

**ANALISIS KEMAMPUAN DAUN KULIT DAN  
MAHKOTA LIMBAH NANAS DALAM  
MENGURAIKAN LIMBAH PEWARNA BUATAN  
METHYLENE BLUE**

**TUGAS AKHIR**



**DEDI RIANTO**

**1400825201004**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BATANGHARI  
2021**

**ANALISIS KEMAMPUAN DAUN KULIT DAN  
MAHKOTA LIMBAH NANAS DALAM  
MENGURAIKAN LIMBAH PEWARNA BUATAN  
METHYLENE BLUE**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kurikulum Program Strata 1 (S1)  
Program Studi Teknik Lingkungan Pada Fakultas Teknik  
Universitas Batnghari



**DEDI RIANTO**

**1400825201004**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BATANGHARI  
JAMBI, 2021**

## **HALAMAN PERSETUJUAN**

# **ANALISIS KEMAMPUAN DAUN KULIT DAN MAHKOTA LIMBAH NANAS DALAM MENGURAIKAN LIMBAH PEWARNA BUATAN METHYLENE BLUE**

## **TUGAS AKHIR**

Oleh

**DEDI RIANTO**  
**1400825201004**

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi, menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul dan Penyusun sebagaimana tersebut diatas telah disetujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku dan dapat diajukan dalam ujian Tugas Akhir dan komprehensif Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Jambi, .....,2021

Pembimbing I

Pembimbing II

(Monik Kasman,ST.,M.Eng.Sc)  
NIDN. 001126110

(Anggrika Riyanti,ST.,MT)  
NIDN. 1008038002

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS KEMAMPUAN DAUN KULIT DAN MAHKOTA LIMBAH NANAS DALAM MENGURAIKAN LIMBAH PEWARNA BUATAN METHYLENE BLUE

Tugas akhir ini telah dipertahankan pada Sidang Tugas Akhir Komprehensif Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Nama : Dedi Rianto  
NIM : 1400825201004  
Hari/ Tanggal : ....., .....,..... 2021  
Jam :..... Wib  
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik UNBARI

#### PANITIA PENGUJI

Ketua  
1. ....  
NIDN..... (.....)  
Anggota :  
2. ....  
NIDN..... (.....)  
3. ....  
NIDN..... (.....)  
4. ....  
NIDN..... (.....)  
5. ....  
NIDN..... (.....)

Disahkan oleh

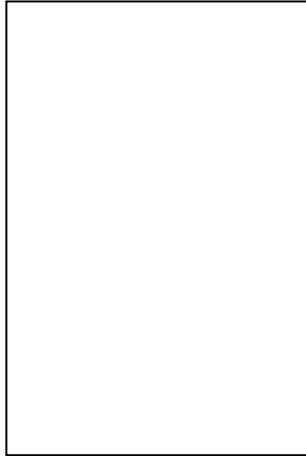
Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi  
Teknik Lingkungan

(Dr.Ir.H. Fakhrol Rozi Yamali,ME)  
NIDN.1015128501

(Marhadi,ST,M.Si)  
NIDN.0003088001

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN



Yang Bertandatangan di bawah ini :

Nama : Dedi Rianto

NIM : 1400825201004

Judul : Analisis Kemampuan Daun Kulit dan Mahkota Limbah Nanas Dalam Menguraikan Limbah Pewarna Buatan *Methyleneblue*

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karyasendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka sayabersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Batanghari sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Jambi, ..... 2021

Dedi Rianto

## **ABSTRAK**

ANALISIS KEMAMPUAN DAUN KULIT DAN MAHKOTA LIMBAH NANAS DALAM MENGURAIKAN LIMBAH PEWARNA BUATAN METHYLENE BLUE

Dedi Rianto; Dibimbing Oleh Pembimbing I Monik Kasman, ST.,M.Eng.Sc dan Pembimbing II Anggrika Riyanti, ST., MT.

xiv + .. halaman, .. tabel, .. gambar, .. lampiran

## **ABSTRAK**

***Kata Kunci :***

***ABSTRACT***

***Keywords:***

## **PRAKATA**

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji syukur atas kehadiran dan rahmat dari Allah Azza Wa Jalla karena Ridho dan KaruniaNya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan cukup baik. Laporan Tugas Akhir yang diberi judul

“ANALISIS KEMAMPUAN DAUN KULIT DAN MAHKOTA LIMBAH  
NANAS DALAM MENGURAIKAN LIMBAH PEWARNA BUATAN  
METHYLENE BLUE”

yang mana penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Universitas Batanghari. Selama proses penyusunan dan penyelesaian laporan tugas akhir ini penulis memperoleh bantuan, bimbingan, pengarahan, dan support dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada ;

1. Bapak Dr.Ir.H. Fakhrol Rozi Yamali, ME selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari;
2. Ibu Monik Kasman,ST., M.Eng.Sc sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini;
3. Ibu Anggrika Riyanti,ST.,MT sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini;
4. Kedua Orang Tua dan Keluargaku yang telah mendoakan dan memberikan *support* yang sangat berarti;



5. Semua teman-teman mahasiswa/i Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari yang telah memberikan *support* dalam penyelesaian laporan ini;
6. Semua teman-teman yang tidak disebutkan satu per satu khususnya di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari yang telah membantu dan memberikan saran dan *support* dalam penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian tugas akhir ini tak luput dari kekurangan dan kesalahan, dimana ada pepatah mengatakan tak ada gading yang tak retak. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna membuat laporan ini lebih baik lagi dan menjadi referensi serta masukan kedepannya dalam memenuhi referensi bagi Fakultas Teknik Lingkungan.

Akhir kata penulis berharap laporan penelitian tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Jambi,.....,Maret 2021

Dedi Rianto

## DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	Iv
DAFTAR GAMBAR.....	V
DAFTAR LAMPIRAN.....	Vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Ruang Lingkup.....	4
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	5
1.6 Sistematika Laporan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Limbah Tekstil.....	7
2.2 Zat Warna Tekstil.....	8
2.3 Adsorpsi.....	15
2.3.1 Jenis-Jenis Adsorpsi.....	16
2.3.2 Mekanisme Adsorpsi.....	17
2.3.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Daya Adsorpsi.....	17
2.3.4 <i>Adsorption Isotherm</i> .....	19
2.4 Definisi Nanas.....	23
2.4.1 Klasifikasi Nanas.....	23
2.4.2 Kulit dan Bonggol Nanas.....	24
2.4.3 Selulosa Nanas.....	25
2.5 Penelitian Terdahulu.....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	29
3.1 Jenis Penelitian.....	29

	Halaman
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	29
3.3 Alur Penelitian.....	31
3.4 Pengumpulan Data.....	32
3.5 Variabel Penelitian.....	32
3.6 Persiapan Alat dan Bahan.....	33
3.6.1 Bahan Baku.....	33
3.6.2 Alat.....	33
3.7 Prosedur Penelitian.....	34
3.7.1 Preparasi Adsorpsi.....	34
3.7.2 Proses Karbonasi.....	34
3.7.3 Proses Aktivasi.....	34
3.8 Karakterisasi Adsorben Limbah Nanas.....	34
3.9 <i>Batch Eksperimen</i> .....	35
3.10 Pengaruh Adsorben Terhadap Efisiensi Penyisihan.....	37
3.10.1 Pengaruh Massa Adsorben terhadap Efisiensi Penyisihan Warna.....	37
3.10.2 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Efisiensi Penyisihan Warna.....	38
3.11 Analisis Data Adsorben .....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.</b> ....	<b>42</b>
4.1 Karakteristik Bahan Adsorben.....	42
4.2 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Penyisihan Warna.....	43
4.2.1 Adsorpsi Warna Menggunakan Adsorben Mahkota Nanas.....	44
4.2.2 Adsorpsi Warna Menggunakan Adsorben Kulit Nanas.....	46
4.2.3 Adsorpsi Warna Menggunakan Adsorben Daun Nanas.....	49
4.3 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penyisihan Warna.....	52
4.3.1 Adsorpsi Warna Menggunakan Adsorben Mahkota Nanas.....	52
4.3.2 Adsorpsi Warna Menggunakan Adsorben Kulit Nanas.....	55
4.3.3 Adsorpsi Warna Menggunakan Adsorben Daun Nanas.....	58

	Halaman
4.4 Analisis Mekanisme Adsorpsi Warna Menggunakan Metode Langmuir dan Freundlich Pada Adsorben Mahkota Nanas.....	60
4.5 Analisis Mekanisme Adsorpsi Warna Menggunakan Metode Langmuir dan Freundlich Pada Adsorben Kulit Nanas.....	65
4.6 Analisis Mekanisme Adsorpsi Warna Menggunakan Metode Langmuir dan Freundlich Pada Adsorben Daun Nanas.....	70
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN. ....	76
5.1 Kesimpulan.....	76
5.2 Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu Menggunakan Nanas Sebagai Adsorben.....	27
Tabel 3.1 Variabel Bebas Eksperimen.....	35
Tabel 3.2 Variasi Adsorben Nanas.....	36
Tabel 4.1 Karakteristik Adsorben Murni.....	43
Tabel 4.2 Karakteristik Adsorben Aktivasi.....	43
Tabel 4.3 Efisiensi Penyisihan dan Kapasitas Adsorpsi <i>Methyleneblue</i> Dengan Adsorben Mahkota Nanas.....	44
Tabel 4.4 Efisiensi Penyisihan dan Kapasitas Adsorpsi <i>Methyleneblue</i> Dengan Adsorben Kulit Nanas.....	47
Tabel 4.5 Efisiensi Penyisihan dan Kapasitas Adsorpsi <i>Methyleneblue</i> Dengan Adsorben Daun Nanas.....	50
Tabel 4.6 Hasil Konsentrasi Pewarna <i>Methyleneblue</i> Dengan Perbandingan Waktu Kontak Adsorben Mahkota Nanas.....	52
Tabel 4.7 Hasil Konsentrasi Pewarna <i>Methyleneblue</i> Dengan Perbandingan Waktu Kontak Adsorben Kulit Nanas.....	55
Tabel 4.8 Hasil Konsentrasi Akhir Pewarna <i>Methyleneblue</i> Dengan Perbandingan Waktu Kontak Adsorben Daun Nanas.....	58
Tabel 4.9 Perhitungan <i>Isotherm Langmuir</i> Pada Adsorben Mahkota Nanas Murni (MM).....	61
Tabel 4.10 Perhitungan <i>Isotherm Freundlich</i> pada Adsorben Mahkota Nanas Murni (MM).....	61
Tabel 4.11 Konstanta <i>Isotherm Langmuir</i> dan <i>Freundlich</i> Adsorben Mahkota Nanas (MM).....	62
Tabel 4.12 Perhitungan <i>Isotherm Langmuir</i> pada Adsorben Mahkota Nanas Aktivasi (MA).....	63
Tabel 4.13 Perhitungan <i>Isotherm Freundlich</i> pada Adsorben Aktivasi (MA).....	63
Tabel 4.14 Konstanta <i>Isotherm Langmuir</i> dan <i>Freundlich</i> Adsorben Mahkota Nanas (MA).....	65

	Halaman
Tabel 4.15 Perhitungan <i>Isotherm Langmuir</i> Pada Adsorben Murni Kulit Nanas (MK).....	65
Tabel 4.16 Perhitungan <i>Isotherm Freundlich</i> pada Adsorben Kulit Nanas Murni (MK).....	66
Tabel 4.17 Konstanta <i>Isotherm Langmuir</i> dan <i>Freundlich</i> Adsorben Murni Kulit Nanas (KM).....	67
Tabel 4.18 Perhitungan <i>Isotherm Langmuir</i> pada Adsorben Aktivasi Kulit Nanas (KA).....	68
Tabel 4.19 Perhitungan <i>Isotherm Freundlich</i> pada Adsorben Aktivasi Kulit Nanas (KA).....	68
Tabel 4.20 Konstanta <i>Isotherm Langmuir</i> dan <i>Freundlich</i> Adsorben Aktivasi Kulit Nanas (KA).....	70
Tabel 4.21 Perhitungan <i>Isotherm Langmuir</i> Pada Adsorben Murni Daun Nanas (DM).....	70
Tabel 4.22 Perhitungan <i>Isotherm Freundlich</i> pada Adsorben Daun Nanas Murni (DM).....	71
Tabel 4.23 Konstanta <i>Isotherm Langmuir</i> dan <i>Freundlich</i> Adsorben Murni Daun Nanas (DM).....	72
Tabel 4.24 Perhitungan <i>Isotherm Langmuir</i> pada Adsorben Aktivasi Daun Nanas (DA).....	73
Tabel 4.25 Perhitungan <i>Isotherm Freundlich</i> pada Adsorben Aktivasi Daun Nanas (DA).....	73
Tabel 4.26 Konstanta <i>Isotherm Langmuir</i> dan <i>Freundlich</i> Adsorben Aktivasi Daun Nanas (DA).....	75

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Klorit Sianurat.....	13
Gambar 2.2 Struktur Kimia Zat Warna Struktur.....	13
Gambar 2.3 Klorida Sianurat.....	14
Gambar 4.1 (a) Mahkota Nanas (b) Kulit Nanas (c) Daun Nanas.....	31
Gambar 4.2 Grafik Kapasitas Adsorpsi Massa Dosis Adsorben Mahkota Nanas Terhadap Penyisihan Warna <i>Methyleneblue</i> .....	42
Gambar 4.3 Grafik Efisiensi Penyisihan Massa Adsorben Mahkota Nanas Terhadap Penyisihan Warna <i>Methyleneblue</i> .....	45
Gambar 4.4 Grafik Kapasitas Adsorpsi Massa Adsorben Kulit Nanas Terhadap Penyisihan Warna <i>Methyleneblue</i> .....	46
Gambar 4.5 Grafik Efisiensi Penyisihan Massa Adsorben Kulit Nanas Terhadap Penyisihan Warna <i>Methyleneblue</i> .....	48
Gambar 4.6 Grafik Kapasitas Adsorpsi Massa Dosis Adsorben Daun Nanas Terhadap Penyisihan Warna <i>Methyleneblue</i> .....	49
Gambar 4.7 Grafik Efisiensi Penyisihan Massa Adsorben Daun Nanas Terhadap Penyisihan Warna <i>Methyleneblue</i> .....	51
Gambar 4.8 Grafik Kapasitas Adsorpsi Mahkota Nanas & Waktu Kontak Terhadap Penyisihan Warna <i>Methyleneblue</i> .....	51
Gambar 4.9 Grafik Efisiensi Penyisihan Adsorpsi Mahkota Nanas & Waktu Kontak Terhadap Warna <i>Methyleneblue</i> .....	53
Gambar 4.10 Grafik Kapasitas Adsorpsi Kulit Nanas & Waktu Kontak Terhadap Penyisihan Warna <i>Methyleneblue</i> .....	54
Gambar 4.11 Grafik Waktu Kontak & Adsorpsi Kulit Nanas Terhadap Efisiensi Penyisihan Warna <i>Methyleneblue</i> .....	56
Gambar 4.12 Grafik Kapasitas Adsorpsi Daun Nanas & Waktu Kontak Terhadap Penyisihan Warna <i>Methyleneblue</i> .....	57
Gambar 4.13 Grafik Waktu Kontak & Adsorpsi Daun Nanas Efisiensi Penyisihan Terhadap Warna <i>Methyleneblue</i> .....	59

	Halaman
Gambar 4.14 Grafik <i>Isotherm Langmuir</i> pada Adsorben Mahkota Nanas Murni (MM).....	59
Gambar 4.15 Grafik <i>Isotherm Freundlich</i> pada Adsorben Mahkota Nanas Murni (MM).....	61
Gambar 4.16 Grafik <i>Isotherm Langmuir</i> pada Adsorben Mahkota Nanas Aktivasi (MA).....	62
Gambar 4.17 Grafik <i>Isotherm Freundlich</i> pada Adsorben Mahkota Nanas Aktivasi (MA) .....	64
Gambar 4.18 Grafik <i>Isotherm Langmuir</i> pada Adsorben Murni Kulit Nanas (KM) .....	64
Gambar 4.19 Grafik <i>Isotherm Freundlich</i> pada Adsorben Murni Kulit Nanas (KM).....	66
Gambar 4.20 Grafik <i>Isotherm Langmuir</i> pada Adsorben Aktivasi Kulit Nanas Aktivasi (KA).....	67
Gambar 4.21 Grafik <i>Isotherm Freundlich</i> pada Adsorben Aktivasi Kulit Nanas (KA).....	69
Gambar 4.22 Grafik <i>Isotherm Langmuir</i> pada Adsorben Murni Daun Nanas (DM) .....	69
Gambar 4.23 Grafik <i>Isotherm Freundlich</i> pada Adsorben Murni Daun Nanas (DM).....	71
Gambar 4.24 Grafik <i>Isotherm Langmuir</i> pada Adsorben Daun Nanas Aktivasi (DA).....	72
Gambar 4.25 Grafik <i>Isotherm Freundlich</i> pada Adsorben Daun Nanas Aktivasi (DA).....	74



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Hasil LHU

Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian

Lampiran 3 Lembar Assistensi

Lampiran 4 Lembar Berita Acara Komperehensif

Lampiran 5 Surat Keterangan Tugas Akhir

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Limbah tekstil mengandung bahan-bahan yang berbahaya bila dibuang ke lingkungan, terutama pada badan air penerima. Umumnya pembuangan limbah tersebut dapat dipantau di sekitar bantaran sungai, khususnya perairan tercemar oleh limbah industri tekstil berupa zat warna. Cemaran ini ditandai dengan perubahan warna perairan akibat buangan limbah tekstil, menjadi merah, dan biru. Sebagian besar bahan yang terdapat dalam limbah tekstil adalah terutama zat warna sintetik.

Pewarna sintetik yang umum digunakan mengandung gugus kromofor dan auksokrom (Rama chandra *et al.*,2009). Saat ini, terdapat bermacam-macam jenis zat warna sintetik yang penggunaannya disesuaikan dengan jenis serat yang akan dicelup pada kain dan ketahanan warna yang dikehendaki. Selain mengandung zat warna, limbah tekstil juga mengandung beberapa jenis logam berat berbahaya.

Bahan pewarna tekstil berasal dari beberapa zat pewarna seperti seperti zat warna *naphthol*, *indigosol*, dan *remasol*, yang apabila pengolahan dan pengelolaan limbahnya tidak sesuai standar maka akan berpotensi mencemari lingkungan, seperti air tanah dalam maupun air permukaan.

Mahalnya biaya pengolahan air limbah tekstil seperti pengolahan secara biologi, fisika, maupun kimia, menyebabkan tidak semua kegiatan industri tekstil mengolah air limbahnya. Teknik konvensional yang umum digunakan dalam menguraikan warna adalah fenton-oksidasi, fotokimia, dan filtrasi membran. Akan

tetapi, metode ini menimbulkan dampak sekunder yang membutuhkan pengolahan lanjutan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah warna dengan biaya terjangkau dan material sederhana adalah metode adsorpsi. Adsorpsi juga ramah lingkungan dan efisien untuk menghilangkan pewarna sintetik dari limbah cair adalah adsorpsi.

Hal ini disebabkan karena proses adsorpsi dapat memindahkan spesies pewarna dari limbah air ke fasa padat sehingga menjaga volume limbah seminimal mungkin. Selanjutnya, adsorben dapat diregenerasi atau disimpan di tempat yang kering tanpa kontak langsung dengan lingkungan (Royer *et al.*, 2010).

Berdasarkan hasil penelitian hakim (2021), limbah nanas dapat menguraikan limbah pewarna batik *methylenblue*. Persentase penyisihan warna pada rentang 60%-80%. Hal ini mendasari penulis untuk melakukan penelitian lanjutan untuk menguji kemampuan limbah nanas sebagai adsorben. Pengamatan difokuskan pada mahkota, kulit dan daun dari limbah nanas. Penelitian ini sangat berpotensi untuk memanfaatkan limbah nanas yang terdapat di Provinsi Jambi terutama di Kelurahan Kelurahan Tangkit, Kecamatan Sungai Gelam, Kabupaten Muaro Jambi, sebagai daerah penghasil nanas terbanyak di Provinsi Jambi.

Perkebunan pertanian nanas salah satunya yang berada di daerah Kelurahan Tangkit, Kecamatan Sungai Gelam, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi, sebagai salah satu penghasil komoditas buah-buahan berupa nanas yang mampu memproduksi buah nanas sebesar 56,4 ton/tahun, dengan lahan seluas 800 Ha, seringkali hasil olahan nanas menjadi limbah seperti mahkota, kulit dan daun

nanas (Radesman,S.2020). Hal tersebut menjadi suatu ide dimana limbah dari nanas tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan adsorben, Nanas atau (*ananas Comosus*) adalah jenis tumbuhan tropis, berbentuk herba, panjang daun lebih dari 30 cm, dan berujung tajam (Indah, A,2009). Daun nanas yaitu merupakan salah satu bagian tanaman yang memiliki kandungan selulosa yang tinggi. Menurut Handayani (2010), kandungan selulosa tidak hanya terdapat dalam daun nanas saja melainkan kulit, dan mahkotanya. Rata-rata nanas memiliki kandungan sebesar 69,6-71%, sedangkan dalam Hidayat (2008), disebutkan terdapat 69,5-71,5%. Kandungan selulosa dalam serat daun,kulit dan mahkota nanas yang tinggi ini diharapkan dapat dijadikan sumber selulosa sebagai alternatif baru untuk adsorben dalam meng-adsorb zat warna.

Zat warna *methyleneblue* adalah senyawa hidrokarbon aromatik yang beracun dan merupakan *dye kationik* dengan daya adsorpsi yang sangat kuat. Zat warna tersebut merupakan salah satu pencemar organik yang bersifat *non-biodegradable*, karena terdapat gugus benzena yang cukup sulit didegradasi, dimana senyawa gugus benzena bersifat *karsinogenik* dan *mutagenik* sehingga limbah cairnya perlu diuraikan terlebih dahulu (Cristina,dalam Rizki,2019).

Pemanfaatan paling umum dimana warna *methyleneblue* adalah sebagai pewarna sutra, *wool* dan tekstil. Limbah zat warna ini berbahaya karena dapat menimbulkan polutan dalam jumlah berlebih (Sistesya dan Sutanto, 2013). Dengan demikian, pada penelitian ini limbah nanas yang terdiri atas mahkota, kulit, dan daun digunakan adsorben untuk menguraikan pewarna buatan *methyleneblue*.

