

OPTIMASI PENYERAPAN ZAT WARNA *MALACHITE GREEN* MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI KULIT PISANG KEPOK (*Musa balbisiana* Colla)

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh :

**SINTHA HAFIZHAH YONEL
NIM. 17036060 / 2017**

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

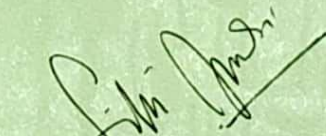
PERSETUJUAN SKRIPSI

OPTIMASI PENYERAPAN ZAT WARNA *MALACHITE GREEN* MENGUNAKAN KARBON AKTIF DARI KULIT PISANG KEPOK (*Musa balbisiana* Colla)

Nama : Sintha Hafizhah Yonel
NIM : 17036060
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

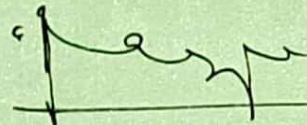
Padang, Juni 2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan Kimia



Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19800819 200912 2 002

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Edi Nasra, S.Si, M.Si
NIP. 19810622 200312 1 001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Sintha Hafizhah Yonel
NIM : 17036060
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

OPTIMASI PENYERAPAN ZAT WARNA *MALACHITE GREEN* MENGUNAKAN KARBON AKTIF DARI KULIT PISANG KEPOK (*Musa balbisiana* Colla)

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Padang

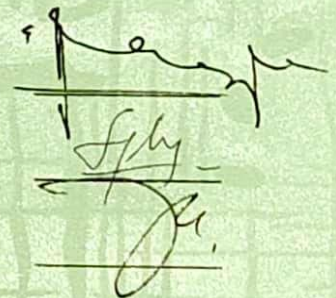
Padang, Juni 2021

Tim Penguji

Nama

Ketua : Edi Nasra, S.Si, M.Si
Anggota : Dra. Sri Benti Etika, M.Si
Anggota : Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D

Tanda tangan



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul “Optimasi Penyerapan Zat Warna *Malachite Green* Menggunakan Karbon Aktif dari Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla)”, adalah asli karya sendiri.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya, tanpa bantuan pihak lain, kecuali pembimbing.
3. Di dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, Juni 2021
Yang membuat pernyataan



Sintha Hafizhah Yonel
17036060

OPTIMASI PENYERAPAN ZAT WARNA *MALACHITE GREEN* MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI KULIT PISANG KEPOK (*Musa balbisiana* Colla)

Sintha Hafizhah Yonel

ABSTRAK

Malachite green merupakan salah satu zat warna sintetik yang banyak digunakan dalam industri tekstil. Limbah industri tekstil yang tidak diolah dengan baik akan menyebabkan pencemaran lingkungan perairan. Nilai ambang batas untuk konsentrasi *Malachite green* yang diperbolehkan dalam perairan sekitar 0,01 mg/L. Metoda adsorpsi merupakan salah satu metoda alternatif yang digunakan untuk menghilangkan limbah zat warna. Penelitian ini menggunakan metoda batch yang bertujuan untuk menentukan kondisi optimum penyerapan dan kapasitas maksimum penyerapan *Malachite green* menggunakan karbon aktif dari kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla). Pada penelitian ini dilakukan perlakuan menggunakan variasi pH, konsentrasi larutan, ukuran partikel, waktu kontak, dan kecepatan pengadukan. Hasil penelitian ini, didapatkan kapasitas penyerapan pada kondisi optimum pH 5, konsentrasi 150 mg/L, ukuran partikel 150 μm , waktu kontak 150 menit dan kecepatan pengadukan 250 rpm dengan kapasitas serapan sebesar 9,2429 mg/g dengan persentase penyerapan sebesar 97,9734%. Mekanisme adsorpsi pada penyerapan *Malachite green* mengikuti persamaan isoterm langmuir dengan nilai R^2 sebesar 0,9989 , $q_m = 10,5708 \text{ mg/g}$ dan $KI = 0,8514 \text{ L/mg}$. Karbon aktif dari kulit pisang kepok ini dapat digunakan dalam penyerapan zat warna *Malachite green*.

Kata Kunci : *Malachite green*, Adsorpsi, Karbon Aktif, Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla), Metoda Batch

**OPTIMIZATION OF *MALACHITE GREEN DYE*
ADSORPTION USING ACTIVATED CARBON
FROM KEPOK BANANA PEELS
(*Musa balbisiana* Colla)**

Sintha Hafizhah Yonel

ABSTRACT

Malachite green is a synthetic dye that is widely used in the textile industry. Textile industry waste that is not treated properly will pollute the aquatic environment. The threshold value for the permissible concentration of *Malachite green* in waters is around 0.01 mg / L. The adsorption method is an alternative method used to remove dyestuff waste. This study used a batch method which aims to determine the optimum conditions for absorption and the maximum absorption capacity of *Malachite green* using activated carbon from the peel of Kepok banana (*Musa balbisiana* Colla). In this study, treatments were carried out using variations in pH, solution concentration, particle size, contact time, and stirring speed. The results of this study, obtained the adsorption capacity at optimum conditions pH 5, concentration 150 mg/L, particle size 150 μ m, contact time 150 minutes and stirring speed 250 rpm with absorption capacity of 9.2429 mg /g with adsorption percentage of 97.9734 %. Adsorption mechanism the adsorption of *Malachite green* follows the equation Langmuir isotherm with the value of R^2 by 0,9989, $q = 10,5708$ mg/g and $KI = 0,8514$ L/mg. Activated carbon from kepok banana peels can be used in the absorption of the dye *Malachite green*.

