

**SINTESIS KOMPOSIT KULIT JERUK DENGAN KARBON
AKTIF KULIT SALAK SEBAGAI ADSORBEN ZAT
WARNA *METHYL VIOLET***

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Sains
(S.Si) Program Studi Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Yogyakarta**



Disusun Oleh:

BANGKIT TRIWIJAYA

No Mahasiswa: 18612058

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA**

2022

**SINTESIS KOMPOSIT KULIT JERUK DENGAN KARBON AKTIF
KULIT SALAK SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA METHYL
VIOLET**

SKRIPSI

Yang diajukan oleh:

BANGKIT TRIWIJAYA

No Mahasiswa: 18612058

**Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

Universitas Islam Indonesia

Tanggal: 22 Juli 2022

Telah disetujui oleh:

Dosen Penguji

Tanda Tangan

1. Febi Indah Fajarwati, S.Si., M.Sc.
2. Gani Purwiandono, S.Si., M.Sc., Ph.D.
3. Wiyogo Prio Wicaksono, S.Si., M.Si.
4. Dr. Maisari Utami, S.Si.



Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia



Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bangkit Triwijaya
NIM : 18612058
Program Studi : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul “Sintesis Komposit Kulit Jeruk Dengan Karbon Aktif Kulit Salak Sebagai Adsorben Zat Warna *Methyl Violet*” bersifat asli dan tidak berisi material yang telah diterbitkan sebelumnya kecuali referensi yang disebutkan didalam skripsi ini. Apabila terdapat kontribusi dari penulis lain, maka penulis tersebut secara eksplisit telah disebutkan didalam skripsi ini. Apabila kemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan penuh tanggung jawab.

Yogyakarta, 1 Agustus 2022

Yang menyatakan,



Bangkit Triwijaya

NIM. 18612058

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Alhamdulillah, segala puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT karena berkat pertolongan-Nya lah penulis diberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sintesis Komposit Kulit Jeruk Dengan Karbon Aktif Kulit Salak Sebagai Adsorben Zat Warna *Methyl Violet*”. Tak lupa, sholawat dan salam senantiasa tersampaikan kepada tauladan kita, Nabi Muhammad *Shallallahu 'alaihi wasallam*, atas kesabaran dan kasih sayangnya menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang di ridhoi oleh-Nya.

Keberhasilan dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dorongan, dan motivasi dari berbagai pihak, baik berupa materi maupun non materi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak tersebut, antara lain:

1. ALLAH SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat melakukan Penelitian serta Menyusun Skripsi dengan lancar
2. Kedua orang tua (alm. Ramang Suyadi dan Narmi), kakak saya Nanang Supriadi dan Ayu Fitriawati serta keluarga di rumah yang selalu memberikan doa dan dukungannya. Semoga Allah senantiasa menjaga dan melindungi Kedua Orang Tua, Kakak, dan keluarga saya dimanapun mereka berada, dan senantiasa Allah memberikan keberkahan-Nya.
3. Bapak Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.d. selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Prof. Riyanto, M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Dr. Dwiwarso Rubiyanto, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Ilmu Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.

6. Ibu Febi Indah Fajarwati, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Gani Purwiandono, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang senantiasa meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan bimbingan, masukan serta pertujuan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Mas Tohari dan Mba Isna selaku laboran yang dengan tulus selalu membantu penulis selama masa penelitian di laboratorium.
8. Seluruh staf dan dosen program Studi Ilmu Kimia, Fakultas Matematiks dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia yang selama ini telah membantu dalam proses pembelajaran selama menjadi mahasiswa Kimia UII.
9. Rekan-rekan penelitian saya Athalia dan Farhan serta saya ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada sahabat dan teman perjuangan Husnu, Yudha, Tania, Tosi, Salsa, Manda, Vala, Desi, Melia, Melinda dan Kenanga yang senantiasa membantu, menemani, memberi dukungan dan saling mengingatkan untuk menyelesaikan skripsi ini.

Semoga segala bantuan, bimbingan, dan pengajaran yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari para pembaca agar kedepannya skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan membantu serta menambah bagi para pembaca.

Wassalaamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Yogyakarta, 22 Juli 2022



Bangkit Triwijaya

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
INTISARI.....	x
ABSTRACT.....	xi
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II.....	5
BAB III	10
3.1 Komposit.....	10
3.2 Karbon Aktif	10
3.3 Kulit Salak	11
3.4 Kulit Jeruk.....	12
3.5 Adsorpsi	13
3.6. Kinetika Adsorpsi	14
3.7 Isoterm Adsorpsi	15
3.8 <i>Methyl Violet</i>	17
3.9 Fourier Transform Infrared (FTIR).....	18
3.10 Gas Sorption Analyzer (GSA)	19
3.11 Spektrofotometer <i>UV-Visible</i> (UV-Vis).....	20
BAB IV	23
METODE PENELITIAN.....	23
4.1. Alat dan Bahan.....	23
4.1.1. Alat	23
4.1.2. Bahan	23
4.2. Cara Kerja	23

4.2.1. Preparasi Kulit Jeruk.....	23
4.2.2. Karbonisasi	23
4.2.3. Aktivasi Karbon.....	24
4.2.4. Sintesis Komposit Karbon Aktif Kulit Salak-Kulit Jeruk	24
4.2.5. Pembuatan Larutan Induk <i>Methyl violet</i> 1000 ppm.....	24
4.2.6. Pembuatan Larutan Standar <i>Methyl violet</i> 100 ppm.....	24
4.2.7. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum <i>Methyl Violet</i>	25
4.3 Uji Adsorpsi	25
4.3.1. Uji Adsorpsi dengan Perbandingan Komposisi Variasi Adsorben.....	25
4.3.2. Uji Adsorpsi dengan Variasi Massa	25
4.3.3. Uji Adsorpsi dengan Variasi Waktu Kontak	26
4.3.4. Uji Adsorpsi dengan Variasi Konsentrasi <i>Methyl Violet</i>	26
BAB V.....	27
5.1 Preparasi Kulit Jeruk.....	27
5.2 Pembuatan Karbon Aktif Kulit Salak	27
5.3 Pembuatan Komposit Karbon Aktif Kulit Salak/Serbuk Kulit Jeruk	29
5.4 Karakterisasi	30
5.4.1. Karakterisasi <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	30
5.4.2. Karakterisasi <i>Gas Sorption Analyzer</i> (GSA)	32
5.5 Aplikasi Komposit Karbon Aktif Kulit Salak/Kulit Jeruk Untuk Adsorpsi <i>Methyl Violet</i>	33
5.5.1. Uji Adsorpsi dengan Perbandingan Komposisi Variasi Adsorben.....	33
5.5.2. Penentuan Massa Optimum <i>Methyl Violet</i>	37
5.5.3. Penentuan Waktu Optimum <i>Methyl Violet</i>	40
5.5.4. Penentuan Konsentrasi Optimum <i>Methyl Violet</i>	42
5.6 Kinetika Adsorpsi	44
5.7 Isoterm Adsorpsi	46
BAB VI	50
LAMPIRAN	63
Lampiran 1. Perhitungan.....	63
Lampiran 2. Analisis Data.....	69
Lampiran 3. Perhitungan Kinetika Adsorpsi.....	73
Lampiran 4. Perhitungan Isoterm Adsorpsi	76
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.....	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kulit Salak (Nafisah, 2020)	12
Gambar 2. Kulit Jeruk (Bunga-bunga.co.id).	13
Gambar 3. Struktur <i>Methyl Violet</i>	18
Gambar 4. Skema prinsip kerja FTIR.	19
Gambar 5. Serbuk Kulit Jeruk	27
Gambar 6. Arang kulit salak hasil karbonisasi.	28
Gambar 7. Komposit (a) 7:3 dan (b) 5:5	30
Gambar 8. Hasil FTIR (a) KJ, (b) KAKS, (c) KJ-KAKS (5:5), dan (d) KJ-KAKS (7:3).	30
Gambar 9. Diagram Batang Variasi Komposit Vs Persentase Adsorpsi	34
Gambar 10. Interpretasi FTIR KJ-KAKS 7:3 (a) sebelum dan (b) setelah Adsorpsi	35
Gambar 11. Ilustrasi Mekanisme Adsorpsi Antara <i>methyl violet</i> dengan Komposit Kulit Jeruk/Karbon Aktif	37
Gambar 12. % Adsorpsi Massa Optimum (a) Komposit KJ-KAKS 7:3 (b) komposit KJ-KAKS 5:5	39
Gambar 13. % Adsorpsi Waktu Optimum (a) Komposit KJ-KAKS 7:3 (b) Komposit KJ-KAKS 5:5	41
Gambar 14. Persentase Adsorpsi Konsentrasi Optimum komposit (a) 7:3 (b) 5:5	43
Gambar 15. Kurva Kinetika Komposit KJ-KAKS (7:3) (a) <i>pseudo</i> orde satu (b) <i>pseudo</i> orde dua, dan Komposit KJ-KAKS (5:5) (c) <i>pseudo</i> orde satu (d) <i>pseudo</i> orde dua	45
Gambar 16. Kurva Isoterm Komposit KJ-KAKS (7:3) (a) Langmuir (b) Freundlich dan Komposit KJ-KAKS (5:5) (c) Langmuir (d) Freundlich	47

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Interpretasi FTIR	31
Tabel 2. Luas Permukaan GSA	33
Tabel 3. Interpretasi FTIR KJ-KAKS 7:3 Sebelum dan Setelah Adsorpsi	35
Tabel 4. Aplikasi Penentuan Massa Optimum	38
Tabel 5. Aplikasi Penentuan Waktu Optimum.....	40
Tabel 6. Aplikasi Penentuan Konsentrasi Optimum	43
Tabel 7. Data Hasil Perhitungan Kinetika Adsorpsi komposit 7:3 dan 5:5	46
Tabel 8. Data Hasil Perhitungan Isoterm Adsorpsi komposit 7:3 dan 5:5	48



**SINTESIS KOMPOSIT KULIT JERUK DENGAN KARBON AKTIF
KULIT SALAK SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA *METHYL VIOLET***

BANGKIT TRIWIJAYA

(18612058)

INTISARI

Penelitian ini telah dilakukan sintesis komposit kulit jeruk dengan karbon aktif dari kulit salak (KJ-KAKS) yang digunakan sebagai adsorben untuk aplikasi adsorpsi *methyl violet*. Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan atom, ion, atau molekul dalam larutan pada suatu permukaan zat penyerap. Sintesis dilakukan dengan cara mencampurkan dua material kulit jeruk dan karbon aktif kulit salak dengan perbedaan komposisi yaitu (7:3) dan (5:5). Material komposit dikarakterisasi menggunakan FTIR dan GSA. Karakterisasi material komposit dengan FTIR diperoleh serapan untuk KJ-KAKS (7:3) pada bilangan gelombang $3282,83\text{ cm}^{-1}$ dan untuk komposit KJ-KAKS (5:5) diperoleh serapan pada bilangan gelombang $3279,43\text{ cm}^{-1}$. Analisis GSA diperoleh luas permukaan pada komposit KJ-KAKS (7:3) yaitu $1,51958\text{ m}^2/\text{g}$. Studi adsorpsi komposit KJ-KAKS (7:3) dan (5:5) menunjukkan massa optimum adsorpsi sebesar 0,03 gram dengan persentase adsorpsi sebesar 81,592% dan 68,921% dengan waktu optimum selama 35 menit dengan persentase adsorpsi sebesar 72,454% dan 56,581%. Diperoleh adsorben optimum pada variasi adsorben yaitu komposit (7:3). Adsorpsi *methyl violet* dengan komposit KJ-KAKS (7:3) dan (5:5) keduanya mengikuti model kinetika *pseudo* orde 2. Konsentrasi optimum adsorpsi *methyl violet* dengan komposit KJ-KAKS (7:3) dan (5:5) diperoleh pada 150 ppm dengan persentase adsorpsi sebesar 90,837% dan 89,997%, dimana keduanya mengikuti model isotherm adsorpsi Freundlich.

Kata Kunci: *Adsorpsi, Karbon Aktif Kulit Salak, Kulit Jeruk, Komposit, Methyl Violet*

**SYNTHESIS OF PEEL ORANGE COMPOSITE WITH ACTIVE CARBON
OF PEEL FOR ZALACCA AS METHYL VIOLET COLORING
ADSORBENT**

BANGKIT TRIWIJAYA

(18612058)

ABSTRACT

This research has carried out the synthesis of orange peel composites with activated carbon from salak peel (KJ-KAKS) which is used as an adsorbent for methyl viole adsorption applicationst. Adsorption is a process of absorbing atom, ion, or molcules in solution on an adsorbent surface. The synthesis was carried out by mixing two materials of orange peel and activated carbon of salak pell with different compositions, namely (7:3) and (5:5). Composite materials were characterized using FTIR and GSA. Characterization of the composite material with FTIR obtained absorption for KJ-KAKS (7:3) at a wave number $3282,83\text{ cm}^{-1}$ and for KJ-KAKS composite (5:5) obtained at an absorption at a wave number $3279,43\text{ cm}^{-1}$. GSA analysis on the KJ-KAKS composite (7:3). GSA analysis showed that the surface area of the KJ-KAKS composite (7:3) was $1,51958\text{ m}^2/\text{g}$. The adsorption study of the KJ-KAKS composite (7:3) and (5:5) showed the optimum adsorption mass of 0,03 grams with percentages adsorption of 81,592% and 68,921% with an optimum time of 35 minutes with percentages adsorption of 72,454% and 56,581%. The optimum adsorbent was obtained on the variation of the adsorbent, namely composite (7:3). The adsorption of *methyl violet* with the KJ-KAKS composite (7:3) dan (5:5) both followed a pseudo-orde 2 kinetic model. The optimum concentration of *methyl violet* adsorption wuth the KJ-KAKS composite (7:3) and (5:5) was obtained at 150 ppm with adsorption percentages of 90,837% and 89,997%, both of which followed the Freundlich adsorption isotherm model.

Keywords: *Adsorption, Activated Carbon of Salak Peel, Orange Peel, Composite, Methyl Violet*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri di Indonesia saat ini berkembang sangat pesat. Hal ini ditunjukkan dengan semakin banyaknya industri yang memproduksi berbagai jenis kebutuhan manusia seperti industri kertas, tekstil, penyamakan kulit, dan lain-lain (Nurhasni dkk., 2014). Industri yang banyak menghasilkan limbah cair adalah industri tekstil. Perkembangan industri ini juga terlihat dari nilai ekspor tekstil dan produk tekstil (TPT) yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan TPT tidak lepas dari proses pewarnaan dan kebutuhan akan zat warna tekstil (Herry dan Ambar, 2016). Adanya industri tekstil juga berperan sebagai penyumbang devisa negara (Riyadi dkk., 2013). Tetapi, perkembangan industri tekstil yang semakin pesat tersebut tidak hanya berdampak positif tetapi juga dapat berdampak negatif terhadap lingkungan. Limbah cair pewarna dari industri tekstil akan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pencemaran lingkungan (Kahoul dkk., 2018). Industri tekstil menggunakan jumlah pewarna tertinggi dan mencapai sekitar 10.000 ton/tahun di seluruh dunia (Couto dkk., 2009). Industri tekstil banyak menggunakan zat warna yang sulit terdegradasi secara alami dan dapat menimbulkan banyak masalah pada lingkungan dan ekosistem perairan yang tercemar (Damayanti dkk., 2014).

Saat ini zat warna menjadi fokus utama dalam pengolahan limbah cair. (Daniel dkk., 2013). Limbah zat warna umumnya memiliki sifat *nonbiodegradable* karena mengandung senyawa kompleks aromatik yang sulit diuraikan oleh mikroba (Liu dan Pan, 2012). Zat warna pada limbah industri memiliki konsentrasi yang tinggi, sehingga sangat berbahaya bagi kesehatan dan mengandung satu atau lebih gugus azo ($N=N$). Adanya zat organik dan gugus azo dalam struktur zat warna membuat zat warna sulit terdegradasi (Daniel dkk., 2013). Oleh sebab itu keberadaannya

di lingkungan dapat menjadi sumber penyakit karena bersifat toksik, mutagenik, dan sifat karsinogenik (Barka N dkk., 2010).

Methyl violet merupakan salah satu zat warna yang berbahaya bagi lingkungan, dimana *methyl violet* merupakan zat warna yang digunakan untuk pewarnaan tekstil yang tergolong dalam zat warna karbom-nitrogen yang terdapat pada gugus benzena. Gugus benzena sangat sulit didegradasi dan membutuhkan waktu yang lama (Christina dkk., 2007). *Methyl violet* dapat menyebabkan iritasi kulit dan mata serta memiliki sifat karsinogenik (Rusdi dan Wardhalia, 2017).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendegradasi zat warna limbah cair adalah dengan metode adsorpsi. Adsorpsi merupakan salah satu metode pengolahan air limbah yang paling efektif dan banyak digunakan dalam pengolahan air limbah karena efisiensinya yang tinggi, mudah dalam pengoperasian, *biodegradability*, dan biaya yang murah (Gupta, 2009). Metode ini menggunakan adsorben sebagai penyerap zat warna, dimana adsorben memiliki beberapa keunggulan antara lain memiliki pori-pori yang luas, stabil pada temperatur tinggi, tidak memiliki aktivitas katalitik dan mudah diregenerasi (Wahab dkk., 2005). Adsorben yang biasa digunakan dalam pengolahan limbah zat warna yaitu karbon aktif. Karbon aktif juga memiliki luas permukaan yang cukup besar sehingga diperlukan untuk proses adsorpsi (Ubit dkk., 2019).

Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi (Nafi'ah, 2016). Banyak biomassa dari limbah pertanian yang berpotensi menjadi bahan baku karbon aktif seperti biji kurma, sabut kelapa, kulit salak, dan biji salak (Aziz, 2016). Salak (*salacca zalacca*) adalah buah asli Indonesia dengan hasil melimpah lebih dari 10.000 ton/tahun (Turmuzi dkk., 2015). Besarnya hasil tanaman buah salak tersebut juga meningkatkan limbah dari buah salak, termasuk kulit salak. Kulit salak dapat digunakan sebagai bahan baku karbon aktif karena mengandung selulosa (Dewi, 2012). Selain karbon aktif dari kulit salak, bahan yang dapat menyerap zat warna yang dapat dimanfaatkan yaitu kulit jeruk karena biayanya yang murah (Mafira dkk., 2013). Kulit jeruk merupakan salah satu bahan limbah berharga yang dibuang dari industri

minuman, ataupun dari pasar dengan produksi jeruk dunia diperkirakan > 60 juta ton per tahun. Hal ini menimbulkan dua masalah penting, yaitu penggunaan lahan dan polusi dengan senyawa fenolik akibat pembuangan limbah ini. Masalah tersebut dapat diselesaikan dengan daur ulang limbah kulit jeruk yang masih memiliki kandungan senyawa potensial untuk dimanfaatkan (Nemr dkk., 2009). Kulit jeruk memiliki kandungan berupa selulosa, hemiselulosa, lignin dan pektin (Liang dkk., 2009). Kemudian kedua bahan yang berbeda tersebut dicampurkan dan menghasilkan material baru yang memiliki sifat yang lebih baik dari material asli dapat disebut komposit.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti akan melakukan penelitian mengenai “Sintesis Komposit Kulit Jeruk dengan Karbon Aktif Kulit Salak Sebagai Adsorben Zat Warna *Methyl Violet*” dimana karbon aktif kulit salak dan kulit jeruk digabungkan sebagai komposit yang akan digunakan sebagai adsorben zat warna *methyl violet* sebagai salah satu zat warna yang digunakan dalam berbagai industri dan bersifat stabil di lingkungan sehingga tidak mudah terdegradasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana sintesis dan karakterisasi komposit karbon aktif kulit salak-kulit jeruk?
2. Bagaimana pengaruh komposit karbon aktif kulit salak-kulit jeruk terhadap adsorpsi zat warna *methyl violet*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui sintesis dan karakterisasi komposit karbon aktif kulit salak-kulit jeruk.
2. Mengetahui pengaruh komposit karbon aktif kulit salak-kulit jeruk terhadap adsorpsi zat warna *methyl violet*.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan alternatif lain terhadap cara penanggulangan limbah zat warna *methyl violet* menggunakan komposit yang terbuat dari bahan alam yaitu kulit salak pondoh yang dijadikan karbon aktif dan kulit jeruk.
2. Meningkatkan wawasan tentang pengolahan limbah zat warna *methyl violet* menggunakan komposit karbon aktif kulit salak-kulit jeruk.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Belakangan ini industri tekstil berkembang seiring dengan pertumbuhan penduduk yang pesat (Sulaksono dkk., 2015). Komponen utama yang berkontribusi terhadap buruknya kualitas air dari limbah industri tekstil adalah adanya zat warna dalam berbagai jenis senyawa kimia dengan konsentrasi bervariasi, beberapa jenis zat warna berifat racun dan memiliki dampak karsinogenik dan *mutagenic* terhadap perairan dan manusia (Couto, 2009).

Pada industri tekstil zat warna digunakan dalam proses pewarnaan kain dan benang. Pengolahan limbah zat warna tekstil perlu dilakukan sebelum dibuang ke perairan, sebab kandungan zat warna yang tinggi akan mengganggu transmisi cahaya serta penurunan kadar oksigen terlarut dalam air, pH menjadi asam dan mengganggu perairan (Bachrun dkk., 2014). Limbah zat warna dapat mencemari lingkungan dan terakumulasi dalam waktu yang lama (Gonowala, 2014).

USEPA (Environmental Protection Agency) mengklasifikasikan limbah tekstil menjadi empat kelompok, limbah yang dapat didispersi, sulit diolah, bervolume tinggi serta berbahaya dan beracun. Pembuangan limbah cair tekstil ini menyebabkan masalah signifikan, seperti meningkatkan toksisitas dan COD dari limbah, mengurangi penetrasi cahaya yang merugikan fotosintesis. Oleh karena itu, penyisihan limbah tekstil penting bagi lingkungan (Arami dkk., 2005). Effluen dari proses pewarnaan dan proses akhir industri tekstil diketahui mengandung jenis warna yang tinggi, jumlah surfaktan yang tinggi, padatan terlarut, dan kemungkinan logam berat yang berbahaya seperti Cr, Ni, dan Cu (Nemr dkk., 2009).

Kulit salak merupakan limbah dari buah salak yang belum dimanfaatkan oleh masyarakat, sedangkan kandungan selulosanya memiliki potensi sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif melalui proses karbonisasi dan aktivasi (Anugrahwati dkk., 2019).

Kulit salak mengandung selulosa yang memiliki kemampuan sebagai adsorben, sehingga dapat berikatan dengan adsorbat karena adanya gugus OH

pada struktur kimia selulosa (Shinta dan indah, 2012). Selulosa dan senyawa aktif yang terdapat pada kulit dan biji salak dapat dijadikan bioadsorben yang memiliki kemampuan untuk mengadsorpsi logam berat dan zat warna. Selulosa pada tanaman merupakan karbohidrat dengan berat molekul 2000-3000 glukosa, terbentuk dari polisakarida yang terdiri 1,4-poli-glukosa (Aji dan Kurniawan, 2012).

Beberapa penelitian terkait tentang pembuatan karbon aktif dari kulit salak telah dilakukan menggunakan agen aktivasi yang umum digunakan seperti KOH, $ZnCl_2$, K_2CO_3 , dan H_3PO_4 . Diantara aktivator tersebut, KOH memberikan hasil yang terbaik (Vincent dkk., 2015). Senyawa KOH sebagai aktivator memiliki kelebihan diantaranya menghasilkan karbon aktif dengan pori-pori yang didominasi dengan ukuran mikropori, dimana mesopori dan mikropori merupakan ukuran adsorben yang efektif untuk proses adsorpsi. Aktivasi dengan KOH juga menghasilkan tar sebagai produk samping yang lebih sedikit (Marsh dkk., 2006). Berdasarkan hal tersebut pada penelitian ini digunakan aktivator KOH untuk aktivasi karbon aktif dari kulit salak.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Vincent dkk., (2015) karbon aktif kulit salak yang diaktivasi menggunakan larutan KOH, pernah diuji untuk mengadsorpsi zat warna metilen biru dan memberikan adsorpsi maksimum 674 mg/g. Dimana kapasitas adsorpsi karbon aktif kulit salak yang cukup tinggi untuk menyerap zat warna metilen biru diharapkan memberikan hasil yang serupa untuk *methyl violet*.

Berdasarkan penelitian Rika (2018) yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kulit salak dapat diubah menjadi karbon aktif melalui serangkaian proses karbonisasi dan aktivasi yang menggunakan KOH. Hasil karakterisasi karbon aktif yang dihasilkan dengan FTIR menunjukkan adanya gugus O-H, C=O, C-O, dan C=C

Penelitian yang dilakukan Turmuzi dkk., (2015) yang bertujuan mengetahui pengaruh temperatur dalam pembuatan karbon aktif dengan aktivasi kimia $ZnCl_2$ dari kulit salak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai iodin meningkat dan yield menurun seiring meningkatnya temperatur aktivasi. Nilai

iodine yield tertinggi diperoleh pada temperatur aktivasi 600 °C dan 400 °C yaitu 694 mg/g dan 30, 39%.

Komposit merupakan suatu material yang dibuat dengan penggabungan dua macam bahan yang mempunyai sifat berbeda menjadi satu material baru dengan sifat berbeda (Krishna, 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Sugesti (2018) yang membuat dan mengkarakterisasi komposit ZnO dari karbon aktif tempurung kelapa sawit teraktivasi $ZnCl_2$ menggunakan metode hidrotermal untuk penjerapan fenol, dimana komposit dapat dibuat dengan mencampurkan karbon aktif dan ZnO dengan perbandingan 10:1 dimasukkan ke dalam reaktor hidrotermal, Penggabungan adsorben arang aktif dengan biokomposit akan menghasilkan bahan komposit baru yang mempunyai sifat adsorpsi (Reknosari dkk., 2020).

Jeruk merupakan buah yang banyak digemari oleh masyarakat dan memiliki banyak manfaat bagi kesehatan, kecantikan, dan kebutuhan industri. Begitu pula dengan kulit jeruk. Kulit jeruk mengandung berbagai zat, yang paling dominan adalah minyak atsiri dan pektin (Friatna dkk., 2011).

Kulit jeruk mengandung pektin sebesar 15-25% (Regiandira, 2015). Pektin merupakan polimer adsorpsi yang ada pada kulit buah. Pektin dapat membentuk gel bila dicampur dengan gula pada suhu tinggi dan juga kulit jeruk mengandung selulosa, hemiselulosa, lignin, zat warna klorofil, dan hidrokarbon dengan berat molekul rendah lainnya. Komponen ini mengandung berbagai kelompok fungsional seperti karboksil dan hidroksil yang membuat kulit jeruk menjadi bahan adsorben potensial untuk menghilangkan berbagai senyawa ionik dari larutan encer (Ahmed, 2012).

Pada penelitian Asriningtyas dan Dhon (2014). Salah satu upaya peningkatan nilai ekonomis limbah kulit jeruk dapat dilakukan dengan mengolahnya menjadi karbon aktif. Karbon aktif kulit jeruk diaktivasi dengan H_3PO_4 dengan rasio massa aktivator : massa karbon 1 : 1 pada temperatur 600 °C selama 1 jam, kulit jeruk kemudian dicuci dengan aquades dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 150 °C selama 6 jam. Setelah itu dilakukan uji bilangan iodin terhadap sampel penelitian adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant*

Blue oleh karbon aktif kulit jeruk dilakukan dengan variasi waktu kontak dan massa karbon aktif untuk mencari kondisi adsorpsi optimum. Hasil penelitian pada kondisi optimum adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant Blue* oleh karbon aktif pada kulit jeruk pada waktu kontak 30 menit dengan massa karbon aktif 1 gram. Karbon aktif dari kulit jeruk memiliki karbon aktif sebesar 529,17 mg/g berdasarkan daya serapnya terhadap larutan iodin.

Penelitian yang dilakukan oleh Rahmania dkk., (2016) kulit jeruk dijadikan karbon aktif dan diaktivasi menggunakan natrium hidroksida dengan variasi konsentrasi 2,5; 5,0; dan 7,5%. Dari hasil karakterisasi didapat bahwa karbon aktif kulit jeruk yang diaktivasi dengan konsentrasi natrium hidroksida 7,5% memiliki karakteristik terbaik meliputi kandungan air 1,2%, kandungan abu 3,96%, adsorpsi terhadap iodium 659,7703 mg/g dan luas permukaan 39,125 m²/g.

Penggunaan kulit jeruk sebagai adsorben merupakan alternatif yang baik karena efektif, efisien, tidak beracun, dan mudah didapatkan (Abdurahman dkk., 2013). Disamping itu, komponen kulit jeruk secara luas digunakan sebagai adsorben untuk menyerap gas (CO₂) (Mahdi, 2014) dan ion Ni (II) dari larutan encer (Serin dan Selen, 2012). Kulit jeruk juga mengandung 1,72% potassium oksida (K₂O), 1.31% kalsium oksida (CaO) dan senyawa kecil lainnya. Berdasarkan karakterisasinya, kulit jeruk digunakan dalam pengolahan air limbah yang tidak hanya ekonomis, tetapi juga dapat mengatasi masalah pembuangan limbah padat dan pengolahan limbah cair dengan karbonisasi (Namr dkk., 2009).

Berdasarkan penelitian El-Said dkk (2013) adsorpsi yang digunakan menggunakan karbon aktif kulit jeruk mengikuti model isotherm adsorpsi Temkin dan model kinetika adsorpsi *pseudo* orde dua, dengan difusi yang berpengaruh pada mekanisme adsorpsi adalah *intraparticle diffusion* dan *surface diffusion*.

Syamdeni (2019) telah melakukan penelitian tentang komposit selulosa ampas tebu-zeolit sebagai adsorben zat warna metilen biru. Pada hasil adsorpsi metilen biru terlihat adanya pengaruh variasi massa komposit, yang mana didapatkan massa optimum 0,1 g dengan nilai daya serap sebesar 0,9875 mg/g dan

efisiensi serapan sebesar 98,75%. Dari hasil tersebut pada massa 0,1 g mampu menurunkan konsentrasi metilen biru dari 10 ppm menjadi 0,1249 ppm.

Penelitian yang dilakukan oleh Lanjar dkk., (2018) tentang karbon aktif dibuat dari limbah daun nanas dengan activator $ZnCl_2$ dan pemanasan gelombang mikro yang digunakan untuk menjerap *methyl violet* di larutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif dari limbah daun nanas yang teraktivasi $ZnCl_2$ menghasilkan pori yang lebih besar dibandingkan dengan karbon tanpa aktivasi serta memiliki gugus fungsi yang dapat menjerap *methyl violet*. Kondisi optimum untuk adsorpsi adalah ph 5, waktu kontak 90 menit, dan konsentrasi awal 500 mg/L. model yang sesuai yaitu menggunakan model isotherm Freundlich. Penggabungan karbon aktif kulit salak dengan kulit jeruk pada massa optimum dijadikan komposit dan diharapkan dapat menyerap zat warna *methyl violet* secara optimum.

BAB III

DASAR TEORI

3.1 Komposit

Komposit dapat didefinisikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, komposisi kimianya, dan tidak saling melarutkan antara materialnya dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya (Maryanti dkk., 2011). Material komposit tersusun atas dua tipe material penyusun yakni matriks dan *fiber (reinforcement)*. Keduanya memiliki fungsi yang berbeda, *fiber* berfungsi sebagai material rangka yang Menyusun komposit, sedangkan matriks berfungsi untuk merekatkan *fiber* dan menjaganya agar tidak berubah posisi. Campuran keduanya akan menghasilkan material yang keras, kuat, tetapi ringan (Suherna dkk., 2021).

3.2 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan karbon amorf yang luas permukaannya berkisar antara 300–3500 m²/g (Pambayun dkk., 2013). Karbon aktif dapat diperoleh dari bahan anorganik maupun organik yang mengandung karbon seperti batubara, lignin, bahan lignoselulosa, polimer sintesis, dan limbah karbon (Rizhikovs dkk., 2012). Karbon aktif merupakan padatan berpori yang mengandung 85%-95% karbon (Idrus dkk., 2013). Karena strukturnya yang berpori inilah, karbon aktif banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti adsorben zat warna (Bouguettoucha dkk., 2016; Doke dkk., 2016).

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya absorbansinya dengan melakukan proses karbonisasi dan aktivasi (Fauziah, N, 2009). Proses karbonisasi merupakan proses untuk memecah bahan organik menjadi sebuah karbon tanpa udara yang terjadi pada suhu 400–900°C (Setiawati dan Suroto, 2010; Haniffudin dan Diah, 2013). Proses tersebut bertujuan untuk menguapkan zat – zat volatil sehingga dapat membuka pori-pori permukaan karbon aktif (Murtono, 2017). Sedangkan Aktivasi merupakan proses pengubahan karbon dari daya serap rendah menjadi karbon yang mempunyai daya serap tinggi (idrus dkk., 2013). Tujuan proses aktivasi adalah untuk menambah atau

memperbesar diameter volume pori karbon dan mengembangkan volume yang terserap dalam pori serta untuk membuka pori-pori baru (Prabarini dan okayadna, 2014).

Proses aktivasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu aktivasi secara fisika dan kimia. Aktivasi secara fisika dilakukan dengan pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan suhu yang tinggi yaitu 800°C–900°C biasanya menggunakan bantuan gas N₂, CO₂, dan uap air (Tawalbeh, 2005), sedangkan aktivasi kimia dilakukan dengan cara mencampur material karbon dengan bahan – bahan kimia atau reagen pengaktifan yang selanjutnya campuran dikeringkan dan dipanaskan (Shofa, 2012). Beberapa reagen aktivasi kimia yang umum digunakan adalah H₃PO₄, KOH, dan ZnCl₂. Penggunaan masing – masing reagen aktivasi dalam sintesis karbon aktif memiliki mekanisme aktivasi yang berbeda, dengan karakteristik karbon aktif yang dihasilkan berbeda pula (Hans Kristianto, 2017).

3.3 Kulit Salak

Salak (*Salacca edulis Reinw*) berasal dari Asia Tenggara. Salak (*Salacca edulis Reinw*) merupakan salah satu jenis buah asli Indonesia yang banyak digemari oleh masyarakat karena rasanya yang manis, renyah, dan memiliki kandungan gizi yang tinggi (Riau Wansyah, Itnawita, 2016) Buah salak terdiri dari tiga bagian, yaitu kulit buah, daging buah, dan biji. Salak merupakan tumbuhan yang dapat tumbuh di hutan primer basah dan di rawa-rawa (Fitriya dkk., 2000).

