<i>pometia pinnata</i>).	28
Gambar 8.Pengaruh konsentrasi larutan terhadap kapasitas serapan zat warna <i>Malachite green</i> menggunakan biosorben kulit matoa.	30
Gambar 9.Pengaruh ukuran partikel biosorben kulit matoa terhadap penyerapan zat warna <i>malachite green</i>	31
Gambar 10.Pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan <i>Malachite green</i> menggunakan biosorben kulit matoa (<i>Pmetia pinnata</i>).	33
Gambar 11.Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penyerapan <i>Malachite green</i> menggunakan biosorben kulit matoa (<i>Pmetia pinnata</i>).	34
Gambar 12.Grafik persamaan <i>Ishotherm Langmuir</i>	36
Gambar 13.Grafik persamaan <i>Ishotherm Freundlich</i>	36

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Table 1. Pergeseran bilangan gelombang pada biosorben kulit matoa.	25
Table 2. Pergeseran % T pada Biosorben kulit matoa	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1.Pembuatan Larutan Induk <i>Malachite green</i> 1000 ppm	44
Lampiran 2.Preparasi Sampel	45
Lampiran 3.Desain Penelitian	46
Lampiran 4.Pengaruh pH larutan	47
Lampiran 5.Pengaruh Konsentrasi Larutan.....	48
Lampiran 6.Pengaruh Ukuran Ayakan Partikel	49
Lampiran 7.Pengaruh Waktu Kontak.....	49
Lampiran 8.Pengaruh Kecepatan Pengadukan.....	50
Lampiran 9.Perhitungan Pembuatan Reagen	51
Lampiran 10.Kurva Standar Malachite Green	56
Lampiran 11. Data Hasil Pengukuran Zat Warna <i>Malachite green</i>	57
Lampiran 12.Pektrum FTIR Kulit Matoa (<i>Pometia pinnata</i>).....	64
Lampiran 13.Dokumentasi Penelitian.....	66

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Zat warna memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia, terutama dibidang industri, seperti industri tekstil. Industri tekstil merupakan salah satu industri yang banyak menggunakan zat warna dalam produksinya. Zat warna yang sering digunakan adalah zat warna hasil proses sintetik yang memiliki keunggulan lebih dari zat warna alami. Salah satu keunggulannya adalah intensitas warna yang dihasilkan cukup bagus dengan penggunaan zat warna yang tidak terlalu banyak, warnanya bersifat permanen, harganya murah dan mudah didapatkan. Zat warna yang umum digunakan seperti : *malachite green*, *methylene blue*, *rhodamin b*, *methyl orange* dan zat warna lainnya (Mathur et al., 2006).

Zat warna sintetik, selain memberikan dampak positif juga bisa berdampak negative terhadap lingkungan karena dapat mencemari lingkungan sekitar. Hal ini disebabkan karena tidak semua partikel zat warna terserap secara sempurna pada substrat, dan partikel zat warna yang tidak terserap ini akan larut didalam air dan ikut terbuang ke lingkungan perairan yang akan menjadi limbah. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik non-biodegradable, memiliki warna pekat, berasal dari sisa-sisa zat-zat warna yang merupakan suatu senyawa kompleks aromatik yang sulit didegradasi (Purnamawati & Utami, 2014).

Malachite green adalah salah satu zat warna dasar yang banyak digunakan dalam bidang industri. Limbah cair zat warna *malachite green* juga memberi pengaruh terhadap lingkungan, karena sifat fisik maupun kimia limbah mampu

memberikan dampak negatif di lingkungan perairan (Sukmawati et al., 2014). Limbah zat warna *malachite green* sukar terurai, bersifat resisten, senyawa organik *non-biodegradable*, dan toksik (Nailal Muna, 2014). *Malachite green* akumulasinya dalam tubuh makhluk hidup dapat berpengaruh pada kekebalan tubuh, sistem reproduksi, karsinogenik dan juga gemotoksik (Sukmawati & Utami, 2014).