Keywords: *Malachite green*, Adsorption, Activated Carbon, Kepok Banana peel (*Musa balbisiana* Colla), Batch Method

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul “Optimasi Penyerapan Zat Warna *Malachite green* Menggunakan Karbon Aktif dari Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla)”. Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan, dorongan dan semangat kepada :

1. Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si sebagai Penasihat Akademik sekaligus sebagai Dosen Pembimbing.
2. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D dan Ibu Dra. Sri Benti Etika, M.Si sebagai Dosen Pembahas.
3. Ibu Fitri Amelia, M.Si, Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNP.
5. Seluruh Staf Pengajar dan Tenaga Administrasi di Jurusan Kimia FMIPA UNP.
6. Laboran Jurusan Kimia FMIPA UNP.

7. Orang tua penulis yang telah memberikan semangat serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian dan pembuatan skripsi ini.
8. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa/i Kimia'17 yang telah memberikan semangat dan dorongan kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian dan pembuatan skripsi ini.
9. Rifaat Alfairuz, S.Si yang telah memberikan motivasi dan segala perhatian maupun tenaga yang tak henti-hentinya kepada penulis.

Untuk kesempurnaan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Kulit Pisang Kepok	5
B. Karbon Aktif	7
C. <i>Malachite green</i>	9
D. Adsorpsi	10
E. Penggunaan Instrument	13
1. FTIR	13
2. Spektrofotometer UV-Vis	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
A. Waktu dan Tempat	17
B. Objek Penelitian	17
C. Variabel Penelitian	17
D. Alat dan Bahan	17
1. Alat	17
2. Bahan	18
E. Prosedur Penelitian	18

1. Pembuatan Reagen	18
2. Pembuatan Karbon Aktif	19
3. Karakterisasi Karbon Aktif.....	19
4. Perlakuan Penelitian Dengan Metoda Batch	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
A. Karakterisasi Karbon Aktif	24
1. Pengujian Karbon dan Karbon Aktif.....	24
2. Karakterisasi FTIR	25
B. Perlakuan Penelitian dengan Metode Batch	29
1. Penentuan Panjang Gelombang (λ) Maksimum <i>Malachite green</i>	29
2. Penentuan pH Optimum.....	34
3. Penentuan Konsentrasi Optimum.....	35
4. Penentuan Ukuran Partikel Optimum	36
5. Penentuan Waktu Kontak Optimum	37
6. Penentuan Kecepatan Pengadukkan.....	38
BAB V PENUTUP.....	42
A. Kesimpulan.....	37
B. Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kulit pisang kepok (<i>Musa balbisiana</i> Colla)	5
2. (a) Zat warna <i>Malachite green</i> (b) Struktur kimia <i>Malachite green</i>	9
3. Mekanisme reaksi sintesis <i>Malachite green</i>	10
4. Skema instrumental dari FTIR	14
5. Desain dasar penyerapan sinar ultraviolet atau cahaya tampak	16
6. Spektra FTIR karbon, karbon aktif, dan karbon aktif yang telah dikontakkan dengan <i>Malachite green</i>	25
7. Kurva Panjang Gelombang Maksimum <i>Malachite green</i>	30
8. Kurva Standar <i>Malachite green</i>	33
9. Grafik pengaruh pH terhadap kapasitas penyerapan <i>Malachite green</i> menggunakan karbon aktif.....	34
10. Grafik pengaruh konsentrasi terhadap kapasitas penyerapan <i>Malachite green</i> menggunakan karbon aktif.....	36
11. Grafik persamaan isoterm Langmuir	40
12. Grafik Persamaan isoterm Freundlich.....	40
13. Grafik pengaruh ukuran partikel terhadap kapasitas penyerapan <i>Malachite green</i> menggunakan karbon aktif.....	37
14. Grafik pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas penyerapan <i>Malachite green</i> menggunakan karbon aktif.....	38
15. Grafik pengaruh kecepatan pengadukkan terhadap kapasitas penyerapan <i>Malachite green</i> menggunakan karbon aktif.....	39

DAFTAR TABEL

1 Standar mutu karbon aktif menurut SNI-06-3730-1995	8
2 Daerah Gugus Fungsi pada FTIR.....	14
3 Uji karakteristik karbon dan karbon aktif	24
4 Identifikasi Gugus Fungsi dari Spektrum FTIR Karbon, Karbon Aktif dan Karbon Sesudah Dikontakkan dengan Malachite green.	28

LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Penelitian	47
Lampiran 2. Pembuatan larutan induk <i>Malachite green</i> 1000 ppm.....	48
Lampiran 3. Preparasi Sampel	49
Lampiran 4. Proses perlakuan penelitian dengan sistem batch.....	50
Lampiran 5. Perhitungan Pembuatan Reagen	55
Lampiran 6 Data Hasil FTIR Karbon, Karbon Aktif, dan Karbon Aktif Sesudah dikontakan dengan <i>Malachite green</i>	58
Lampiran 7. Panjang Gelombang Maksimum dan Kurva Standar <i>Malachite green</i>	61
Lampiran 8. Variasi pH.....	67
Lampiran 9. Variasi Konsentrasi.....	68
Lampiran 10. Variasi Ukuran Partikel	68
Lampiran 11. Variasi Waktu Kontak	70
Lampiran 12. Variasi Kecepatan Pengadukkan	71
Lampiran 13. Perhitungan Persamaan Isoterm Adsorpsi	72
Lampiran 14. Dokumentasi Penelitian	73