Salak termasuk dalam tumbuhan *Angiospermae* yaitu tumbuhan berbiji tertutup. Tumbuhan biji tertutup adalah tumbuhan yang memiliki biji dimana struktur dinding selnya yang kaku dan tersusun dari senyawa selulosa (Gersang dkk., 2015).

Salak memiliki bentuk yang menyerupai telur, kulit buahnya yang berwarna coklat dan ditutupi dengan sisik yang teratur, memberikan penampilan kulit reptil. Setelah dikupas, kulitnya menjadi limbah yang mengandung unsur karbon sehingga berpotensi menjadi karbon aktif (Farhana, 2012). Tetapi, limbah padat dari buah salak masih belum banyak diolah menjadi produk yang bermanfaat oleh masyarakat sekitar (Chaiyut, 2013). Kulit salak mengandung air, karbohidrat, mineral dan protein (Turmuzi dkk., 2015). Kulit salak yang masih

segar mengandung kadar air sebesar 74,67%, mengandung karbohidrat sebesar 3,8%, dan memiliki kandungan protein sebesar 0,565% (Rahmadini, 2016).



Gambar 1. Kulit Salak (Nafisah, 2020)

3.4 Kulit Jeruk

Kulit jeruk merupakan salah satu limbah yang banyak ditemukan di Indonesia baik dari industri minuman ataupun pasar umum. Pada tahun 2013 jumlah kulit jeruk di Indonesia mencapai 309,678 ton tiap tahunnya (Aliefman dkk., 2020). Lapisan kulit jeruk memiliki ketebalan 1,8 mm hingga 6,2 mm tergantung jenis buah jeruk itu sendiri atau bisa dikatakan 30-35% bagian kulit buah jeruk dari keseluruhan jeruk (Izquierdo dan Sendra, 2003). Kulit jeruk yang selama ini hanya menjadi limbah, dapat diolah untuk mendapatkan kandungan senyawa metabolit sekundernya. Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada kulit jeruk dengan konsentrasi paling tinggi (Okwu, 2008). Flavonoid merupakan salah satu zat metabolit sekunder yang terdapat pada kulit jeruk yang berperan sebagai antioksidan, penghambat enzim tyrosinase, dan bekerja pada bagian akhir dari jalur oksidatif melanogenesis (Siti dkk., 2017).

Kulit jeruk pada dasarnya terdiri dari selulosa, pektin, hemiselulosa, lignin, zat warna klorofil dan hidrokarbon dengan berat molekul rendah lainnya (Munagapati dan Dong-Su, 2016). Adanya kandungan senyawa organik inilah yang membuat kulit jeruk sebagai biomaterial yang berpotensi untuk dijadikan sebagai adsorben alternatif dengan biaya yang murah. Selain itu, komponen-komponen ini memiliki gugus fungsi yang berbeda, seperti golongan karboksil dan hidroksil yang membuat kulit jeruk menjadi material yang berpotensi sebagai adsorben untuk menyerap ion logam dan larutan berair (Doulati Arrdejani dkk.,

2007). Penggunaan kulit jeruk sebagai adsorben merupakan alternatif yang baik karena efektif, efisien, tidak beracun, dan mudah didapatkan (Abdurahman dkk., 2013).

Berdasarkan karakterisasinya, kulit jeruk digunakan dalam pengolahan air limbah yang tidak hanya ekonomis, tetapi juga dapat mengatasi masalah pembuangan limbah padat dan pengolahan limbah cair dengan karbonisasi (Nemr dkk., 2009). Kulit jeruk mengandung selulosa yang cukup tinggi, kandungan selulosa ini memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai karbon aktif alam menyerap zat warna.



Gambar 2. Kulit Jeruk

3.5 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan atom, ion, atau molekul dalam larutan pada suatu permukaan zat penyerap. Proses ini terjadi pada permukaan dua fase yaitu antara fase gas-padat atau cair-padat. Zat yang diserap disebut adsorbat, sedangkan zat yang menyerap disebut adsorben. Adsorbat adalah substansi yang terjerap atau substansi yang akan dipisahkan dari pelarutnya, sedangkan adsorben merupakan suatu media penyerap yang dalam hal ini berupa senyawa karbon. Proses adsorpsi biasanya dilakukan untuk mengurangi senyawa organik yang terdapat limbah cair, sehingga limbah cair dapat dimurnikan. Proses adsorpsi terjadi karena adanya luas permukaan, makin luas permukaan adsorben yang disediakan maka makin molekul yang diserap (Shoni, 2013). Adsorpsi adalah metode yang paling umum dipakai karena memiliki konsep yang lebih sederhana dan ekonomis (Ningsih dkk., 2016). Keunggulan metode ini adalah tidak terbentuk lumpur, zat warna dapat

dihilangkan dengan baik dan adsorben yang telah digunakan dapat diregenerasi sehingga dapat digunakan kembali untuk proses pengolahan limbah (Astuti dkk., 2015). Faktor – faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah konsentrasi adsorbat, pH, waktu, dan suhu (Priyantha dkk., 2015).

Adsorpsi terbagi atas dua jenis yaitu adsorpsi fisika dan kimia. Perbedaannya terletak pada proses laju reaksi yang terjadi di permukaan adsorben dan energi aktivasinya (Nurlaili, dkk., 2017).

Dalam adsorpsi fisika, molekul–molekul teradsorpsi pada permukaan adsorben dengan ikatan yang lemah (ikatan *Van Der Waals*). Adsorpsi itu bersifat *reversible*, sehingga molekul – molekul yang teradsorpsi mudah dilepaskan kembali dengan cara menurunkan tekanan gas atau konsentrasi zat terlarut, panas adsorpsi fisika berkisar 10 kJ/mol. Adsorpsi fisika umumnya terjadi pada temperatur yang rendah dan jumlah zat yang teradsorosi akan semakin kecil dengan naiknya suhu. Demikian juga kondisi kesetimbangan tercapai segera setelah adsorben bersentuhan dengan adsorbat. Hal ini dikarenakan dalam fisika tidak melibatkan energi aktivasi.

Pada adsorpsi kimia terjadi pemutusan dan pembentukan ikatan. Oleh karena itu, panas adsorpsinya mempunyai kisaran yang sama seperti reaksi kimia, yaitu berkisar 100 kJ/mol, ikatan antara adsorben dengan adsorbat dapat cukup kuat sehingga spesies aslinya tidak dapat ditemukan kembali.

3.6. Kinetika Adsorpsi

Dalam proses adsorpsi untuk mengetahui tingkat kecepatan penyerapan adsorben terhadap adsorbatnya dapat ditentukan melalui kinetika adsorpsi. Kinetika adsorpsi merupakan proses penyerapan suatu zat (adsorbat) oleh adsorben dalam fungsi waktu sehingga kinetika adsorpsi memiliki persamaan untuk menentukan konstanta laju dari adsorpsi yaitu *pseudo* orde satu dan *pseudo* orde dua (Tan dan Hameed, 2017).

1. *Pseudo* Orde Satu

Pseudo orde satu didasarkan pada daya serap adsorben terhadap adsorbat dengan mengasumsikan bahwa konsentrasi adsorbat berlebih jika dibandingkan

dengan situs aktif pada permukaan adsorben. Secara umum, persamaan orde satu dinyatakan sebagai berikut (Tan dan Hameed, 2017).

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1(q_e - q_t)$$

$$\ln = (q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t$$

Dimana q_e adalah jumlah zat yang teradsorpsi pada saat kesetimbangan (mg/g), q_t adalah jumlah zat yang teradsorpsi pada waktu tertentu (mg/g), t adalah waktu (t), dan k adalah konstanta laju *pseudo* orde satu. Dengan data $\ln(q_e - q_t)$ dan t diplotkan pada grafik, maka dapat diperoleh nilai kinetika adsorpsi orde satu, dengan q_e adalah *intercept* dan k_t adalah slope (Darmansyah dkk., 2016).

2. *Pseudo* Orde Dua

Pseudo orde dua menjelaskan tentang dinamika proses adsorpsi dengan mengasumsikan bahwa penentu laju reaksi adalah proses penyerapan kimia yang meliputi pertukaran elektron antara adsorben dan adsorbat (Fransina dan Tanasale, 2007). Secara umum, persamaan orde dua dinyatakan sebagai berikut.

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e}$$

Dengan q_e adalah jumlah zat yang teradsorpsi pada saat kesetimbangan (mg/g), q_t adalah jumlah zat yang teradsorpsi pada waktu t (mg/g), dan k adalah konstanta laju *pseudo* orde dua. Nilai q_e dan k_2 dapat dihitung dari plot hubungan t vs t/q_t (Darmansyah dkk., 2016).

3.7 Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi merupakan hubungan kesetimbangan antara konsentrasi pada fase cair dan konsentrasi pada partikel adsorben pada suhu tertentu (LaGrega dkk., 2001). Tipe isotherm adsorpsi dapat digunakan untuk mempelajari mekanisme adsorpsi. Adsorpsi fase cair-padat pada umumnya menganut tipe isotherm Freundlich dan Langmuir (Aprliani, 2010).

1. Isoterm Langmuir

Pada tahun 1918, Langmuir menurunkan teori isotherm adsorpsi dengan menggunakan model sederhana berupa padatan yang mengadsorpsi gas pada permukaannya. Model ini mendefinisikan bahwa kapasitas adsorpsi maksimum

terjadi akibat adanya lapisan tunggal (*monolayer*) adsorbat di permukaan adsorben (Mulyana, L dkk., 2003).

Tipe isotherm Langmuir merupakan proses adsorpsi yang berlangsung secara kimisorpsi satu lapisan. Kimisorpsi adalah adsorpsi yang terjadi melalui ikatan kimia yang sangat kuat antara sisi aktif permukaan dengan molekul adsorbat dan dipengaruhi oleh densitas elektron (Handayani dkk., 2009). Asumsi yang digunakan pada persamaan Langmuir yaitu permukaan adsorbat homogen, artinya afinitas setiap kedudukan ikatan untuk molekul gas sama. Adsorbat yang terjerap membentuk lapisan tunggal (*monolayer*). Tidak adanya interaksi antar molekul yang terjerap, dan molekul yang terjerap pada permukaan adsorben tidak berpindah-pindah.

Persamaan isotherm adsorpsi Langmuir (Zahroh, 2010) sebagai berikut:

$$Q = \frac{b \cdot K \cdot C_e \cdot e}{1 + K \cdot C_e}$$

Persamaan di atas dapat di turunkan secara linier menjadi:

$$\frac{C_e}{Q} = \frac{1}{Kb} + \frac{1}{b} C_e$$

Keterangan:

C_e = Konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi (mg/L)

Q = Jumlah adsorbat teradsorpsi per bobot adsorben (mg/g)

K = konstanta kesetimbangan adsorpsi (L/mg)

b = Kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben (mg/g)

2. Isotherm Freundlich

Pendekatan isotherm adsorpsi yang umum digunakan dijelaskan oleh Freundlich. Menurut Freundlich, jika y adalah berat zat terlarut per gram adsorben dan c adalah konsentrasi zat terlarut dalam larutan. Dari konsep tersebut dapat diturunkan persamaan sebagai berikut: (Rahmalia dkk., 2009)

$$Q = k \cdot C_e^{\frac{1}{n}}$$

Persamaan di atas dapat diubah ke dalam bentuk linier yaitu dengan cara mengubah bentuk logaritmanya:

$$\text{Log } Q = \text{Log } k + \frac{1}{n} \text{Log } C_e$$

Keterangan:

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

k = konstanta adsorpsi Freundlich

n = konstanta empiris

Q = jumlah adsorbat teradsorpsi per bobot adsorben (mg/g)

Kemudian k dan n adalah konstanta adsorpsi yang nilainya bergantung pada jenis adsorben dan suhu adsorpsi. Bila dibuat kurva $\log x/m$ terhadap $\log C$ akan diperoleh persamaan linear dengan intersep $\log k$ dan kemiringan $1/n$, sehingga nilai k dan n dapat dihitung.

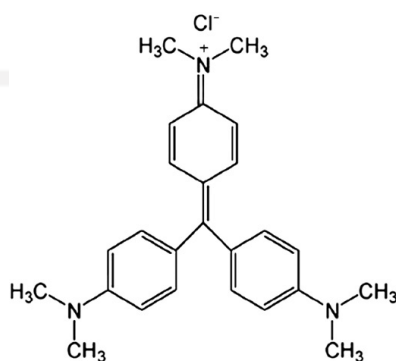
Isotherm Freundlich menganggap bahwa pada semua sisi permukaan adsorben akan terjadi proses adsorpsi di bawah kondisi yang diberikan. Isotherm Freundlich tidak mampu memperkirakan adanya sisi-sisi pada permukaan yang mampu mencegah adsorpsi pada saat kesetimbangan tercapai dan hanya ada beberapa sisi aktif saja yang mampu mengadsorpsi molekul terlarut (Jason, 2004).

3.8 *Methyl Violet*

Methyl violet merupakan salah satu zat warna dari golongan trifenilmetana yang paling banyak digunakan khususnya pada industri tekstil. *Methyl violet* memiliki sifat persisten, sulit dibiodegradasi dan mengandung senyawa anilin yang bersifat toksik, mutagenic, dan karsinogenik sehingga perlu dilakukan penanganan yang serius jika zat tersebut menjadi limbah (Hardeli dkk., 2014). Kandungan *methyl violet* yang tinggi di perairan juga dapat mengurangi intensitas cahaya yang masuk ke wilayah perairan (Rahchamani dkk., 2011).

Methyl violet larut dalam air, etanol glikol, dietilena glikol, dan propilen. *Methyl violet* termasuk dalam golongan zat warna kation dengan rumus molekul $C_{24}H_{28}N_3Cl$ dan mempunyai berat molekul 393,96 gram/mol. *Methyl violet* mempunyai diameter 110 Å dan mempunyai kromofor pada kationnya sehingga dikelompokkan pada zat warna basa (Ozacar dan Sengil, 2006). Nama kimia dari *methyl violet* adalah pentametil p-rosanilia hidroklorida. Selain digunakan sebagai

pewarna pada pencelupan, *methyl violet* dapat digunakan sebagai indikator pH suatu zat. *Methyl violet* dalam larutan asam berwarna kuning yang berubah menjadi hijau-biru pada pH 0-1,8 dan di atas pH 1,8 akan berwarna ungu (Svehla, 1990).



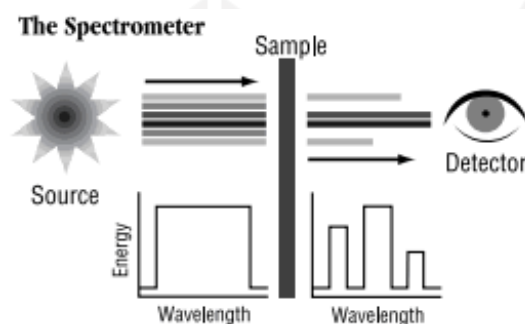
Gambar 3. Struktur *Methyl Violet*.

3.9 Fourier Transform Infrared (FTIR)

Fourier Transform Infra-Red (FT-IR) merupakan salah satu instrumen yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi adalah spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya (Anam dkk., 2007). Spektroskopi inframerah berguna untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks, spektrum yang kompleks dikarenakan terdiri dari banyak puncak yang menandakan adanya gugus fungsi yang ditandai dengan bilangan gelombang (Chusnul, 2011).

FT-IR merupakan salah satu teknik spektroskopi optik yang secara efektif dapat memberikan informasi tentang komposisi kimia bahan pada tingkat molekular. FT-IR berfungsi untuk mengetahui spektrum vibrasi molekul dan manfaatnya untuk mengetahui struktur senyawa kimia (Beasley dkk., 2014). FTIR juga digunakan untuk menganalisa senyawa organik dan anorganik serta analisa kualitatif dan analisa kuantitatif dengan melihat adsorpsi senyawa pada Panjang gelombang tertentu (Mujiyanti, 2010). Keunggulan FT-IR yaitu alat ini merupakan teknologi pencitraan yang cepat dan sampel yang akan dianalisis tidak memerlukan tambahan pewarna (Wibisono, 2017).

Prinsip kerja FTIR yaitu untuk mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah yang dilakukan terhadap senyawa tersebut. Pola absorbansi yang diserap oleh tiap-tiap senyawa berbeda-beda sehingga senyawa-senyawa dapat dibedakan dan dikuantifikasikan (Sankari dkk., 2010). Prinsip kerja FT-IR berupa infrared yang melewati celah ke sampel, yang akan mengontrol jumlah energi yang disampaikan ke sampel. Kemudian *infrared* diserap oleh sampel dan yang lainnya ditransmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar infrared lolos ke detector dan sinyal yang terukur kemudian dikirim ke komputer (Thermo, 2001).



Gambar 4. Skema prinsip kerja FTIR

Keuntungan dari penggunaan Spektrofotometer FTIR yaitu tidak menyebabkan kerusakan pada sampel yang dianalisis, dapat menganalisa senyawa organik ataupun anorganik pada berbagai bentuk fisik (padat, cair, dan gas), serta memiliki referensi standar untuk berbagai senyawa kimia yang telah diterbitkan diseluruh dunia sehingga dapat dijadikan rujukan dalam menganalisa spektrum (Uddin, 2012).