## 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh massa adsorben dari limbah nanas, dan waktu kontak, terhadap penguraian limbah pewarna tekstil *methylene blue* ?
2. Bagaimana kemampuan limbah nanas sebagai adsorban sebelum dilakukan aktivasi (murni) dan setelah diaktivasi dalam mengadsorpsi limbah pewarna buatan *methylene blue* dengan *isotherm adsorption* ?;

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yaitu :

1. Mengetahui pengaruh massa adsorben limbah nanas, dan waktu kontak, terhadap penguraian limbah pewarna buatan *methyleneblue*;
2. Mengetahui kinerja limbah nanas sebagai adsorban dalam menguraikan limbah pewarna tekstil *methyleneblue* dengan analisis *isotherm adsorption* dalam menguraikan *methyleneblue*.

## 1.4. Ruang Lingkup

Adapun batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagian limbah nanas yang digunakan sebagai adsorben adalah daun, kulit dan mahkota yang didapat dari perkebunan Kelurahan Tangkit, Kecamatan Sungai Gelam, Kabupaten Muaro Jambi;
2. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu massa dosis adsorben, dan waktu kontak, Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu persentase pengurangan warna, dan kapasitas adsorpsi;
3. Kisaran suhu untuk mengkarbonasi limbah nanas adalah 100°C-300°C;

4. Menganalisis kadar air, kadar abu, kadar volatil pada adsorben sebelum dan sesudah dilakukan aktivasi.

### **1.5. Manfaat Tugas Akhir**

Hasil dari pelaksanaan penelitian diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Penulis dapat memberikan solusi kepada pihak-pihak yang membutuhkan suatu alternatif teknologi tepat guna agar dapat diterapkan oleh masyarakat maupun suatu badan perusahaan untuk menjadikan referensi dari penelitian yang dilakukan;
2. Dapat digunakan sebagai tolok ukur untuk mengetahui tingkat keterampilan mahasiswa dalam mengaplikasikan ilmu yang didapat dari bangku kuliah, dan menerapkan kreatifitasnya di lapangan;
3. Menambah Ke pustakaan yang bermanfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan peningkatan kualitas pembekalan pengetahuan di bangku perkuliahan serta menambah bahan bacaan ilmiah di perpustakaan;
4. Sebagai literatur yang dapat dipelajari dan diterapkan di lapangan oleh pihak industri dalam mengelola pembuangan limbah cair dengan memanfaatkan alternatif sederhana dan ramah lingkungan untuk mengolah limbah cairnya;
5. Hasil akhir dalam penelitian ini dapat dijadikan salah satu pertimbangan dari kegiatan indutri tekstil dalam memilih berbagai macam alternatif yang murah dan aman untuk mengolah limbah cair yang dihasilkannya.

## **1.6. Sistematika Laporan**

Untuk memudahkan dalam penulisan tugas akhir ini, maka sistematika laporan ini disusun sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

BAB I dari laporan tugas akhir meliputi latar belakang, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah penelitian, manfaat penelitian, dan sistematikan penulisan laporan

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

BAB II Merupakan tinjauan pustaka yang memuat hasil-hasil penelitian yang berhubungan dengan topik laporan tugas akhir dan teori yang melandasi penelitian tugas akhir serta peraturan-peraturan yang berhubungan dengan judul laporan.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

BAB III ini menjelaskan jenis penelitian, lokasi penelitian, kerangka pikir, persiapan alat dan bahan, penelitian utama, dan analisis yang digunakan untuk menjelaskan hasil laporan penelitian tugas akhir.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

BAB IV ini berisikan hasil dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan berupa kemampuan adsorpsi pada masing-masing limbah nanas berupa mahkota, kulit, dan nanas dijelaskan secara deskriptif, serta menganalisis menggunakan *isotherm*.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

BAB V ini berisikan kesimpulan dan dari hasil dan pembahasan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Limbah Tekstil**

Limbah tekstil mengandung bahan-bahan yang berbahaya bila dibuang ke lingkungan, terutama daerah perairan. Di bantaran sungai atau kali sering dijumpai perairan yang tercemar oleh limbah tekstil. Cemaran ini ditandai dengan perubahan warna perairan menjadi merah, biru dan sebagainya yang berasal dari limbah tekstil tersebut. Sebagian besar bahan yang terdapat dalam limbah tekstil adalah zat warna, terutama zat warna sintetik. Zat warna sintetik merupakan molekul dengan sistem elektron terdelokalisasi dan mengandung dua gugus yaitu kromofor dan aoksokrom (Ramachandran *et al.*,2011).

Kromofor berfungsi sebagai penerima elektron, sedangkan aoksokrom sebagai pemberi elektron yang mengatur kelarutan dan warna. Gugus kromofor yang penting yaitu gugus azo (-N=N-), gugus karbonil (-C=O), gugus etilen (-C=C-), dan gugus nitro (-NO<sub>2</sub>) yang dapat menimbulkan warna. Sedangkan beberapa gugus aoksokrom yang penting adalah -NH<sub>2</sub>, -COOH, -SO<sub>3</sub>H dan -OH yang bersifat polar sehingga dapat larut dalam air (Ramachandran *et al.*, 2009; Sunarto, 2008 dalam Pranoto.F., 2018). Saat ini, terdapat bermacam-macam jenis zat warna sintetik yang penggunaannya disesuaikan dengan jenis serat yang akan dicelup, ketahanan warna yang dikehendaki, faktor-faktor teknis dan ekonomis lainnya.



## 2.2. Zat Warna Tekstil

Zat warna dapat digolongkan menurut sumber diperolehnya yaitu zat warna alam dan zat warna sintetik. *Van Croft* menggolongkan zat warna berdasarkan pemakaiannya, misalnya zat warna yang langsung dapat mewarnai serat disebutnya sebagai zat warna substantif dan zat warna yang memerlukan zat-zat pembantu supaya dapat mewarnai serat disebut zat reaktif. (Agustina,2012) Kemudian Henneck membagi zat warna menjadi dua bagian menurut warna yang ditimbulkannya, yakni zat warna monogenetik apabila memberikan hanya satu warna dan zat warna poligenatik apabila dapat memberikan beberapa warna. (Yadina.A., 2014).

Penggolongan zat warna yang lebih umum dikenal adalah berdasarkan konstitusi (struktur molekul) dan berdasarkan aplikasi (cara pewarnaannya) pada bahan, misalnya didalam pencelupan dan pencapan bahan tekstil, kulit, kertas dan bahan-bahan lain. Penggolongan lain yang biasa digunakan terutama pada proses pencelupan dan pencapan pada industri tekstil adalah penggolongan berdasarkan aplikasi (cara pewarnaan). Zat warna tersebut dapat digolongkan sebagai zat warna asam, basa, direk, dispersi, pigmen, reaktif, solven, belerang, bejana dan lain-lain (Christie, dalam Yadina.A., 2014).

Dari uraian di atas dijelaskan bahwa tiap-tiap jenis zat warna mempunyai kegunaan tertentu dan sifat-sifatnya tertentu pula. Pemilihan zat warna yang akan dipakai bergantung pada bermacam faktor antara lain: Jenis serat yang akan diwarnai, macam wana yang dipilih dan warna-warna yang tersedia, tahan

lunturnya dan peralatan produksi yang tersedia (Sunarto,2010 dalam Yadina.A,2014).

Jenis yang paling banyak digunakan saat ini adalah zat warna reaktif dan zat warna dispersi. Hal ini disebabkan produksi bahan tekstil dewasa ini adalah serat sintetis seperti serat polamida, poliester dan poliakrilat. Bahan tekstil sintetis ini, terutama serat poliester, kebanyakan hanya dapat dicelup dengan zat warna dispersi. Demikian juga untuk zat warna reaktif yang dapat mewarnai bahan kapas dengan baik. Menurut Budiyo, (2010) dalam Yadina,A (2014), jenis zat warna ada dua, yaitu:

#### 1. Zat Warna Alam

Zat warna alam adalah zat warna yang berasal dari alam, baik yang berasal dari tanaman, hewan, maupun bahan metal. Zat warna yang berasal dari tumbuhan Tumbuhan-tumbuhan penghasil zat pewarna alami yang tumbuh di Indonesia kurang lebih sebanyak 150 jenis tanaman, tetapi yang paling efektif untuk dapat digunakan dan dapat diproduksi menjadi powder maupun dalam bentuk pasta hanya beberapa jenis saja. Zat warna dari tumbuhan yang biasanya digunakan antara lain: *indigofera* (warna biru), *Sp Bixa orrellana* (warna orange purple), *Morinda citrifolia* (warna kuning). Zat warna yang berasal dari hewan adalah Kerang (*Tyran purple*), Insekta (*Ceochikal*), dan Insekta warna merah (*Loe*) (Pujilestari.T, 2017).

#### 2. Zat Warna Sintesis

Zat warna sintesis adalah zat warna buatan dengan bahan dasar buatan, misalnya yaitu Hirokarbon Aromatik dan Naftalena yang berasal dari batubara.

Hampir semua zat warna yang digunakan dalam industri batik merupakan zat warna sintetik, karena zat warna jenis ini mudah diperoleh dengan komposisi yang tetap, mempunyai aneka warna yang banyak, mudah cara pemakaiannya dan harganya relatif tidak tinggi. Zat pewarna kimia tersebut dapat diklasifikasikan menjadi tujuh bahan warna yaitu: *Naphthol*, *Indigosol*, *Rapide*, *Ergan Soga*, *Kopel Soga*, *Chroom Soga*, dan *Procion*.

Menurut Susanto dalam Setianto.Ai., (2019), zat warna yang digunakan dalam proses pematikan adalah sebagai berikut:

1) Zat Warna *Naphthol*

Zat warna *naphthol* adalah suatu zat warna tekstil yang dapat dipakai untuk mencelup secara cepat dan mempunyai warna yang kuat. Zat warna *naphthol* adalah suatu senyawa yang tidak larut dalam air yang terdiri dari dua komponen dasar, yaitu berupa golongan *naphthol AS (Anilid Acid)* dan komponen pembangkit warna, yaitu golongan diazonium yang biasanya disebut garam. Kedua komponen tersebut bergabung menjadi senyawa berwarna jika sudah dilarutkan. Zat warna *naphthol* disebut sebagai *Ingrain Colours* karena terbentuk di dalam serat dan tidak terlarut di dalam air karena senyawa yang terjadi mempunyai gugus azo. Zat warna *Naphtol* dibedakan menjadi ;

- a. Beta *Naphtol (Zat Es)*, adalah zat warna azo yang lama, jumlah warnanya terbatas yang ada hanya merah. *Orange*, biru dan hijau hampir tidak ada. Golongan zat ini mempunyai ketahanan

luntur yang baik, juga tahan chlor tetapi tidak begitu tahan terhadap gosokan. Zat warna golongan ini sering disebut zat warna es atau *ice colour*;

b. Naphtol As adalah zat warna azo yang baru, jumlah warnanya banyak dimana hampir semua warna ada. Senyawa-senyawa naphtol As mempunyai daya serap terhadap selulosa sehingga proses pengeringan setelah pencelupan dengan senyawa tersebut tidak perlu dikerjakan lagi. Demikian pula tahan gosok dan hasil celupan lebih baik karena naphtol As sedikit mengadakan migrasi ke dalam garam diazonium sewaktu proses pembangkitan;

## 2) Zat Warna Indigosol,

Adalah Zat warna indigosol disebut juga zat warna bejana larut, yaitu *leuco esier natrium* dari zat warna yang telah distabilkan, dalam proses pencelupannya perlu dibangkitkan warnanya dengan dioksidasi sehingga berubah menjadi bentuk yang tidak larut dan berwarna;

## 3) Zat Warna Reaktif

adalah suatu zat warna yang dapat mengadakan reaksi dengan serat, sehingga zat warna tersebut merupakan bagian dari serat. Zat warna reaktif merupakan golongan zat warna yang mempunyai gugus aktif, sehingga dengan bahan utama akan terjadi hubungan secara *chemical linkage*. Oleh karena itu hasil pencelupan zat warna

reaktif mempunyai ketahanan cuci yang sangat baik dan lebih kilap dari zat warna direk. salah satunya adalah zat warna procion;

#### 4) Zat Warna *Indanthreen*

Zat warna *indanthreen* merupakan salah satu zat warna bejana yang berupa puder berwarna, tidak larut dalam air. Supaya larut dalam air, perlu ditambahkan larutan kostik soda dan *Natrium hidrosulfit* sebagai zat pereduksi.

### 3. *Procion*

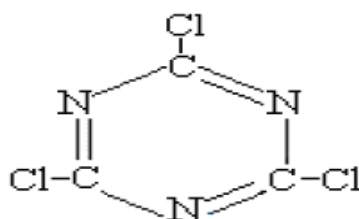
Zat warna reaktif pertama kali diproduksi tahun 1956. Zat warna jenis ini pada aplikasinya akan sulit dihilangkan karena adanya ikatan kovalen yang kuat antara atom karbon dari zat warna dengan atom O, N, atau S dari gugus hidroksi, amino atau thiol dari polimer. Zat warna reaktif mempunyai berat molekul yang relatif kecil. Keuntungan zat warna reaktif adalah spektra absorpsinya runcing dan jelas, strukturnya relatif sederhana, dan warnanya lebih terang (Hunger K., 2010 dalam Agustina.T.E., 2012).

Zat warna reaktif adalah suatu zat warna yang dapat mengadakan reaksi dengan serat, sehingga zat warna tersebut merupakan bagian dari serat. Oleh karena itu hasil celupan zat warna reaktif mempunyai ketahanan cuci yang sangat baik (Djufri, dalam Suheryanto, 2010). Zat warna reaktif yang sering digunakan pada industri batik antara lain *Procion*, *Cibracon*, *Drimaren*, dan *Lavafix*, yang dapat mengadakan reaksi substitusi dengan serat dan membentuk ikatan ester, dan zat warna *Remazol*, *Remalan*, dan *Primazin*, yang dapat mengadakan reaksi adisi dengan serat dan membentuk ikatan eter.

Menurut pemakaiannya zat warna reaktif dapat pula dibagi menjadi :

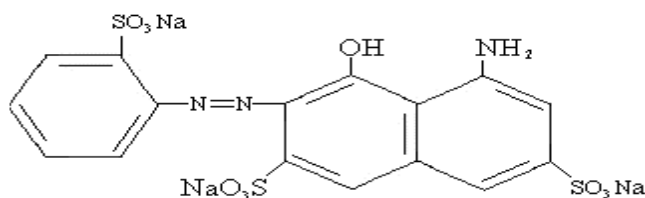
1. Pemakaian secara dingin, yaitu zat warna reaktif yang mempunyai kereaktifan tinggi, misalnya *Procion M* dengan sistem dikloro triazin.
2. Pemakaian secara panas, yaitu zat warna reaktif yang mempunyai kereaktifan rendah, misalnya *Procion H*, *Cibacron* dengan sistem reaktif *monoklorotriazin*, *Remazol* dengan sistem reaktif *vinil sulfon*.

Pada tahun 1940 telah mulai dipelajari sifat zat warna triazin atau yang mengandung klorida sianurat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Klorit Sianurat (Suheryanto,2010)

Dengan senyawa diatas ada kemungkinan untuk mengganti gugusan klorida dengan satu, dua, atau tiga senyawa yang mengandung gugus hidroksil atau aminoyang bergabung pada molekul zat warna (Isminingsih, dalam Siregar.A.H,2017). Adapun struktur kimia zat warna ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur Kimia Zat Warna Struktur (Suheryanto,2010)

warna *procion* dibuat dari senyawa zat warna yang mengandung gugusan amina dalam suatu kondensasi dengan klorida sianurat yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



terhadap manusia maupun lingkungan maka diperlukan upaya dalam proses degradasi *methylorange* (Mauliddawati & Purnomo, 2014).

#### 5. Zat Warna *Methylene Blue*

Zat warna *methyleneblue* dengan rumus kimia  $C_{16}H_{18}N_3S$  adalah senyawa hidro karbon aromatik yang beracun dan merupakan *dye* kationik dengan daya adsorpsi yang sangat kuat. Pada umumnya digunakan sebagai pewarna sutra, *wool* dan tekstil. Limbah zat warna ini berbahaya karena dapat menimbulkan polutan dalam jumlah berlebih (Sistesya & Sutanto, 2013). Penelitian yang menggunakan limbah batik sintesis yang terdiri dari methyl orange dan methylene blue adalah cara alternatif untuk mengolah air limbah batik dengan metode presipitasi dan fitoremediasi. Menurut (Metcalf & Eddy, 2012) presipitasi merupakan metode penambahan bahan kimia presipitasi kimia untuk mengubah keadaan fisis terlarut dan padatan tersuspensi secara sedimentasi.

### 2.3. Adsorpsi

Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan suatu substansi pada permukaan zat padat. Fenomena pada adsorpsi, terjadi gaya tarik-menarik antara substansi terserap dan penyerapnya. Dalam sistem adsorpsi, fasa teradsorpsi dalam *solid* disebut adsorbat sedangkan *solid* tersebut adalah adsorben. Proses adsorpsi dapat terjadi karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan padatan yang tidak seimbang. Adanya gaya ini, padatan cenderung menarik molekul-molekul lain yang bersentuhan dengan permukaan padatan, baik fasa gas atau fasa larutan kedalam permukaannya. Akibatnya konsentrasi molekul pada permukaan



menjadi lebih besar dari pada dalam fasa gas zat terlarut dalam larutan. Proses adsorpsi hanya terjadi pada permukaan, tidak masuk dalam fasa *bulk*/ruah.

### **2.3.1. Jenis-Jenis Adsorpsi**

Berdasarkan interaksi molekular antara permukaan adsorben dengan adsorbat menurut Hadi.F.M (2016) dibagi menjadi dua yaitu adsorpsi fisika dan kimia.

Adsorpsi Fisika, merupakan adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya *Van der Waals*. Gaya *Van der Waals* adalah gaya tarik-menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Pada adsorpsi fisika, adsorbat tidak terikat kuat pada adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari suatu bagian permukaan adsorben ke bagian permukaan adsorben lainnya dan pada permukaan yang ditinggalkan oleh adsorbat tersebut dapat digantikan oleh adsorbat lainnya. Adsorpsi fisika merupakan peristiwa reversibel sehingga jika kondisi operasinya diubah, maka akan membentuk kesetimbangan yang baru. Proses adsorpsi fisika terjadi tanpa memerlukan energi aktivasi. Ikatan yang terbentuk dalam adsorpsi ini dapat diputuskan dengan mudah yaitu dengan pemanasan pada temperatur sekitar 150 – 200°C selama 2 – 3 jam.

Adsorpsi kimia (*chemisorption*), yaitu reaksi yang terjadi antara zat padat dan zat terlarut yang teradsorpsi. Adsorpsi ini bersifat spesifik dan terjadi berdasarkan ikatan kimia antara adsorbent dengan zat yang teradsorpsi (adsorbat), sehingga dibandingkan dengan adsorpsi fisik, kerja yang terjadi jauh lebih besar begitu juga dengan panas adsorpsi dibanding dengan adsorpsi fisik, selain itu adsorpsi kimia terjadi pada suhu yang tinggi. Sebab terjadinya ikatan kimia, maka

pada permukaan *adsorbent* dapat berbentuk suatu lapisan dan apabila hal ini berlanjut maka *adsorbent* tidak akan mampu lagi menyerap zat lainnya. Dan proses adsorpsi secara kimia ini bersifat *irreversible* (Anonim., 2019).

### **2.3.2. Mekanisme Adsorpsi**

Menurut Reynolds dalam Ramadhan (2014), mekanisme penyerapan adsorben terhadap zat terlarut terbagi menjadi 4 tahap diantaranya ;

- 1) Transfer molekul-molekul zat terlarut yang teradsorpsi menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben;
- 2) Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui lapisan film yang mengelilingi adsorben (*film diffusion process*);
- 3) Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui kapiler atau pori dalam adsorben (*pore diffusion process*);
- 4) Adsorpsi zat terlarut yang teradsorpsi pada dinding pori atau permukaan adsorben.

### **2.3.3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Daya Adsorpsi**

Berikut ini merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi suatu adsorben (Hadi.F.M.,2016).

- 1) Jenis Adsorben
  - a. Ukuran molekul adsorbat, merupakan hal yang sangat penting diperhatikan supaya proses adsorpsi dapat terjadi dan berjalan dengan baik. Ukuran molekul adsorbat nantinya mempengaruhi ukuran pori dari adsorben yang digunakan. Molekul-molekul adsorbat yang dapat

diadsorpsi adalah molekul-molekul yang diameternya lebih kecil dari diameter pori adsorben;

- b. Kepolaran Zat, Sifat kepolaran dari adsorbat dan adsorben juga mempengaruhi proses adsorpsi. Misalnya karbon aktif, adsorpsi lebih kuat terjadi pada molekul polar dibandingkan dengan molekul non-polar pada kondisi diameter yang sama.

## 2) Karakteristik Adsorban

- a. Kemurnian Adsorban, sebagai zat yang digunakan untuk mengadsorpsi, maka adsorben yang lebih murni lebih diinginkan karena memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih baik;

- b. Luas permukaan dan volume pori adsorban, jumlah molekul adsorbat yang teradsorpsi meningkat dengan bertambahnya luas permukaan dan volume pori adsorban. Dalam proses adsorpsi, adsorban sering kali ditingkatkan luas permukaannya karena luas permukaan adsorben merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi proses adsorpsi;

### c. Temperatur

Berdasarkan prinsip Le Chatelier, maka proses adsorpsi yang merupakan proses eksotermis, dengan peningkatan temperatur pada tekanan tetap akan mengurangi jumlah senyawa yang teradsorpsi.

## 3) Tekanan adsorbat

Untuk setiap jenis adsorpsi berdasarkan interaksi molekular yang terjadi, tekanan adsorbat akan mempengaruhi jumlah molekul adsorbat. Pada

adsorpsi fisika, bila tekanan adsorbat meningkat, jumlah molekul adsorbat akan bertambah. Namun pada adsorpsi kimia, jumlah molekul adsorbat akan berkurang bila tekanan adsorbat meningkat;

#### 4) Kadar Karbon

Jenis adsorban terdiri dari karbon aktif memiliki kadar air sebesar 4,57%, kadar abu sebesar 3,71%, dan daya adsorb terhadap iod sebesar 414,9119 mg/g.