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pesatnya perkembangan industri tekstil pada saat sekarang ini mengakibatkan limbah zat warna terus meningkat. Industri tekstil yang tidak melakukan pengolahan limbah dengan baik menjadi salah satu pemicu pencemaran lingkungan. Menurut Musyafira, Adam et al.2019, umumnya industri tekstil memproduksi limbah zat warna yang termasuk golongan senyawa organik *non-biodegradable* atau sulit teruraikan yang menyebabkan tercemarnya ekosistem perairan (Musafira, Adam et al. 2019).

Penggunaan zat warna sintetis yang bersifat *non-biodegradable* ini akan menimbulkan efek yang buruk bagi kesehatan dalam penggunaan jangka panjang seperti kerusakan hati, ginjal, anemia, serta kerusakan sel lainnya (Sari, Firdaus et al. 2017). Pada dasarnya, zat warna sintetis mengandung struktur kimia yang kompleks sehingga menjadi sangat stabil terhadap oksidasi, cahaya, dan sulit terurai (Djilani, Zaghdoudi et al. 2015). Limbah zat warna yang banyak ditemukan salah satunya adalah *Malachite green*. Zat warna *Malachite green* ini merupakan garam dari warna dasar organik yang memiliki kandungan zat amino. Apabila dibandingkan dengan zat warna sintesis yang lain, *Malachite green* mempunyai warna yang cemerlang . Di dalam tubuh makhluk hidup, akumulasi zat warna *Malachite green* bersifat karsinogenik, gemotoksik, serta mempengaruhi sistem kekebalan tubuh. Kadar *Malachite green* yang diperbolehkan di perairan adalah 0,01 ppm (Sukmawati dan Utami, 2014).

Pencemaran lingkungan perairan yang disebabkan oleh zat warna sintetik dapat diatasi dengan beberapa cara seperti metode koagulasi, ozonisasi, proses oksidasi, presipitasi kimia, pertukaran ion, ultrafiltrasi, dan *reverse osmosis*. Akan tetapi, metode-metode tersebut membutuhkan biaya yang mahal, membentuk produk sampingan yang berbahaya, dan intensif kebutuhan energi. Proses adsorpsi menggunakan arang aktif sering dipilih sebagai metode untuk menghilangkan polutan dari air limbah. Akan tetapi karbon aktif secara komersial bernilai mahal (Bello, Ahmad et al. 2012).

Karbon aktif nonkonvensional yang digunakan sebagai penyerap zat warna *Malachite green*, dibuat dari limbah organik seperti kedelai, limbah agroindustri, kulit manggis, kulit rambutan, kulit biji karet, dan kulit pisang (Ahmad and Alrozi, 2010). Kulit pisang kepok sering digunakan sebagai bahan dasar untuk mensintesis karbon aktif karena memiliki komponen-komponen kimia seperti lignin, pektin, selulosa, hemiselulosa, oligosakarida (Lu and Li, 2019), gugus aktif hidroksil, karboksil, karbonil, dan amino (Nasra and Kurniawati, 2017). Karbon aktif dari kulit pisang kepok ini sering digunakan sebagai adsorben pada proses adsorpsi, karena karbon aktif memiliki morfologi permukaan yang baik, seperti luas permukaan yang halus dan volume pori-pori yang tinggi (Lütke, Igansi et al. 2019).

Para peneliti sebelumnya, menggunakan adsorben kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) sebagai pengadsorpsi logam-logam berat seperti Cu (II), Cd (II) (Nasra and Kurniawati 2017), Zn (II) (Nasra, Kurniawati et al. 2019), Sr (II) (Mahindrakar and Rathod 2018), serta beberapa zat warna seperti *Malachite green* (Musafira, Adam et al. 2019), *Methylene blue* (Ridho, 2020), *Rhodamin B*

(Aljumatul, 2020) dan juga fenol (Patly, 2020). Pada penelitian kali ini peneliti akan melakukan penelitian mengenai “Optimasi Penyerapan Zat Warna *Malachite green* Menggunakan Karbon Aktif dari Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla). “

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka didapatkan identifikasi masalah sebagai berikut.

1. *Malachite green* merupakan salah satu sumber pencemaran, terutama diperairan sehingga diperlukan upaya mengatasinya.
2. Belum maksimalnya pemanfaatan karbon aktif dari kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) sebagai penyerap zat warna seperti *Malachite green* .

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Adsorben yang digunakan berasal dari karbon aktif kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla).
2. Karbon aktif dari kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) sebelum dikontakkan dengan zat warna *Malachite green* dikarakterisasi terlebih dahulu menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*).
3. Optimasi pH, konsentrasi, ukuran partikel, waktu kontak dan kecepatan pengadukan serapan karbon aktif kulit pisang (*Musa balbisiana* Colla) menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh pH, konsentrasi, ukuran partikel, waktu kontak dan kecepatan pengadukan terhadap daya serap karbon aktif dari kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) pada zat warna *Malachite green* ?
2. Berapa kapasitas penyerapan maksimum karbon aktif dari kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) terhadap zat warna *Malachite green* ?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis kondisi optimum setiap variabel yang diujikan pada penyerapan zat warna *Malachite green* menggunakan adsorben karbon aktif dari kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla)
2. Menentukan kapasitas optimum penyerapan *Malachite green* dari adsorben karbon aktif kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla).