3.10 Gas Sorption Analyzer (GSA)

Gas Sorption Analyzer (GSA) merupakan instrumen yang digunakan untuk melakukan analisis karakterisasi bahan dengan melakukan pengukuran secara fisik terhadap suatu material yaitu, luas permukaan, volume pori, jari – jari pori, dan distribusi pori. Proses pengukuran bertujuan untuk mengkarakterisasi suatu bahan material (Sudarlin, 2012).

Prinsip kerja alat ini menggunakan mekanisme adsorpsi gas terhadap permukaan suatu bahan padat pada berbagai tekanan serta suhu yang konstan

(isoterm). Biasanya gas yang digunakan pada GSA adalah helium untuk mikropori (< 2 nm), nitrogen untuk mesopore (2–5nm), atau argon untuk makropori (> 5 nm) (Adamson dkk., 1967).

GSA digunakan untuk mengukur volume gas yang diserap oleh pori/permukaan pada suatu padatan saat kondisi isoterm. Volume gas yang didapatkan pada berbagai tekanan tersebut diplot pada grafik volume gas (V) vs tekanan relative (P/Po) (Thommes dkk., 2015).

Data yang diperoleh kemudian dengan berbagai pilihan metode dan model perhitungan yang kemudian dikembangkan untuk dapat mengetahui menjadi data untuk luas permukaan, volume pori, jari – jari pori. Pada proses pengembangan perhitungan mengenai luas permukaan dapat menggunakan teori BET, Langmuir, t-plot dan lainnya.

Metode BET (Braunauer-Emmet_Teller) dapat digunakan setelah uji pada suatu padatan dengan menggunakan alat GSA (Gas Sorption Analyzer). Prinsip metode ini adalah menghitung jumlah gas yang teradsorpsi pada permukaan bahan yang akan dikarakterisasi. Gas yang biasa digunakan pada metode ini adalah nitrogen, argon, dan helium. Digunakan metode BET dengan persamaan berikut:

$$\frac{1}{W\left(\left(\frac{P}{P_0}\right) - 1\right)} = \frac{1}{W_m C} + \frac{C - 1}{W_m C} \left(\frac{P}{P_0}\right)$$

W merupakan berat dari gas yang teradsorpsi pada tekanan relatif, dan Wm merupakan berat adsorbat yang membentuk lapisan tunggal yang menutupi permukaan adsorben. Sementara nilai C dalam persamaan konstan dan sangat tergantung pada besarnya jumlah energi yang teradsorpsi pada lapisan pertama yang terserap dan secara konsisten nilai C menunjukkan gaya tarik menarik akibat interaksi antara adsorben dan adsorbat (Wang, 2010).

3.11 Spektrofotometer *UV-Visible* (UV-Vis)

Spektrofotometer UV-Vis adalah pengukuran panjang gelombang dan intensitas sinar ultraviolet dan cahaya tampak yang diabsorpsi oleh sampel. Sinar ultraviolet berada pada Panjang gelombang 200-400 nm sedangkan sinar tampak berada pada Panjang gelombang 400-800 nm (Dachriyanus, 2017).

Spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif suatu zat kimia (Khopkar, 2002). Spektrofotometer UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan dengan kualitatif, karena pengukuran Panjang gelombang dan absorbansi analit menggunakan alat Spektrofotometer yang melibatkan elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis (Day dan Underwood, 2002).

Spektrofotometer UV-Vis terdapat dua jenis yaitu spektrofotometer *single beam* dan *double beam*. Pada Spektrofotometer *double beam* pengukuran dilakukan secara bersamaan antara kuvet yang berisi larutan contoh atau standar dan kuvet yang berisi blanko dalam satu ruang sehingga pembacaan serapan zat tidak dipengaruhi oleh perubahan tegangan listrik karena blanko dan zat diukur pada saat yang bersamaan (Warono dan Syamsudin, 2013).

Prinsip kerja Spektrofotometer UV-Vis yaitu apabila cahaya monokromatik melalui suatu media (larutan), maka sebagian cahaya tersebut diserap (I), sebagian dipantulkan (Ir), dan sebagian dipancarkan (It), dalam analisis ini aplikasi dilaksanakan dengan cara komparatif menggunakan kurva kalibrasi dari hubungan konsentrasi deret larutan alat untuk Analisa suatu unsur yang berkadar rendah baik secara kuantitatif maupun kualitatif, pada penentuan secara kualitatif berdasarkan puncak-puncak yang dihasilkan spektrum dari suatu unsur tertentu pada panjang gelombang tertentu, sedangkan penentuan secara kuantitatif berdasarkan nilai absorbansi yang dihasilkan dari spektrum dengan adanya senyawa pengompleks sesuai unsur yang dianalisisnya (Syamsul dan Yanlinastutu, 2016). Adapun yang melandasi pengukuran Spektrofotometer ini dalam penggunaannya adalah hukum Lambert-Beer yaitu bila suatu cahaya monokromatis dilewatkan melalui suatu media yang transparan, maka intensitas cahaya yang ditransmisikan sebanding dengan dengan tebal dan kepekaan media larutan yang digunakan berdasarkan persamaan berikut:

$$A = \log \frac{I_0}{I} = a \cdot b \cdot c = \epsilon \cdot b \cdot c$$

Dimana A = Absorbansi, I_0 merupakan intensitas cahaya datang dan I adalah intensitas cahaya setelah melewati sampel, a = tetapan absorptivitas molar

(jika konsentrasi larutan yang diukur dalam ppm), b tebal larutan (tebal kuvet diperhitungkan juga umumnya 1 cm), c = konsentrasi larutan yang diukur, dan ϵ = tetapan absorptivitas molar (jika konsentrasi larutan yang diukur dalam molar) (Agustina dkk., 2020).

Dalam hukum Lambert-Beer tersebut ada beberapa pembatasan yaitu:

- a. Sinar yang dilewatkan harus dianggap monokromatis
- b. Penyerapan dilakukan dalam volume yang memiliki ketebalan yang sama
- c. Zat kimia yang menyerap tidak tergantung pada zat yang lain dalam larutan tersebut
- d. Tidak boleh ada fluoresensi atau fosforisensi
- e. Konsentrasi larutan mempengaruhi indeks bias (Iskandar, 2017).

Suatu senyawa dapat dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis jika memenuhi beberapa syarat, yaitu berbentuk larutan, memiliki gugus kromofor yang merupakan gugus pembawa warna, serta memiliki ikatan rangkap terkonjugasi (Warono dan Syamsudin, 2013).

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Alat dan Bahan

4.1.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, neraca analitik, cawan porselin, pengaduk kaca, blender, spatula, kaca arloji, pipet tetes, pipet ukur 1, 5, dan 25 mL. Erlenmayer 100 dan 250 mL, labu ukur 25, 100 dan 250 mL, gelas beker 100, 250, dan 250 mL, alu dan mortar, *magnetic stirrer*, *furnace* (Vulcan A-550), *shaker* (Selogex SK-O330-pro), *Fourier Transform Infrared* (FTIR) (Perkin Elmer Spectrum Version 10.5.1), Spektrofotometer UV-Vis (Hitachi uh5300), *X-Ray Diffraction Gas Sorption Analyzer* (GSA) (Quantachrom novatouch LX-4), dan kuvet.

4.1.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi kulit salak pondok yang didapat di daerah Turi, kulit jeruk yang didapat dari pedagang buah daerah sekitar Universitas Islam Indonesia, *Methyl violet*, potassium hidroksida (KOH) 20% (KgaA), asam klorida (HCL) 1M (KgaA), Aseton (CH_3COCH_3) 90 %, akuades (H_2O), kertas saring, dan tisu.

4.2. Cara Kerja

4.2.1. Preparasi Kulit Jeruk

Kulit Jeruk dicuci dengan air sampai bersih, kemudian dijemur dibawah sinar matahari hingga kulit jeruk kering, setelah itu kulit jeruk dipotong kecil-kecil, kemudian diblender hingga menjadi serbuk, selanjutnya serbuk kulit jeruk diayak menggunakan ayakan 100 mesh agar dapat memiliki ukuran yang seragam (Budiman dkk., 2018).

4.2.2. Karbonisasi

Kulit salak dicuci bersih dengan air mengalir, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama 3 hari dan dipotong kecil-kecil, setelah itu karbonisasi dilakukan dalam *furnace* selama 1 jam pada suhu 300°C agar menjadi arang (Hartanto, 2010). Kemudian arang kulit salak didinginkan dalam desikator

selama \pm 30 menit. Karbon digerus dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh agar didapat ukuran yang seragam (Alifaturrahma, 2017).

4.2.3. Aktivasi Karbon

Proses aktivasi dilakukan dengan kulit salak direndam dengan larutan KOH 20% selama 20 jam. Kemudian kulit salak dikeringkan selama 24 jam. Kemudian arang kulit salak dikarbonisasi akhir pada temperatur 300 °C selama 1 jam. Selanjutnya serbuk arang kulit salak yang dihasilkan dicuci dengan HCL 1M dan akuades hingga pH 6-7, selanjutnya dikeringkan dengan oven pada suhu 110 °C selama 2 jam.

4.2.4. Sintesis Komposit Karbon Aktif Kulit Salak-Kulit Jeruk

Proses pembuatan karbon aktif kulit salak-kulit jeruk yaitu ditimbang serbuk kulit jeruk sebanyak 7 dan 5 gram kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker yang berbeda. Kemudian masing-masing gelas beker ditambahkan larutan aseton sebanyak 70 mL dan 50 mL. Larutan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 3 jam ditambahkan karbon aktif kulit salak ke dalam gelas beker sebanyak 3 dan 5 gram. Selanjutnya larutan kembali diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga homogen. Pelarut yang masih terdapat dalam komposit karbon aktif dan kulit jeruk kemudian dipisahkan dengan cara diuapkan, endapan yang diperoleh dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C. Kemudian didinginkan dalam desikator, setelah itu komposit karbon aktif kulit salak-kulit jeruk dikarakterisasi menggunakan GSA dan FTIR (Istinanda dkk., 2018).

4.2.5. Pembuatan Larutan Induk *Methyl violet* 1000 ppm

Methyl violet ditimbang sebanyak 0,25 gram, kemudian dilarutkan dengan 100 mL akuades didalam gelas beker. Lalu dipindahkan ke dalam labu ukur 250 mL dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas atas dan digojog hingga homogen. Diperoleh larutan induk *methyl violet* 1000 ppm sebanyak 250 mL.

4.2.6. Pembuatan Larutan Standar *Methyl violet* 100 ppm

Larutan standar dibuat dari larutan induk 1000 ppm yang diencerkan menjadi 100 ppm sebanyak 100 mL, dengan cara diambil 10 mL dari larutan induk *methyl violet* 1000 ppm dalam 250 mL, diencerkan dengan akuades didalam

labu ukur 100 mL hingga tanda batas dan digojog hingga homogen. Diperoleh larutan *methyl violet* 100 ppm sebanyak 100 mL.

4.2.7. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum *Methyl Violet*

Penentuan Panjang gelombang maksimum pada *methyl violet* yang dilakukan adalah deteksi absorbansi pada larutan standar rentang Panjang gelombang 400-700 nm menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Setelah itu dibuat kurva standar yang menghubungkan antara konsentrasi masing-masing larutan standar dengan absorbansi yang telah didapat (Huda dan Tantri, 2018).

4.3 Uji Adsorpsi

4.3.1. Uji Adsorpsi dengan Perbandingan Komposisi Variasi Adsorben

Uji adsorpsi dengan variasi adsorben dilakukan pada temperatur ruang. Proses adsorpsi menggunakan adsorben komposit (7:3) dan (5:5), karbon aktif kulit salak dan kulit jeruk dengan masing-masing massa sebanyak 0,03 gram. Kemudian dimasukkan ke dalam botol yang telah terisi larutan *methyl violet* dengan konsentrasi 25 ppm dengan pH 6-7 dan botol ditutup dengan penutup. Botol yang berisi sampel dan larutan digojog selama 30 menit menggunakan *shaker* dengan kecepatan 290 rpm. Kemudian larutan disaring menggunakan kertas saring dan filtrat yang diperoleh diukur nilai absorbansinya menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dengan Panjang gelombang maksimum 581,5 nm.

4.3.2. Uji Adsorpsi dengan Variasi Massa

Uji adsorpsi dengan variasi massa dilakukan pada temperature ruang. Proses adsorpsi menggunakan adsorben komposit (7:3) dan (5:5) dilakukan dengan variasi massa sebanyak 0,05; 0,1; 0,15; dan 0,2 gram. Kemudian dimasukkan ke dalam masing-masing botol yang telah berisi 25 mL larutan *methyl violet* 25 ppm dengan pH 6-7 dan ditutup menggunakan penutup. Masing-masing botol digojog selama 30 menit menggunakan alat *shaker* dengan kecepatan 290 rpm. Larutan disaring menggunakan kertas saring dan filtrat yang dihasilkan diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada Panjang gelombang maksimum 581,5 nm (Asnawati dkk., 2017; Wiyantoko dkk., 2017).

4.3.3. Uji Adsorpsi dengan Variasi Waktu Kontak

Uji adsorpsi dengan variasi waktu kontak pada temperatur ruang. Bobot optimum komposit yang diperoleh pada variasi massa ditambahkan dalam 25 mL *methyl violet* dengan konsentrasi 25 ppm dalam keadaan pH optimum. Kemudian digojog dengan *shaker* kecepatan 290 rpm. Variasi waktu kontak yang digunakan adalah 5, 10, 15, 20, 30, 35, 40, dan 60 menit. Kemudian larutan disaring menggunakan kertas saring. Selanjutnya filtrat yang diperoleh diukur nilai absorbansinya menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang maksimum.

4.3.4. Uji Adsorpsi dengan Variasi Konsentrasi *Methyl Violet*

Bobot optimum komposit yang diperoleh pada variasi massa dimasukkan ke dalam masing-masing botol dengan larutan *methyl violet* dengan pH akuades sebanyak 25 mL dengan variasi konsentrasi 25, 50, 75, 100 dan 150 ppm dan di *shaker* selama 30 menit dengan kecepatan 290 rpm. Kemudian filtrat disaring menggunakan kertas saring. Filtrat yang diperoleh diukur nilai absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dengan Panjang gelombang maksimum 581,5 nm. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase adsorpsi adalah sebagai berikut (Estiaty, 2013):

$$\% \text{ Adsorpsi} = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan:

C_0 = Konsentrasi awal larutan, mg/L

C_e = Konsentrasi larutan pada kesetimbangan, mg/L

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Preparasi Kulit Jeruk

Kulit Jeruk yang diperoleh dicuci menggunakan air bersih kemudian dibilas dengan akuades untuk menghilangkan kotoran yang menempel di permukaan kulit jeruk tersebut. Selanjutnya kulit jeruk dikeringkan dibawah sinar matahari selama 3 hari yang bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang masih terkandung dalam kulit jeruk. Setelah itu kulit jeruk yang telah kering kemudian di potong kecil-kecil agar mudah untuk dihancurkan dan memperbesar luas permukaan, kemudian kulit jeruk diblender hingga halus dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Hal ini bertujuan untuk menyamakan ukuran partikel dari kulit jeruk. Serbuk kulit jeruk yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 5. Setelah itu serbuk kulit jeruk yang didapat dikarakterisasi menggunakan FTIR.



Gambar 5. Serbuk Kulit Jeruk

5.2 Pembuatan Karbon Aktif Kulit Salak

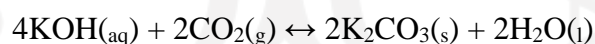
Proses pembuatan karbon aktif kulit salak ini diawali dengan membersihkan kulit salak untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada permukaan kulit salak. Kemudian dilakukan proses pengeringan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari selama 3 hari yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan air yang berada dalam kulit salak setelah pencucian. Kulit salak yang telah kering kemudian dilakukan proses karbonisasi. Proses karbonisasi merupakan proses pemecahan selulosa menjadi karbon pada suhu sekitar 275 °C. Pada proses karbonisasi dilakukan dengan cara dipanaskan dalam

furnace dengan temperatur 300 °C selama 1 jam hingga dihasilkan arang kulit salak yang berwarna hitam dan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Arang kulit salak hasil karbonisasi.

Arang hasil karbonisasi tersebut kemudian dihaluskan dan diayak dengan ukuran 100 mesh. Proses ini bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel, sehingga memudahkan proses aktivasi secara kimia, dimana semakin kecil ukuran partikel maka akan semakin besar luas permukaan yang akan kontak dengan larutan activator dan menghasilkan lebih banyak arang yang akan teraktivasi. Proses aktivasi kimia dilakukan dengan merendam arang kulit salak hasil karbonisasi di dalam larutan aktivator KOH 20% dengan larutan perbandingan massa arang kulit salak dan larutan KOH yaitu 1:4 dan didiamkan selama 20 jam. Reaksi komposit dengan aktivator KOH: (Melania, 2012).