Limbah cair zat warna yang dihasilkan dari proses industri harus diolah sebelum dialirkan dilingkungan perairan. Karena 10 % sampai dengan 15 % zat warna sisa hasil produksi atau yang telah di gunakan tidak bisa dipakai kembali dan memang harus dibuang (Haryono & Rostika, 2018). Ada beberapa cara yang biasa digunakan pada proses penghilangan zat warna di perairan atau limbah yaitu nanofiltrasi, koagulasi, electrocoagulation, presipitasi, oksidasi kimia, photo oksidasi, ozonasi, (Suwandi et al., 2011). Metode-metode ini menunjukkan ketidakefektivitas atau keuntungan ekonomi secara signifikan karena menggunakan banyak bahan kimia, penggunaan energi listrik yang cukup tinggi, proses yang rumit, biaya pemeliharaan yang tinggi dan menghasilkan limbah baru seperti lumpur yang membutuhkan pembuangan akhir lagi (P. Ramadhani et al., 2019).

Salah satu metode yang saat ini berkembang yaitu metode adsorpsi. Metode ini menggunakan adsorben sebagai penyerap zat-zat pencemar seperti zat warna, ion logam dan polutan lainnya dari limbah cair industri (P. Ramadhani et al., 2019). Adsorpsi adalah metode yang lebih efisien dan lebih sering digunakan dalam penurunan kadar dari zat warna. Dengan menggunakan Proses adsorpsi dapat dihasilkan penurunan kadar zat warna yang cukup tinggi dan biaya yang

digunakan terjangkau, prosesnya sederhana, dan juga mudah dalam penggunaan dan dapat diaplikasikan meski dalam skala yang kecil (Ilmi, 2018). Proses adsorpsi ini dilakukan dengan cara, adsorben dimasukkan kedalam air dan limbah yang terdapat didalamnya akan diserap baik dipermukaan atau di dalam adsorben itu sendiri. (Sukmawati & Utami, 2014).

Penelitian tentang biosorpsi telah banyak diaplikasikan dengan menggunakan biomaterial, diantaranya biosorpsi zat warna *methylene blue* dengan menggunakan kulit lansat dengan kapasitas serapan 44,843 mg/g (Prestica, 2020). Biosorpsi zat warna *malachite green* menggunakan biomassa kulit pisang kapok dengan kapasitas serapan maksimum 7,2599 mg/g (Silvia, 2020). *Malachite green* dengan biomassa kulit lansat dan aktivator HNO_3 diperoleh kapasitas serapan sebesar 34,3 mg/g (Putri, 2021). Alasan digunakan kulit buah, karena kulit buah sendiri mengandung senyawa metabolit sekunder yang memiliki gugus fungsional sehingga dapat membentuk ligan dengan zat warna (Mallampati et al., 2015).

Penelitian yang dilakukan oleh (Andriani et al., 2020) menyatakan bahwa kulit buah matoa mengandung flavonoid, saponin dan tannin. Selain itu berdasarkan hasil uji kuantitatif kulit buah matoa mengandung 50,4 % α -selulosa, air 9,28 %, lignin 28,24%, abu 4,21 % dan material lainnya sebanyak 7,67 % (RAFLI et al., n.d.). Pada penelitian (Anggari, 2016), memanfaatkan daun buah matoa sebagai biosorben ion logam tembaga (Cu) dan asam sitrat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) sebagai aktivator dengan menggunakan metode batch. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh massa optimum 0,05 gram, pH 7, waktu kontak 120 menit, dan kecepatan pengadukan 75 rpm dengan volume larutan 50 ml. kapasitas adsorpsi dari daun matoa teraktivasi mencapai 77 %, hal ini disebabkan daun buah matoa

mengandung selulosa dengan gugus karboksil dan karbonil yang dapat berikatan dengan ion logam.

Berdasarkan uraian tersebut, kulit buah matoa belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dan hanya menjadi limbah serta belum banyak penelitian yang menggunakan kulit matoa. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk mengerjakan penelitian dengan memanfaatkan kulit buah matoa sebagai biosorben zat warna *Malachite green* dengan harapan dapat menghasilkan kapasitas serapan yang lebih besar.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Limbah cair zat warna *malachite green* dapat mencemari lingkungan sehingga perlu diatasi.
2. Keberadaan kulit matoa yang belum banyak dimanfaatkan dengan baik.

C. Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Kondisi optimum untuk pH (2, 3, 4, 5, 6, 7), konsentrasi larutan (50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, dan 550) mg/L, ukuran ayakan partikel (106, 150, 250, 425) μm , waktu kontak (30, 60, 90, 120) menit dan kecepatan pengadukan (100, 150, 200, dan 250) rpm.
2. Pemanfaatan kulit buah matoa (*Pometia pinnata*) sebelum dikontakan dengan *Malachite green* dikarakterisasi terlebih dahulu menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*).

3. Kapasitas serapan kulit matoa terhadap zat warna *malachite green* dianalisa dengan Spektrofotometer UV-Vis.

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi optimum penyerapan *malachite green* terhadap pengaruh variasi pH, konsentrasi, ukuran ayakan partikel, waktu kontak dan kecepatan pengadukan terhadap daya serap kulit matoa?
2. Berapa nilai kapasitas serapan kulit matoa terhadap zat warna *malachite green*?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menentukan keadaan optimum dari masing-masing parameter yang digunakan.
2. Menentukan nilai kapasitas serapan dari kulit matoa terhadap *malachite green* dengan metoda *batch*.

F. Manfaat Penelitian

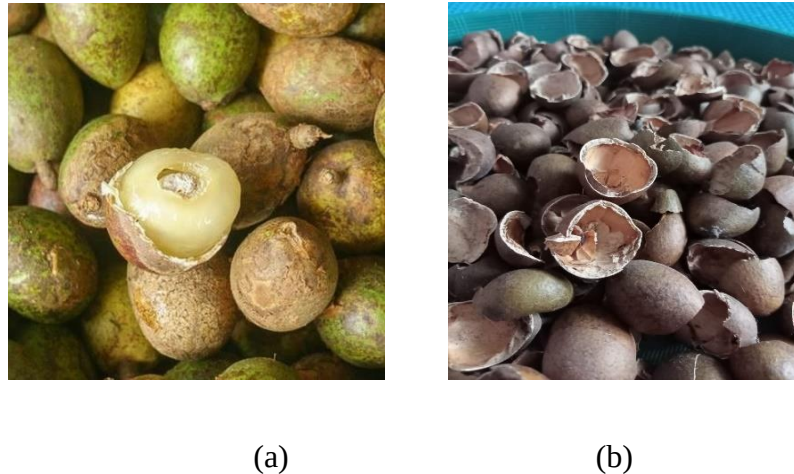
Adapun manfaat dari penelitian ini ialah:

1. Dapat memberikan informasi kepada pembaca terkait kandungan pada kulit matoa yang dapat dijadikan sebagai biosorben untuk menyerap zat warna *malachite green*.
2. Dapat menambah nilai manfaat dari kulit matoa.
3. Dapat mengatasi masalah pencemaran limbah zat warna *malachite green*.

BAB II

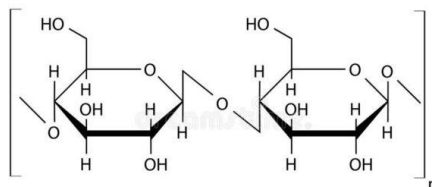
KERANGKA TEORITIS

A. Matoa (*Pometia pinnata*)



Gambar 1. (a) Buah Matoa, (b) Kuliat buah Matoa yang sudah kering

Buah matoa (*Pometia pinnata*) adalah salah satu buah yang tumbuh subur didaratan Indonesia, khususnya di daerah timur yaitu Papua. Namun, sampai saat ini kegunaan dari kulit buah matoa belum banyak dimanfaatkan dan dibuang begitu saja dilingkungan yang pada akhirnya menjadi limbah. Kulit buah matoa sendiri mempunyai keunggulan sebagai pengganti bahan dasar pembuatan kertas karena kulit buah matoa mempunyai selulosa cukup tinggi yaitu sekitar 50% (Kurniawan et al., 2017).



Gambar 2.Struktur Selulosa

Matoa (*Pometia pinnata*) merupakan salah satu dari family *Sapindaceae* yang banyak ditemukan didaerah tropis termasuk diantaranya Indonesia. Matoa banyak dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan tradisional karena diketahui matoa mengandung senyawa saponin, falvonoid dan tannin (Muafikoh et al., n.d.).