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi kepada pembaca mengenai manfaat penggunaan karbon aktif yang berasal dari kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) sebagai adsorben penyerapan zat warna *Malachite green* serta memberikan informasi mengenai kapasitas optimum penyerapan *Malachite green* menggunakan adsorben dari karbon aktif.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kulit Pisang Kepok

Pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) seperti yang dilihat pada gambar 1 merupakan jenis pisang yang sering dijadikan sebagai bahan baku untuk membuat berbagai jenis makanan yang berasal dari pisang. Berdasarkan klasifikasi taksonomi, pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) termasuk dalam famili Musaceae yang berasal dari India Selatan. Klasifikasi dari pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) adalah sebagai berikut.

Klasifikasi Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla)

Kerajaan : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Monocotyledoneae
Ordo : Musales
Famili : Musaceae
Genus : *Musa*
Species : *Musa balbisiana* Colla (Sari, 2020).



Gambar 1 . Kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) (www.google.com)

Residu utama pisang kepok adalah kulit buahnya yang tebal dan menyumbang sekitar 30-40% dari total berat buah. Pisang banyak dikonsumsi di

pasaran dan juga di rumah tangga, sehingga akan menghasilkan limbah kulit pisang yang banyak juga serta menciptakan gangguan lingkungan dan masalah pembuangan. Oleh karena itu sangat diperlukan suatu metode pemanfaatan limbah dari kulit pisang kepek ini agar meningkatkan nilai ekonomisnya dan tidak mencemari lingkungan. Pada permukaan kulit pisang terdapat gugus-gugus fungsi antara lain karboksil, hidroksil dan kelompok-kelompok lain yang memiliki peran penting dalam proses biosorpsi misalnya meningkatkan kapasitas biosorpsi dan memperpendek waktu stabil (Mohammed and Chong, 2014).

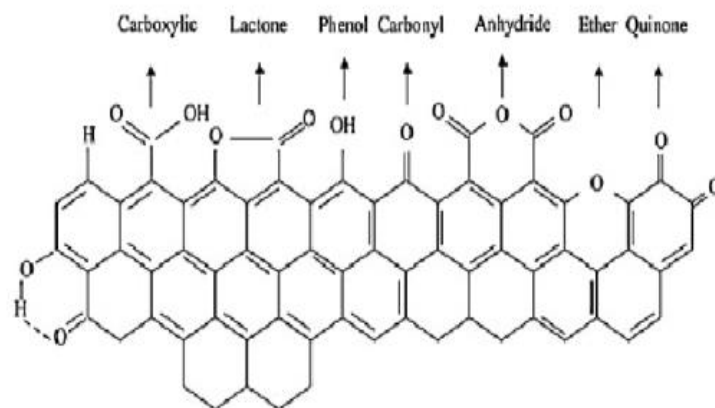
Pisang kepek memiliki ciri fisik yaitu ukuran yang besar dan kulit buah yang tebal. Kulit pisang memiliki kandungan lignin (6% - 12%), pektin (10% - 21%), selulosa (7,6% - 9,6%) dan hemiselulosa (6,4% - 9,4%). Pektin merupakan kompleks heteropolisakarida yang mengandung asam galakturonat, arabinosa, galaktosa, dan rhamnosa sebagai konstituen utama gula. Gugus karboksil dari asam galakturonat memungkinkan zat pektin mengikat kation logam dalam larutan (Arifiyana and Devianti, 2020). Kandungan selulosa pada kulit pisang kepek sebagai bahan penyerap untuk pengolahan air limbah memiliki beberapa keunggulan, seperti termasuk polimer organik yang melimpah keberadaannya, tidak beracun, stabil terhadap zat kimia, dan dapat terurai secara hayati. Selulosa memiliki morfologi seperti serat dan seragam. Padatan berpori pada selulosa memiliki kemampuan sebagai adsorben yang digunakan sebagai penyerap polutan di lingkungan (Hariani, Riyanti et al. 2016).

Limbah kulit pisang kepek (basis kering) mengandung 0,001% abu, selulosa sekitar 7,5%, lignin sebesar 7,9%, dan hemiselulosa sekitar 74,9% sedangkan pisang raja mengandung 37,52% hemiselulosa, 12,06% selulosa dan 7,04% lignin.

Lignin akan terdegradasi menjadi karbon pada rentangan temperatur 250-500°C, hemiselulosa terdegradasi pada temperatur sekitar 250°C , sementara selulosa pada temperatur 500°C (AB, N., & Rachman, A.,2019).

B. Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan arang yang sebagian besar termasuk karbon bebas dengan struktur mikrokristalin atau amorphous yang terdiri karbon bebas dan memiliki “permukaan dalam” (*internal surface*). Karbon aktif memiliki luas permukaan berkisar antara 300 - 2000 m²/gr. Pada umumnya, karbon aktif terdapat dua jenis yaitu karbon aktif fasa cair dan karbon aktif fasa gas. Karbon aktif fasa cair merupakan karbon yang dihasilkan dari material dengan berat jenis rendah, seperti arang dari bambu kuning yang berbentuk butiran (*powder*), rapuh (mudah hancur), mempunyai kadar abu yang tinggi berupa silika, dan biasanya digunakan untuk menghilangkan bau, rasa, warna, dan kontaminan organik lainnya. Sedangkan karbon aktif fasa gas berasal dari material dengan berat jenis tinggi (Situmorang, Anisa et al. 2020). Gugus fungsi yang terdapat pada karbon aktif dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Gugus fungsi pada permukaan karbon aktif (Marsh., *et al*, 2006).