Proses aktivasi ini bertujuan untuk memperbesar pori-pori dan meningkatkan luas permukaan dari karbon aktif sehingga dapat meningkatkan daya adsorpsinya. Karbon aktif yang telah diaktivasi kemudian disaring dan dikeringkan selama 24 jam yang bertujuan untuk menguapkan sisa larutan KOH yang masih tertinggal dalam karbon. Setelah itu karbon aktif dikarbonisasi akhir pada suhu 300 °C selama 1 jam di dalam *furnace*. Pada saat karbonisasi ini dapat menyebabkan gugus -OH terurai dan membentuk struktur baru yaitu rantai karbon (Caroline dkk., 2015). Selanjutnya karbon aktif dicuci dengan HCL 1M yang bertujuan untuk menghilangkan sisa larutan KOH yang merupakan basa kuat sehingga perlu dicuci dengan asam kuat untuk membantu mempercepat proses pencucian. Selanjutnya dicuci lagi menggunakan akuades secara berulang hingga

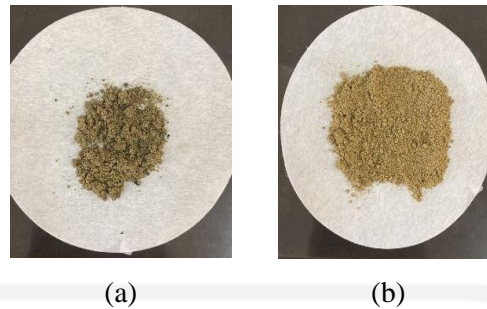
pH netral yaitu pada pH 6-7. Pencucian dengan akuades ini bertujuan untuk menghilangkan pengotor sisa bahan kimia yang digunakan sebelumnya yang masih menempel pada permukaan karbon aktif.

Karbon aktif yang sudah netral kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam. Proses pengeringan tersebut bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada sampel. Kemudian sampel karbon aktif kulit salak didinginkan dengan cara didiamkan dalam desikator sehingga diperoleh sampel karbon aktif kulit salak. (Mai dkk., 2021).

5.3 Pembuatan Komposit Karbon Aktif Kulit Salak/Serbuk Kulit Jeruk

Adsorben komposit karbon aktif/serbuk kulit jeruk dibuat dengan menggabungkan material karbon aktif dari kulit salak dengan serbuk kulit jeruk. Komposit yang terbentuk dari dua jenis material yang berbeda yaitu karbon aktif kulit salak sebagai penguat (*reinforcement*) dan kulit jeruk sebagai matriks (meliputi transfer energi pengikat) (Hernawati dan Aryani, 2007).

Langkah awal yang dilakukan untuk pembuatan komposit karbon aktif/serbuk kulit jeruk adalah menyiapkan karbon aktif kulit salak dan serbuk kulit jeruk dengan variasi massa antara karbon aktif dan serbuk kulit jeruk sebesar (7:3) gram dan (5:5) gram. Kemudian dimasukkan kulit jeruk sebanyak 7 gram dan 5 gram ke dalam gelas beker masing-masing ditambahkan 70 mL dan 50 mL aseton ke dalam gelas beker distirrer selama 3 jam. Penggunaan aseton ini berfungsi sebagai agen pelarut untuk melarutkan selulosa dalam kulit jeruk karena aseton dapat melarutkan selulosa, sehingga kulit jeruk akan menempel pada karbon aktif. Setelah itu ditambahkan ke masing-masing gelas beker sebanyak 3 gram dan 5 gram karbon aktif dan distirrer hingga homogen. Kemudian aseton yang tersisa diuapkan dengan penangas air untuk mempercepat penguapan. Setelah itu padatan dikeringkan dengan temperatur 60°C. Padatan komposit yang telah kering kemudian didinginkan didalam desikator. Setelah itu komposit karbon aktif kulit salak-kulit jeruk dikarakterisasi menggunakan FTIR dan GSA untuk melihat gugus fungsi dan luas permukaannya (Istinanda, 2018).

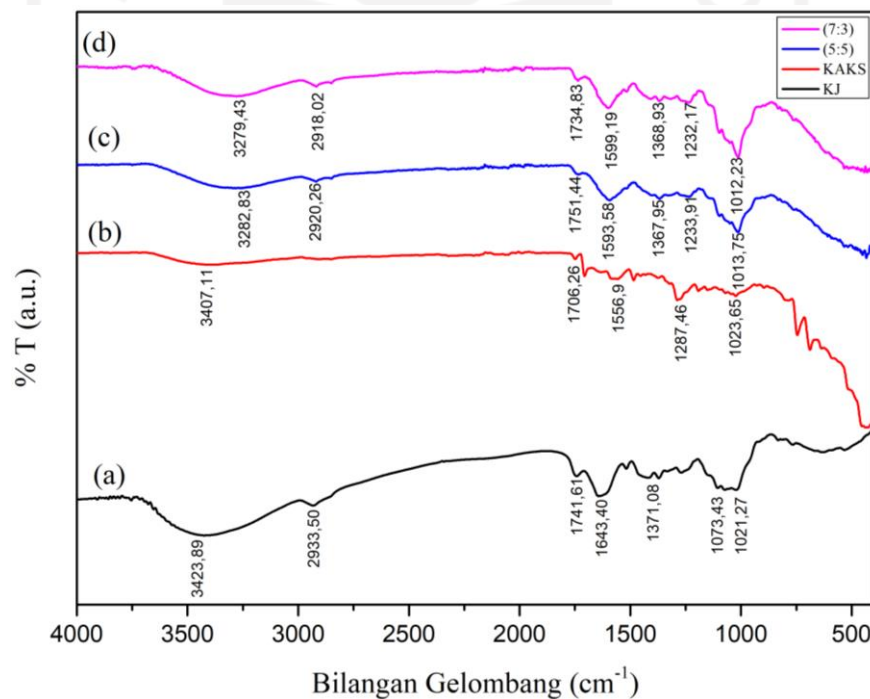


Gambar 7. Komposit KJ-KAKS (a) 5:5 dan (b) 7:3

5.4 Karakterisasi

5.4.1. Karakterisasi *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Analisis FTIR adalah analisis yang dilakukan pada adsorben untuk menentukan gugus fungsi permukaan (Hosseini dkk., 2011). Karbon aktif yang terbuat dari kulit salak (KAKS), kulit jeruk (KJ), komposit kulit jeruk/karbon aktif (KJKAKS) (7:3) dan (5:5). Adapun hasil FTIR dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil FTIR (a) KJ, (b) KAKS, (c) KJ-KAKS (5:5), dan (d) KJ-KAKS (7:3)

Gambar 8 merupakan spektra hasil karakterisasi dengan FTIR dan diperoleh informasi bahwa gugus fungsi yang terkandung dalam masing-masing material terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Interpretasi FTIR

Bilangan Gelombang cm^{-1}				
KJ	KAKS	KJ/KAKS	KJ/KAKS	Gugus Fungsi
		5:5	7:3	
3423,89	3407,11	3282,83	3279,43	O-H
2933,50	-	2930,26	2918,02	C-H
1741,61	1706,26	1751,44	1734,83	C=O
1643,40	1556,9	1593,58	1599,19	C=C
1371,08	1287,46	1367,95	1368,93	C-O
1073,43	-	1233,91	1232,17	C-O
1021,27	1023,65	1013,75	1012,23	C-O

Berdasarkan hasil bilangan gelombang dan gugus fungsi pada Tabel 1 diperoleh hasil bahwa kulit jeruk mengalami serapan yang luas pada bilangan gelombang $3423,89 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus O-H dari selulosa, pektin, air yang diserap, hemiselulosa, dan lignin. Pada bilangan gelombang $2933,50 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan gugus C-H (Yusro,2016). Kemudian pada bilangan gelombang $1741,61 \text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus ester karbonil C=O dan pita serapan ion karboksilat (COO) pektin (Gnanasambandam dan Proctor, 2000). Adanya serapan pada $1643,40 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan C=C yang dapat dikaitkan dengan ikatan C-C aromatik (Hashemian dkk., 2014). Selanjutnya pada bilangan gelombang $1371,08 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya getaran ikatan gugus C-O yang terjadi pada selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Nackle dkk., 2016). Sedangkan pada bilangan gelombang $1073,43 \text{ cm}^{-1}$ sampai $1021,27 \text{ cm}^{-1}$ merupakan getaran C-O dari polisakarida (Khan dkk., 2013).

Pada karbon aktif kulit salak terdapat serapan pada bilangan gelombang $3407,11 \text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus O-H. pada bilangan gelombang $1706,26 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan gugus ester karbonil C=O dan pita serapan ion karboksilat (COO) pektin. Adanya serapan pada $1556,9 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan C=C cincin aromatik dimana gugus C=C menunjukkan adanya peningkatan karbon, lalu terdapat ikatan C-O yang ditunjukkan pada bilangan gelombang $1287,46 \text{ cm}^{-1}$ dan $1023,65 \text{ cm}^{-1}$. Dari hasil karakterisasi menggunakan

FTIR diketahui bahwa serapan karbon aktif yang terbentuk menunjukkan gugus fungsi O-H, C=O, C=C, dan C-O.

Pada spektra FTIR komposit KJ/KAKS (5:5) terdapat serapan pada bilangan gelombang $3282,83\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus O-H. Adanya pergeseran pada bilangan gelombang menunjukkan adanya interaksi hidrogen yang kuat antara selulosa dari kulit jeruk dengan karbon aktif. pada bilangan gelombang $2920,26\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan gugus C-H. Kemudian pada bilangan gelombang $1751,44\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan gugus ester karbonil C=O. Adanya serapan pada $1593,58\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan C=C cincin aromatik dimana gugus C=C menunjukkan adanya peningkatan karbon. Selanjutnya pada bilangan gelombang $1367,95\text{ cm}^{-1}$ terdapat getaran ikatan gugus C-O yang terjadi pada selulosa, hemiselulosa dan lignin (Nackle dkk., 2016). Sedangkan pada bilangan gelombang $1233,91\text{ cm}^{-1}$, dan $1013,75\text{ cm}^{-1}$ merupakan getaran C-O dari polisakarida.

Pada hasil spektra FTIR komposit KJ/KAKS (7:3) terdapat serapan pada bilangan gelombang $3279,43\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus O-H, kemudian terdapat serapan pada bilangan gelombang $2918,02\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya ikatan gugus C-H. Pada bilangan gelombang $1734,83\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan gugus ester karbonil C=O. selanjutnya pada bilangan gelombang $1599,19\text{ cm}^{-1}$ terdapat serapan ikatan gugus C=C yang menunjukkan adanya peningkatan karbon. Sedangkan gugus C-O muncul pada bilangan gelombang $1368,93\text{ cm}^{-1}$; $1232,17\text{ cm}^{-1}$; dan $1012,23\text{ cm}^{-1}$.

5.4.2. Karakterisasi Gas Sorption Analyzer (GSA)

Pada penentuan karakterisasi GSA digunakan metode Branauer-Emmet-Teller (BET) untuk menentukan luas permukaan. Metode ini menggunakan adsorpsi gas N_2 untuk menentukan luas permukaan, volume pori, dan diameter pori. Pada analisis BET digunakan komposit KJ/KAKS(7:3) yang merupakan komposit yang memiliki kemampuan adsorpsi yang paling baik.

Komposit KJ/KAKS (7:3) dianalisis menggunakan instrument GSA (*Gas Sorption Analyzer*), dimana sampel di-*degassing* terlebih dahulu selama 30 menit dengan temperatur $100\text{ }^\circ\text{C}$ yang bertujuan agar pori-pori pada KJ/KAKS (7:3) dan

bahan baku terbebas dari molekul air serta pengotor lainnya. Hasil penelitian diperoleh luas permukaan komposit KJ/KAKS sebesar 1,51958 m²/g. Pada penelitian Vincent dkk., (2015) diperoleh luas permukaan karbon aktif kulit salak sebesar 1939 m²/g dan pada penelitian Salman dan Ali (2016) luas permukaan kulit jeruk sebesar 0,7069 m²/g.

Dapat dilihat bahwa kulit jeruk yang dikompositkan dengan karbon aktif lebih baik jika dibandingkan dengan kulit jeruk, karena terjadi peningkatan pada luas permukaannya tetapi, terjadi penurunan luas permukaan dari karbon aktif yang diduga dari kulit jeruk yang masih menggumpal dan menempel pada permukaan karbon aktif. Penurunan luas permukaan diduga karena adanya penggumpalan impuritis (zat kimia yang tidak diharapkan ada di dalam bahan baku aktif dan produk akhir) yang menempal pada permukaan adsorben sehingga menurunkan volume pori pada karbon aktif.

Tabel 2. Luas Permukaan GSA

Sampel	Luas Permukaan (m ² /g)	Total Volume Pori (cc/g)	Referensi
KA	1939	1,088	Vincent dkk., 2015
KJ	0,7069	-	Salman dan Ali, 2016
KJ-KAKS	1,51985	-0,00246937	Penelitian ini

5.5 Aplikasi Komposit Karbon Aktif Kulit Salak/Kulit Jeruk Untuk Adsorpsi *Methyl Violet*

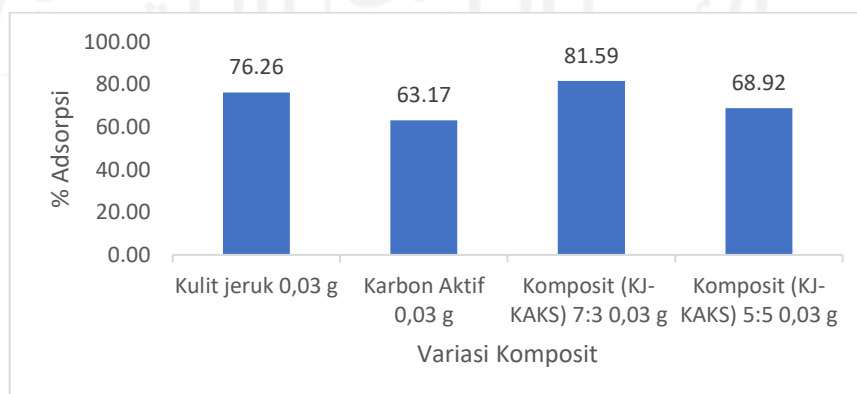
5.5.1. Uji Adsorpsi dengan Perbandingan Komposisi Variasi Adsorben

Penentuan komposit optimum dilakukan dengan dua variasi komposit yaitu komposit KJ/KAKS (7:3) gram dan (5:5) gram yang bertujuan untuk mengetahui variasi komposit mana yang efektif untuk mampu mengadsorpsi zat warna *methyl violet* secara maksimal. Kemudian masing-masing dari komposit dimasukkan ke dalam botol vial sebanyak 0,03 gram yang merupakan massa optimum, selanjutnya ditambahkan 25 mL larutan zat warna *methyl violet* dengan konsentrasi 25 ppm. Setelah itu, di shaker selama 30 menit dengan kecepatan 290

rpm yang bertujuan untuk mengoptimalkan terserapnya zat warna *methyl violet*. Selanjutnya larutan disaring menggunakan kertas saring kemudian dianalisis dengan Spektrofotometer UV-Vis pada Panjang gelombang 581,5 nm dan diperoleh hasil absorbansi dari larutan zat warna *methyl violet* setelah proses adsorpsi. Berikut nilai % adsorpsi dari komposit KJ/KAKS (7:3) dan (5:5) gram yang dapat dilihat pada Gambar 9

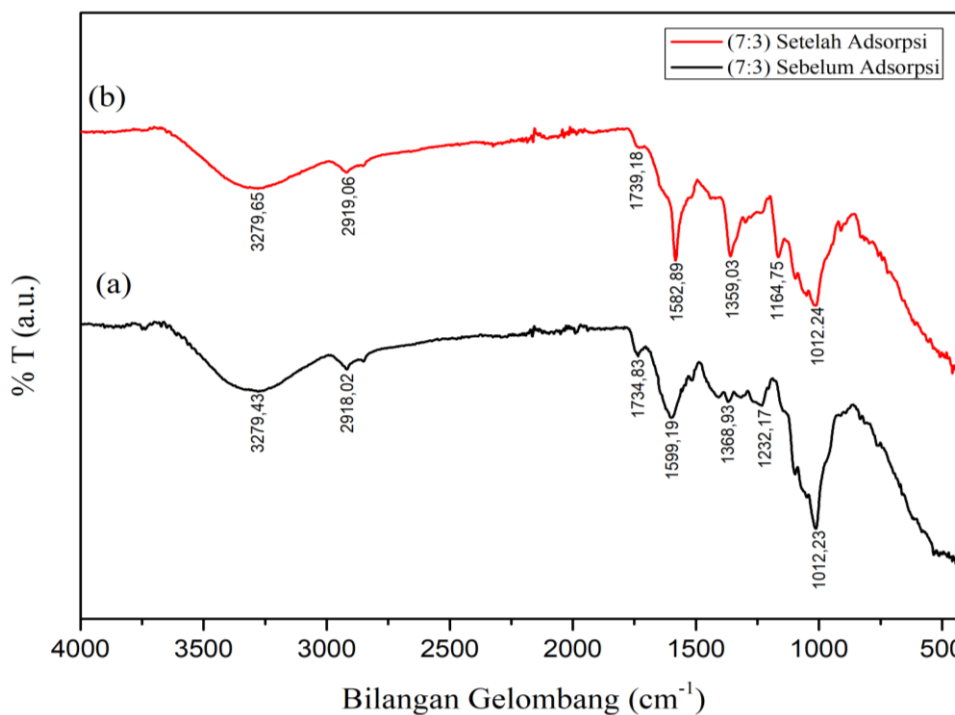
Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa sampel serbuk kulit jeruk memiliki % adsorpsi *methyl violet* yang paling tinggi yaitu sebesar 76,26 % sedangkan pada sampel karbon aktif kulit salak adalah sebesar 63,17 %. Hal ini dikarenakan serbuk kulit jeruk memiliki permukaan yang luas yaitu 0,7069 m²/g dan serbuk kulit jeruk memiliki zat pektin yang mengandung berbagai kelompok fungsional seperti karboksil dan hidroksil yang membuat kulit jeruk menjadi bahan adsorben untuk menghilangkan zat warna seperti *methyl violet* (El-Said dkk., 2013). Kemudian sampel karbon aktif menunjukkan kapasitas adsorpsi yang rendah karena karbon aktif yang diaktivasi dengan KOH tidak mempengaruhi ukuran diameter pori tetapi hanya meningkatkan luas permukaan dan volume karbon aktif.