### **2.3.4. Adsorption Isotherm**

*Adsorption Isotherm* adalah berfungsi sebagai konsentrasi zat terlarut yang terserap pada zat padat terhadap konsentrasi larutan. Persamaan yang didapatkan untuk menjelaskan data percobaan *isotherm* yaitu *Freundlich*, *Langmuir*, dan Brunauer, Emmet dan Teller (BET). Tipe *isotherm* adsorpsi dapat digunakan untuk mempelajari mekanisme adsorpsi fase cair maupun padat yang pada umumnya menganut tipe *Isotherm Freundlich* dan *Langmuir*. Adsorben yang baik memiliki kapasitas adsorpsi dan presentase penyerapan yang tinggi (Aprliani.,2010).

#### 1) Kinetika Adsorpsi

Kinetika adsorpsi merupakan laju penyerapan suatu fluida oleh adsorben dalam jangka waktu tertentu. Untuk menyelidiki proses adsorpsi logam berat, model kinetik yang berbeda digunakan untuk menggambarkan tingkat penyerapan adsorbat pada adsorben. Pada berbagai penelitian, data kinetika adsorpsi diperoleh secara empiris dengan menggunakan model persamaan orde satu, persamaan orde dua dan model Elovich.

Tujuannya untuk mempelajari kinetika adsorpsi dan menemukan model terbaik yang cocok untuk data eksperimen. Ketiga model ini telah banyak digunakan untuk menggambarkan kinetika penyerapan logam maupun senyawa organik pada berbagai jenis adsorben yang berbeda.

a. Persamaan Orde Satu

Dalam banyak kasus, model kinetika persamaan orde satu kurang cocok dengan seluruh rentang waktu kontak, dan umumnya berlaku pada tahap awal proses adsorpsi. Persamaan persamaan orde satu dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{1}{q_t} = \frac{k_1}{q_{e_1} t} + \frac{1}{q_{e_1}} \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.1})$$

Dimana  $q_e$  dan  $q_t$  adalah jumlah adsorbat (logam berat) yang diserap (mg/g) pada keadaan setimbang dan selang waktu tertentu,  $t$  (min) dan  $k_1$  merupakan tetapan laju adsorpsi persamaan orde satu ( $\text{min}^{-1}$ ). Plot antara  $\frac{1}{q_t}$  vs  $t$  akan menghasilkan sebuah garis lurus untuk mendapatkan tingkat parameter. Parameter tersebut adalah nilai  $k_1$ , kapasitas adsorpsi ( $q_{e,cal}$ ) dan koefisien korelasi ( $R^2$ ).

b. Persamaan Orde Dua

Seperti yang dapat diamati, persamaan persamaan orde dua tampaknya memiliki model yang lebih baik dibandingkan dua persamaan lainnya. Hal ini dapat dibuktikan dengan nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) yang didapatkannya cukup besar dan nilai  $q_e$  teoritis yang dihasilkan sangat dekat dengan nilai  $q_e$  eksperimental, hal ini menunjukkan bahwa data

adsorpsi sangat cocok dibuat dengan menggunakan persamaan persamaan orde dua. Persamaan tersebut dapat dilihat di bawah ini :

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

Dimana  $k_2$  merupakan tetapan laju adsorpsi persamaan orde dua (g/mg.min).

## 2) Isotherm Adsorption Langmuir

Pada tahun 1918, *Langmuir* yang menurunkan teori *isotherm* adsorpsi dengan menggunakan model sederhana berupa padatan yang mengadsorpsi gas pada permukaannya. Pendekatan meliputi lima asumsi mutlak, yaitu :

- a. Gas yang teradsorpsi berkelakuan ideal dalam fasa uap;
- b. Gas yang teradsorpsi dibatasi sampai lapisan *monolayer*;
- c. Permukaan adsorbat homogen, artinya afinitas setiap kedudukan ikatan untuk molekul gas sama;
- d. Tidak ada antaraksi lateral antar molekul adsorbat;
- e. Molekul gas yang teradsorpsi terlokalisasi, artinya mereka tidak bergerak pada permukaan

Persamaan *Isotherm Freundlich* dapat dinyatakan dalam persamaan (2.1).

$$\frac{C}{m} = \frac{1}{bK} + \frac{C}{b} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.3})$$

Dimana:

M = jumlah logam yang teradsorpsi per g pada konsentrasi C

k = konstanta kesetimbangan (aktifitas adsorpsi)

C = konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan

b = kapasitas adsorpsi maksimum

plot  $x/m$  terhadap C akan menghasilkan garis lurus sehingga konstanta kesetimbangan, K, dan kapasitas adsorpsi maksimum, b, dapat ditentukan dari kemiringan dan intersep (Oscik.,1983; Khan dan Zareen.,2004).

## 2) Adsorption Isotherm Freundlich

Adsorpsi zat terlarut (dari suatu larutan) pada padatan adsorban merupakan hal yang penting. Aplikasi penggunaan prinsip ini antara lain penghilang warna larutan (*decolorizing*) dengan menggunakan batu apung (*charcoal*) dan proses pemisahan dengan menggunakan teknik kromatografi. Persamaan *Isotherm Freundlich* merupakan persamaan yang teradsorpsi dengan konsentrasi adsorbat dalam larutan (yang tidak teradsorpsi) yang dirumuskan dalam bentuk persamaan (2.4) dan (2.5).

$$x/m = K C^{1/n} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.4})$$

$$\log m = \log k + 1/n \log C \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.5})$$

Dimana :

$x/m$  = jumlah g teradsorpsi per g adsorben

C = konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan

n,k = tetapan

Dengan mengukur  $x/m$  sebagai fungsi C maka nilai n dan k akan ditentukan dari *slop* dan intersepnnya (Arief., 2015).

## 2.4. Definisi Nanas

Nanas merupakan tanaman buah semak. Tanaman ini mempunyai nama ilmiah *Ananas comosus*. Nanas berasal dari bahasa Indian suku Tupi, anana yang berarti buah yang baik. Sementara itu, dalam bahasa Inggris *pineapple* yang berarti buah yang menyerupai buah pinus. Di Indonesia nanas mempunyai nama daerah yang berbeda-beda, misalnya anes (Aceh), danas (Sunda), dan kanas (Kalimantan) (Pracaya, 2011).

Tanaman nanas yang berusia satu sampai dua tahun, tingginya 50- 150 cm, mempunyai tunas yang merayap pada bagian pangkalnya. Daun berkumpul dalam roset akar, dimana bagian pangkalnya melebar menjadi pelepah. Daun berbentuk seperti pedang, tebal dan liat, dengan panjang 80-120 cm dan lebar 2-6 cm, ujungnya lancip menyerupai duri, berwarna hijau atau hijau kemerahan. Buahnya berbentuk bulat panjang, berdaging, dan berwarna hijau, jika masak warnanya menjadi kuning, rasanya asam sampai manis (Permatasari.A.,2014).

### 2.4.1. Klasifikasi Nanas

Klasifikasi buah nanas adalah sebagai berikut:

1. *Kingdom : Plantae*
2. *Divisio : Spermatophyta*
3. *Kelas : Angiospermae*
4. *Ordo : Bromeliales*
5. *Famili : Bromeliaceae*
6. *Genus : Ananas*
7. *Species : Ananas sativus* (Wikipedia Indonesia, 2010).



Daun panjang berduri kasar, buah silindris atau seperti piramida. Buah berukuran sedang, berbentuk silindris sampai kerucut bertangkai panjang, kulit buah berwarna hijau kekuningan dan ada yang merah, daging buah berwarna putih. Rasanya agak asam.

Varietas nanas yang banyak ditanam di Indonesia adalah golongan *Cayyene* dan *Queen*. Golongan Spanish dikembangkan di Kepulauan India Barat, Puerto Riko, Meksiko dan Malaysia. Golongan Abacaxi banyak ditanam di Brazilia (Santoso, H. B, 2010).

#### **2.4.2. Kulit dan Bonggol Nanas**

Nanas merupakan salah satu jenis buah-buahan yang banyak dihasilkan di Indonesia. Menurut data statistik, produksi nanas di Indonesia untuk tahun 2009 adalah sebesar 1.558.196 ton (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2009). Semakin meningkatnya produksi nanas, maka limbah yang dihasilkan akan semakin meningkat pula.

Umumnya buah nanas memiliki bagian-bagian yang bersifat buangan, bagian-bagian tersebut antara lain daun, kulit luar, mata dan hati (bonggol). Pada bagian kulit merupakan bagian terluar, memiliki tekstur yang tidak rata, dan banyak terdapat duri kecil pada permukaannya. Bagian mata memiliki bentuk yang agak rata dan banyak terdapat lubang-lubang kecil menyerupai mata. Bagian terakhir yang juga merupakan bahan buangan adalah bonggol yaitu bagian tengah dari buah nanas, memiliki bentuk memanjang sepanjang buah nanas, memiliki tekstur yang agak keras dan rasanya agak manis (Tahir, Iqmal; Sumarsih, Sri; Dwi Astuti, Sinta, 2008).

### 2.4.3. Selulosa Nanas

Selulosa merupakan kandungan utama tanaman merupakan polisakarida yang terdiri atas satuan-satuan gula (glukosa) yang terikat dengan ikatan 1,4-β-D glikosidik. Selulosa adalah polimer dari rantai unit α-D-1-4 anhidroglukosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)<sub>n</sub> sebanyak 40-60% yang terdapat dalam dinding sel pada tumbuhan berkayu. Beberapa ciri-ciri dari struktur selulosa yang berdasarkan pada karakteristik kimia yang dimiliki adalah dapat mengambang dalam air, berbentuk kristalin, adanya kelompok fungsional yang spesifik dan dapat bereaksi dengan enzim selulolitik.

Selulosa tersintesis di alam sebagai molekul individu atau rantai lurus dari residu glukosil, 30 molekul selulosa bergabung membentuk unit yang lebih besar yaitu fibril dasar. Fibril dasar akan bergabung membentuk unit lebih besar yang disebut dengan *mikrofibril*, *mikrofibril* ini bergabung dan membentuk selulosa. Selulosa sangat erat berasosiasi dengan hemiselulosa dan lignin dalam lignoselulosa. Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman tingkat tinggi sekitar 35-50% dari berat kering tanaman (Lynd dalam Pratiwi.N,2016).

Selulosa merupakan serat-serat panjang yang bersama-sama hemiselulosa, pektin, dan protein membentuk struktur jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman. Karakteristik serat selulosa merupakan serat cukup halus, berstruktur linear, memiliki ikatan hidrogen intramolekul dan antarmolekul yang tinggi. Ikatan ini mengakibatkan selulosa tidak termoplastik dan sulit untuk diuraikan tanpa bahan kimia atau enzim. Adanya ikatan-ikatan molekul glukosa dalam

bentuk 1,4- $\beta$ -D glikosidik yang membentuk rantai-rantai selulosa yang panjang menyebabkan selulosa sukar larut dalam air.

Kristalin alami selulosa adalah struktur dimana semua atom memiliki posisi tetap dengan posisi tersendiri antara atom. Kumpulan kristalin merupakan komponen molekul individu mikrofibril yang tersusun secara kuat untuk mencegah penetrasi dari enzim dan molekul yang lebih kecil seperti air.

Gugus fungsi pada rantai selulosa adalah gugus fungsi hidrosil (OH). Hidrosil ini mampu berinteraksi dengan  $-OH$  atau dengan O-,N-,S- membentuk ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen terdapat juga pada grup OH dari selulosa dan molekul air. Gugus hidrosil membuat permukaan selulosa menjadi sangat hidrofilik. Rantai selulosa mempunyai gugus OH pada kedua ujungnya dan rantai selulosa tersusun bersama-sama untuk membentuk kristalin mikrofibril pada tiap rantai selulosa dan saling berkaitan satu dengan yang lainnya.

Proses pematangan, penyimpanan, atau pengolahan, komponen selulosa dan hemiselulosa mengalami perubahan sehingga terjadi perubahan struktu. Selulosa adalah polimer berantai lurus, bila dihidrolis oleh *enzim selobiase* akan terhidrolis dan menghasilkan dua molekul glukosa dari ujung rantai, sehingga dihasilkan selobiosa (Winarno, dalam Apriani.E,2015). Sedangkan menurut Artati (2009) mengungkapkan bahwa selulosa mempunyai sifat antara lain berwarna putih, berserat, tidak larut dalam air dan pelarut organik serta mempunyai kuat tarik yang tinggi.

Sifat fisik dan kimia selulosa yaitu tidak larut dalam air dingin, larut dalam asam dan alkali encer serta pelarut organik netral seperti benzene, alkohol, eter

dan kloroform. Selulosa larut dalam asam sulfat 72%, asam klorida 44%, serta asam fosfat 85%. Selulosa juga tahan terhadap oksidasi oleh oksidator seperti klorin, natrium hipoklorit, kalsium hipoklorit, klorin-dioksida, hidrogen peroksida, natrium peroksida, dan oksigen. Proses degradasi selulosa dapat dilakukan oleh mikroorganisme selulolitik yang berasal dari bakteri ataupun jamur. Degradasi selulosa yang sempurna akan melepaskan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan air pada kondisi aerobik. Sedangkan pada kondisi anaerobik, degradasi sempurna akan melepaskan karbondioksida, metana, dan air. Pada proses hidrolisis selulosa yang sempurna akan menghasilkan monomer selulosa yaitu glukosa, dan hidrolisis selulosa yang tak di sempurnakan menghasilkan disakarida dari selulosa yang disebut selobiosa.

## 2.5. Penelitian Terdahulu

Ada beberapa penelitian yang telah menggunakan nanas sebagai adsorben, terlihat pada Tabel 2.1 berikut ini

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu Menggunakan Nanas Sebagai Adsorben

Peneliti	Adsorben yang digunakan	Logam yang direduksi	Hasil
Setiawan.A.A Dkk, 2017	Pemanfaatan Limbah Daun Nanas ( <i>Ananas comosus</i> ) Sebagai Bahan Dasar Arang Aktif untuk Adsorpsi Fe (II)	Zat Warna	Arang aktif yang dihasilkan digunakan untuk adsorpsi logam Fe(II) dengan mengkaji model kinetika, kapasitas dan isoterm adsorpsi. Arang daun nanas tanpa aktivasi, teraktivasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> memiliki kadar air masing-masing sebesar 4,3248%, 1,248% dan 1,258%; kadar abu sebesar 4,1549%, 0,950% dan 1,729%; daya serap iodine sebesar 274,3582 mg/g, 382,1576 mg/g dan 371,2104 mg/g; luas permukaan sebesar 520,5939 m <sup>2</sup> /g, 725,1430 m <sup>2</sup> /g dan 704,3707 m <sup>2</sup> /g; daya serap <i>methyleneblue</i> sebesar 58,4140 mg/g, 58,6822 mg/g dan 58,4548 mg/g

dengan luas permukaan sebesar 216,5807 m<sup>2</sup>/g, 217,5751 m<sup>2</sup>/g dan

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu Menggunakan Nanas Sebagai Adsorben  
(Lanjutan)

Peneliti	Adsorben yang digunakan	Logam yang direduksi	Hasil
Setiawan.A.A Dkk, 2017	Pemanfaatan Limbah Daun Nanas ( <i>Ananas comosus</i> ) Sebagai Bahan Dasar Arang Aktif untuk Adsorpsi Fe (II)	Zat Warna	216,5807 m <sup>2</sup> /g, 217,5751 m <sup>2</sup> /g dan 216,7320 m <sup>2</sup> /g. Gugus fungsional pada arang daun nanas dan arang aktif ditunjukkan melalui vibrasi OH regangan di 3058,99 dan 3194,13; vibrasi C=O regangan di 1899,86 dan 1999,56; vibrasi C=C aromatik di 1574,10 dan 1595,56; vibrasi CO di 1224,93 dan 1376,71; vibrasi CH aromatik di 755,03 dan 767,17. Kinetika adsorpsi Fe (II) pada arang daun nanas teraktivasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> mengikuti model pseudo orde 2 dengan nilai R <sub>2</sub> sebesar 0,968 dan 0,994. Kapasitas adsorpsi Fe (II) pada arang teraktivasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> sebesar 2,15 mg/g dan 1,025 mg/g, mengikuti model adsorpsi isoterm Langmuir dengan nilai 216,5807 m <sup>2</sup> /g, 217,5751 m <sup>2</sup> /g dan 216,7320 m <sup>2</sup> /g. Gugus fungsional pada arang daun nanas dan arang aktif ditunjukkan melalui vibrasi OH regangan di 3058,99 dan 3194,13; vibrasi C=O regangan di 1899,86 dan 1999,56; vibrasi C=C aromatik di 1574,10 dan 1595,56; vibrasi CO di 1224,93 dan 1376,71; vibrasi CH aromatik di 755,03 dan 767,17. Kinetika adsorpsi Fe (II) pada arang daun nanas teraktivasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> mengikuti model pseudo orde 2 dengan nilai R <sub>2</sub> sebesar 0,968 dan 0,994. Kapasitas adsorpsi Fe (II) pada arang teraktivasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> sebesar 2,15 mg/g dan 1,025 mg/g, mengikuti model adsorpsi isoterm Langmuir dengan nilai R <sub>2</sub> sebesar 0,908 dan 0,996
Mohammed Dkk, 2015	<i>pineapple waste biomass</i>	<i>dye removal</i>	prepared using a 1:1 ratio has the highest dye removal capacity due to its high surface area (914.67 m <sup>2</sup> /g) and adsorption capacity at 288.34 mg/g.



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis Penelitian**

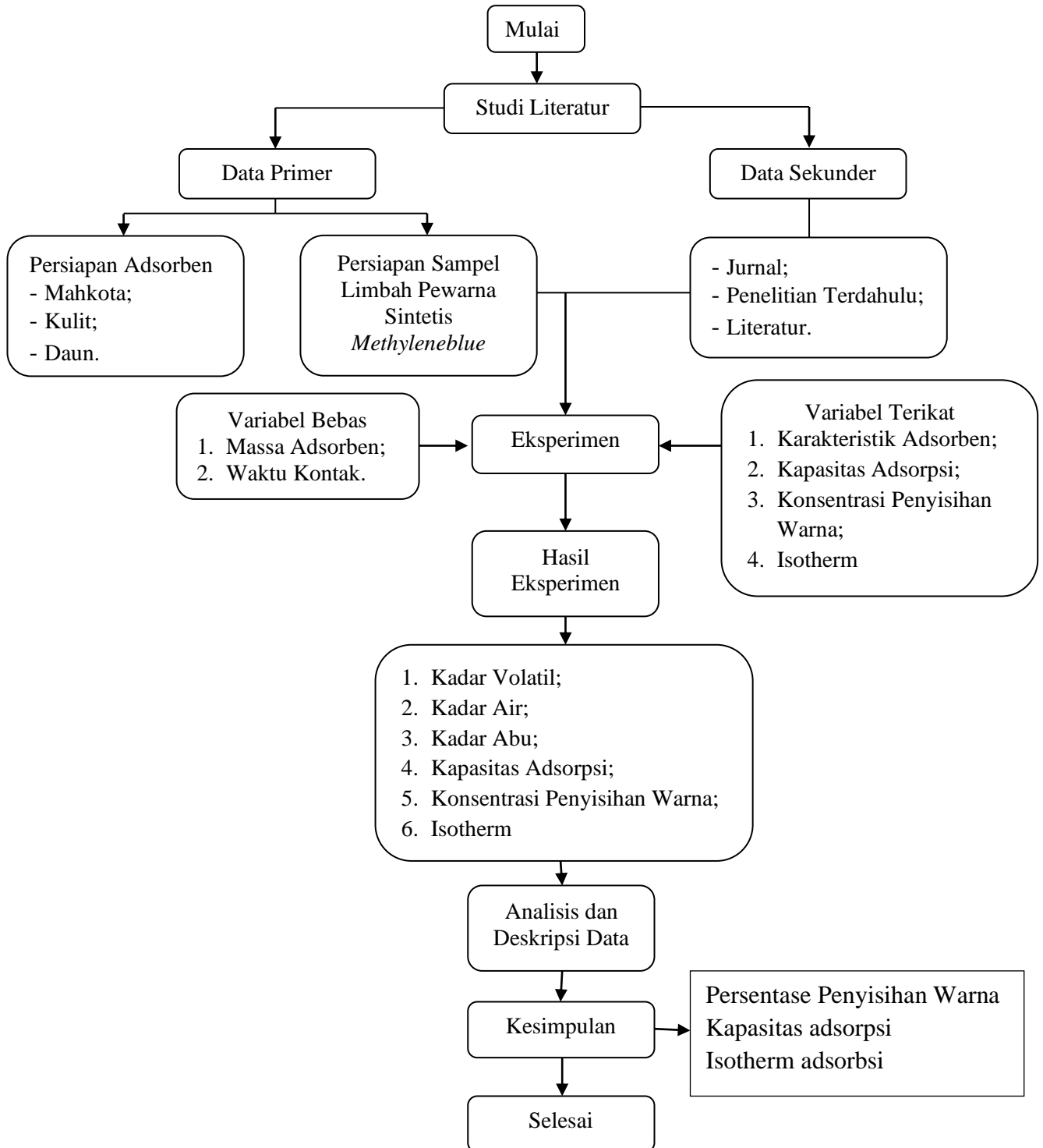
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan data kuantitatif. Penelitian ini akan dilakukan secara *batch experiment* dengan mengamati adsorpsi limbah artificial pewarna tekstil *methylene blue* menggunakan adsorben dari limbah nanas. Limbah nanas yang akan digunakan adalah daun, mahkota dan kulit nanas sebagai adsorben dalam penyisihan limbah *artificial* pewarna tekstil *methylene blue*.

#### **3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian**

Waktu dalam penelitian ini dilakukan mulai dari Desember 2020 sampai dengan Februari 2021. Lokasi penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari dan sampel hasil olahan di diuji dilaboratorium Jambi Lestari Internasional Kota Jambi.

### 3.3. Alur Penelitian

Penelitian dilakukan mengacu pada alur gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3.1 Alur Penelitian



### 3.4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini adalah:

#### 1. Data Primer

Data primer meliputi karakteristik adsorben daun, kulit, dan mahkota limbah nanas, pewarna sintetik *methylene blue*, adsorpsi, waktu kontak, dosis, proses pembuatan adsorben sebelum dan setelah aktivasi, , persentase penguraian warna, kapasitas pengolahan, *adsorption isotherm*.

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari literatur, jurnal-jurnal, dari instansi terkait dan institusi, mengenai limbah tekstil.

### 3.5. Variabel Penelitian

Variabel penelitian terbagi menjadi 2 (dua) yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat yaitu mengamati adsorben nanas meliputi daun, mahkota, dan kulit nanas. Uraian variabel penelitian sebagai berikut ;

#### a. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Waktu kontak 60, 75, 90, 105 dan 120 menit;
- 2) Massa adsorben 0,5 gr, 1 gr, 2,5 gr, 3 gr, dan 3,5 gr;

#### b. Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ;

- 1) Persentase penguraian warna;
- 2) Kapasitas adsorpsi;
- 3) Isoterm adsorpsi;

Konsentrasi warna sebelum dan sesudah adsorpsi dari limbah artificial pewarna *methyleneblue* diuji dengan metode SNI 6989.80:2011 yang berlokasi di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jambi, dengan data sampel sebanyak 61 sampel.