Pada proses adsorpsi, karbon aktif sering digunakan sebagai adsorben, karena karbon aktif memiliki morfologi permukaan yang baik, seperti luas permukaan yang halus dan volume pori-pori yang tinggi. Selain itu, karbon aktif memiliki gugus fungsi yang dapat berinteraksi dengan molekul kontaminan. Sifat-sifat ini yang menyebabkan karbon aktif cocok digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi dan juga menyajikan kapasitas adsorpsi yang tinggi (Lütke, Igansi et al. 2019).

Komposisi utama dari karbon aktif adalah karbon dan atom-atom hetero lainnya seperti hidrogen, nitrogen, oksigen, dan sulfur. Proses terbentuknya komposisi kimia seperti karbon, karbon monoksida, dan hidrogen melalui reaksi pembakaran tidak sempurna disebut proses karbonisasi. Pada proses karbonisasi terjadi perubahan senyawa organik menjadi karbon dan senyawa non organik menjadi pengotor. Temperatur pada proses karbonisasi berkisaran antara 300-800⁰C, jika digunakan temperatur yang lebih rendah dari 300⁰C maka proses karbonisasi tidak sempurna, apabila temperatur yang digunakan lebih tinggi dari 800⁰ C maka karbon akan diubah menjadi abu (Jubilate, Zaharah et al. 2016).

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 kualitas karbon aktif yang baik memiliki karakteristik yaitu bagian yang hilang pada pemanasan 950⁰ C maksimal 25% , air maksimal 15%, abu 10%, daya serap terhadap I₂ minimal 750 mg/g, dan karbon aktif murni 65% seperti yang ditunjukkan pada tabel (Sahara, Dahliani et al. 2017).

Tabel 1 Standar mutu karbon aktif menurut SNI-06-3730-1995)

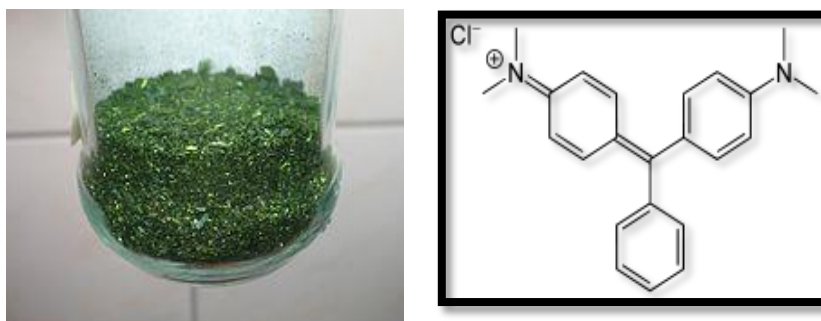
Uraian	Satuan	Persyaratan
Kadar air	%	Maksimum. 15
Kadar abu	%	Maksimum 10

Kadar uap	%	Maksimum 25
Uji daya serap Iodin	Mg/g	Minimum 750
Kadar karbon terikat	%	Minimum 65

(Sahara, Dahliani et al. 2017)

C. *Malachite green*

Malachite green ($C_{23}H_{26}N_2O$) dengan berat molekul sebesar 364,911 g/mol seperti yang dilihat pada gambar 2 dan 3 yang memiliki nama IUPAC 4-[(4-dimetil aminofenil)-fenilmetil]-N,N-dimeti-anilin merupakan senyawa kimia yang bersifat toksik. Nama komersial dari *Malachite green* disebut juga Basic Green 4, Victoria green B, Aniline Green, Diamond Green B (Bhernama, 2017).