Berikut ini merupakan klasifikasi dari tanaman matoa:

- Regnum : Plantae (Tumbuhan)
- Subregnum : Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
- Superdivisio : Spermatophyta (Menghasilkan biji)
- Divisio : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
- Kelas : Magnoliopsida (Dikotil)
- Sub Kelas : Rosidae
- Ordo : Sapindales
- Famili : Sapindaceae
- Genus : Pometia
- Spesies : Pinnata
- Nama Latin : *Pometia pinnata* (SETYAWAN, 2019).

Tanaman matoa merupakan tanaman yang hampir sama jenisnya dengan rambutan. Sampai saat ini, yang dikenal dari tanaman matoa dimasyarakat adalah buahnya. Selain dari rasanya, tanaman matoa memiliki khasiat yang bisa dikembangkan, seperti dalam bidang farmasi, kosemetik, dan pangan. Tanaman

ini, selain di Indonesia juga telah dimanfaatkan oleh Malaysia sebagai salah satu obat-obatan tradisional (SETYAWAN, 2019).

Tanaman matoa dapat dimanfaatkan pada bidang industri kayu di bagaian batangnya, konsumsi dan juga sebagai obat tradisional pada bagian buah, biji serta daunnya. Meskipun sudah banyak yang mengenal matoa, tetapi informasi terkait khasiatnya belum banyak diketahui. Kandungan senyawa fenolik pada buah matoa menjadi faktor matoa memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Hajar et al., n.d.)

B. Biosorpsi

1. Teknik Biosorpsi

Biosorpsi merupakan salah satu penanganan polutan diperairan dengan menggunakan biomassa alam seperti kulit buah kelengkeng, kulit rambutan dan limbah lainnya yang berasal dari alam. Ada dua metode yang digunakan pada biosorpsi yaitu metode kolom dan batch (Suciandica et al., 2019). Biosorpsi adalah proses yang kompleks, terdiri dari kemisorpsi, kompleksasi, pori-pori, dan pertukaran ion. Ada beberapa metode modifikasi fisik dan kimia untuk meningkatkan kinerja dari biosorben, termasuk dimodifikasi menjadi karbon aktif atau biochar.

Modifikasi fisik merupakan modifikasi yang lebih sederhana dan lebih murah, tetapi kurang efektif jika dibandingkan dengan modifikasi kimia. Kemampuan penyerapan dapat ditingkatkan melalui modifikasi kelompok fungsional. Misalnya pada pencucian dengan menggunakan asam dapat meningkatkan kapasitas biosorben untuk senyawa kationik. Selain itu pembentukan kelompok fungsional

atau perubahan bentuk fisik dapat meningkatkan kapasitas biosorpsi (Lindholm-Lehto, 2019).

Proses biosorpsi didorong oleh gradien konsentrasi yang ada di antara biosorben cair dan padat dan pengangkutan molekul terlarut melintasi interfase sepenuhnya dimediasi oleh difusi molekul (Thirunavukkarasu et al., 2021). Keuntungan yang paling utama pada penggunaan metode ini dibandingkan dengan metode penanganan limbah lain yaitu lebih murah, minim penggunaan bahan kimia, efisiensi tinggi, dan buangan lumpur, juga tidak dibutuhkan nutrisi tambahan, dan biosorben bisa diregenerasi (Rakhmawati, 2006).

Jenis biomassa, sifat larutan dan kondisi lingkungan juga mempengaruhi mekanisme biosorpsi. Konsentrasi awal, suhu, pH, dan konsentrasi biomassa merupakan faktor utama yang mempengaruhi biosorpsi. Biosorpsi melibatkan padatan sorben, fase cair, dan spesies terlarut yang akan diserap (Lindholm-Lehto, 2019).

Kapasitas penyerapan dari kulit buah matoa dapat ditingkatkan dengan bantuan suatu bahan pengaktivasi. Hal ini dikerjakan agar kotoran yang masih ada pada permukaan adsorben menjadi hilang (Lillo-Ródenas et al., 2003). Keuntungan dari aktivasi kimia adalah mikopori yang dapat dikontrol, tidak memerlukan suhu tinggi, dan hasil yang didapatkan optimal (Lillo-Ródenas et al., 2003). Aktivasi dapat dilakukan dengan menggunakan asam-asam mineral atau basa-basa kuat (Mawardi Mawardi et al., 2014).