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat bahwa % adsorpsi masing-masing komposit KJ/KAKS (7:3) gram dan (5:5) gram sebesar 81,59% dan 68,92 yang menunjukkan bahwa pada hasil komposit KJ/KAKS (7:3) merupakan yang optimum mampu mengadsorpsi zat warna *methyl violet* secara efektif sebanyak 81,59%. Dapat disimpulkan bahwa semakin banyak komposisi serbuk kulit jeruk maka semakin tinggi daya adsorpsi terhadap zat warna *methyl violet*.



Gambar 9. Diagram Batang Variasi Komposit Vs Persentase Adsorpsi

Komposit KJ/KAKS yang sudah digunakan dalam proses adsorpsi selanjutnya dianalisis menggunakan FTIR, hal ini dilakukan untuk mengetahui adanya interaksi gugus adsorben dengan adsorbat yang ditunjukkan oleh pergeseran intensitas spektra sebelum proses adsorpsi dengan sesudah proses adsorpsi.



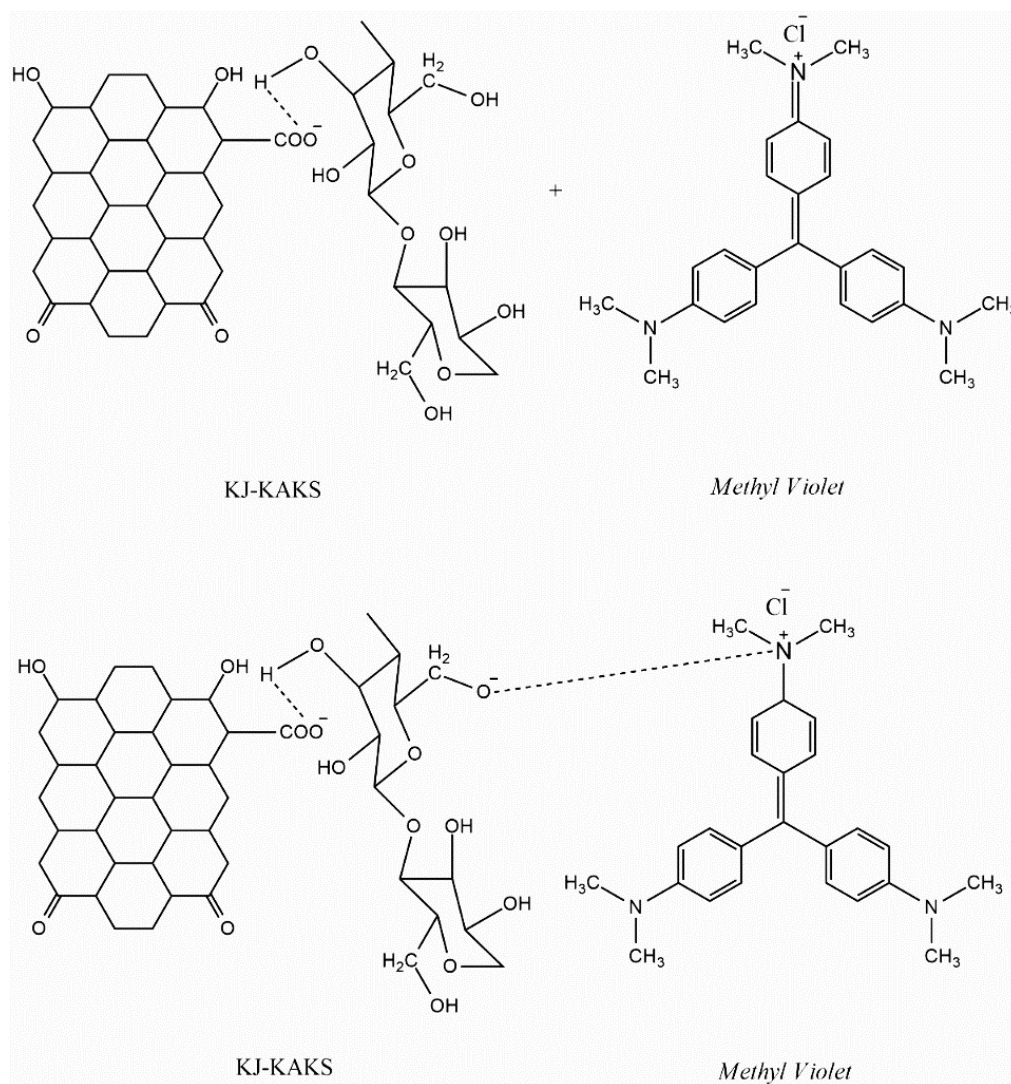
Gambar 10. Interpretasi FTIR KJ-KAKS 7:3 (a) sebelum dan (b) setelah Adsorpsi

Tabel 3. Interpretasi FTIR KJ-KAKS 7:3 Sebelum dan Setelah Adsorpsi

Bilangan Gelombang cm^{-1}		Gugus Fungsi
KJ-KAKS 7:3 Sebelum	KJ-KAKS 7:3 Setelah	
3279,43	3279,65	-OH
2918,02	2919,06	C-H
1734,83	1739,18	C=O
1599,19	1582,89	C=C
1368,93	1359,03	C-O
1232,17	1164,75	C-O
1012,23	1012,24	C-O

Gambar 10 dan Tabel 3 menunjukkan hasil komposit (7:3) sebelum adsorpsi dan setelah adsorpsi, dimana diperoleh pergeseran yang tidak jauh berbeda dari hasil sebelum adsorpsi dan sesudah adsorpsi. Berdasarkan dari kurva hasil komposit (7:3) terdapat gugus fungsi O-H dari selulosa pada serapan bilangan gelombang $3279,43\text{ cm}^{-1}$ sebelum adsorpsi dan $3279,65\text{ cm}^{-1}$ setelah adsorpsi. Kemudian gugus C-H ditunjukkan pada bilangan gelombang $2918,02\text{ cm}^{-1}$ sebelum adsorpsi dan $2919,06\text{ cm}^{-1}$ setelah adsorpsi. Lalu terdapat gugus utama pada karbon yaitu C=O yang berada di bilangan gelombang $1734,83\text{ cm}^{-1}$ sebelum adsorpsi dan $1739,18\text{ cm}^{-1}$ setelah adsorpsi. Selanjutnya dalam komposit KJ/KAKS terdapat gugus C=C yang ditunjukkan pada bilangan $1599,19\text{ cm}^{-1}$ sebelum adsorpsi dan $1582,89\text{ cm}^{-1}$ setelah adsorpsi. Kemudian terdapat gugus C-O pada bilangan gelombang $1368,93\text{ cm}^{-1}$; $1232,17\text{ cm}^{-1}$; dan $1012,23\text{ cm}^{-1}$ sebelum adsorpsi, sedangkan gugus C-O pada komposit (7:3) setelah adsorpsi berada pada bilangan gelombang $1359,03\text{ cm}^{-1}$; $1164,75\text{ cm}^{-1}$; dan $1012,24\text{ cm}^{-1}$.

Pada Gambar 11 dapat dilihat ilustrasi mekanisme reaksi yang terjadi pada komposit KJ/KAKS dengan *methyl violet* saat proses adsorpsi berlangsung. Mekanisme reaksi ikatan yang terjadi antara ion (N^+) *methyl violet* (adsorbat) dengan gugus (-OH) pada selulosa dan karbon aktif ini dapat terjadi melalui interaksi *Van der Waals* yaitu gaya tarik-menarik intermolekul antara molekul padatan dengan solut yang diadsorpsi lebih besar dari pada gaya tarik-menarik sesama solut di dalam larutan, maka solut akan terkonsentrasi pada permukaan padatan. Adsorpsi jenis ini tidak bersifat *site specific*, dimana molekul yang teradsorpsi bebas untuk menutupi seluruh permukaan padatan. Hasil penelitian komposit KJ/KAKS sebelum dan setelah adsorpsi mengalami pergeseran bilangan gelombang yang tidak terlalu jauh, Hal ini membuktikan bahwa komposit dapat berinteraksi dengan zat warna (Mohammadi dkk., 2010). Dapat disimpulkan bahwa sebelum dan setelah adsorpsi memiliki bilangan gelombang relatif tetap yang menandakan komposit KJ/KAKS berinteraksi dengan zat warna *methyl violet*.



Gambar 11. Perkiraan Mekanisme Interaksi Adsorpsi *methyl violet* (N⁺) oleh komposit KJ/KAKS (Dong dkk., 2021).

5.5.2. Penentuan Massa Optimum *Methyl Violet*

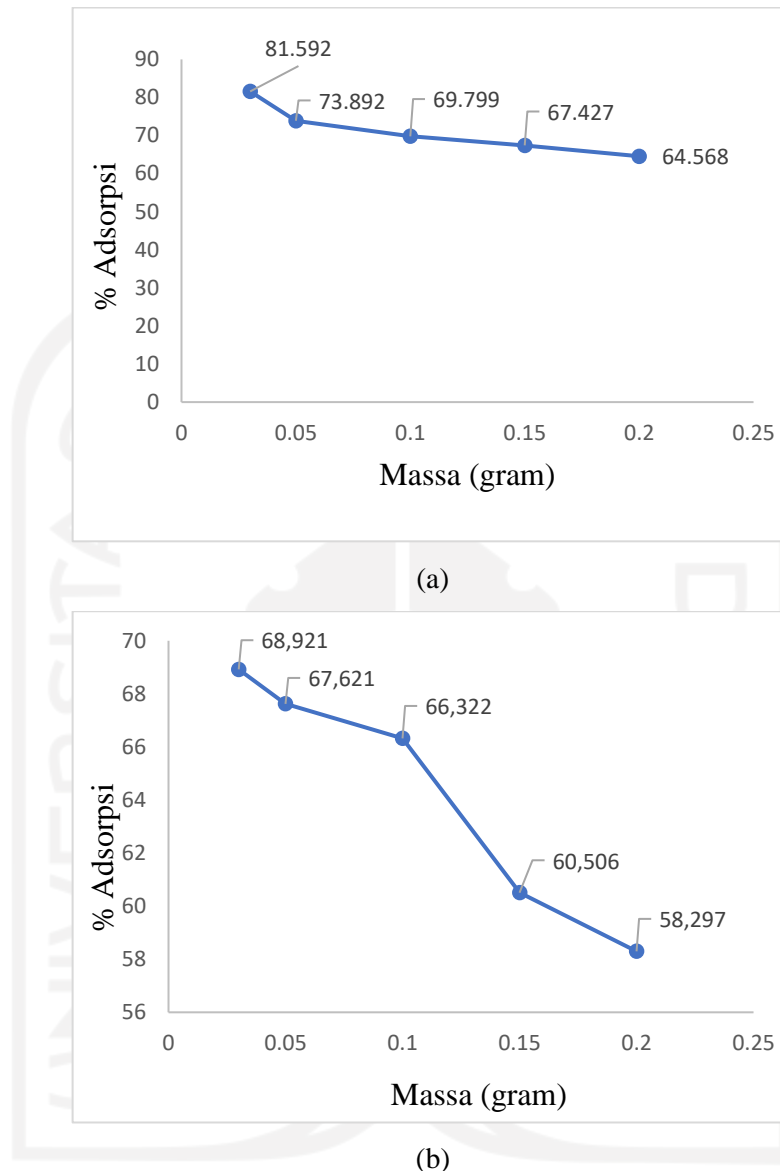
Uji penentuan massa optimum terhadap penyerapan *methyl violet* dilakukan dengan lima variasi massa yaitu 0,03; 0,05; 0,1; 0,15; dan 0,2 gram. Tujuan dilakukan penentuan massa optimum adalah untuk mengetahui pada massa berapa komposit KJ/KAKS yang mampu menyerap zat warna *methyl violet* secara maksimal. Penentuan massa optimum ini dilakukan dengan digunakannya komposit KJ/KAKS (7:3) dan (5:5) dengan massa sebesar 0,05; 0,1; 0,15; dan 0,2 gram kemudian dimasukkan ke dalam botol vial. Kemudian masing-masing botol vial ditambahkan 25 mL larutan zat warna *methyl violet* dengan konsentrasi 25

ppm. Setelah itu, di *shaker* selama 30 menit dengan kecepatan 290 rpm yang bertujuan untuk mengoptimalkan proses adsorpsi zat warna *methyl violet*. Selanjutnya, larutan disaring menggunakan kertas saring kemudian diukur dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 581,5 nm dan diperoleh hasil absorbansi dari larutan zat warna *methyl violet* setelah proses adsorpsi. Berikut nilai % adsorpsi dari komposit KJ/KAKS (7:3) dan (5:5) gram yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Aplikasi Penentuan Massa Optimum komposit KJ/KAKS

Massa (gram)	% Adsorpsi (7:3)	% Adsorpsi (5:5)
0,03	81,592	68,921
0,05	73,892	67,621
0,1	69,799	66,322
0,15	67,427	60,506
0,2	64,568	58,297

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa massa adsorben komposit KJ/KAKS mempengaruhi daya adsorpsi komposit tersebut dalam menyerap *methyl violet*, dimana variasi massa yang digunakan yaitu 0,03; 0,05; 0,1; dan 0,2 gram memiliki daya adsorpsi tertinggi pada masing-masing komposit (7:3) dan (5:5) yaitu pada massa 0,03 gram dengan persentase adsorpsi sebesar 81,60 % dan 68,92 %. Dari persentase adsorpsi yang diperoleh pada variasi massa adsorben ini dapat diketahui bahwa semakin besar massa adsorben yang digunakan maka daya serap adsorpsinya akan semakin menurun. Dilihat dari hasil tersebut, hal ini terjadi karena adanya lapisan yang terbentuk dengan cepat diatas adsorbat yang terikat diatas permukaan adsorben sehingga mengakibatkan permukaan adsorben telah jenuh terhadap adsorbat (Nurafriyanti, 2017). Setelah itu, dibuat kurva hubungan antara variasi massa komposit KJ/KAKS dengan % adsorpsi yang dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Persentase Adsorpsi Massa Optimum (a) Komposit KJ-KAKS 7:3 (b) komposit KJ-KAKS 5:5

Berdasarkan Gambar 12 diketahui bahwa komposit yang dapat menyerap secara optimum yaitu terjadi pada adsorben komposit (7:3) dengan massa 0,03 gram dan persentase sebesar 81,592 % dibandingkan dengan adsorben komposit (5:5) yang memiliki persentase adsorpsi optimum sebesar 68,921 %. Hal ini dapat diasumsikan bahwa dengan adanya penambahan kulit jeruk pada komposit mampu meningkatkan daya adsorpsi terhadap *methyl violet*, dimana kulit jeruk berperan dalam proses adsorpsi dengan meningkatkan daya serap adsorben.

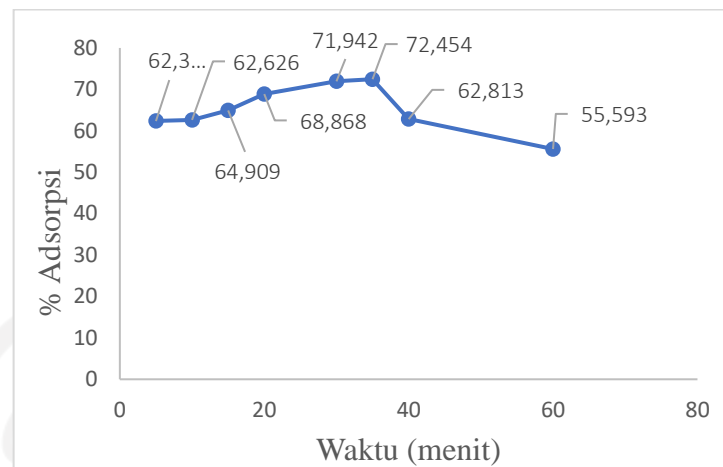
5.5.3. Penentuan Waktu Optimum *Methyl Violet*

Uji penentuan waktu optimum terhadap penyerapan *methyl violet* dilakukan dengan delapan variasi waktu kontak, yaitu 5, 10, 15, 20, 30, 35, 40, dan 60 menit. Tujuan dilakukan penentuan waktu optimum adalah untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk komposit KJ/KAKS mampu menyerap zat warna *methyl violet*. Penentuan waktu kontak optimum ini dilakukan dengan digunakannya komposit KJ/KAKS (7:3) dan (5:5) dengan massa sebesar 0,03 gram. Selanjutnya 0.03 gram komposit KJ/KAKS (7:3) dan (5:5) dimasukkan ke dalam botol vial kemudian ditambahkan 25 mL larutan zat warna *methyl violet* dengan konsentrasi 25 ppm. Kemudian dilakukan proses *shaker* selama 5, 10, 15, 20, 30, 35, 40, dan 60 menit. Setelah itu, larutan disaring menggunakan kertas saring kemudian diukur dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 581,5 nm dan diperoleh hasil absorbansi dari larutan zat warna *methyl violet* setelah proses adsorpsi. Berikut nilai % adsorpsi dari komposit KJ/KAKS (7:3) dan (5:5) gram yang dapat dilihat pada Tabel 5.