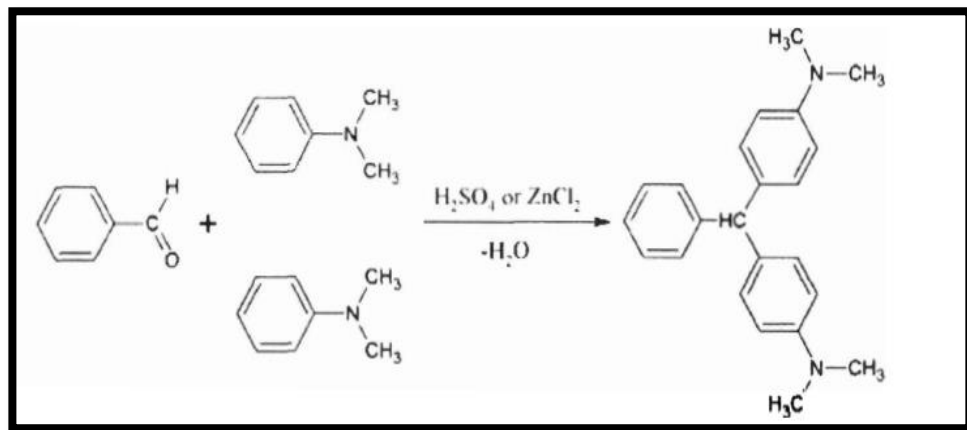


Gambar 2. (a) Zat warna *Malachite green* (b) Struktur kimia *Malachite green*

Malachite green merupakan pewarna *triphenyl methane* yang digunakan untuk mewarnai kapas, wol, sutra, kertas, kulit, serta juga digunakan sebagai parasitisida, fungisida, antiprotozoa, dan agen antibakteri. Pewarna ini digunakan hanya untuk aplikasi eksternal, tidak layak untuk dikonsumsi oral, berbahaya, dan karsinogenik karena adanya nitrogen. Zat warna *Malachite green* dikenal sangat beracun bagi makhluk hidup dan bertindak sebagai agen peningkat tumor. Akibatnya menurunkan asupan makanan, pertumbuhan, dan tingkat kesuburan, menyebabkan kerusakan pada hati, limpa, ginjal, dan jantung, menimbulkan iritasi pada kulit, mata, paru-paru, dan tulang. Oleh sebab itu, limbah zat warna

Malachite green perlu dihilangkan dari perairan (Ahmad, Afandi et al. 2016).

Malachite green disintesis melalui reaksi kondensasi benzaldehida dan anilin menggunakan bantuan katalis asam sulfat dan seng klorida. Mekanisme reaksi sintesis *Malachite green* yaitu:



Gambar 3 . Mekanisme reaksi sintesis Malachite green

Malachite green memiliki penyerapan pada panjang gelombang 310, 400, dan paling optimum pada panjang gelombang dari 505 dan 618 nm (Beri, 2013).

D. Adsorpsi

Biosorpsi merupakan proses penyerapan zat padat yang berasal dari alam untuk berikatan dengan suatu polutan yang terdapat dalam suatu larutan. Pada biosorpsi ada istilah biosorben yaitu molekul yang menyerap, sedangkan biosorbat merupakan zat yang terserap (Ratnawati, Ermawati et al. 2010). Metode adsorpsi terdiri dari dua jenis, yaitu metode perendaman (batch) dan metode kolom (fixed bed). Metode batch dilakukan pencampuran larutan dan dikocok dengan bahan penyerap hingga terjadi kesetimbangan. Metode kolom dilakukan dengan meletakkan adsorben dalam kolom dan mengaliri sorbat melewati kolom yang telah berisi sorben hingga adsorpsi jenuh (Agustiningtyas, 2012).

Isoterm adsorpsi merupakan sebuah metode yang menjelaskan bahwa kesetimbangan konsentrasi antara adsorben terhadap adsorbat sama dengan laju pelepasannya. Isoterm adsorpsi dapat digunakan untuk mengetahui mekanisme adsorpsi serta kapasitas adsorpsi suatu adsorben terhadap kontaminan. Adsorpsi fasa padat-cair biasanya menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich.

1. Isoterm Langmuir

Pada isoterm langmuir menjelaskan bahwa pada permukaan adsorben terdapat sejumlah tertentu pusat aktif (*active site*) yang sebanding dengan luas adsorben. Setiap pusat aktif terdapat satu molekul yang dapat diserap. Ikatan yang terjadi antara penyerap dan zat yang diserap dapat terjadi secara fisika atau kimia. Ikatan yang terbentuk harus kuat untuk mencegah perpindahan molekul yang telah terserap pada permukaan penyerap. Apabila terbentuk ikatan kimia antara pusat aktif dengan molekul terserap, maka akan terdapat lapisan tunggal pada permukaan penyerap (*monolayer adsorption*), proses ini disebut penyerapan secara kimia. Adapun persamaan sebagai berikut:

$$C_e / q_e = C_e / q_m + 1 / KI \cdot q_m$$

dimana:

C_e = konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan (mg/L)

q_e = jumlah adsorbat yang terserap saat kesetimbangan (mg/g)

q_m = kapasitas serapan maksimum teoritis (mg/g)

KI = konstanta Langmuir (L/mg) (Kolb and Turner 1988).

2. Isoterm Freundlich

Isoterm Freundlich menjelaskan tentang hubungan antara banyaknya zat yang menyerap dengan konsentrasi zat dalam larutan, yang dinyatakan dengan persamaan:

$$\ln q_e = \ln K_f + 1/n C_e$$

dimana:

q_e = jumlah zat yang terserap saat ksetimbangan (mg/g)

C_e = konsentrasi kesetimbangan zat dalam larutan (mg/L)

K_f = parameter kesetimbangan (mg/g)

n = parameter empiris

Isoterm adsorpsi Freundlich mengadopsi adsorpsi multilayer pada permukaan heterogen. Persamaan tersebut dapat menjelaskan penyerapan atau koefisien distribusi dan memberikan jumlah banyaknya adsorbat untuk mencapai kesetimbangan konsentrasi.

Rumus penentuan kapasitas penyerapan selain dipakai untuk logam berat juga dipakai pada zat warna. Banyaknya jumlah zat warna yang teradsorpsi pada waktu tertentu, q_t (mg/g), dihitung berdasarkan Persamaan 1.

$$q_t = \frac{(C_o - C_t) V}{w}$$

dimana:

C_o (mg/L) = konsentrasi fasa cair pada awal.

C_t (mg/L) = konsentrasi fasa cair pada waktu t .