### **3.6. Persiapan Alat dan Bahan**

#### **3.6.1. Bahan Baku**

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Pewarna sintetis *methylenblue*;
2. Limbah nanas terdiri dari daun, kulit dan mahkota;

#### **3.6.2. Alat**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian antara lain:

1. Gelas ukur;
2. Neraca analitik;
3. Oven;
4. Desikator;
5. Ayakan no 40 mesh;
6. *Shaker*
7. *Erlenmeyer*
8. AAS;
9. SEM (*Scanning Electron Microscopy*) model S-3400N;
10. Kertas saring *Whatman* 42.

### **3.7. Prosedur Penelitian**

#### **3.7.1. Preparasi Adsorben**

Limbah nanas meliputi daun, mahkota, dan kulit di jemur di bawah sinar matahari selama 3 hari. Setelah kering di potong kecil-kecil.

#### **3.7.2. Proses Karbonisasi**

Proses karbonisasi dilakukan menggunakan oven dengan suhu 100°C selama 30 menit. Kemudian arang didinginkan dalam desikator, setelah dingin arang dari mahkota, kulit, dan daun nanas, diayak dengan ukuran 40 mesh. Adsorben murni didapat dari proses karbonasi, selanjutnya dilakukan proses aktivasi.

#### **3.7.3. Proses Aktivasi**

Arang yang telah diayak kemudian diaktivasi dengan cara direndam dengan  $ZnCl_2$  10% dan dioven selama 30 menit pada suhu 100°C. Setelah itu disaring dengan kertas saring lalu dipanaskan dengan oven di suhu 100°C selama 1 jam kemudian didinginkan di dalam desikator dan disimpan di dalam box.

### **3.8. Karakterisasi Adsorben Limbah Nanas**

Karakteristik limbah nanas terdiri dari mahkota, kulit, dan daun mengacu kepada;

#### **1. Kadar Air**

Sebanyak 1 gram arang aktif dari masing-masing adsorben limbah nanas terdiri dari mahkota, kulit dan daun dipisahkan terlebih dahulu, kemudian dimasukan ke dalam masing-masing cawan yang telah diketahui

beratnya, selanjutnya dimasukan ke dalam oven pada suhu 100°C selama 1 jam, dan didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya;

## 2. Kadar Abu

Sebanyak 1 gram arang aktif dari masing-masing adsorben limbah nanas terdiri dari mahkota, kulit dan daun dipisahkan terlebih dahulu dan dimasukkan kedalam masing-masing cawan yang telah diketahui beratnya, kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 100°C selama 2 jam. Setelah itu di dinginkan di dalam desikator dan ditimbang beratnya;

## 3. Kadar *volatile*

Sebanyak 1 gram arang aktif dari masing-masing adsorben limbah nanas terdiri dari mahkota, kulit dan daun dipisahkan terlebih dahulu, dimasukan ke dalam masing-masing cawan yang telah diketahui beratnya, kemudian dimasukan ke dalam oven pada suhu 100°C selama 1 jam. Setelah itu di dinginkan di dalam desikator dan ditimbang beratnya.

### **3.9. Batch Experiment**

*Experiment* dilakukan secara *batch*, dimana terdapat 2 jenis adsorben dan 3 variabel bebas yaitu waktu kontak, dan massa adsorben. Tiap variabel bebas mempunyai 5 variasi seperti pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Variabel Bebas Eksperimen

Variabel Bebas	Variasi Eksperimen				
	1	2	3	4	5
Massa Adsorben (gr)	0,5	1	2,5	3	3,5
Waktu Kontak (menit)	60	75	90	105	120

Pada tabel 3.4 variabel bebas experimen dijelaskan bahwa penelitian ini memiliki variabel bebas yang divariasikan. Mulai dari massa adsorben yang divariasikan yaitu 0,5 gram, 1 gram, 2,5 gram, 3 gram, 3,5 gram, waktu kontak 60 menit, 75 menit, 90 menit, 105 menit dan 120 menit.

Data penelitian variasi biomassa nanas lebih jelasnya ditunjukkan pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Variasi Adsorben Nanas

Jenis Adsorben	Label Adsorben	Dosis A (gr/ 250 ml)	Waktu B (menit)
Mahkota	M	0,5	60
		1	75
		2,5	90
		3	105
		3,5	120
Kulit	K	0,5	60
		1	75
		2,5	90
		3	105
		3,5	120
Daun	D	0,5	60
		1	75
		2,5	90
		3	105
		3,5	120

Tabel 3.2 menjelaskan bahwa akan dilakukan 2 variasi experimen. Variasi ini akan dilakukan ditiap jenis adsorben (adsorben murni 40 mesh) dengan (adsorben aktivasi 40 mesh) dengan masing-masing massa adsorbennya 0,5 gram, 1 gram, 2,5 gram, 3 gram, dan 3,5 gram, waktu kontaknya 60, 75, 90,105, dan 120 menit.

### **3.10. Pengaruh Adsorben terhadap Efisiensi Penyisihan**

#### **3.10.1. Pengaruh Massa Adsorben terhadap Efisiensi Penyisihan Warna**

Pengujian pengaruh massa adsorben terhadap penyisihan warna dilakukan untuk melihat seberapa tinggi kemampuan dari limbah nanas yang terdiri dari mahkota, kulit dan daun nanas, manakah dari ketiga jenis adsorben tersebut yang memiliki kapasitas adsorpsi dan efisiensi tertinggi, baik adsorben murni, maupun yang telah diaktivasi. Langkah kerjanya adalah sebagai berikut;

1. Sebanyak 10 ml pewarna *metyleneblue* dimasukkan kedalam *Erlenmeyer* 250 ml dengan aquades 250 ml;
2. Massa adsorben yang digunakan adalah 0,5 gram, 1 gram, 2,5 gram, 3 gram dan 3,5 gram. Adsorben di keringkan dalam tungku dengan suhu 100°C, untuk adsorben murni, sedangkan adsorben aktivasi dtambahkan dengan zat  $ZnCl_2$ ;
3. Waktu kontak dan kecepatan *shaker* yang digunakan adalah 60, 75, 90, 105, dan 120 menit, dengan kecepatan 100 rpm;
4. Variasi dibedakan menjadi dua jenis adsorban yaitu adsorban murni dan aktivasi dari limbah mahkota nanas, kulit, dan daun;
5. Beri label dan dilanjutkan uji laboratorium;
6. Analisis data dengan menggunakan *microsoft excel*, unruk mencari kapasitas adsopsi dan persenase efisiensi penyisihan;
7. Jelaskan secara deskriptif, dan dilakukan isotherm adsorption pada masing-masing pengaruh dari jenis adsorben.

### **3.10.2. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Efisiensi Penyisihan Warna**

Pengujian dilakukan bagaimana waktu kontak dapat mempengaruhi perubahan atau menyisihkan warna *metyleneblue* sehingga didapat kemampuan kapasitas adsorpsi dan efisiensi penyisihannya tahap yang dilakukan sesuai dengan keterangan diatas, akan tetapi hanya perbedaan waktu kontak saja. Tahap pengujian yang dilakukan sebagai berikut.;

1. Sebanyak 10 ml pewarna *metyleneblue* dimasukkan kedalam *Erlenmeyer* 250 ml;
2. Masing-masing ditambahkan adsorben limbah nanas terdiri dari mahkota, kulit dan daun sebanyak 0,5 gr dengan kecepatan pengadukan 100 rpm;
3. Waktu operasional selama 60, 75, 90,105, dan 120 menit;
4. Hasil diuji laboratorium serta dianalisis kapasitas adsorpsi dan efisiensi penyisihan, dan diterangkan secara deskriptip.

### **3.11. Analisis Data Adsorben**

Analisis data yang diperoleh pada adsorben massa nanas terdiri dari mahkota, kulit, dan daun, ditentukan uji kualitas karbon aktif dengan menghitung kadar air, kadar *volatil* dan kadar abu sebagai berikut.

#### **1. Kadar Air**

Prosedur penetapan kadar air mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 tentang syarat mutu dan pengujian arang aktif. Contoh uji arang sebanyak 1 gram dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C sampai beratnya konstan. Kemudian dimasukkan ke dalam

desikator sampai bobotnya tetap dan ditentukan kadar airnya dalam persen (%). Persamaannya adalah sebagai berikut.

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{(W_2 - W_3)}{(W_2 - W_1)} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Persamaan 3.1})$$

Keterangan :

W1 = Berat *crusible* kosong (gr)

W2 = Berat *crusible* + sampel sebelum pemanasan (gr)

W3 = Berat *crusible* + sampel setelah pemanasan (gr)

## 2. Kadar Abu

Prosedur penetapan Kadar Abu mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 tentang syarat mutu dan pengujian arang aktif. Cawan yang sudah berisi contoh yang kadar air dan kadar zat menguapnya sudah ditetapkan, digunakan untuk mengukur kadar abu. Caranya cawan tersebut diletakkan dalam tanur, perlahan-lahan dipanaskan mulai dari suhu kamar sampai 110°C selama 2 jam. Selanjutnya didinginkan dalam desikator sampai beratnya konstan, kemudian ditimbang bobotnya.

$$\text{Rumus : } \% \text{ Kadar Abu} = \frac{(W_3 - W_1)}{(W_2 - W_1)} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Persamaan 3.2})$$

Keterangan :

W1 = Berat *crusible* kosong (gr)

W2 = Berat *crusible* + sampel sebelum pembakaran (gr)

W3 = Berat *crusible* + sampel setelah pembakaran (gr)



### 3. Kadar volatile

Caranya timbang cawan kosong yang sudah di panaskan 1 jam dalam oven 110°C lalu dicatat, kemudian di dalam cawan tersebut ditimbang arang aktif 1 gram, lalu masukan cawan yang telah berisi arang aktif tersebut ke dalam oven 110°C selama 1 jam, selanjutnya matikan oven keluarkan cawan biarkan dingin masukan ke desikator setelah itu di timbang beratnya. Persamaannya adalah sebagai berikut.

% kadar *volatile*

= berat cawan isi (a) – berat cawan kosong (b) x 100%....(persamaan 3.3)

### 4. Isotherm Freundlich

Persamaan *Isotherm Freundlich* dapat dinyatakan dalam persamaan (3.4).

$$\frac{C}{m} = \frac{1}{bK} + \frac{C}{b} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.4})$$

Dimana:

m= jumlah logam yang teradsorpsi per g pada konsentrasi C

K= konstanta kesetimbangan (aktifitas adsorpsi)

C= konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan

b= kapasitas adsorpsi maksimum

plot x/m terhadap C akan menghasilkan garis lurus sehingga konstanta kesetimbangan, K, dan kapasitas adsorpsi maksimum, b, dapat ditentukan dari kemiringan dan intersep (Oscik,1983; Khan dan Zareen,2004).

### 5. Isotherm Freundlich

Persamaan *Isotherm Freundlich* merupakan persamaan yang teradsorpsi dengan konsentrasi adsorbat dalam larutan (yang tidak teradsorpsi) yang dirumuskan dalam bentuk persamaan (3.5) dan (3.6).

$$\frac{x}{m} = K C^{\frac{1}{n}} \dots \dots \dots \text{(Persamaan 3.5)}$$

$$\log m = \log k + \frac{1}{n} \log C \dots \dots \dots \text{(Persamaan 3.6)}$$

Dimana :

$x/m$  = jumlah g teradsorpsi per g adsorben

$C$  = konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan

$n, k$  = tetapan

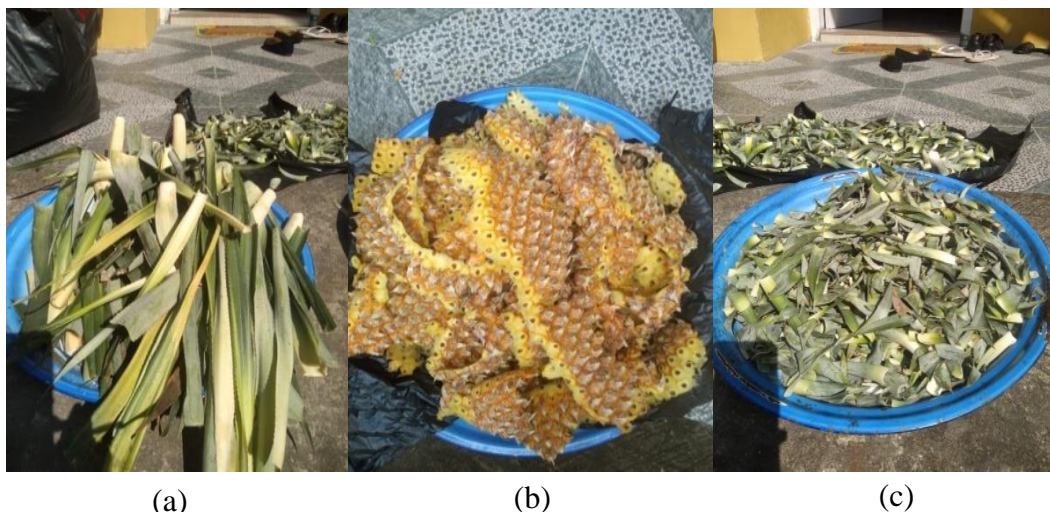
Dengan mengukur  $x/m$  sebagai fungsi  $C$  maka nilai  $n$  dan  $k$  akan ditentukan dari slop dan intersepnya (Arief,dkk., 2015).

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Karakteristik Bahan Adsorben

Bahan adsorben didapat dari limbah pertanian buah-buahan nanas yang didapat dari daerah pertanian Kelurahan Tangkit, Kecamatan Sungai Gelam, Kabupaten Muaro Jambi.



(a) (b) (c)

Gambar 4.1 (a) Mahkota Nanas (b) Kulit Nanas (c) Daun Nanas

Limbah Nanas dipisahkan terdiri dari mahkota, kulit, dan daun. Dalam penelitian ini, adsorben yang digunakan sebagai penyerap *methyleneblue* dibuat dari limbah nanas yang diaktivasi dengan  $ZnCl_2$  sebelum dan yang tidak diaktivasi atau murni. Limbah nanas yang terdiri dari mahkota, kulit, dan daun dijemur dibawah sinar matahari selama 5 hari. Setelah dijemur, limbah nanas dipotong kecil-kecil, setelah itu dijadikan arang melalui pengeringan didalam tungku dengan suhu  $200^{\circ}C-300^{\circ}C$ .

Berdasarkan SNI 06–3730-1995 disimpulkan bahwa, adsorben limbah nanas murni dan aktivasi meliputi mahkota, kulit, dan daun, maka kadar air, kadar abu, dan kadar *volatile*, memenuhi standar sebagai adsorban yang diaktivasi dengan pemanasan, yang ditampilkan pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Karakteristik Adsorben Murni

Karakteristik Adsorben	Mahkota (%)	Kulit (%)	Daun (%)	(Maks)
Kadar Abu	1,32	0,964	0,355	10
Kadar Air	1,32	1,089	6	15
Kadar <i>Volatil</i>	2	1	1	25

Sumber: Data Primer,2021

Adsorben yang diaktivasi dengan zat  $ZnCl_2$  pada suhu oven  $100^{\circ}C$ . Mempunyai karakteristik seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Karakteristik Adsorben Aktivasi

Karakteristik Adsorben	Mahkota (%)	Kulit (%)	Daun (%)
Kadar Abu	0,741	0,278	0,338
Kadar Air	2,084	0,438	0,446
Kadar <i>Volatil</i>	1	1	1

Sumber: Data Primer,2021

## 4.2. Pengaruh Massa Dosis Adsorben Terhadap Penyisihan Warna

Adsorben terdiri dari beberapa limbah nanas berupa mahkota, kulit, dan daun dimana terdapat adsorben murni dan aktivasi. Pengaruh massa adsorben dan waktu kontak limbah mahkota, kulit, dan daun nanas murni dan aktivasi terhadap penyisihan warna *methyleneblue*.

### 4.2.1. Adsorpsi Warna Menggunakan Adsorben Mahkota Nanas

Mahkota nanas merupakan bagian dari nanas yang berada di bagian atas nanas berbentuk seperti daun agak berduri. Pemanfaatan mahkota nanas sebagai

bahan adsorban yaitu karena mahkota nanas memiliki kandungan selulosa yang tinggi sehingga dapat mengikat koloid kecil pada limbah warna *methylene blue*. Efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi warna *methyleneblue* adalah pada tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Efisiensi Penyisihan dan Kapasitas Adsorpsi *Methyleneblue* Dengan Adsorben Mahkota Nanas

Adsorben	Variasi Dosis (g/L)	Konsentrasi Awal (PtCo)	Konsentrasi Akhir (PtCo)	Efisiensi Penyisihan	Kapasitas Adsorpsi x/m (PtCo/g)
MM	0,5	8430	196,81	98%	16466,38
	1	8430	431,66	95%	7998,34
	2,5	8430	1016,27	88%	2965,492
	3	8430	1163,05	86%	2422,3
	3,5	8430	1377,86	84%	2014,9
MA	0,5	8430	308,51	96%	16242,98
	1	8430	120,91	99%	8309,09
	2,5	8430	45,01	99%	3353,996
	3	8430	37,58	99,5%	2797,47
	3,5	8430	208,27	98%	2349,07

Sumber : Data Primer,2021

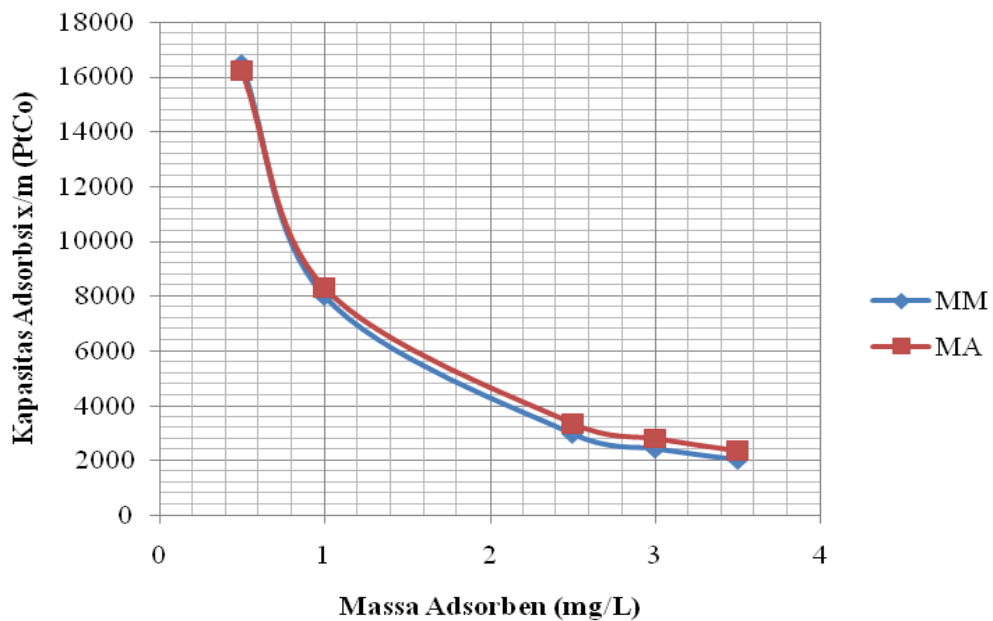
Keterangan:

MM = Mahkota Murni

MA = Mahkota Aktivasi

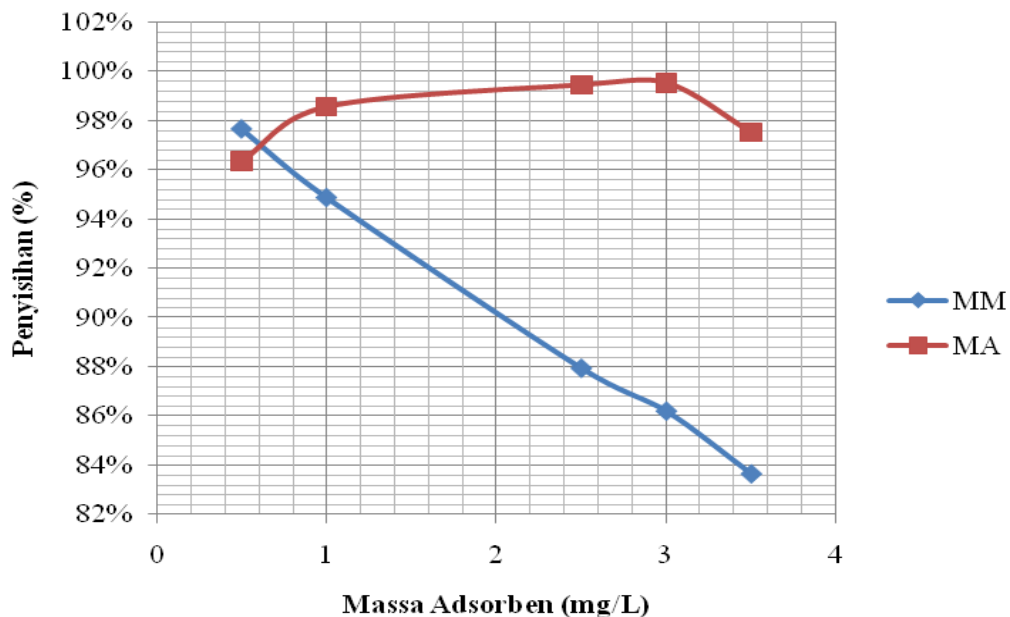
Tabel 4.3 menunjukkan hasil pengaruh massa adsorben mahkota nanas murni dan aktivasi, dengan variasi massa adsorben yaitu 0,5 gr/250 ml, 1 gr/250 ml, 2,5 gr/250 ml, 3 gr/250 ml, 3,5 gr/ 250 ml pada waktu kontak 60 menit dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. Berdasarkan efisiensi penyisihan tabel 4.3 terlihat bahwa, pada adsorben MM massa adsorben 0,5 gr/L, memenuhi nilai penyisihan tertinggi sebesar 98% dan, semakin tinggi massa adsorben MM maka semakin rendah nilai penyisihannya. Sedangkan pada massa adsorben MA niali

penyisihan terbesar adalah pada massa adsorben 3 gr/L sebesar 99,5%. Kapasitas adsorpsi dapat dilihat pada gambar 4.2 grafik kurva berikut.