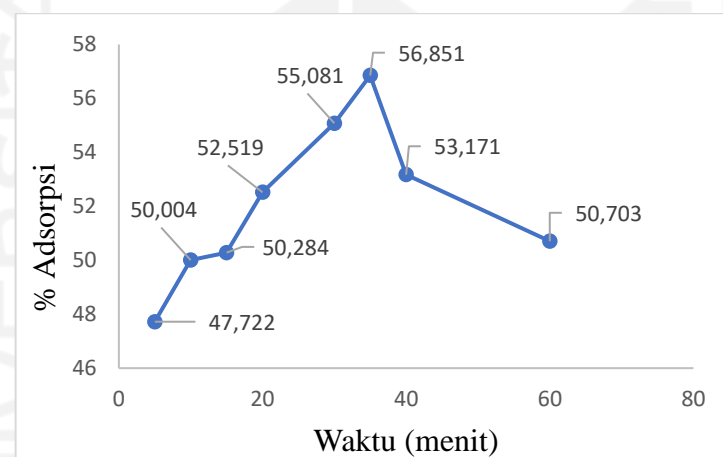
Tabel 5. Aplikasi Penentuan Waktu Optimum

Waktu (menit)	% Adsorpsi (7:3)	% Adsorpsi (5:5)
5	62,347	47,722
10	62,626	50,004
15	64,909	50,284
20	68,868	52,519
30	71,942	55,081
35	72,454	56,851
40	62.813	53,171
60	55,593	50,703

Berdasarkan data yang diperoleh kemudian dibuat kurva hubungan antara variasi waktu kontak dengan % adsorpsi yang dihasilkan dari proses adsorpsi kulit jeruk/karbon aktif dalam *methyl violet* yang dapat dilihat pada Gambar 13.



(a)



(b)

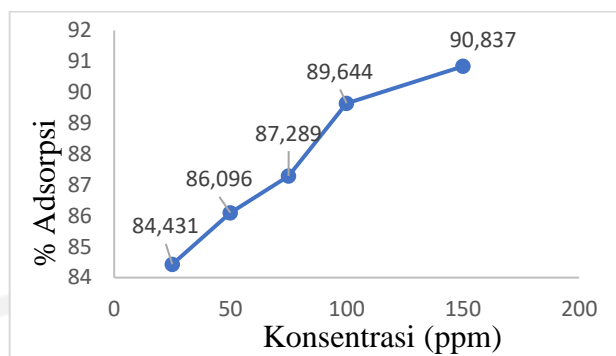
Gambar 13. Persentase Adsorpsi Waktu Optimum (a) Komposit KJ-KAKS 7:3 (b) Komposit KJ-KAKS 5:5

Pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa % Adsorpsi pada masing-masing waktu kontak 5, 10, 15, 20, 30, 35, 40, dan 60 menit yang menunjukkan kurva penentuan waktu optimum diketahui bahwa waktu dimana adsorben kulit jeruk/karbon aktif dalam mengadsorpsi *methyl violet* secara optimal terjadi pada menit ke 35 dengan persentase (%) adsorpsi pada komposit (7:3) dan (5:5) sebesar 72,45 % dan 56,85%. Hal ini dikarenakan kontak antara adsorben kulit jeruk/karbon aktif dengan adsorbat semakin lama sehingga zat warna yang terserap oleh kulit jeruk/karbon aktif juga semakin banyak dan dapat diketahui pada menit ke 40, persentase (%) adsorpsi mengalami penurunan yaitu sebesar 62,82 % dan 56,85%. Hal ini memperlihatkan bahwa kondisi persentase (%)

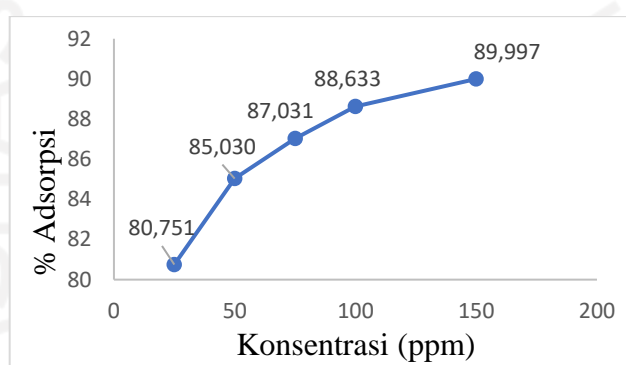
adsorpsi mengalami penurunan setelah mencapai titik optimum karena dimungkinkan adanya proses desorpsi atau pelepasan adsorbat kembali selama proses kontak antara adsorben dengan adsorbat. Desorpsi terjadi karena permukaan adsorben yang telah jenuh sehingga pada keadaan jenuh, laju adsorpsi menjadi berkurang (Barros, 2003). Situs aktif di permukaan adsorben komposit KJ/KAKS telah tertutupi oleh adsorbat sehingga situs aktif di permukaannya tidak cukup lagi untuk mengadsorpsi zat warna *methyl violet* dalam air dan dalam keadaan jenuh ini yang akan menyebabkan penurunan kemampuan adsorpsi suatu adsorben.

5.5.4. Penentuan Konsentrasi Optimum *Methyl Violet*

Uji penentuan konsentrasi optimum terhadap penyerapan *methyl violet* dilakukan dengan lima variasi konsentrasi yaitu 25, 50, 75, 100, dan 150 ppm. Tujuannya dilakukan penentuan konsentrasi optimum adalah untuk mengetahui besarnya konsentrasi optimum adsorbat yang dapat diadsorpsi adsorben. Konsentrasi juga sangat berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Penentuan konsentrasi optimum dilakukan dengan digunakannya komposit KJ/KAKS (7:3) dan (5:5) dengan masing-masing massa sebesar 0,03 gram. Selanjutnya masing-masing komposit dimasukkan ke dalam botol vial dan ditambahkan 25 mL larutan zat warna *methyl violet* dengan masing-masing konsentrasi yaitu 25, 50, 75, 100, dan 150 ppm. Kemudian dilakukan proses shaker selama 35 menit sesuai waktu optimum yang telah diperoleh. Setelah itu, larutan disaring menggunakan kertas saring kemudian diukur dengan Spektrofotometer UV-Vis pada Panjang gelombang 581.5 nm dan diperoleh hasil absorbansi dari larutan zat warna *methyl violet* setelah proses adsorpsi. Berikut nilai persentase (%) adsorpsi dari komposit KJ/KAKS (7:3) gram dan (5:5) gram yang dapat dilihat pada Tabel 6. Kemudian dibuat kurva hubungan antara variasi konsentrasi dengan % adsorpsi yang dihasilkan dari proses adsorpsi kulit jeruk/karbon aktif dalam *methyl violet* yang dapat dilihat pada Gambar 14.



(a)



(b)

Gambar 14. Persentase Adsorpsi Konsentrasi Optimum komposit (a) Komposit KJ-KAKS 7:3 (b) Komposit KJ-KAKS 5:5

Tabel 6. Aplikasi Penentuan Konsentrasi Optimum

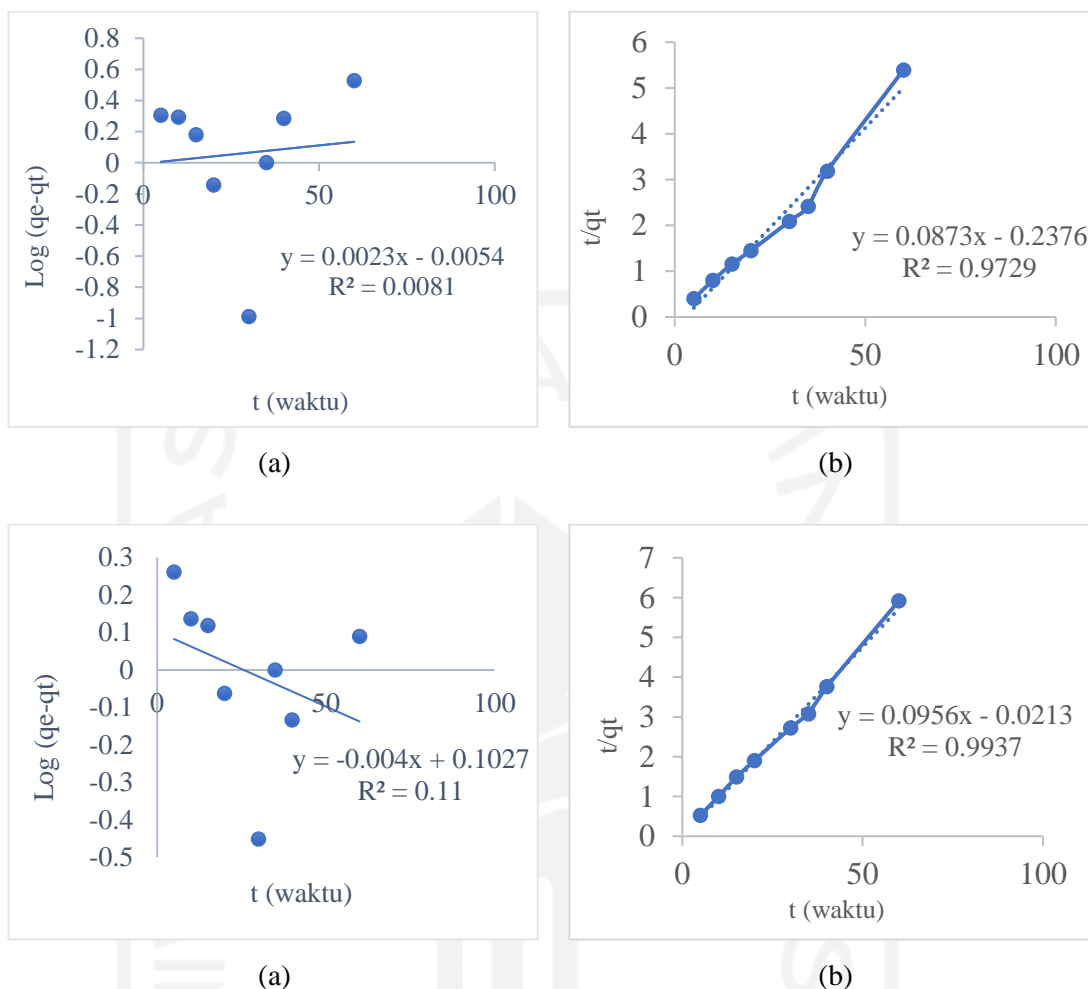
Sampel	Kons (ppm)	Massa (gram)	Co (ppm)	Ce (ppm)	% Adsorpsi
KJ-KAKS (7:3)	25	0,03	24,619	3,832	84,431
	50	0,03	49,988	6,950	86,096
	75	0,03	66,057	8,396	87,299
	100	0,03	98,402	10,190	89,644
	150	0,03	132,004	12,094	90,837
KJ-KAKS (5:5)	25	0,03	24,619	4,738	80,751
	50	0,03	49,988	7,482	85,030
	75	0,03	66,057	8,566	87,031
	100	0,03	98,402	11,184	88,633
	150	0,03	132,004	13,204	89,997

Berdasarkan Gambar 14 dan Tabel 6 diketahui bahwa pada konsentrasi 25, 50, 75, 100, dan 150 ppm terjadi peningkatan nilai persentase (%) adsorpsi pada masing-masing komposit. Dari Gambar 12 dapat diketahui bahwa konsentrasi *methyl violet* yang dapat diserap oleh komposit KJ/KAKS secara optimum adalah konsentrasi 150 ppm pada komposit (7:3) yaitu sebesar 90,837% dan pada komposit 5:5 sebesar 89,997%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi zat warna *methyl violet* maka persentase penyerapan dari *methyl violet* semakin besar. Semakin besar konsentrasi awal adsorbat maka peluang terjadinya adsorpsi juga akan semakin besar, dimana hal ini dapat memungkinkan meningkatnya jumlah *methyl violet* yang terikat pada sisi aktif permukaan padatan.

5.6 Kinetika Adsorpsi

Kinetika adsorpsi digunakan untuk mengetahui penyerapan zat warna dalam larutan oleh adsorben (Jalil dkk., 2010) yang mengontrol laju adsorpsi dipengaruhi oleh waktu kontak. Laju adsorpsi dalam penelitian ini ditentukan dengan memprediksi orde reaksinya. Orde reaksi laju suatu reaksi kimia dapat diartikan sebagai kecepatan terjadinya suatu reaksi, sehingga dari data kinetika adsorpsi yang diperoleh dapat diketahui dinamika proses adsorpsi berdasarkan orde adsorpsi. Komposit yang digunakan adalah komposit KJ/KAKS (7:3) dan (5:5) gram. Penyerapan adsorpsi dilakukan pada konsentrasi 25 ppm, dengan massa komposit 0,03 gram dalam larutan *methyl violet* dan digunakan variasi waktu yaitu 5, 10, 15, 20, 30, 35, 50, dan 60 menit. Kinetika adsorpsi komposit KJ/KAKS terhadap zat warna *methyl violet* dilakukan dengan evaluasi berdasarkan persamaan *pseudo* orde satu dan *pseudo* orde dua.

Kinetika *pseudo* orde satu dapat ditentukan dengan cara membuat kurva hubungan $\log (q_e - q_t)$ terhadap waktu (t). Sedangkan kinetika *pseudo* orde dua dapat diperoleh dengan cara membuat kurva hubungan t/q_t vs waktu (t). Berikut kurva kinetika *pseudo* orde satu dan *pseudo* orde dua komposit KJ/KAKS (7:3) pada massa 0,03 gram dengan waktu optimum yaitu 35 menit yang dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Kurva Kinetika Komposit KJ-KAKS (7:3) (a) *pseudo* orde satu (b) *pseudo* orde dua, dan Komposit KJ-KAKS (5:5) (c) *pseudo* orde satu (d) *pseudo* orde dua

Berdasarkan Gambar 15 dapat dilihat bahwa kinetika adsorpsi *methyl* violet dengan menggunakan komposit KJ/KAKS (7:3) dan (5:5) mengikuti model kinetika adsorpsi *pseudo* orde dua, dikarenakan pada *pseudo* orde dua nilai faktor korelasi-nya (R^2) mendekati angka 1 yaitu 0,9729 dan 0,9937 dibandingkan dengan model kinetika adsorpsi *pseudo* orde satu. Model kinetika *pseudo* orde dua menunjukkan bahwa terdapat adanya hubungan yang erat antara variable t/qt dengan waktu, yaitu semakin besar waktu kontak antara adsorben dan adsorbat, maka akan semakin besar nilai t/qt . Analisis pada kinetika adsorpsi yang dilakukan menghasilkan data seperti Tabel 7.