V = volume larutan (L)

w = massa adsorben (g).

Banyaknya berat molekul yang teradsorpsi dihitung dengan Persamaan 2.

$$\text{Serapan (\%)} = \frac{(C_o - C_e) \times 100 \%}{C_o}$$

dimana :

C_o = konsentrasi sebelum teradsorpsi

C_e = konsentrasi setelah teradsorpsi.

Mekanisme adsorpsi dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia dari material yang digunakan sebagai adsorben (Han, Wang et al. 2011).

E. Penggunaan Instrument

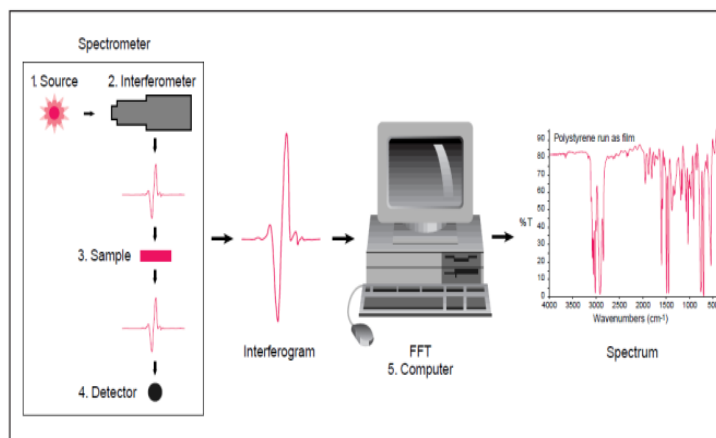
1. FTIR

Fourier Transform Infrared spectroscopy merupakan instrumen untuk proses analisa kualitatif dan kuantitatif menggunakan sinar infrared untuk sampel fasa padat, cair dan gas organik maupun anorganik. Keuntungan menggunakan instrumen ini adalah proses analisa yang sangat cepat dan relatif murah untuk menganalisis sampel padatan yang berbentuk kristal, mikrokristalin, amorf, atau film. Sampel yang dapat dianalisis pada skala mikron hingga skala kilometer, serta proses preparasi sampel relatif mudah. Adapun keuntungan lainnya dari metode infrared adalah bahwa teknik ini juga dapat memberikan informasi tentang "elemen ringan" (misalnya, H dan C) dalam zat anorganik (Patty and Lokollo, 2016).

Spektroskopi FTIR digunakan untuk melakukan analisa gugus fungsi suatu sampel berdasarkan spektra penyerapan sinar inframerah (Chaber, Łach et al. 2017). Pada umumnya FTIR digunakan untuk analisis gugus fungsi suatu sampel. Prinsip kerja dari spektroskopi inframerah adalah terjadinya proses

penyerapan sebagian radiasi inframerah oleh sampel dan sebagian yang lain ditransmisikan.

Adapun skema kerja dari FTIR dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Skema instrumental dari FTIR (Thermo nicolet corporation, 2001)

Jika suatu sampel dilewati oleh radiasi infra merah maka molekulnya akan menyerap energi dan terjadi transisi antara tingkat vibrasi dasar dan tingkat vibrasi tereksitasi. Spektrum yang terbentuk pada FTIR akan memberikan informasi tentang gugus fungsi suatu molekul (Puspitasari, 2012).

Berikut ini adalah tabel daerah gugus fungsi pada FTIR.

Tabel 2 Daerah Gugus Fungsi pada FTIR (Skoog, Holler, Nieman. 1998).

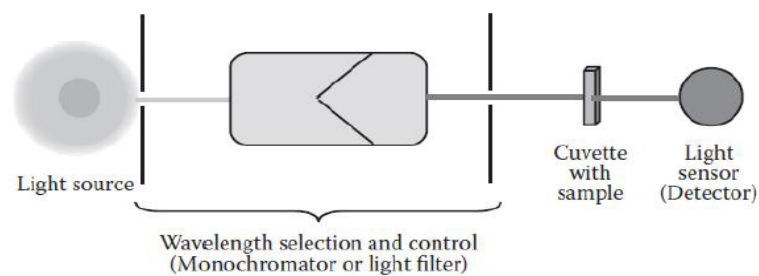
Jenis Ikatan	Golongan Senyawa	Daerah Frekuensi (cm^{-1})
C – H	Alkana	2850 – 3000
C - H	Alkena	3010 – 3095
C-H	Alkuna	3300
C – H	Cincin Aromatik	3010 – 3100
O – H	Fenol, monomer alkohol, alkohol ikatan hidrogen, fenol	3590 – 3650
	Monomer asam karboksilat, ikatan hidrogen asam karboksilat	3500 – 3650
N – H	Amina, Amida	3300 – 3500

C = C	Alkena	1610 – 1680
C = C	Cincin Aromatik	1500 – 1600
C $\equiv$ C	Alkuna	2100 – 2260
C – N	Amina	1180 – 1360
C $\equiv$ N	Nitril	2210 – 2280
C – O	Alkohol, Eter, Asam Karboksilat, Ester	1050 – 1300
C = O	Aldehid, Keton, Asam Karboksilat, Ester	1690– 1760

2. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis merupakan suatu instrumen yang digunakan untuk pengukuran energi cahaya pada panjang gelombang tertentu. Panjang gelombang yang dimiliki sinar UV antara 200 - 400 nm, dan sinar tampak (visible) memiliki panjang gelombang 400-750 nm. Spektrofotometer UV / Visible banyak digunakan dalam laboratorium baik di bidang akademis, penelitian serta jaminan kualitas industri (Yildiz Y, 2019).