Gambar 4.2 Grafik Kapasitas Adsorpsi Massa Dosis Adsorben Mahkota Nanas Terhadap Penyisihan Warna *Methyleneblue*

Pada kurva kapasitas adsorpsi, kedua adsorben menunjukkan trend kecenderungan yang sama dimana kapasitas adsorpsi turun seiring dengan penambahan dosis, sehingga hal tersebut menunjukkan bahwa massa adsorben memiliki kemampuan untuk mereduksi *methyleneblue*, dimana adsorben MA menunjukkan kemampuan reduksi yang lebih tinggi dari pada adsorben MM. Berdasarkan gambar 4.2 terlihat bahwa semakin besar massa adsorben, maka kapasitas adsorpsinya rendah (Zabith,et,al.2013).



Gambar 4.3 Grafik Efisiensi Penyisihan Massa Adsorben Mahkota Nanas Terhadap Penyisihan Warna *Methyleneblue*

Gambar 4.3 diatas, menunjukan massa optimum untuk adsorben MM dalam menyisihkan warna *methyleneblue* adalah pada massa adsorben 0,5 gr/L, dimana konsentrasi awal sebesar 8430 PtCo, mampu mereduksi *methyleneblue* adalah mencapai sebesar 196,81 PtCo, dengan efisiensi penyisihan 98%. Sedangkan massa adsorben optimum untuk adsorben MA dalam menyisihkan warna *methyleneblue* yaitu dengan massa adsorben 3 gr/L mampu mereduksi warna *methyleneblue* menjadi sebesar 37,58 PtCo, dengan efisiensi penyisihan 99,5%. Adsorben mahkota nanas yang diaktivasi memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih baik dari pada yang murni atau tidak diaktivasi.

#### 4.2.2. Adsorpsi Warna Menggunakan Adsorben Kulit Nanas

Kulit nanas merupakan bagian dari nanas yang menutupi daging buah nanas berbentuk seperti sisik dan agak berduri. Sesuai dengan mahkota nanas, pemanfaatan kulit nanas sebagai bahan adsorban yaitu karena kulit nanas

memiliki kandungan selulosa yang tinggi sehingga dapat mengikat koloid kecil pada limbah warna *methyleneblue*. Hasil akhir pewarna *methyleneblue* adalah pada tabel 4.4 sebagai berikut.

Tabel 4.4 Efisiensi Penyisihan dan Kapasitas Adsorpsi *Methyleneblue* Dengan Adsorben Kulit Nanas

Adsorben	Variasi Dosis (g/L)	Konsentrasi Awal (PtCo)	Konsentrasi Akhir (PtCo)	Efisiensi Penyisihan	Kapasitas Adsorpsi x/m (PtCo/g)
KM	0,5	8430	168,31	98%	16523,38
	1	8430	271,28	97%	8158,72
	2,5	8430	582,65	93%	3138,94
	3	8430	883,38	90%	2515,5
	3,5	8430	774,54	91%	2187,3
KA	0,5	8430	340,01	96%	16179,98
	1	8430	292,76	97%	8137,24
	2,5	8430	234,04	97%	3278,38
	3	8430	158,14	98%	2757,29
	3,5	8430	255,52	97%	2335,57

Sumber : Hasil Uji Lab,2021

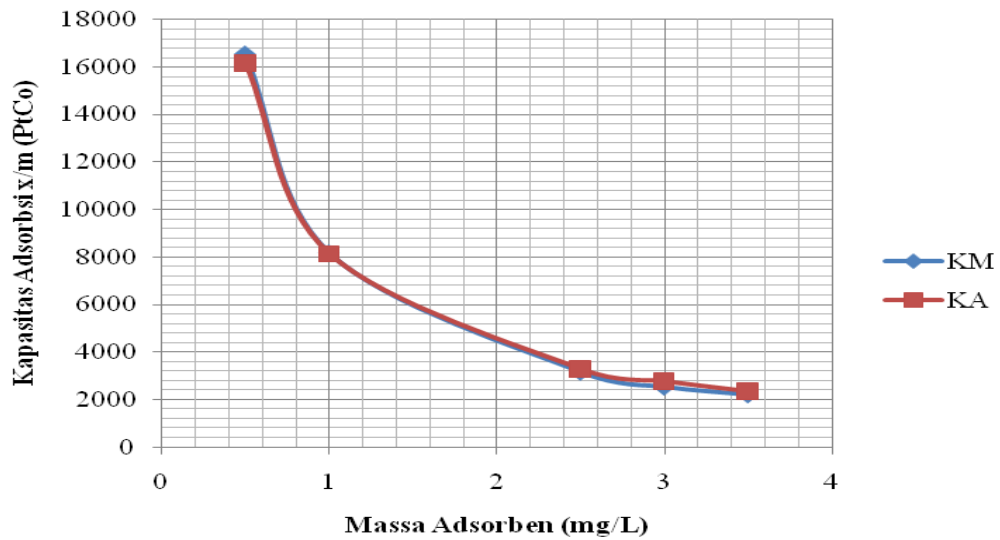
Keterangan:

KM = Kulit Murni

KA = Kulit Aktivasi

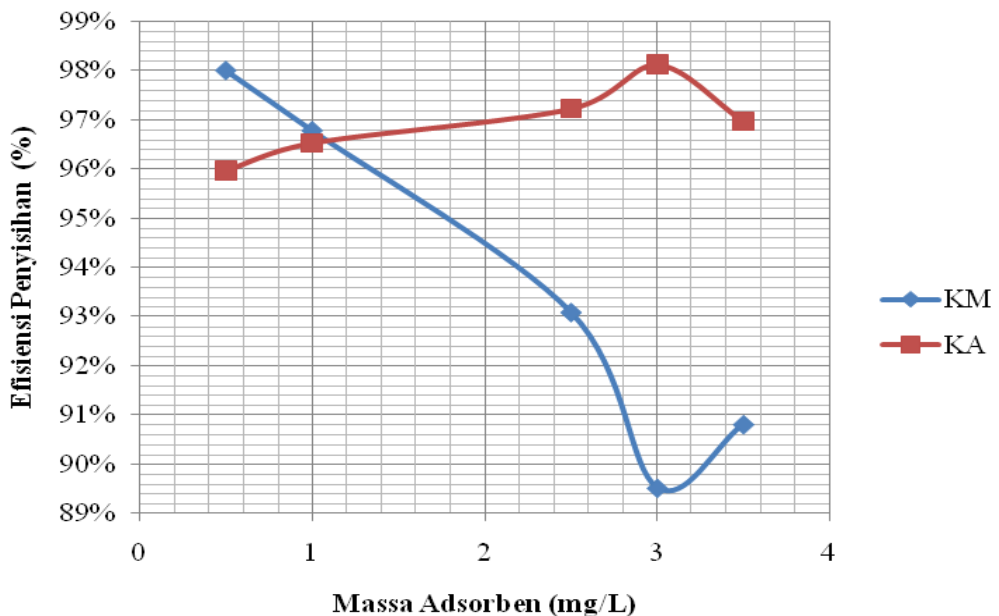
Tabel 4.4 menunjukkan hasil pengaruh massa adsorben kulit nanas, antara adsorben murni dan aktivasi, eksperimen yang dilakukan dengan variasi massa adsorben yaitu 0,5 gr/250 ml, 1 gr/250 ml, 2,5 gr/250 ml, 3 gr/250 ml, 3,5 gr/ 250 ml pada waktu kontak 60 menit dengan kecepatan *shaker* 100 rpm. Berdasarkan kapasitas adsorpsi dapat dilihat pada gambar 4.4 grafik kurva berikut.





Gambar 4.4 Grafik Kapasitas Adsorpsi Massa Adsorben Kulit Nanas Terhadap Penyisihan Warna *Methyleneblue*

Gambar 4.4 menunjukkan kedua adsorben memiliki kecenderungan yang sama dimana kapasitas adsorpsi menurun seiring dengan penambahan dosis adsorben, sama halnya dengan adsorben mahkota nanas. Kurva pada grafik diatas, menunjukkan kemampuan reduksi adsorben KA lebih baik dari pada adsorben KM.



Gambar 4.5 Grafik Efisiensi Penyisihan Massa Adsorben Kulit Nanas Terhadap Penyisihan Warna *Methyleneblue*

Persentase penyisihan pada gambar 4.5 diatas menunjukkan penyisihan tertinggi pada adsorben KM adalah 98%, dengan dosis 0,5 gr/L. Massa adsorben 0,5 gr/L pada adsorben KM, mampu mereduksi atau mengabsorpsi warna dari 8430 PtCo menjadi sebesar 168,31 PtCo. Sedangkan massa adsorben optimum untuk adsorben KA yaitu massa dosis adsorben 3 gr/L dengan efesiensi penyisihan sebesar 98%. Adsorben KA memenuhi daya daya serap yang lebih baik dari KM.

#### 4.2.3. Adsorpsi Warna Menggunakan Adsorben Daun Nanas

Daun nanas merupakan bagian dari nanas yang sebagai tempat serbuk sari, dan penopang dari buah nanas berbentuk panjang, berwarna hijau, dan agak berduri. Daun nanas sebagai bahan adsorban mampu mengikat koloid kecil setelah diaktivasi menjadi kabon pada limbah warna *methyleneblue*. Hasil akhir pewarna *methyleneblue* adalah pada tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.5 Efisiensi Penyisihan dan Kapasitas Adsorpsi *Methyleneblue* Dengan Adsorben Daun Nanas

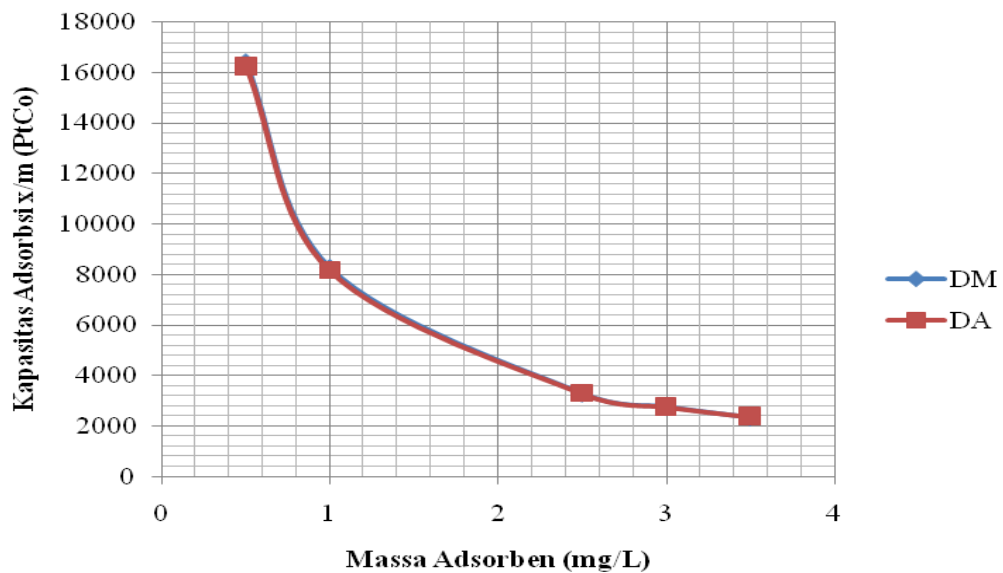
Adsorben	Variasi Dosis (g/L)	Konsentrasi Awal (PtCo)	Konsentrasi Akhir (PtCo)	Efesiensi Penyisihan	Kapasitas Adsorpsi x/m (PtCo/g)
DM	0,5	8430	232,61	97%	16394,78
	1	8430	165,31	98%	8264,69
	2,5	8430	186,79	98%	3297,284
	3	8430	132,37	98%	2765,9
	3,5	8430	210,41	98%	2348,5
DA	0,5	8430	297,05	96%	16265,9
	1	8430	275,57	97%	8154,43
	2,5	8430	208,27	98%	3288,692
	3	8430	169,6	98%	2753,47
	3,5	8430	172,47	98%	2359,29

Sumber : Hasil Uji Lab,2021

Keterangan:

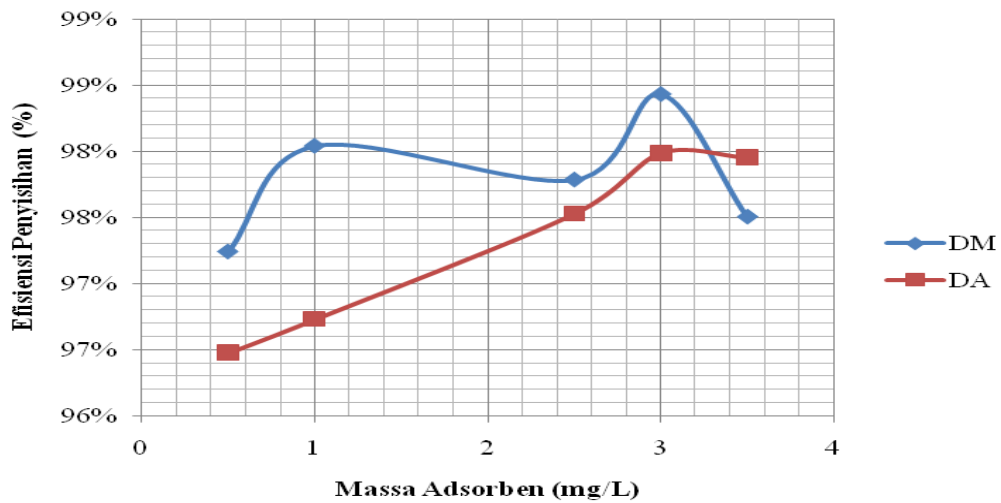
DM = Daun Murni  
DA = Kulit Aktivasi

Tabel 4.5 menunjukkan hasil pengaruh massa adsorben daun nanas, antara adsorben murni dan aktivasi, dilakukan eksperimen dengan variasi massa adsorben yaitu 0,5 gr/250 ml, 1 gr/250 ml, 2,5 gr/250 ml, 3 gr/250 ml, 3,5 gr/ 250 ml pada waktu kontak 60 menit dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. Berdasarkan kapasitas adsorpsi dapat dilihat pada gambar 4.6 grafik kurva berikut.



Gambar 4.6 Grafik Kapasitas Adsorpsi Massa Dosis Adsorben Daun Nanas Terhadap Penyisihan Warna *Methyleneblue*

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa kedua adsorben mengalami kenaikan yang signifikan pada adsorben murni dan aktivasi. Persentase penyisihan ditampilkan pada gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Grafik Efisiensi Penyisihan Massa Adsorben Daun Nanas Terhadap Penyisihan Warna *Methyleneblue*

Berdasarkan gambar 4.7. penyisihan tertinggi terjadi pada DA dan DM dengan massa 3 gr/L dimana mencapai efisien penyisihan 98%.

#### 4.3. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penyisihan Warna

Penentuan waktu kontak sangat berpengaruh pada jumlah adsorbat yang terserap. Berdasarkan pada hasil pengaruh waktu kontak terhadap penyisihan warna menggunakan adsorben massa nanas dapat dilihat pada 4.6, 4.7, 4.8.

##### 4.3.1. Adsorpsi Warna Menggunakan Adsorben Mahkota Nanas

Hasil penurunan warna penyisihan pewarna *methyleneblue* terhadap waktu kontak adalah pada tabel 4.6 sebagai berikut.

Tabel 4.6 Hasil Konsentrasi Pewarna *Methyleneblue* Dengan Perbandingan Waktu Kontak Adsorben Mahkota Nanas

Adsorben	Variasi Waktu Kontak (Menit)	Konsentrasi Awal (PtCo)	Konsentrasi Akhir (PtCo)	Efisiensi Penyisihan	Kapasitas Adsorpsi x/m (PtCo/g)
MM	60	8430	128,27	98%	138,362
	75	8430	202,54	98%	109,699
	90	8430	183,92	98%	91,623
	105	8430	152,42	98%	78,8
	120	8430	180,34	98%	68,7

Tabel 4.6 Hasil Konsentrasi Pewarna *Methyleneblue* Dengan Perbandingan Waktu Kontak Adsorben Mahkota Nanas (Lanjutan)

Adsorben	Variasi Waktu Kontak (Menit)	Konsentrasi Awal (PtCo)	Konsentrasi Akhir (PtCo)	Efisiensi Penyisihan	Kapasitas Adsorpsi x/m (PtCo/g)
MA	60	8430	324,26	96%	135,096
	75	8430	295,62	96%	108,458
	90	8430	255,52	97%	90,828
	105	8430	334,29	96%	77,10
	120	8430	288,46	97%	67,85

Sumber: Data Primer, 2021

Keterangan:

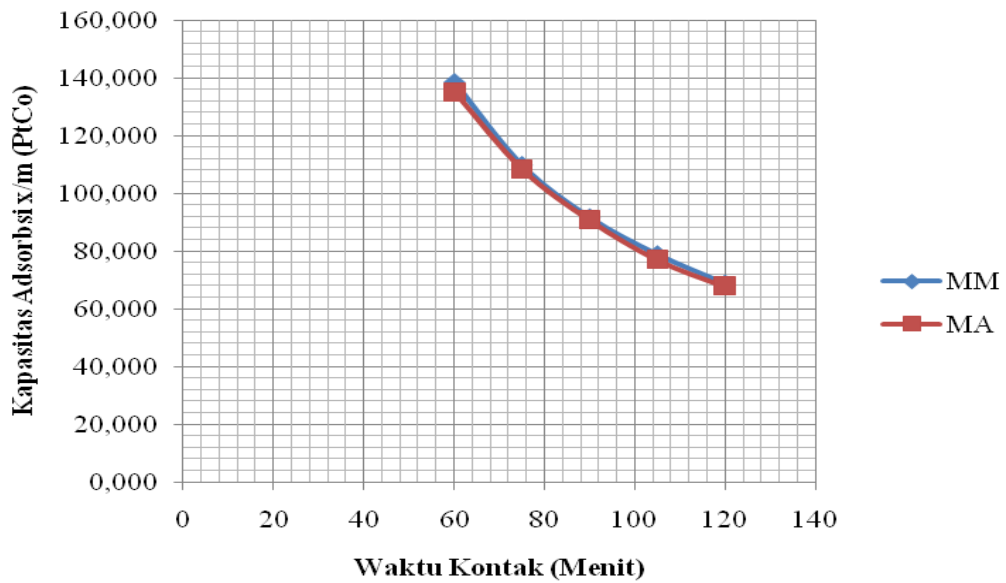
MM = Mahkota Murni

MA = Mahkota Aktivasi

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa pengaruh waktu kontak antara adsorben murni dan aktivasi, dilakukan dengan eksperimen variasi massa adsorben 0,5 mg/l pada waktu kontak 60,75,90,105 dan 120 menit dengan kecepatan *shaker* 100 rpm adsorben limbah mahkota nanas.

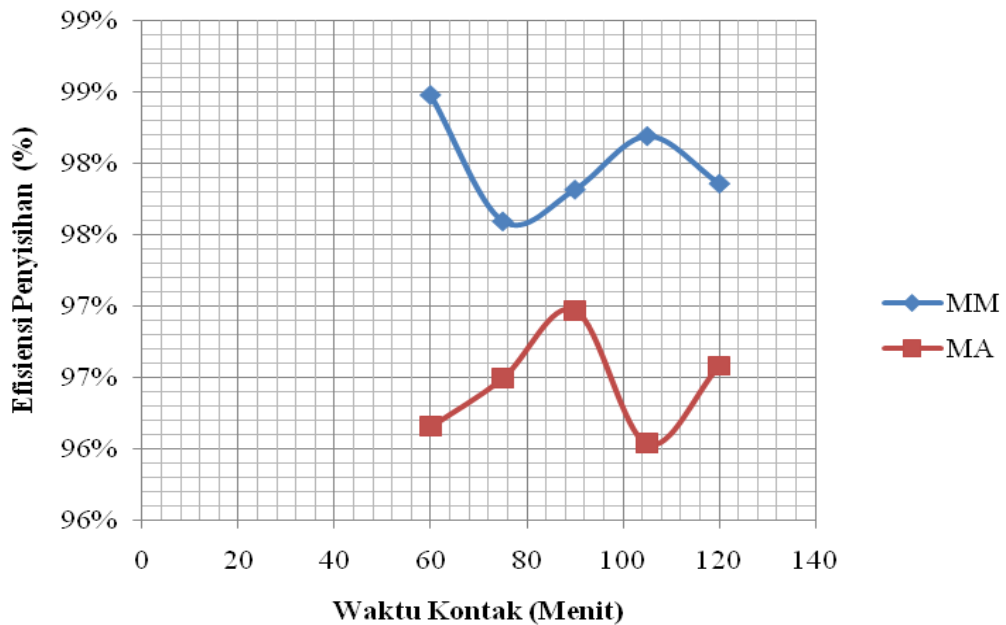
Hasil penelitian ini menunjukkan terjadi peningkatan serapan dari 60 menit ke 120 menit dengan konsentrasi awal warna PtCo dari 8430 menjadi yang terendah yaitu sebesar 128,27 Pt Co, pada waktu 60 menit dengan jenis adsorben MM. Sedangkan untuk jenis adsorben MA, mampu mereduksi hingga yang terendah yaitu 255,52 PtCo, pada waktu 90 menit. Persentase *removal* diatas dapat disimpulkan bahwa penyisihan warna antara kedua massa adsorben murni dan aktivasi yaitu sebesar 96-98% yang artinya waktu kontak kurang memberikan pengaruh terhadap efisiensi penyisihan.

Berdasarkan kapasitas adsorpsi dapat dilihat pada gambar 4.8 grafik kurva berikut.



Gambar 4.8 Grafik Kapasitas Adsorpsi Mahkota Nanas & Waktu Kontak Terhadap Penyisihan Warna *Methyleneblue*

Waktu kontak optimum untuk MM dicapai pada 60 menit, dengan efisiensi penyisihan 98%. Sedangkan waktu kontak optimum adsorben MA yaitu pada 90, dengan efisiensi penyisihan 97% dari 8430 PtCo menjadi 255,52 PtCo.



Gambar 4.9 Grafik Efisiensi Penyisihan Adsorpsi Mahkota Nanas & Waktu Kontak Terhadap Warna *Methyleneblue*

### 4.3.2. Adsorpsi Warna Menggunakan Adsorben Kulit Nanas

Penurunan warna *methyleneblue* terhadap waktu kontak adalah tabel 4.7 sebagai berikut.