Biosorpsi telah direkomendasikan sebagai teknik yang lebih murah dan efektif untuk pengolahan air limbah yang terkontaminasi zat pewarna. Keuntungan utama

dari teknologi adsorpsi polutan oleh biomassa adalah keefektifannya dalam mengurangi konsentrasi polutan sampai kadar yang sangat rendah dan penggunaan bahan biosorben yang tidak mahal.

2. *Isotherm* Adsorpsi Fasa Cair-Padat

Adsorpsi *isotherm* adalah hubungan antara jumlah atau konsentrasi adsorbat (zat yang teradsorpsi) yang terakumulasi diadsorben (karbon aktif) dan konsentrasi kesetimbangan yang berasal dari adsorbat terlarut (Shodiqotul Kamil, n.d.). Secara umum, pada *isotherm* adsorpsi dapat didefinisikan pada fungsi konsentrasi antara zat terlarut yang terikat dipadatan dengan konsentrasi larutan (Latifan & Susanti, 2012).

Terdapat tiga model adsorpsi *isotherm* yaitu: *Isotherm Langmuir*, *Isotherm Freundlich*, dan *Isotherm BET*. Ketiga model *isotherm* tersebut menghasilkan hubungan fungsional yang berbeda secara signifikan. Hubungan terbaik bergantung dengan yang paling tepat menghasilkan data. *Isotherm Freundlich* paling sering terbukti menjadi metode yang terbaik dan yang umum digunakan. Tujuan dari penggunaan *Isotherm Freundlich* dan *Isotherm Langmuir* yaitu agar bisa memperoleh persamaan kesetimbangan untuk melihat seberapa besar masa dari adsorbat yang diadsorpsi oleh adsorben (Shodiqotul Kamil, n.d.) Adsorpsi pada fase cair-padat, biasanya mengikuti tipe *isotherm Freundlich* dan *Langmuir* (Latifan & Susanti, 2012). Adsorpsi *isotherm* berguna untuk menjelaskan bagaimana adsorben akan berinteraksi dengan adsorbat dan memberi gambaran seperti apa kapasitas adsorpsi. Fase permukaan dapat dianggap sebagai monolayer atau multilayer (Sihombing, 2019).

Parameter adsorpsi untuk *isotherm langmuir* dan *freundlich* ditentukan dari efek pH limbah, dosis adsorbent, waktu kontak dan konsentrasi pewarna awal yang digunakan. Air limbah setelah proses pencelupan membawa sisa dan zat pewarna yang tidak terpakai yang biasanya dibuang ke lingkungan seperti itu tanpa diobati. Limbah yang dibuang ini beracun di alam, memberi warna pada air atau tanah penerima dan mengganggu kehidupan tanaman darat dan akuatik dan hewan (Rita, 2012).

1) *Isotherm Freundlich*

Penjelasan mengenai *isotherm* adsorpsi oleh H. Freundlich yaitu jika y merupakan berat zat terlarut per gram adsorben dan c merupakan konsentrasi dari zat terlarut yang terdapat didalam larutan. Berdasarkan teori ini maka dapat dibuat persamaan berikut :

$$X_m / m = k.C^{1/n}$$

$$\text{Log} (X_m/m) = \text{log } k + 1/n . \text{log } C$$

dimana: X_m = berat dar zat yang diadsorpsi

m = berat adsorben

C = konsentrasi zat

k dan n merupakan konstanta adsorpsi, dimana nilainya tergantung pada jenis adsorben dan suhu adsorpsi.

Jika dibuat kurva $\text{log} (X_m/m)$ terhadap $\text{log } C$ akan didapatkan persamaan linear dengan intersep $\text{log } k$ dan kemiringan $1/n$, sehingga nilai k dan n dapat dihitung (M. Handayani & Sulistiyono, 2009).

2) *Isotherm Langmuir*

Adsorpsi *isotherm langmuir* diansumsikan bahwa adsorpsi hanya akan terbentuk di lapisan tunggal (monolayer), adsorpsi tidak bergantung pada penutupan permukaan, dan semua bagian dan permukaannya memiliki sifat homogen (Ilmi, 2018).