Metode spektrokimia molekul UV-Vis memanfaatkan cahaya di daerah ultraviolet dan cahaya tampak dari spektrum elektromagnetik untuk menganalisis sampel laboratorium untuk senyawa molekul dan ion kompleks. Analisis kualitatif dilakukan dengan membandingkan spektra serapan atau transmisi dengan spektrum yang diketahui. Analisis kuantitatif dilakukan dengan menggunakan hukum Beer. Desain dasar instrumen yang menggunakan sinar ultraviolet atau cahaya tampak yang terdiri dari sumber cahaya, detektor, cuvet dengan sampel, dan detektor dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Desain dasar penyerapan sinar ultraviolet atau cahaya tampak terhadap (Kenkel, 2002).

Absorbansi merupakan parameter yang penting untuk analisis kuantitatif dan parameter yang meningkat secara linier dengan konsentrasi. Jika suatu analisis

mengukur pada transmitansi, ia harus mengubahnya menjadi absorbansi melalui persamaan :

$$A = -\log T$$

Persamaan garis lurus A vs C pada kurva standar dikenal sebagai Hukum Lambert Beer, dengan rumus:

$$A = a \cdot b \cdot c$$

Keterangan:

a = Absorbansi

b = Jarak yang ditempuh cahaya melalui larutan yang diukur atau dalam wadah sampel yang ditempatkan pada jalur cahaya .

c = Konsentrasi

Konsentrasi dapat dinyatakan dalam satuan apapun, namun biasanya dinyatakan dalam molaritas, ppm, atau gram per 100 mL ketika konsentrasinya dalam molaritas dan panjang lintasan dalam sentimeter, satuan absorptivitas harus $\text{liter mol}^{-1} \text{ cm}$ (Kenkel, 2002).

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi optimum untuk penyerapan *Malachite green* menggunakan karbon aktif pada pH 5, konsentrasi 150 ppm, ukuran partikel biosorben 150 μm , waktu kontak 150 menit dan kecepatan pengadukan 250 rpm.
2. Kapasitas penyerapan optimum *Malachite green* menggunakan karbon aktif pada kondisi pH 5, konsentrasi larutan 150 ppm, ukuran partikel 150 μm , waktu kontak selama 150 menit dan kecepatan pengadukan 200 rpm adalah 9,2429 mg/g dengan persentase penyerapan sebesar 97,9734%.

B. SARAN

1. Melakukan uji BET pada karbon, dan karbon aktif untuk mengetahui luas permukaan internal.
2. Melakukan karakterisasi menggunakan instrumen XRD untuk mengetahui struktur material dari karbon aktif.
3. Melakukan penelitian adsorpsi karbon aktif dari bahan dasar kulit pisang kepok ke adsorbat lain.

DAFTAR PUSTAKA

- AB, N., & Rachman, A. (2019). *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Karbon Aktif* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Afrianita, Reri., Dewilda, Yommi., Rahayu, Monica. 2014. *Potensi Fly Ash Sebagai Adsorben dalam Menyisihkan Logam Berat Cromium (Cr) pada Limbah Cair Industri*. Jurnal Teknik Lingkungan UNAND **11** (1). 67-73
- Agustiningtyas, Z. (2012). "Optimisasi Adsorpsi Ion Pb (II) Menggunakan Zeolit Alam Termodifikasi Ditizon."
- Ahmad, M. A., et al. (2016). "Optimization and batch studies on adsorption of Malachite greendye using rambutan seed activated carbon." Desalination and Water treatment **57**(45): 21487-21511.
- Ahmad, M. A. and R. Alrozi (2010). " Optimization of preparation conditions for mangosteen peel-based activated carbons for the removal of Remazol Brilliant Blue R using response surface methodology." Chemical Engineering Journal **165**(3): 883-890.
- Apriliani, Ade. (2010). *Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion logam Cd, Cr, Cu, dan Pb Dalam Air Limbah*. Skripsi. Hal. 1-91.
- Arifiyana, D. And V. A. Devianti (2020). "Biosorpsi Logam Besi (Fe Dalam Media Limbah Cair Artifisial Menggunakan Adsorben Kulit Pisang Kepok (Musa Acuminata)." Jurnal Kimia Riset **5**(1): 1-8.
- Astuti, W., Mahardhika, M. A., Putri, D. A., Rohman, M., Sihab, M. F., Sulistyaningsih, T., & Irchamsyah, E. F. (2019, September). Application of kepok banana peel activated carbon prepared by conventional and microwave heating for Malachite green adsorption. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 625, No. 1, p. 012025). IOP Publishing.
- Bello, O. S., et al. (2012). "Adsorptive features of banana (Musa paradisiaca) stalk-based activated carbon for Malachite greendye removal." Chemistry and Ecology **28**(2): 153-167.
- Beri, D. (2013). "Penentuan Kuantum Yields Fotothermal Malachite green Secara Fotokalorimetri."
- Bhernama, B. G. (2017). "Degradasi Zat Warna Malachite green Secara Ozonolisis Dengan Penambahan Katalis TiO₂-anatase dan ZnO." Elkawanie **3**(1): 1-10.