Tabel 4.7 Hasil Konsentrasi Pewarna *Methyleneblue* Dengan Perbandingan Waktu Kontak Adsorben Kulit Nanas

Adsorben	Variasi Waktu (Menit)	Konsentrasi Awal (PtCo)	Konsentrasi Akhir (PtCo)	Efisiensi Penyisihan	Kapasitas Adsorpsi x/m (PtCo/g)
KM	60	8430	129,5	98%	138,342
	75	8430	322,83	96%	108,096
	90	8430	168,03	98%	91,80
	105	8430	142,39	98%	78,9
	120	8430	166,74	98%	68,9
KA	60	8430	358,63	96%	134,523
	75	8430	321,4	96%	108,115
	90	8430	30,42	99,5%	93,329
	105	8430	329,99	96%	77,143
	120	8430	382,97	95%	67,059

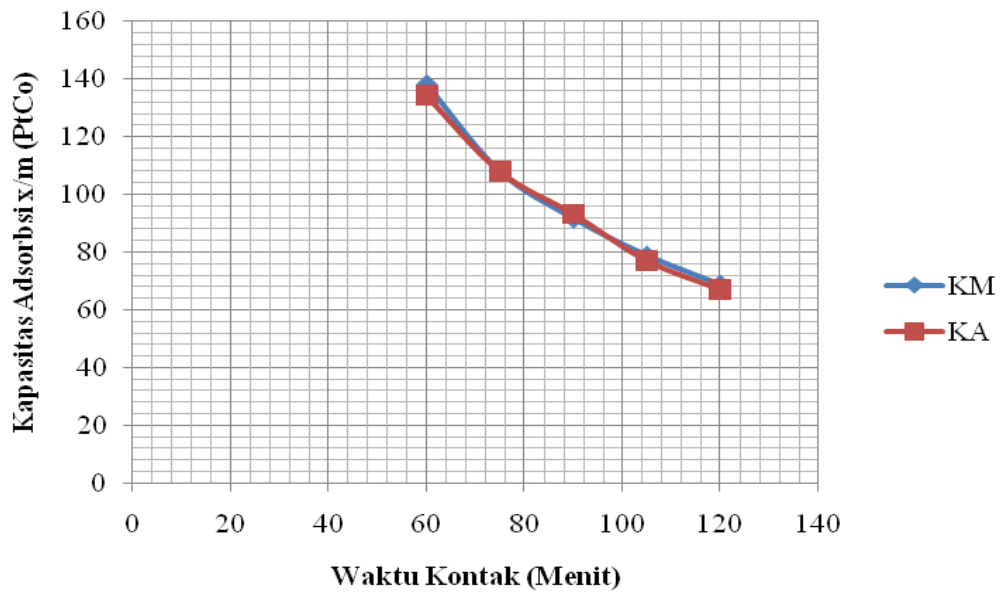
Sumber: Data Primer, 2021

Keterangan:

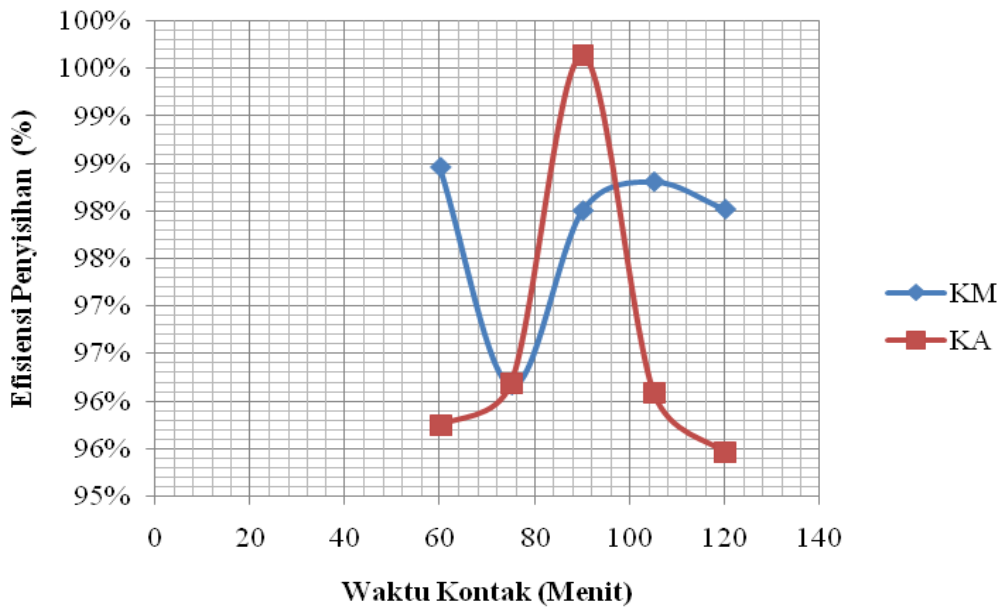
KM = Kulit Murni

KA = Kulit Aktivasi

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa pengaruh waktu kontak antara adsorben dengan adsorbat dilakukan dengan melakukan eksperimen variasi massa adsorben 0,5 mg/l pada waktu kontak 60, 75, 90, 105 dan 120 menit dengan kecepatan pengadukan 100 rpm untuk adsorben murni dan adsorben aktivasi limbah kulit nanas. Hasil penelitian ini menunjukkan terjadi peningkatan serapan pada waktu kontak 90 menit dengan efisiensi optimum dimana konsentrasi awal warna PtCo dari 8430 menjadi yang terendah yaitu 30,42 PtCo. Namun terjadi penurunan serapan sejalan dengan peningkatan waktu. Berdasarkan kapasitas adsorpsi dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.10 Grafik Kapasitas Adsorpsi Kulit Nanas & Waktu Kontak Terhadap Penyisihan Warna *Methyleneblue*



Gambar 4.11 Grafik Waktu Kontak & Adsorpsi Kulit Nanas Terhadap Efisiensi Penyisihan Warna *Methyleneblue*

Pengaruh waktu kontak tertinggi yaitu 60 menit, 90 menit, 105 menit dan 120 menit dimana konsentrasi warna awal dari 8430 PtCo menjadi 129,5 PtCo, 168,03 PtCo, 142,39 PtCo, dan 166,74 PtCo, dengan efisiensi penyisihan sebesar



98% pada jenis massa adsorban KM. Adsorben KM pada waktu kontak terendah yaitu pada 75 menit memiliki daya serapan terhadap *methyleneblue* dari konsentrasi warna awal sebesar 8430 PtCo menjadi 322,83 PtCo dengan efisiensi penyisihan 96%. Sedangkan adsorben massa KA, waktu kontak tertinggi yaitu untuk mencapai kondisi optimum pada waktu 90 menit dengan serapan dari 8430 PtCo menjadi 30,42 PtCo dan kemampuan efisiensi penyisihan 100%. Dari hasil yang dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu kontak, memungkinkan untuk terjadinya peningkatan penyerapan zat warna dan jenis adsorben merupakan KA.

Berdasarkan gambar 4.10 dan 4.11 menunjukkan pola penurunan yang sama dengan mahkota nanas dimana KM memiliki penyisihan tertinggi pada waktu kontak 60 menit dan, KA memiliki penyisihan tertinggi pada waktu kontak 90 menit. Namun secara keseluruhan, waktu kontak tidak berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan warna.

#### 4.3.3. Adsorpsi Warna Menggunakan Adsorben Daun Nanas

Hasil penurunan akhir warna *methyleneblue* terhadap waktu kontak ditampilkan pada tabel 4.8 sebagai berikut.

Tabel 4.8 Hasil Konsentrasi Akhir Pewarna *Methyleneblue* Dengan Perbandingan Waktu Kontak Adsorben Daun Nanas

Adsorben	Variasi Dosis (g/L)	Konsentrasi Awal (PtCo)	Konsentrasi Akhir (PtCo)	Efisiensi Penyisihan	Kapasitas Adsorpsi x/m (PtCo/g)
DM	60	8430	119,48	99%	138,509
	75	8430	196,81	98%	109,776
	90	8430	153,85	98%	91,957
	105	8430	143,82	98%	78,9
	120	8430	161,72	98%	68,9

Tabel 4.8 Hasil Konsentrasi Akhir Pewarna *Methyleneblue* Dengan Perbandingan Waktu Kontak Adsorben Daun Nanas (Lanjutan)

Adsorben	Variasi Dosis (g/L)	Konsentrasi Awal (PtCo)	Konsentrasi Akhir (PtCo)	Efisiensi Penyisihan	Kapasitas Adsorpsi x/m (PtCo/g)
DA	60	8430	319,96	96%	135,167
	75	8430	289,89	97%	108,535
	90	8430	258,39	97%	90,796
	105	8430	305,64	96%	77,375
	120	8430	322,83	96%	67,55975

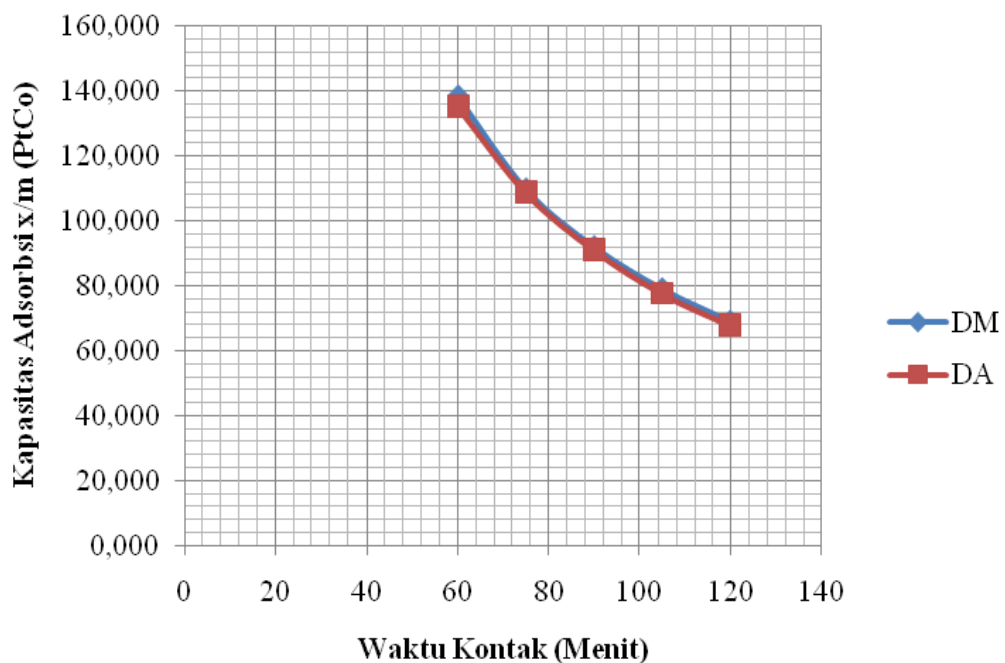
Sumber: Data Primer, 2021

Keterangan:

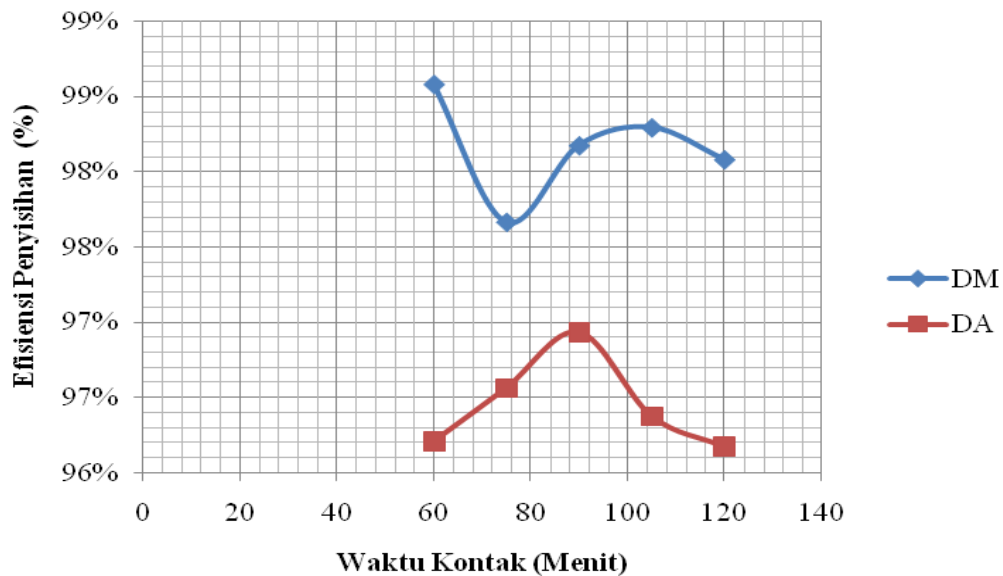
DM = Daun Murni

DA = Daun Aktivasi

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa pengaruh waktu kontak, dilakukan dengan melakukan eksperimen variasi massa adsorben 0,5 mg/l pada waktu kontak 60,75,90,105 dan 120 menit dengan kecepatan pengadukan 100 rpm untuk adsorben murni (DM) dan adsorben aktivasi (DA) limbah daun nanas.



Gambar 4.12 Grafik Kapasitas Adsorpsi Daun Nanas & Waktu Kontak Terhadap Penyisihan Warna *Methyleneblue*



Gambar 4.13 Grafik Waktu Kontak & Adsorpsi Daun Nanas Efisiensi Penyisihan Terhadap Warna *Methyleneblue*

Berdasarkan gambar 4.12 dan 4.13 menunjukkan pola penurunan yang sama dengan mahkota nanas dimana DM memiliki penyisihan tertinggi pada waktu kontak 60 menit dan, DA memiliki penyisihan tertinggi pada waktu kontak 90 menit. Namun secara keseluruhan, waktu kontak tidak berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan warna.

#### 4.4. Analisis Mekanisme Adsorpsi Warna Menggunakan Metode Langmuir dan Freundlich Pada Adsorben Mahkota Nanas

Analisis *adsorption isotherm* dilakukan untuk mengamati mekanisme adsorpsi yang terjadi pada biomassa nanas. Isotherm adsorpsi menggunakan metode *Langmuir* dan *Freundlich*. Model isotherm adsorpsi yang terjadi pada adsorben massa nanas terhadap *methyleneblue* dapat diketahui dengan melakukan pengujian persamaan regresi linear *Isotherm Langmuir* yaitu dengan menghubungkan antara nilai konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan dari

banyaknya zat yang terserap persatuan adsorben ( $C_e/Q_e$ ) dan *Isotherm Freundlich* yaitu dengan memplotkan antara  $C_{in}, C_e$ , dan  $\log C_e$  sehingga diperoleh persamaan garis dan nilai linear. Massa adsorben yang digunakan 0,5 mg/l. Perhitungan *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* adsorben murni mahkota nanas (MM) terdapat pada tabel 4.9 dan 4.10.

Tabel 4.9 Perhitungan *Isotherm Langmuir* Pada Adsorben Mahkota Nanas Murni (MM)

Waktu kontak	$C_{in}$ (PtCo)	$C_e$ (PtCo)	$Q_e$ (PtCo)	$C_e/Q_e$	$m/x$	$1/C_e$
60	8430	128,27	8301,730	0,015	0,0001	0,008
75	8430	202,54	8227,460	0,025	0,0001	0,005
90	8430	183,92	8246,080	0,022	0,0001	0,005
105	8430	152,42	8277,580	0,018	0,0001	0,007
120	8430	180,34	8249,660	0,022	0,0001	0,006

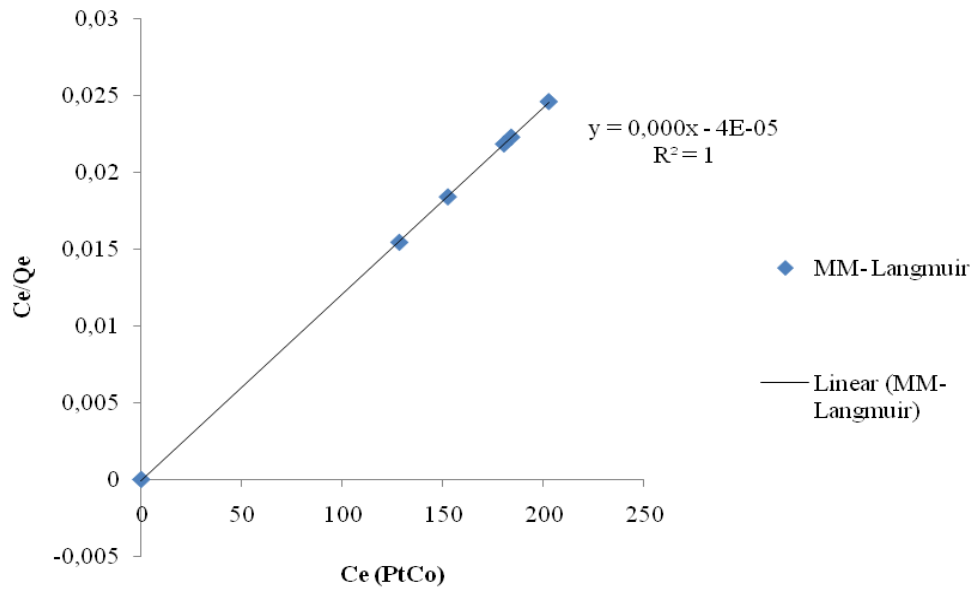
Sumber : Data primer, 2021

Tabel 4.10 Perhitungan *Isotherm Freundlich* pada Adsorben Mahkota Nanas Murni (MM)

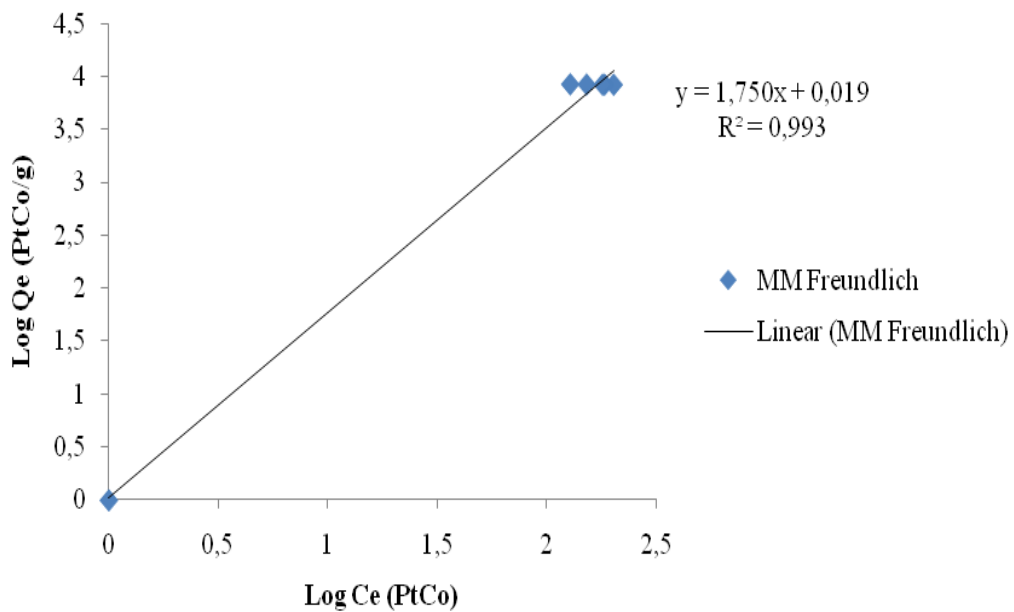
Waktu kontak	$C_{in}$ (PtCo)	$C_e$ (PtCo)	$\log C_e$ (PtCo)	$Q_e$ (PtCo)	$\log Q_e$
60	8430	128,27	2,108	8301,730	3,919
75	8430	202,54	2,307	8227,460	3,915
90	8430	183,92	2,265	8246,080	3,916
105	8430	152,42	2,183	8277,580	3,918
120	8430	180,34	2,256	8249,660	3,916

Sumber : Data primer, 2021

Dari tabel 4.9 dan 4.10 yang diolah berdasarkan model *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* diperoleh kurva pada gambar 4.14 dan 4.15.



Gambar 4.14 Grafik *Isotherm Langmuir* pada Adsorben Mahkota Nanas Murni (MM)



Gambar 4.15 Grafik *Isotherm Freundlich* pada Adsorben Mahkota Nanas Murni (MM)

Gambar 4.14 dan 4.15 yang diolah berdasarkan model *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* diperoleh konstanta pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Konstanta Isotherm *Langmuir* dan *Freundlich* Adsorben Mahkota Nanas (MM)

Adsorbent type	Model	Parameters	R <sup>2</sup>
MM	<i>Langmuir</i>	Q <sub>o</sub> 10000,000	1
		b 2,500	
R <sub>L</sub> 0,0001			
	<i>Freundlich</i>	K <sub>f</sub> 1,045	0,993
		n 0,571	

Sumber : Data primer,2021

Konstanta yang dihitung untuk model *Langmuir* dan *Freundlich* pada MM yang ditunjukkan pada tabel 4.11 untuk model *Freundlich* nilai  $1/n < 1$  2,5 dan untuk model *Langmuir* nilai  $R_L < 1$  0,000 menunjukkan bahwa proses adsorpsi sangat baik. Koefisien regresi menghitung kedua model menunjukkan bahwa kolerasi model *Isotherm Langmuir* adalah sangat kuat jadi dapat disimpulkan pada proses adsorpsi di MM terjadi proses penyerapan secara *monolayer* dan 60 *multilayer*. Mekanisme adsorpsi cenderung terdapat pada satu lapisan *monolayer* atau mengacu pada *Langmuir Isotherm*.

Perhitungan *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* dengan adsorben aktivasi (MA) terdapat pada tabel 4.12 dan 4.13.