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{C_e}{q_m} + \frac{1}{Kl.q_m}$$

diketahui:

C_e = konsentrasi adsorbat dalam larutan (mg/L)

q_e = konsentrasi adsorbat yang terserap per gram sorben (mg/g)

q_m = kapasitas serapan maksimum dari adsorben (mg/g)

Kl = konstanta *Langmuir*/ yang berhubungan dengan afinitas adsorpsi (L/mg)

(Chi et al., 2017).

C. Metode Biosorpsi

1. Metode Batch

Biosorpsi dengan metode batch yaitu mempelajari kondisi optimum (konsentrasi, pH dan kekuatan) dari adsorben yang digunakan (Karim et al., 2018). Dalam proses biosorpsi dengan metode batch juga digunakan untuk menghilangkan polutan adsorptif seperti logam ionik atau pewarna, faktor penting termasuk pH larutan, suhu, kekuatan ionik, konsentrasi polutan awal, dosis biosorben, ukuran biosorben, kecepatan agitasi, dan juga keberadaan polutan lainnya. Dari faktor-faktor ini, pH tampaknya menjadi pengatur paling penting dari proses biosorptif. pH mempengaruhi larutan dari polutan itu sendiri, aktivitas

gugus fungsi dalam biosorben, dan hubungan dengan ion-ion yang ada dalam larutan (Park et al., 2010).

Metode batch digunakan untuk mengetahui karakteristik dari adsorban yang dipakai dan dinyatakan hubungan penurunan zat terserap dengan berat adsorben yang digunakan dari koefisien persamaan yang ada. Adsorpsi dengan metode ini, hasilnya bisa dilihat dengan kurva adsorpsi *isotherm*. Selain itu, metode batch juga bisa digunakan untuk mengukur efisiensi removal dengan membandingkan konsentrasi limbah sebelum dan setelah adsorpsi (Hutauruk, 2018).

2. Metode Kolom

Metode kolom adalah sebuah metode adsorpsi dengan cara menempatkan adsorben kedalam kolom sebagai lapik kemudian adsorbat dialirkan pada kolom yang akan digunakan sebagai influen. Sisa dari larutan yang telah teradsorpsi akan keluar dari kolom (Catri, 2016). Kolom adsorpsi memiliki zat dengan fase berbeda yang mengalir berlawanan arah (Al-Ghifary, n.d.), Akibat dari dikontakkan antara larutan dengan adsorben, maka adsorben akan dapat mengadsorpsi secara optimal hingga mencapai titik jenuh yaitu ketika kondisi konsentrasi larutan yang keluar (effluen) mendekati konsentrasi larutan awal (Influen) (Setiaka et al., 2010).

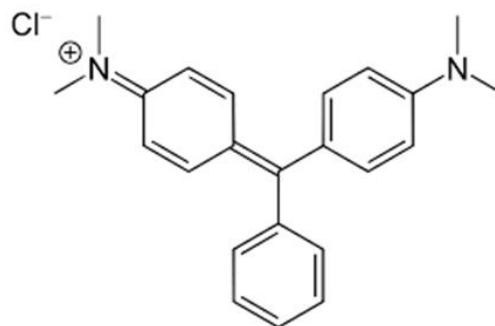
Peralatan yang melengkapi kolom adsorpsi yaitu :

- 1) Bak penampung umpan.
- 2) Kolom harus diisi terlebih dahulu dengan aquades sedikit diatas lapisan adsorben.

- 3) Air baku dialirkan secara grafitasi, setelah itu alat siap untuk dioperasikan.
- 4) Setelah itu umpan dilewatkan flowmeter untuk memperoleh hasil dari laju limpasan secara visual (Hutauruk, 2018).

D. *Malachite green*

Malachite green merupakan pewarna tekstil yang dikelompokkan sebagai pewarna dasar (basic dye) dan pewarna triarilmetan. *Malachite green* disebut sebagai pewarna dasar karena terionisasi dalam pelarut tertentu dan kation sebagai komponen komponen pewarnanya.