Tabel 4.12 Perhitungan *Isotherm Langmuir* pada Adsorben Mahkota Nanas Aktivasi (MA)

Waktu kontak	C <sub>in</sub> (PtCo)	C <sub>e</sub> (PtCo)	Q <sub>e</sub> (PtCo)	C <sub>e</sub> /q <sub>e</sub>	m/x	1/C <sub>e</sub>
60	8430	324,26	8105,74	0,040	0,0001	0,003
75	8430	295,62	8134,38	0,036	0,0001	0,003
90	8430	255,52	8174,48	0,031	0,0001	0,004
105	8430	334,29	8095,71	0,041	0,0001	0,003
120	8430	288,46	8141,54	0,035	0,0001	0,003

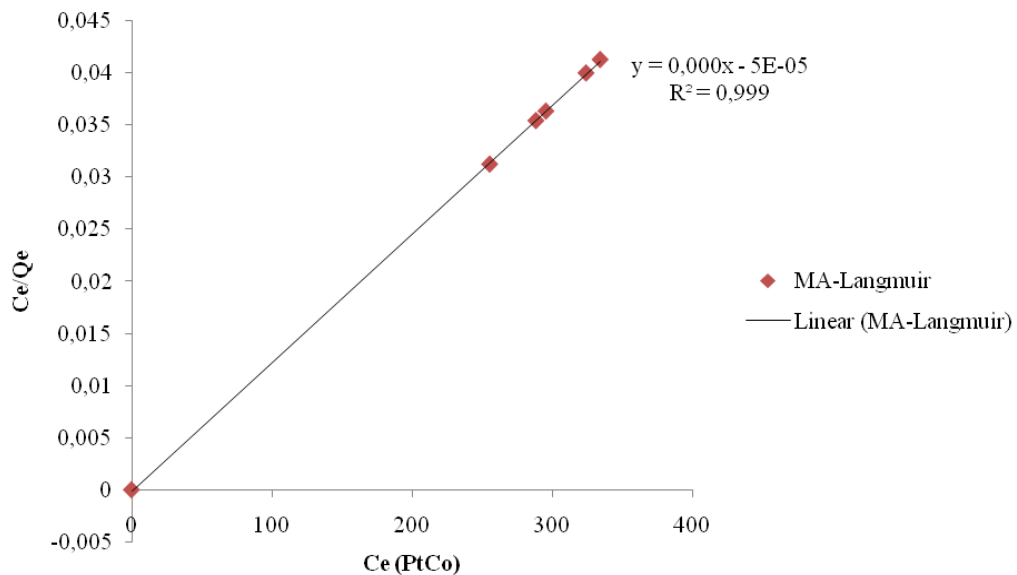
Sumber : Data primer,2021

Tabel 4.13 Perhitungan *Isotherm Freundlich* pada Adsorben Aktivasi (MA)

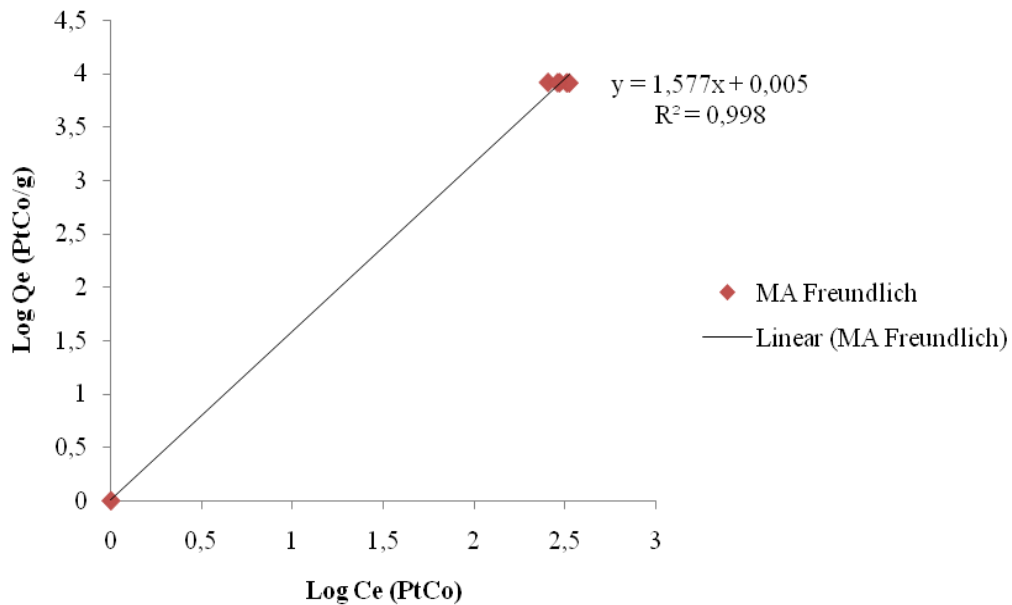
Waktu kontak	Cin (PtCo)	Ce (PtCo)	Log Ce (PtCo)	Qe (PtCo)	Log Qe
60	8430	324,26	2,511	8105,740	3,909
75	8430	295,62	2,471	8134,380	3,910
90	8430	255,52	2,407	8174,480	3,912
100	8430	334,29	2,524	8095,710	3,908
120	8430	288,46	2,460	8141,540	3,911

Sumber : Data primer,2021

Dari Tabel 4.12 dan Tabel 4.13 yang diolah berdasarkan *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* diperoleh kurva pada gambar 4.16 dan 4.17.



Gambar 4.16 Grafik *Isotherm Langmuir* pada Adsorben Mahkota Nanas Aktivasi (MA)



Gambar 4.17 Grafik *Isotherm Freundlich* pada Adsorben Mahkota Nanas Aktivasi (MA)

Dari gambar 4.16 dan 4.17 yang diolah berdasarkan model *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* diperoleh konstanta pada tabel 4.14 sebagai berikut.

Tabel 4.14 Konstanta *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* Adsorben Mahkota Nanas (MA)

Adsorbent type	Model	Parameters	R <sup>2</sup>
MA	<i>Langmuir</i>	Q <sub>o</sub> 10000,000	0,999
		b 2,000	
		R <sub>L</sub> 0,0001	
<i>Freundlich</i>	K <sub>f</sub> 1,012	n 0,634	0,998

Sumber : Data primer,2021

Konstanta yang dihitung untuk model *Freundlich* dan *Langmuir* pada adsorben aktivasi (MA) yang di tunjukan pada tabel 4.20 untuk model *Freundlich* nilai  $1/n < 1$  yaitu 0,636 dan untuk model langmuir nilai  $R_L < 1$  yaitu 0,0001 menunjukkan bahwa proses adsorpsi berjalan dengan sangat baik. Koefesiensi regresi menghitung kedua model menunjukkan bahwa kolerasi model *Isotherm*



*Freundlich* adalah lebih kuat. Proses adsorpsi terjadi secara baik mengacu pada *Langmuir Isotherm* dan *Freundlich Isotherm*.

#### 4.5. Analisis Mekanisme Adsorpsi Warna Menggunakan Metode Langmuir dan Freundlich Pada Adsorben Kulit Nanas

Perhitungan *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* adsorben murni kulit nanas (KM) terdapat pada tabel 4.15 dan 4.16

Tabel 4.15 Perhitungan *Isotherm Langmuir* Pada Adsorben Murni Kulit Nanas (MK)

Waktu kontak	Cin (PtCo)	Ce (PtCo)	Qe (PtCo)	Ce/Qe	m/x	1/Ce
60	8430	358,63	8071,37	0,044	0,0001	0,003
75	8430	321,4	8108,6	0,040	0,0001	0,003
90	8430	30,42	8399,58	0,004	0,0001	0,033
105	8430	329,99	8100,01	0,041	0,0001	0,003
120	8430	382,97	8047,03	0,048	0,0001	0,003

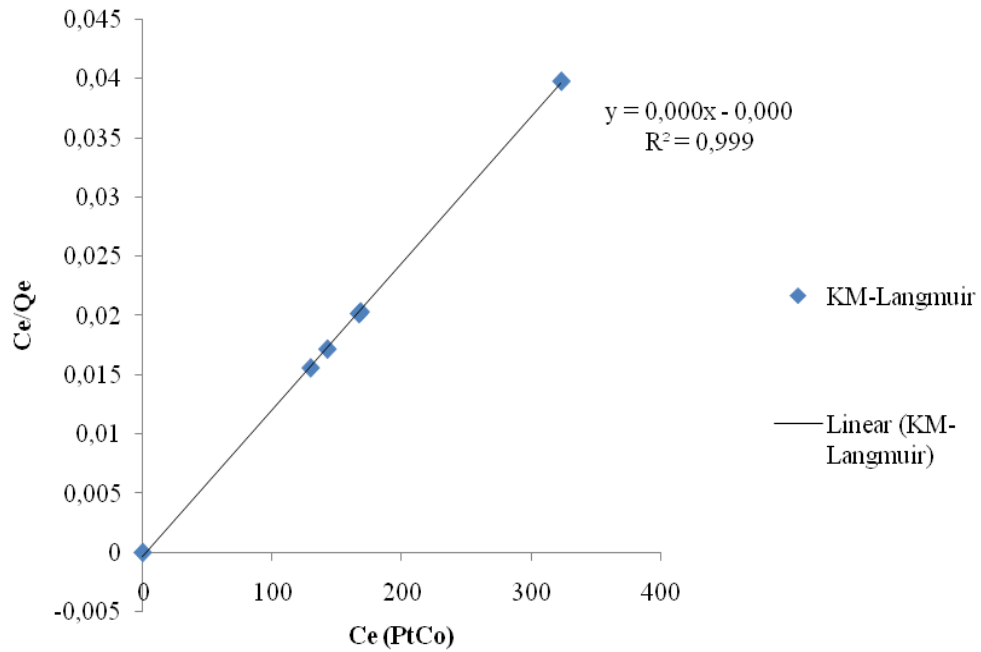
Sumber : Data primer,2021

Tabel 4.16 Perhitungan *Isotherm Freundlich* pada Adsorben Kulit Nanas Murni (MK)

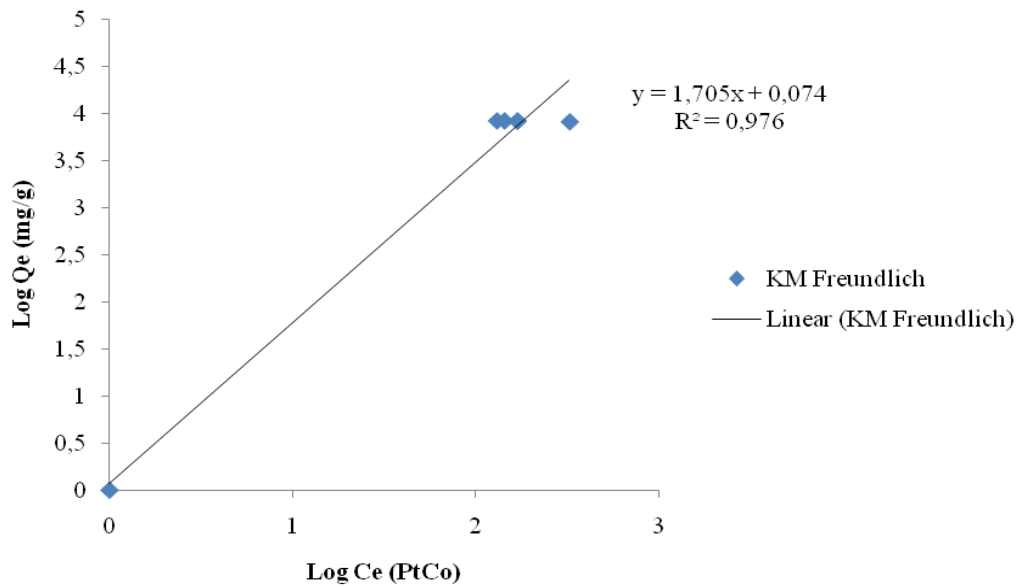
Waktu kontak	Cin (PtCo)	Ce (PtCo)	Log Ce (PtCo)	Qe (PtCo)	Log Qe
60	8430	129,5	2,112	8300,500	3,919
75	8430	322,83	2,509	8107,170	3,909
90	8430	168,03	2,225	8261,970	3,917
105	8430	142,39	2,153	8287,610	3,918
120	8430	166,74	2,222	8263,260	3,917

Sumber : Data primer,2021

Dari tabel 4.15 dan 4.16 yang diolah berdasarkan model *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* diperoleh kurva pada gambar 4.18 dan 4.19.



Gambar 4.18 Grafik *Isotherm Langmuir* pada Adsorben Murni Kulit Nanas (KM)



Gambar 4.19 Grafik *Isotherm Freundlich* pada Adsorben Murni Kulit Nanas (KM)

Gambar 4.18 dan 4.19 yang diolah berdasarkan model *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* diperoleh konstanta pada tabel 4.17.

Tabel 4.17 Konstanta *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* Adsorben Murni Kulit Nanas (KM)

Adsorbent type	Model	Parameters	R <sup>2</sup>	
KM	<i>Langmuir</i>	Q <sub>0</sub>	10000,000	1
		b	1,000	
	<i>Freundlich</i>	R <sub>L</sub>	0,0001	0,976
		K <sub>f</sub>	1,186	
		n	0,587	

Sumber : Data Primer,2021

Konstanta yang dihitung untuk model *Freundlich* dan *Langmuir* pada adsorben murni mahkota nanas yang ditunjukkan pada tabel 4.23 untuk model *Freundlich* nilai  $1/n < 1$  dan untuk model *Langmuir* nilai  $R_L < 1$  menunjukkan bahwa proses adsorpsi sangat baik. Koefisien regresi menghitung kedua model menunjukkan bahwa kolerasi model *Isotherm Langmuir* adalah lebih kuat sebesar  $R^2 = 1$ . Dapat disimpulkan pada proses adsorpsi di KM terjadi proses penyerapan secara *monolayer* dan 60 multilayer. Mekanisme adsorpsi cenderung terdapat pada satu lapisan *monolayer* atau mengacu pada *Langmuir Isotherm*.

Perhitungan *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* dengan adsorben aktivasi (KA) terdapat pada tabel 4.18 dan 4.19.

Tabel 4.18 Perhitungan *Isotherm Langmuir* pada Adsorben Aktivasi Kulit Nanas (KA)

Waktu kontak	C <sub>in</sub> (PtCo)	C <sub>e</sub> (PtCo)	Q <sub>e</sub> (PtCo)	C <sub>e</sub> /q <sub>e</sub>	m/x	1/C <sub>e</sub>
60	8430	358,63	8071,37	0,044	0,0001	0,003
75	8430	321,4	8108,6	0,040	0,0001	0,003
90	8430	30,42	8399,58	0,004	0,0001	0,033
105	8430	329,99	8100,01	0,041	0,0001	0,003
120	8430	382,97	8047,03	0,048	0,0001	0,003

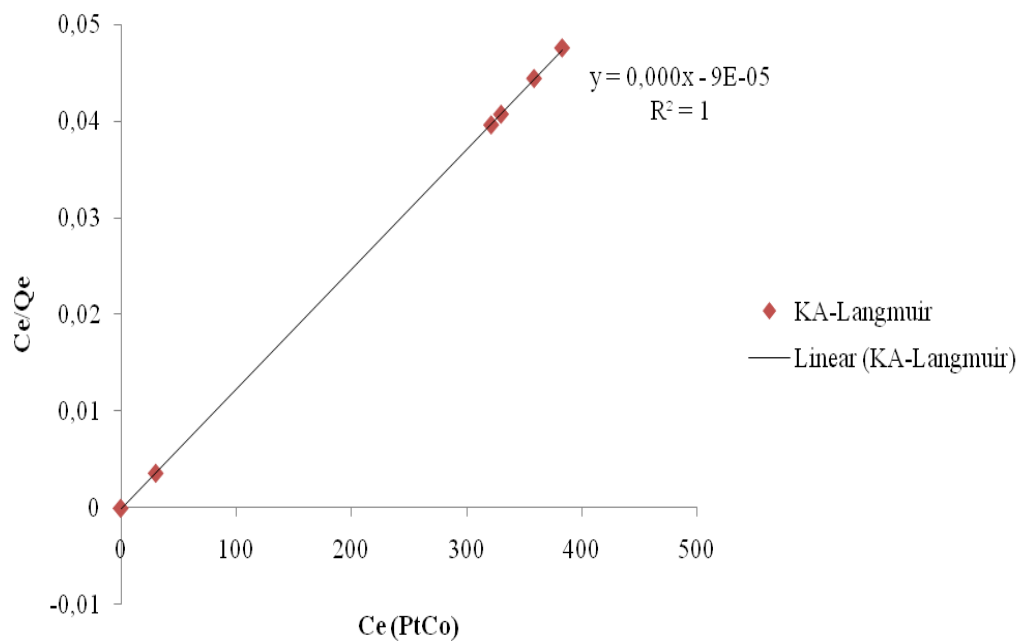
Sumber : Data Primer,2021

Tabel 4.19 Perhitungan *Isotherm Freundlich* pada Adsorben Aktivasi Kulit Nanas (KA)

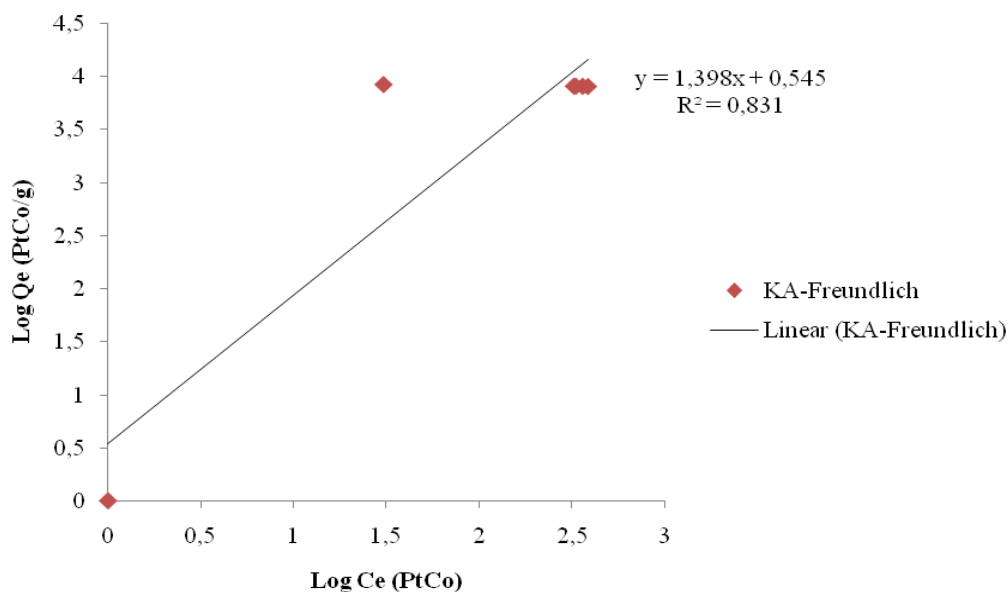
Waktu kontak	Cin (PtCo)	Ce (PtCo)	Log Ce (PtCo)	Qe (PtCo)	Log Qe
	1	2	3	4	5
60	8430	358,63	2,555	8071,370	3,907
75	8430	321,4	2,507	8108,600	3,909
90	8430	30,42	1,483	8399,580	3,924
100	8430	329,99	2,519	8100,010	3,908
120	8430	382,97	2,583	8047,030	3,906

Sumber : Data Primer,2021

Dari Tabel 4.18 dan Tabel 4.19 yang diolah berdasarkan *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* diperoleh kurva pada gambar 4.20 dan 4.21.



Gambar 4.20 Grafik *Isotherm Langmuir* pada Adsorben Aktivasi Kulit Nanas Aktivasi (KA)



Gambar 4.21 Grafik *Isotherm Freundlich* pada Adsorben Aktivasi Kulit Nanas (KA)

Dari gambar 4.20 dan 4.21 yang diolah berdasarkan model *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* diperoleh konstanta pada tabel 4.20.

Tabel 4.20 Konstanta *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* Adsorben Aktivasi Kulit Nanas (KA)

Adsorbent type	Model	Parameters	R <sup>2</sup>	
KA	<i>Langmuir</i>	Q <sub>0</sub>	10000,000	
		b	1,111	
		R <sub>L</sub>	0,0001	
	<i>Freundlich</i>	K <sub>f</sub>	3,508	0,831
		n	0,715	

Sumber : Data Primer,2021

Konstanta yang dihitung untuk model *Langmuir* dan *Freundlich* pada adsorben aktivasi (KA) yang di tunjukan pada tabel 4.20 untuk model *freundlich* nilai  $1/n < 1$  yaitu 0,715 dan untuk model *langmuir* nilai  $R_L < 1$  yaitu 0,000 menunjukkan bahwa proses adsorpsi berjalan dengan sangat baik. Koefesiensi regresi menghitung kedua model menunjukkan bahwa kolerasi model *Isotherm*

*Langmuir* adalah lebih kuat. Proses adsorpsi terjadi secara baik mengacu pada *Langmuir Isotherm* dan *Freundlich Isotherm*.

#### 4.6. Analisis Mekanisme Adsorpsi Warna Menggunakan Metode Langmuir dan Freundlich Pada Adsorben Daun Nanas

Perhitungan *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* adsorben murni Daun nanas (DM) terdapat pada tabel 4.21 dan 4.22.

Tabel 4.21 Perhitungan *Isotherm Langmuir* Pada Adsorben Murni Daun Nanas (DM)

Waktu kontak	Cin (PtCo)	Ce (PtCo)	Qe (PtCo)	Ce/Qe	m/x	1/Ce
60	8430	119,48	8310,520	0,014	0,0001	0,008
75	8430	196,81	8233,190	0,024	0,0001	0,005
90	8430	153,85	8276,150	0,019	0,0001	0,006
105	8430	143,82	8286,180	0,017	0,0001	0,007
120	8430	161,72	8268,280	0,020	0,0001	0,006

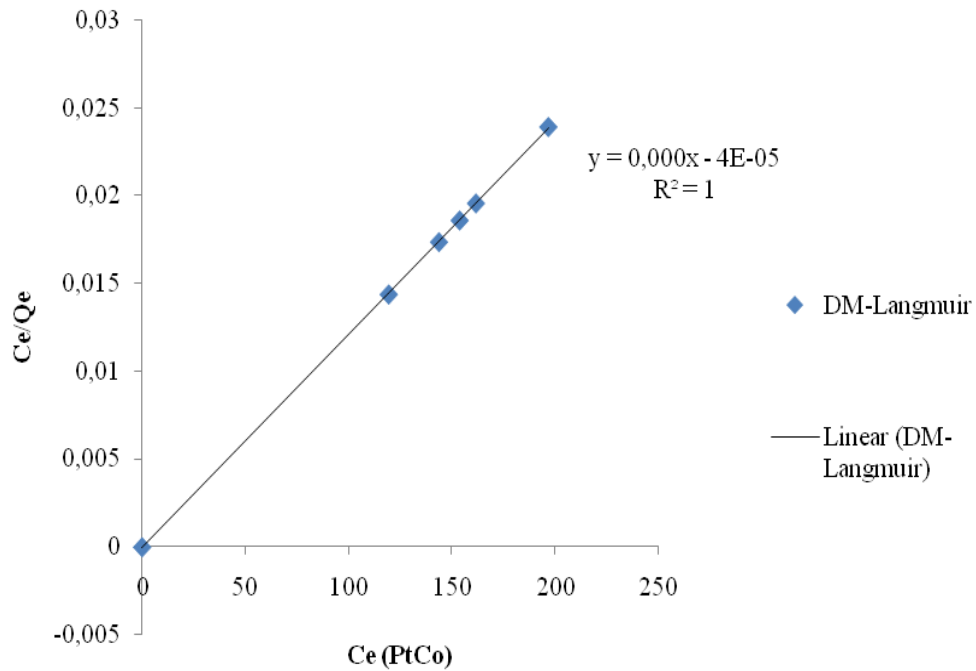
Sumber : Data Primer,2021

Tabel 4.22 Perhitungan *Isotherm Freundlich* pada Adsorben Daun Nanas Murni (DM)

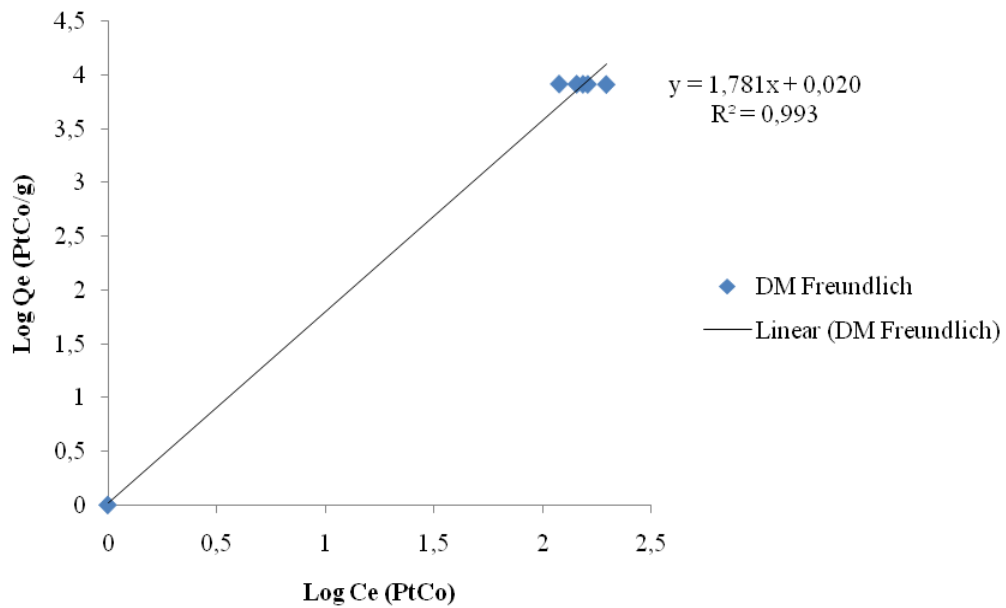
Waktu kontak	Cin (PtCo)	Ce (PtCo)	Log Ce (PtCo)	Qe (PtCo)	Log Qe
	1	2	3	4	5
60	60	8430	119,48	2,077	8310,520
75	75	8430	196,81	2,294	8233,190
90	90	8430	153,85	2,187	8276,150
105	105	8430	143,82	2,158	8286,180
120	120	8430	161,72	2,209	8268,280

Sumber : Data Primer,2021

Dari tabel 4.21 dan 4.22 yang diolah berdasarkan model *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* diperoleh kurva pada gambar 4.22 dan 4.23.



Gambar 4.22 Grafik *Isotherm Langmuir* pada Adsorben Murni Daun Nanas (DM)



Gambar 4.23 Grafik *Isotherm Freundlich* pada Adsorben Murni Daun Nanas (DM)

Gambar 4.22 dan 4.23 yang diolah berdasarkan model *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* diperoleh konstanta pada tabel 4.23.

Tabel 4.23 Konstanta *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* Adsorben Murni Daun Nanas (DM)

Adsorbent type	Model	Parameters	R <sup>2</sup>	
DM	<i>Langmuir</i>	Q <sub>o</sub>	10000,000	1
		b	2,500	
		R <sub>L</sub>	0,0001	
	<i>Freundlich</i>	K <sub>f</sub>	1,047	0,993
		n	0,561	

Sumber : Data Primer,2021

Konstanta yang dihitung untuk model freundlich dan langmuir pada adsorben murni mahkota nanas yang ditunjukkan pada tabel 4.23 untuk model *Freundlich* nilai  $1/n < 1$  2,5 dan untuk model *Langmuir* nilai  $R_L < 1$  0,000 menunjukkan bahwa proses adsorpsi sangat baik. Koefisien regresi menghitung kedua model menunjukkan bahwa kolerasi model *Isotherm Langmuir* adalah lebih kuat adalah  $R^2 = 1$ . Dapat disimpulkan pada proses adsorpsi di DM terjadi proses penyerapan secara *monolayer* dan 60 *multilayer*. Mekanisme adsorpsi cenderung terdapat pada satu lapisan *monolayer* atau mengacu pada langmuir isotherm.

Perhitungan *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* dengan adsorben aktivasi (DA) terdapat pada tabel 4.24 dan 4.25.

Tabel 4.24 Perhitungan *Isotherm Langmuir* pada Adsorben Aktivasi Daun Nanas (DA)

Waktu kontak	C <sub>in</sub> (PtCo)	C <sub>e</sub> (PtCo)	Q <sub>e</sub> (PtCo )	C <sub>e</sub> /q <sub>e</sub>	m/x	1/C <sub>e</sub>
60	8430	319,96	8110,04	0,039	0,0001	0,003
75	8430	289,89	8140,11	0,036	0,0001	0,003
90	8430	258,39	8171,61	0,032	0,0001	0,004
105	8430	305,64	8124,36	0,038	0,0001	0,003
120	8430	322,83	8107,17	0,040	0,0001	0,003

Sumber : Data Primer,2021

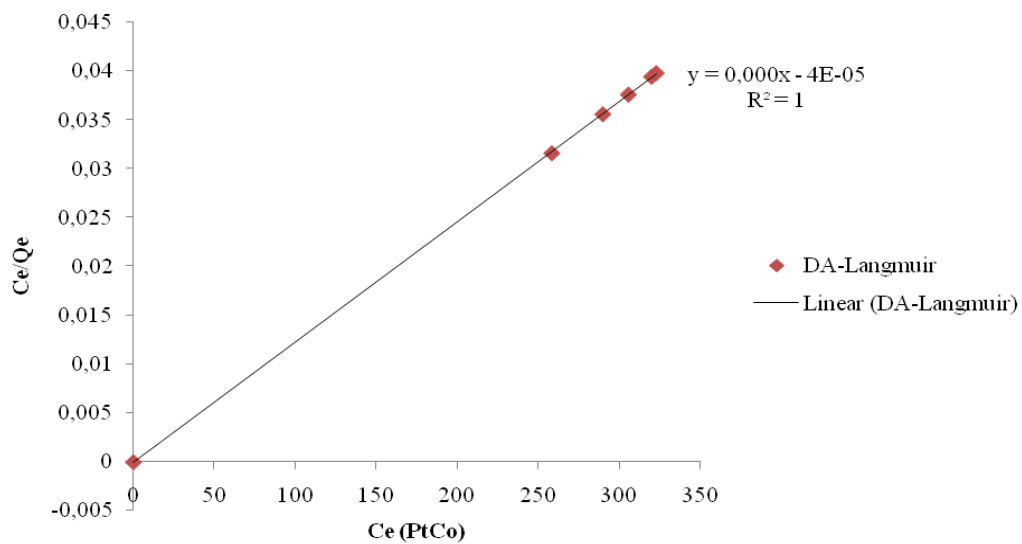


Tabel 4.25 Perhitungan *Isotherm Freundlich* pada Adsorben Aktivasi Daun Nanas (DA)

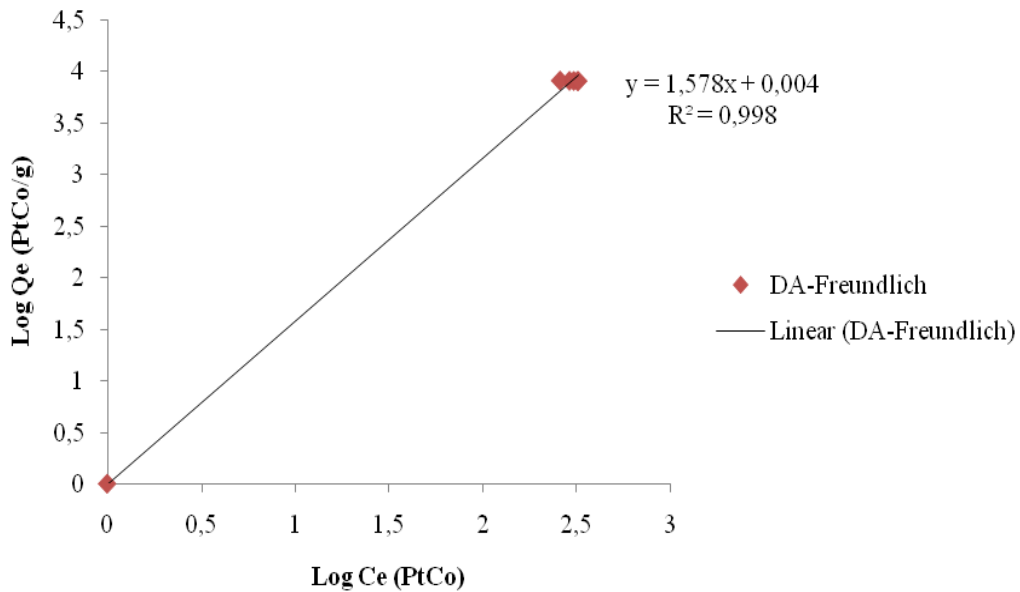
Waktu kontak	Cin (PtCo)	Ce (PtCo)	Log Ce (PtCo)	Qe (PtCo)	Log Qe
60	8430	319,96	2,505	8110,040	3,909
75	8430	289,89	2,462	8140,110	3,911
90	8430	258,39	2,412	8171,610	3,912
100	8430	305,64	2,485	8124,360	3,910
120	8430	322,83	2,509	8107,170	3,909

Sumber : Data Primer,2021

Dari Tabel 4.24 dan Tabel 4.25 yang diolah berdasarkan *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* diperoleh kurva pada gambar 4.23 dan 4.24.



Gambar 4.24 Grafik *Isotherm Langmuir* pada Adsorben Daun Nanas Aktivasi (DA)



Gambar 4.25 Grafik *Isotherm Freundlich* pada Adsorben Daun Nanas Aktivasi (DA)

Dari gambar 4.23 dan 4.24 yang diolah berdasarkan model *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* diperoleh konstanta pada tabel 4.25.

Tabel 4.26 Konstanta *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* Adsorben Aktivasi Daun Nanas (DA)

Adsorbent type	Model	Parameters	R <sup>2</sup>
DA	<i>Langmuir</i>	Q <sub>0</sub> 10000,000	1,000
		b 2,500	
		R <sub>L</sub> 0,0001	
	<i>Freundlich</i>	K <sub>f</sub> 1,009	0,998
n 0,634			

Sumber : Data Primer,2021

Konstanta yang dihitung untuk model *Freundlich* dan *Langmuir* pada adsorben aktivasi (DA) yang di tunjukan pada tabel 4.26 untuk model *Freundlich* nilai  $1/n < 1$  yaitu 0,634 dan untuk model langmuir nilai  $R_L < 1$  yaitu 0,0001 menunjukkan bahwa proses adsorpsi berjalan dengan sangat baik. Koefesiensi regresi menghitung kedua model menunjukkan bahwa kolerasi model *Isotherm*

*Langmuir* adalah lebih kuat. Proses adsorpsi terjadi secara baik mengacu pada *Langmuir Isotherm* dan *Freundlich Isotherm*.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Adsorpsi limbah dari mahkota, kulit dan daun nanas untuk mereduksi *methylenblue* didapat kesimpulan adalah sebagai berikut :

1. Hasil yang didapatkan dari eksperimen massa nanas terdiri mahkota, kulit dan daun, mampu mengadsorpsi warna *methylenblue* pada massa adsorben optimum, dimana adsorben murni dengan tingkat efisien tertinggi pada variasi massa adsorben 0,5 gr/l dengan efisiensi penyisihan mencapai 99,5%. Sedangkan massa adsorben optimum adsorben yang teraktivasi yaitu pada massa adsorben 3 gr/L dengan serapan efisiensi penyisihan mencapai 99,5%. Waktu kontak optimum pada adsorben murni adalah 60 menit dengan efisiensi penyisihan sebesar 99%. Sedangkan waktu kontak adsorben teraktivasi adalah 90 menit dengan efisiensi penyisihan 99,5%;
2. Model isotherm yang lebih kuat untuk adsorpsi biomassa nanas yaitu *Isotherm Langmuir* lebih kuat dari pada *Isotherm Freundlich*, pada proses adsorpsi oleh adsorben murni dan aktivasi maka proses penyerapan secara *monolayer* dan *multilayer*.

#### 5.2 Saran

Saran yang dapat diambil dari hasil penelitian tentang adsorpsi oleh limbah *methylenblue* adalah mahkota, kulit dan daun limbah adalah sebagai berikut :

1. Diperlukan pengujian lebih lanjut yaitu metode dan uji untuk karakterisasi XRF, dan XRD;

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, TE, 2012. Pengaruh Temperatur dan Waktu Pada Pengolahan Pewarna Sintetis Procion Menggunakan Reagen Fenton. Dipetik pada tanggal 27 Januari 2021, dari <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/download/25/27>
- Andreozzi, R., dkk. 2000. Advanced Oxidation Processes for the Treatment of Mineral Oil- Contaminated Wastewater. *Water Resource*, Vol. 32(2), 620-628
- Apriani, E., 2015. Tinjauan Pustaka Bab II Nenas. Dipetik pada Tanggal 9 Februari 2021 dari, <http://eprints.polsri.ac.id/1967/3/03.%20BAB%202.pdf>
- Apriliani, Ade., 2010. *Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu dan Pb dalam Air Limbah*, Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Arief, Latar Muhammad., 2016. *Pengolahan Limbah Industri Dasar Pengetahuam dan Aplikasi ditempat Kerja*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Aryunani, N. 2003. *Adsorpsi Remazol Yellow FG oleh Enceng Gondok Aktif*. Skripsi. Surakarta : Jurusan Kimia FMIPA UNS.
- Ahmedna, M., Marshall, W.E. dan Rao, R.M. 2000. *Production of granular activated carbons from select agricultural by-products dan evaluation of their physical, chemical dan adsorption properties*. *Bioresource Technology*, 71 (2).
- Arifin, 2008, Jurnal: <http://www.pontianakpost.com> Pengaruh Limbah Rumah Sakit Terhadap Kesehatan, Jakarta.
- Chin-Hung Liu And Wei-Shih Tsai. 2010. *The Effects Of Service Quality And Lifestyle On Consumer Choice Of Channel Types: The Health Food Industry As An Example*. *African Journal Of Business Management* Vol. 4(6).
- Christie, R.M., 2001, *Colour Chemistry*, Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
- Cundari, dkk. 2020. Karbon Aktif Berbahan Baku Biji Pinang Hias (*Cyrtostachys Lakka*). (Sripsi).
- Dabrowski A, Podkoscielny P, Hubicki Z, Barczak M, .2005. *Adsorption of phenolic compounds by activated carbon-a critical review*. *Chemosphere*. 58.

- Dalimartha, Setiawan. 2000. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 2*. Jakarta: Trubus Agriwidya.
- Dewi, S.R. & Dwiputranto, U. 2012. Penggunaan Limbah Medium Tanam Jamur Tiram (*Pleuroturus ostreatus*) dalam Penyerapan Warna Limbah Cair Batik. *Jurnal*, 2: 172-185.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit : Kanisius. Yogyakarta.
- Fanny Pranoto, 2018, BAB II Tinjauan Pustaka 2.1 Zat Warna Tekstil Limbah tekstil mengandung bahan-bahan yang berbahaya bila dibuang ke lingkungan dipetik pada tanggal 21 Januari 2021 dari <https://docplayer.info/33133142-Bab-ii-tinjauan-pustaka-limbah-tekstil-mengandung-bahan-bahan-yang-berbahaya-bila-dibuang-ke.html>
- Giyatmi, dkk. 2008. Penurunan Kadar Cu, Cr, dan Ag dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede Setelah Diadsorpsi dengan Tanah Liat dari Daerah Godean. Yogyakarta.
- Hadi.F.M,2016. BAB II Tinjauan Pustaka Adsorpsi. Dipetik pada tanggal 29 Januari 2021 dari, <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/2655/05.2%20bab%202.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- Han, J.S. 1999. *Stormwater Filtration of Toxic Heavy Metal Ion's Using Lignocellulosic Material Selection Process, Fiberization, Chemical Modification, and Mat Formation*. 2nd Inter-Regional Conference on Enviroment-water.
- Handayani, A.W., 2010, Penggunaan Selulosa Daun Nanas Sebagai Adsorben Logam Berat Cd (II) Universitas Sebelas Maret, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Surakarta, (*Skirpsi*).
- Hastuti, S., S.H. Mawahib dan Setyoningsih.2012. Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Adsorben Zat Warna Procion Red Mx 8b. *Jurnal EKOSAINS* IV(1): 41-47.
- Hidayat, P. 2008. Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil. *Teknoin* 13: 31-35.
- Igwe, J.C., Abia, A.A. 2007. *Adsorption Kinetics and Intraparticulate Diffusivities for Bioremediation of Co (II), Fe (II), and Cu (II) ions from Waste Water Using Modified and Unmodified Maize Cob*. *International Journal of Physical Science*. 2(5): 199-127.

- Khairunisa, R. 2008. Kombinasi Teknik Elektrolis dan Teknik Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif untuk Menurunkan Konsentrasi Senyawa Fenol dalam Air: Skripsi FMIPA Universitas Indonesia, Depok.
- Kinoshita, K. 1988. Carbon Electrochemical and Physicochemical Properties. New York : John Wiley & Sons.
- Manocha, S. M., 2003. Porous Carbons. Sadhana Vol. 28 bagian 1&2.
- Murti, S., 2008. Pembuatan Karbon Aktif dari Tongkol Jagung untuk Adsorpsi Molekul Amonia dan ion Krom. Universitas Indonesia, Depok.
- Permatasari, A., 2014. Tinjauan Pustaka BAB II Nanas. Dipetik pada tanggal 9 Februari 2021, dari <http://eprints.polsri.ac.id/832/3/BAB%20II.pdf>
- Pracaya, 2011. Kiat Sukses Budi Daya Nanas. Singkawang: PT Maraga Borneo Tarigas.
- Pratiwi, N., 2016. Kandungan Lignin, Selulosa, Meniselulosa dan Tanin Limbah Kulit Kopi yang di Fermentasi Menggunakan Jamur *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride* Fakultas Peternakan Universitas Hasanudin MAKASSAR. (Skripsi)
- Ramadhan. KGSMA, 2014. BAB II Tinjauan Pustaka Adsorpsi dipetik pada tanggal 7 Februari 2021 dari, <http://eprints.polsri.ac.id/895/3/BAB%20II.pdf>
- Radesman, S., 2020. Membangkitkan Kembali Agribisnis Nanas Tangkit Muaro Jambi di Tengah Pandemi. Dipetik pada tanggal 12 Januari 2021 dari Beritasatu.com.
- Reynolds, 1982. *Unit Operation and Processes In Environmental Engineering*. Texas A&M University. Brook/Cole Engineering Division, California.
- Rizki, A., 2019. Pengaruh Waktu Kontak dan Massa Adsorben Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Dengan Aktivator  $H_3PO_4$  Terhadap Kapasitas Adsorpsi Zat Warna Methelene Blue. Fakultas Tekni Universitas Sumatera Utara. (Skripsi)
- Rochanah, T. 2004. Adsorpsi Zat Warna Procion Red MX 8B Pada Limbah Tekstil Oleh Batang Jagung, Surakarta: UNS.
- Santoso, H.B. 2010. Teknologi Tepat Guna Manisan Nanas. Cetakan ke Delapan. Yogyakarta : Kanisius.
- Suasana. 2011. Ekstraksi Selulosa Limbah Mahkota Nenas. Jurnal Politeknik Negeri Pontianak: Pontianak.



- Sudirjo, E. 2005. Penentuan Distribusi Benzen Toluene pada Kolom Adsorpsi Fixed Bed Carbon Aktive. Jakarta: Jurusan Teknik. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- Syafrida. 2017. Limbah *Biosolid Land Application* Industri Minyak Kelapa Sawit. (Skripsi).
- Sakkayawong, et. al. 2005. *Adsorption Mechanism Synthetic Dye Wastewater By Chitosan. Journal of Colloid and Interface Science*. Vol 286.
- Setianto, Ai, 2019. Tinjauan Pustaka Batik. Dipetik pada tanggal 29 Januari 2021 dari, <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/17761/05.2%20bab%202.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Sembiring, M. T. dan Sinaga, T. S., 2003, Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatan), *USU Digital Library*, Sumatra Utara.
- Siregar. A.H. 2017. Pembuatan Zat Warna Tumbuhan Berasal dari Daun. Dipetik pada tanggal 29 Januari 2021 dari, <https://ejournal.upnvj.ac.id/index.php/BinaTeknika/article/viewFile/1213/76>.
- Sudibandriyo, M. A, 2003. Generalized Ono-Kondo Lattice Model for High Pressure on Carbon Adsorben. Ph. D dissertation, Oklahoma State University.
- Suheryanto. D, 2010. Pengaruh Konsentrasi Zat Warna Basa Terhadap Ketahanan dan Ketahanan Warna Pada Pencelupan Serat Sabut Kelapa. Dipetik pada tanggal 28 Januari. 2021 dari <http://eprints.uny.ac.id/12334/1/2.%20Dwi%20Suheryanto%20dan%20Tri%20%289%20-%2018%29.pdf>
- Titiek Pujilestari, 2017. Sumber dan Pemanfaatan Zat Warna Alam Untuk Keperluan Industri dipetik pada tanggal 28 Januari 2021 dari <https://media.neliti.com/media/publications/61575-ID-review-sumber-dan-pemanfaatan-zat-warna.pdf>
- Treybal, R.E., 1980, *Mass Transfer Operations*, McGraw-Hill Book Co., Singapore
- Yadina. A, 2014. BAB II Baku Mutu Limbah Cair Tekstil. Dipetik pada tanggal 28 Januari. 2021, dari <http://eprints.polsri.ac.id/923/3/BAB%20II%20TINJAUAN%20PUSTAKA.pdf>
- Yuliasari, L. 2003. Studi Penentuan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dalam Organ Tubuh Ayam Broiler Secara Spektrofotometri Serapan Atom. (Skripsi). FMIPA Unila. Bandar Lampung.