Gambar 3.Struktur Malachite Green

Rumus Molekul	: C ₂₃ H ₂₅ N ₂
Nama Dagang	: <i>Malachite green</i>
Nama Indeks Warna	: C.I. Basic Green 4, C.I. 42000
Nomor Indeks Warna	: Basic
Kelas Kimia	: Triarilkarbonium (triarilmetan)
Nama Komersil	: Green Victoria, light green , fast green (Adisti, 2014)

Malachite green adalah zat warna kationik yang tergolong N-methylated diaminotriphenylmethane yang cukup sering digunakan untuk industri. *Malachite green* digunakan sebagai biocide, pewarna makanan, wool, sutra, kulit, kapas, kertas, disinfektan (Suwandi et al., 2011) dan lebih luasnya dipakai dalam penyulingan pada pewarnaan namun ada juga dimanfaatkan ketika analisa forensik dan sebagai biosida (N Muna, 2014). Namun *malachite green* cukup berbahaya karena bersifat karsinogenik dan bisa menyebabkan tumor. Hasil degradasi dari *malachite green* juga tidak aman dan mengandung potensi karsinogenik. Meskipun diketahui sebagai zat warna yang tidak aman MG masih tetap banyak digunakan dalam bidang industri (Suwandi et al., 2011).



Gambar 4.Malachite Green

Pewarna ini direkomendasikan Hanya untuk aplikasi eksternal, konsumsi oralnya adalah beracun, berbahaya, dan karsinogenik karena adanya nitrogen. Zat pewarna ini dikenal sangat beracun bagi sel mamalia, dapat mengurangi asupan makanan, pertumbuhan, dan tingkat kesuburan, menjadi salah satu faktor kerusakan limpa, hati, jantung, ginjal, dan menimbulkan lesi pada kulit, paru-paru, tulang dan mata (Ahmad et al., 2016).

E. Penggunaan Instrumen

1. FTIR

FTIR merupakan metode analisis kelompok fungsional yang terkandung dalam sampel berdasarkan penyerapan cahaya spektrum inframerah (Nasra et al., 2020). Selain itu, memberikan informasi tentang mekanisme pengikatan dan kemungkinan gugus fungsi yang terlibat dalam interaksi dengan gugus aktif biosorpsi (Musa et al., 2006).

Interferometer Michelson adalah komponen utama yang terdapat pada FTIR yang berfungsi untuk menguraikan atau mendispersi radiasi inframerah yang menjadi komponen frekuensi. Interferometer Michelson inilah yang menjadi kelebihan dari penggunaan FTIR dibanding dengan spektroskopi inframerah konvensional atau metode spektroskopi lainnya. Diantara informasi yang dapat diperoleh yaitu informasi struktur molekul yang dihasilkan tepat dan akurat (memiliki resolusi yang tinggi). Sampel dengan berbagai fase (gas, cair maupun padat) juga dapat diidentifikasi dengan FTIR, ini merupakan keuntungan lain yang diperoleh dari penggunaan FTIR (Maulida, n.d.).

2. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis adalah sebuah alat ukur yang berfungsi menganalisa unsur dengan kadar tidak terlalu tinggi secara kualitatif ataupun kuantitatif. Analisa dengan cara kualitatif berdasarkan pada puncak-puncak yang diperoleh spektrum dari unsur yang dianalisa dengan panjang gelombang tertentu, dan analisa secara kuantitatif berdasarkan dari nilai adsorbansi dari hasil spektrum senyawa kompleks unsur yang dianalisa menggunakan pengompleks yang sesuai (Noviarty & Anggraini, 2014). Spektrofotometer UV-Vis prinsip kerjanya yaitu

interaksi sinar ultraviolet atau sinar tampak dengan molekul yang berada di dalam sampel. Daerah dari spektrum ultraviolet sendiri terletak diantara panjang gelombang 200 hingga 400 nm, sedangkan Panjang gelombang 400 hingga 700 nm merupakan keberadaan dari sinar tampak (Amalia, 2015).

Sampel berupa larutan, gas, maupun uap dapat juga ditentukan atau dianalisa menggunakan spektrofotometri UV-Visible. Umumnya sampel yang akan dianalisa diubah terlebih dahulu menjadi larutan jernih. Sampel larutan yang digunakan pada spektrofotometer UV-Vis harus memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut :

1. Sampel yang digunakan harus larut dengan sempurna.
2. Struktur molekul pada pelarut tidak terdapat ikatan rangkap terkonjugasi dan tidak berwarna.
3. Tidak terjadi interaksi antara molekul senyawa yang dianalisis (Suhartati, 2017).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Kulit matoa (*Pometia pinnata*) dapat dimanfaatkan sebagai biosorben untuk menyerap zat warna *malachite green*.
2. Kondisi optimum pada penyerapan *malachite green* pada pH 3, konsentrasi 450 ppm, ukuran ayakan partikel 106 μm , waktu kontak 90 menit dan kecepatan pengadukan 200 rpm dengan kapasitas penyerapan 46,55 mg/g.
3. Dalam penelitian ini, kapasitas penyerapan maksimum zat warna *malachite green* yang diperoleh pada *ishotherm Langmuir* sebesar 44.34 mg/g.

B. Saran

Penulis sadar akan kekurangan pada penelitian ini, sehingga saran yang dapat diberikan oleh penulis untuk pemelitian selanjutnya yaitu :

1. Melakukan penelitian lanjutan dengan modifikasi biosorben kulit matoa untuk mengatasi zat pencemar lainnya.
2. Melakukan penelitian dengan beberapa variasi aktivator terhadap kinerja biosorben kulit matoa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisti, Y. (2014). *Kinetika degradasi fotokatalitik Malachite Green dengan katalis semikonduktor TiO₂ dan O₂/UV*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ahmad, M. A., Afandi, N. S., Adegoke, K. A., & Bello, O. S. (2016). Optimization and batch studies on adsorption of malachite green dye using rambutan seed activated carbon. *Desalination and Water Treatment*, 57(45), 21487–21511.
- Al-Ghifary, A. N. (n.d.). *LAPORAN TETAP GAS ABSORPTION COLUMN*.
- Amalia, N. (2015). *Adsorpsi Cr (III) dan Cr (VI) dalam Larutan Menggunakan Karbon Aktif dari Biji Trembesi (Samanea saman)*. Institut Technology Sepuluh Nopember.
- Andriani, M., Nahrowi, N., Jayanegara, A., Mutia, R., & Syahniar, T. M. (2020). Kualitas Antioksidan Senyawa Fitokimia dan Karakteristik Kimia Kulit Buah Matoa (*Pometia pinnata*) yang Dikeringkan. *Jurnal Veteriner Desember*, 21(4), 604–610.
- Anggari, W. (2016). *Pemanfaatan Daun Matoa (Pometia pinnata) Sebagai Adsorben Ion Logam Tembaga (Cu) Dalam Air Menggunakan Aktivator Asam Sitrat*.
- Arellano-Cárdenas, S., López-Cortez, S., Cornejo-Mazón, M., & Mares-Gutiérrez, J. C. (2013). Study of malachite green adsorption by organically modified clay using a batch method. *Applied Surface Science*, 280, 74–78.
- Bayu, A., Nandiyanto, D., Oktiani, R., & Ragadhita, R. (2019). *Indonesian Journal of Science & Technology How to Read and Interpret FTIR Spectroscopy of Organic Material*. 1, 97–118.
- Catri, C. R. (2016). The Effectiveness of Natural Zeolite as Metal Absorbent Copper (II) in Pool Water With Coloumn Adsorption Method. *Jurnal Penelitian Saintek*, 21(2), 87–95.
- Chi, T. D., Trang, D. T., & Minh, T. Le. (2017). The Removal of Pb (II) and Cr (VI) From Aqueous Solution by Longan Skin Adsorbent. *International Journal of Innovative Studies in Sciences and Engineering Technology*, 4863, 9–15.
- Hajar, S., Rahmah, W., Putri, E. M., Ressandy, S. S., & Hamzah, H. (n.d.). *POTENSI EKSTRAK BUAH MATOA (POMETIA PINNATA) SEBAGAI SUMBER ANTIOKSIDAN: LITERATUR REVIEW POTENTIAL OF MATOA FRUIT EXTRACT (POMETIA PINNATA) AS ANTIOXIDANT SOURCE*.
- Handayani, K., & Elvi, Y. (n.d.). *Pengaruh Ukuran Partikel Bentonit dan Suhu Adsorpsi terhadap Daya Jerap Bentonit dan Aplikasinya pada Bleaching CPO*.
- Handayani, M., & Sulistiyono, E. (2009). Uji persamaan Langmuir dan