Tabel 7. Data Hasil Perhitungan Kinetika Adsorpsi komposit 7:3 dan 5:5

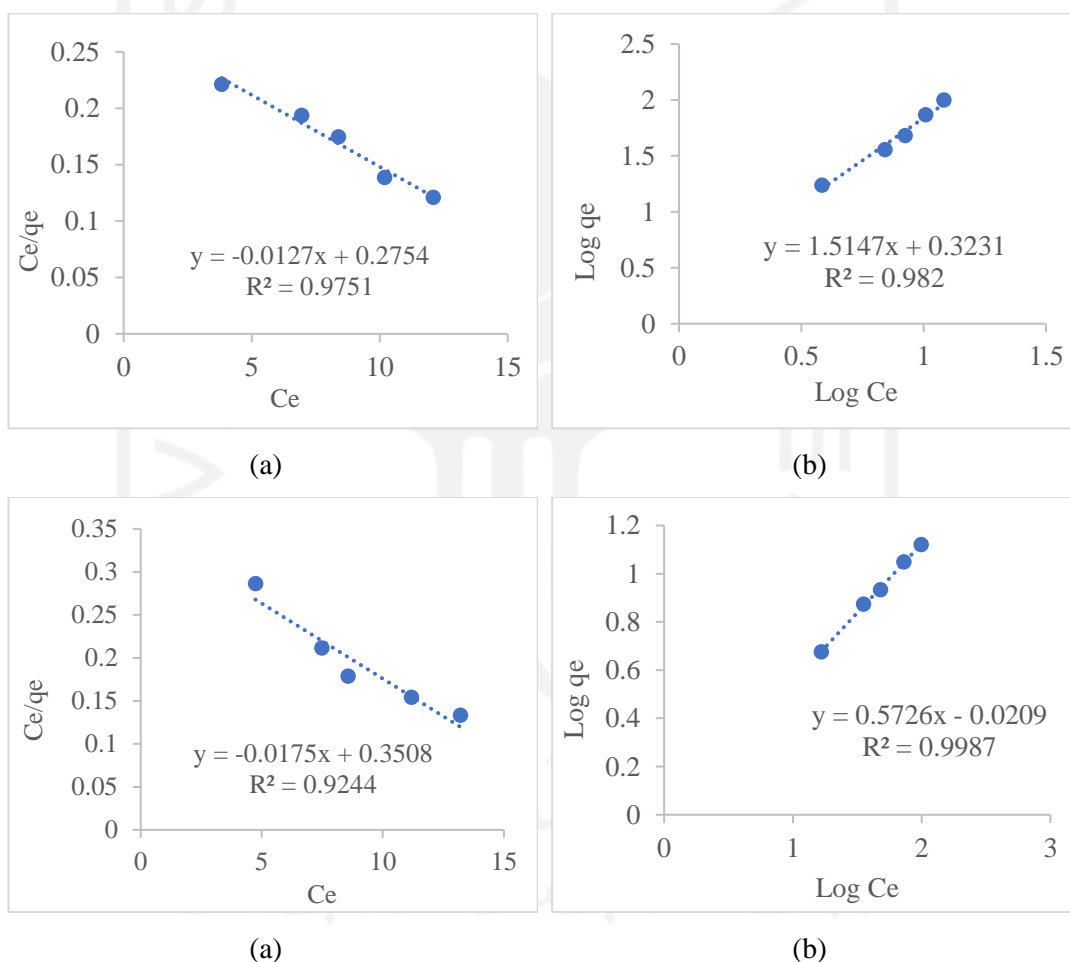
Adsorben	<i>Pseudo Orde satu</i>			<i>Pseudo Orde dua</i>		
	qe (mg/g)	K ₁ (mg/g.menit)	R ²	qe (mg/g)	K ₂ (mg/g.menit)	R ²
7:3	0,0054	0,0023	0,0081	11,459	-0,032	0,9729
5:5	0,1027	-0,004	0,11	10,460	-0,429	0,9937

Pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa untuk adsorpsi *methyl violet* dengan komposit KJ/KAKS (7:3) pada *pseudo* orde satu diperoleh nilai qe sebesar 0,0054 mg/g dengan nilai k 0,0023 mg/g.menit dimana nilai qe merupakan nilai kapasitas adsorpsi maksimum dan k merupakan nilai konstanta laju adsorpsi. Pada *pseudo* orde dua diperoleh nilai qe lebih besar yaitu 11,459 mg/g dengan nilai k sebesar -0,032 mg/g.menit. Kemudian pada komposit KJ/KAKS (5:5) *pseudo* orde satu diperoleh nilai qe sebesar 0,1027 mg/g dengan nilai k sebesar -0,004 mg/g.menit, dan pada *pseudo* orde dua diperoleh nilai qe sebesar 10,460 mg/g dan nilai k sebesar -0,429 mg/g.menit. Dapat disimpulkan bahwa kinetika adsorpsi zat warna *methyl violet* dengan komposit KJ/KAKS mengikuti *pseudo* orde dua yang menggambarkan adsorpsi secara kimia. Model kinetika *pseudo* orde dua ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi yang terjadi dengan adanya proses kimisorpsi dan mekanisme adsorpsi yang terjadi adalah reaksi tak balik (*irreversible*).

5.7 Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi merupakan hubungan antara konsentrasi zat terlarut yang terserap pada adsorben dengan konsentrasi adsorbat dalam jumlah tertentu pada temperatur yang konstan (Subbaiah dan Dong-su., 2016). Dua jenis isoterm adsorpsi yang sering digunakan untuk menentukan proses adsorpsi fase padat-cair adalah isoterm Langmuir dan Freundlich (Lanjar dkk., 2018). Isoterm Langmuir digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi maksimum yang terjadi pada *monolayer* atau satu lapisan dipermukaan adsorben (Namasivayam, 1997). Sedangkan isoterm Freundlich beranggapan bahwa energi permukaan itu heterogen, dimana digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi maksimum yang terjadi pada *multilayer* atau banyak lapisan (Hasrianti, 2012).

Pada penelitian ini isotherm adsorpsi digunakan adsorben komposit kulit jeruk/karbon aktif kulit salak dengan variasi konsentrasi larutan *methyl violet* adalah 25, 50, 75, 100, dan 150 ppm. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan *microsoft excel* dan dibuat kurva hubungan antara C_e vs C_e/q_e untuk model isotherm Langmuir dimana C_e adalah konsentrasi akhir setelah adsorpsi dan q_e merupakan jumlah zat yang teradsorpsi. Kemudian isotherm Freundlich dibuat kurva hubungan antara $\log C_e$ vs $\log q_e$ (Yeni, 2020). Berikut kurva isotherm Langmuir yang dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Kurva Isotherm Komposit KJ-KAKS (7:3) (a) Langmuir (b) Freundlich dan Komposit KJ-KAKS (5:5) (c) Langmuir (d) Freundlich

Pada Gambar 17 dari persamaan linear tersebut dapat ditentukan kapasitas adsorpsi (q_m) dari nilai slope dan konstanta isotherm Langmuir (K_L) dari nilai interserp. Kemudian dari persamaan linear tersebut ditentukan nilai intensitas

adsorpsinya (n) dari nilai slope dan nilai kapasitas adsorpsi Freundlich (K_r) dari nilai intersep. Analisis pada isoterm adsorpsi yang dilakukan menghasilkan data seperti Tabel 8.

Tabel 8. Data Hasil Perhitungan Isoterm Adsorpsi Komposit 7:3 dan 5:5

Adsorben	Isoterm Langmuir			Isoterm Freundlich		
	q_m (mg/g)	K_L (L/mg)	R^2	K_F (mg/g)	N	R^2
KJ-KA 7:3	-78,740	-0,0461	0,9751	2,104	0,660	0,982
KJ-KA 5:5	-57,143	-0,0498	0,9244	0,953	1,746	9987

Pada Gambar 17 dan Tabel 8 menunjukkan hasil adsorpsi *methyl violet* dengan menggunakan komposit KJ/KAKS (7:3) dan (5:5) diketahui pada isoterm Langmuir diperoleh nilai faktor korelasi (R^2) sebesar 0,9751 dan 0,9244. Pada Isoterm Freundlich memiliki nilai R^2 yaitu sebesar 0,982 dan 0,9987, artinya proses adsorpsi zat warna *methyl violet* dengan komposit KJ/KAKS (7:3) dan (5:5) mengikuti persamaan isoterm Freundlich karena nilai R^2 yang diperoleh isoterm Freundlich lebih besar dan mendekati 1.

Pada persamaan Langmuir q_m untuk menunjukkan besarnya kapasitas adsorpsi *methyl violet* oleh adsorben komposit KJ/KAKS (7:3) dan (5:5). Pada nilai q_m komposit (7:3) diperoleh nilai -78,740 mg/g dan q_m komposit (5:5) yaitu sebesar -57,143 mg/g. Nilai K_L merupakan konstanta afinitas yang menunjukkan kekuatan ikatan molekul adsorbat pada permukaan adsorben. Pada penelitian ini diperoleh nilai K_L -0,0461 L/mg untuk komposit KJ/KAKS (7:3) dan nilai K_L sebesar -0,0498 K/mg untuk komposit (5:5). Nilai K_L negatif menandakan bahwa data yang diperoleh tidak memiliki kesesuaian dengan persamaan Langmuir.

Persamaan isoterm Freundlich ditentukan dengan K_F , nilai K_F merupakan nilai kapasitas relatif adsorben dan nilai N adalah untuk menentukan heterogenitas pada permukaan adsorben. Pada penelitian diperoleh nilai K_F adsorpsi *methyl violet* oleh komposit KJ/KAKS (7:3) sebesar 2,104 mg/g sedangkan untuk komposit (5:5) sebesar 0,953 mg/g dan nilai n yang diperoleh pada komposit KJ/KAKS (7:3) dan (5:5) yaitu 0,660 dan 1,746. Nilai $n < 1$ menunjukkan bahwa tingkat heterogenitas permukaan adsorben yang tinggi (Ajemba, 2014). Nilai $n > 1$ menunjukkan bahwa terjadinya proses yang kooperatif. Dari hasil tersebut dapat

diasumsikan bahwa adsorpsi *methyl violet* dengan komposit KJ/KAKS (7:3) dan (5:5) cenderung mengikuti isotherm Freundlich, dimana adsorbat teradsorpsi pada permukaan adsorben dalam bentuk *multilayer*.



BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Karakterisasi komposit kulit jeruk (KJ)-karbon aktif kulit salak (KAKS) (7:3) dan (5:5) menggunakan FTIR diperoleh gugus fungsi yaitu O-H, C-H, C=O, C=C, dan C-O. Komposit KJ-KAKS memiliki luas permukaan sebesar 1,51958 m²/g.
2. Massa optimum adsorpsi *methyl violet* dengan komposit KJ-KAKS (7:3) dan (5:5) diperoleh pada massa adsorben 0,03 gram dengan waktu optimum 35 menit pada konsentrasi 150 ppm. Adsorpsi *methyl violet* dengan komposit KJ-KAKS 7:3 dan 5:5 mengikuti model kinetika adsorpsi *pseudo* orde dua. Adsorpsi *methyl violet* dengan komposit KJ-KAKS (7:3) dan (5:5) mengikuti isoterm Freundlich yang menandakan bahwa adsorpsi terjadi secara fisisorpsi.

6.2. Saran

Pada penelitian ini masih diperlukan pengkajian lebih lanjut mengenai sintesis komposit kulit jeruk/karbon aktif kulit salak dengan cara memodifikasi kulit jeruk dan karbon aktif dari bahan alam lainnya serta aplikasinya sebagai adsorben untuk mengadsorp berbagai jenis limbah berbahaya, seperti logam berat dan zat warna.

Daftar Pustaka

- Abdurrahman, F.B., Maimuna A., and M.Z. Abedin., 2013, Dyes Removal from Textile Wastewater Using Orange Peels, *International Journal of Scientific and Technology Research*. Volume 2, Issue 9, 47-50. ISSN 2277-8616.
- Adamson, A.W., Gast, A.P., 1967, *Physical Chemistry of Surfaces*, John Wiley and Sons, New York. Vol 57, Issue 1A, Hal 1-13.
- Ajemba, R., 2014, Assessing influence of hydrochloric acid leaching on structural changes and bleaching performance of Nigerian clay from Udi Optim, *Isotherm Kinet. Stud*, 27, 839–854.
- Ajeng, A, E., Dhoni, H., 2014, Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Jeruk Keprok (*Citrus Reticulata*) Untuk Adsorpsi Pewarna *Remazol Brilliant Blue*, *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, No 2, Vol 3.
- Aji, B. K. dan Kurniawan, F., 2012, Pemanfaatan Serbuk Biji Salak (*Salacca Zalacca*) Sebagai Arikdsorben Cr (IV) dengan Metode Batch dan Kolom, *Jurnal Sains Pomits*, 1(1): 1-6.
- Aliefman H., Jamaluddin, I Nyoman L., Eka J., dan Subratul A., 2020, Isolasi Senyawa Hesperidin Dari Kulit Buah Jeruk Manis (*Citrus Sinensis*), *Jurnal Pijar MIPA*, Vol 15 No 4, 408-410.
- Alifaturrahma, P., dan Okik H., C., 2017, Pemanfaatan Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben Untuk Menyisihkan Logam Cu, *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 8 (2).
- Anam, C, Sirojudin, Soffan, K.F., 2007, Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin Dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi Ftir, *Berkala Fisika*, Vol 10, No 1, 79-85.
- Apriliani, A., 2010, *Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu Dan Pb dalam Air Limbah*, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta.

- Arami, M., Nargess Y.L., Niyaz M.M., dan Nooshin S.T., 2005, Removal of Dyes Colored Textile Wastewater by Orange Peel Adsorbent: Equilibrium and Kinetics Studies, *Journal of Colloid and Interface Science*, 288, 371-376.
- Asnawati, A., Kharismaningrum, R. R., Andarini, N., dan Kimia, J. (n.d.), 2017, Penentuan Kapasitas Adsorpsi Selulosa Terhadap Rhodamin B Dalam Sistem Dinamis, *Jurnal Kimia Riset*, 2, (1).
- Astuti, W., P. Taba, dan Y. Hala., 2015, *Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kluwak (Pangium edule Reinw) Sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin.
- Aziz, dan Tamzil., 2016, Penurunan Kadar FFA dan Warna Minyak Jelantah Menggunakan Adsorben Dari Biji Kurma dan Kulit Salak, *Jurnal Teknik Kimia*, 22 (1), 43-48.
- Bachrun, S., Arif, H., dan Zahrul, M., 2014, Modifikasi Limbah Abu Layang Menjadi Adsorben untuk Mengurangi Limbah Zat Warna pada Industri Tekstil, *Jurnal Teknik Kimia UII*, 1 (2), 57-66.
- Beasley, M.M., E.J. Bartelink, L. Tailor and R.M. Miller., 2014, Comparison of Transmission FT-IR, ATR, and DRIFT Spectra: Implications for Assessment of Bone Bioapatite Diagenesis, *Journal of Archaeological Science*, 46 (1): 16- 22.
- Bouguettoucha, A., Reffas A., Chebli D., Mekhalif T., dan Amrane A., 2016, *Novel activated carbon prepared from an agricultural waste, Stipa tenacissima, based on ZnCl₂ activation-characterization and application to the removal of methylene blue Desalination and Water Treatment*, 57(50), 24056-24069.
- Caroline, S., Matthew A, Adebayo, Eder C. Lima, Renato Cataluna PascalS. Thue, Lizie D.T. Prola, M.J. Puchana-Rosero, Fernando M. Machado, FlavioA, Pavan, G.L. Dotto., 2015, Microwave-Assisted Activated Carbon From Cocoa Shell as Adsorbent For Removal of Sodium Diclofenac and Nimesulide From Aqueous Effluents, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 289.

- Chaikut. A. Buasri, N, V. Loryuenyong, E. Phakdeeparaphan, S. Watpathomsub, dan V., Kunakemakorn., 2013, Synthesis of Activated Carbon Using Agricultural Wastes from Biodiesel Production. *International Journal of Chemical, Nuclear, Metallurgical and Materials Engineering*, 7(1), 106-110.
- Couto, S., O ma, J., Herrera, J., 2009, Removal of synthetic dyes by an eco-friendly strateg, *Eng. Life Sci.* 9 (2), 116–123.
- Couto, S.R. 2009, Dye Removal by Immobilised Fungi, *Journal of Biotechnology Advances*, Vol. 27, hh. 227-235.
- Dachriyanus, 2017, *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*, Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK), Universitas Andalas.
- Damayanti, C. A., S. Wardhani, dan D. Purwonugroho., 2014, Pengaruh Konsentrasi TiO₂ Dalam Zeolit Terhadap Degradasi *Methylene Blue* Secara Fotokatalitik, *Kimia Student Journal*, 1(1), 8-14.
- Daniel, M., Luna, G., Flores, E. D., Angela, D., Genuino, D., Futualan, C. M., and Wan, M., 2013, Adsorption of Eriochrome Black T(EBT) Dye using Activated Carbon Prepared from Waste Rice hulls – Optimization, Isotherm and Kinetic Studies, *Journal of the Taiwan Inatitute of Chemical Engineers*, 44 (4), 646-653.
- Darmansyah, Simparmin, G., Ardiana, L., and Saputra, H., 2016, Mesopori MCM-41 sebagai Adsorben: Study of Kinetics and Adsorption Isotherms of Tapioca Liquid Waste, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 11(1), 10-16.
- Day, R.A., dan Underwood, A.L, 2002, *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*, Erlangga, Jakarta.
- Dewi, S., dan Indah N., 2012, Sabut Kelapa sebagai Penyerap Cr (VI) dalam Air Limbah, *Jurnal Teknik Waktu*, 10(1), 23-27.
- Doke, K. M., Yusuf M., Joseph R. D. dan Khan E., M., 2016, Comporative Adsorption of Crystal Violet and Congo Red on to ZnCl₂ Activated

- Carbon, *Journal of Dispersion Science and Technology*, 37(11), 1671-1681.
- Doulati Ardejani, F., Badi, KH., Yousefi Limaee, N. Mahmoodi, N.M., Arami, M., Shafaei, S. Z dan Mirhabila, A.R., 2007, Numerical Modelling and Laboratory Studies on the Removal of Direct Red 23 and Direct Red 80 Dyes from Textile Effluents Using Orange Peel a Low-Cost Adsorbent, *Dyes and Pigments*, 73(2), 178-185.
- El-Said, A.G., Gamal A.M., dan Heba F.M., 2013, Potential Application of Orange Peel as an Eco-Friendly Adsorbent for Textile Dyeing Effluents, *Research Journal of Textile and Apparel*, 7 (4), 31-39.
- Fahrizan Manda Sahputra., 2008, *Skripsi*, Prodi Biokimia FMIPA IPB, Bogor.
- Fajarwati, F.I., Anugrahwati M., Yanti I., Safitri R. A., Yeni, Yuanita, E., 2019, *Adsorption Study of Methylene Blue and Eriochrome Black T Dyes on Activated Carbon and Magnetic Carbon Composite*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 599 : 012025.
- Farhana Binti Mohamed Wazir., 2012, *Skripsi*, Faculty of Applied Science Universiti Teknologi Mara, Mara.
- Fauziah, N. Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung dari Kulit Acasia mangium Wild dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya Sebagai Adsorben., 2009, *Skripsi*, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Gnanasambandam, R., and A. Proctor., 2000, *Determination of Pectin Degree of Esterification by Diffuse Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy*, *Food Chemistry*, 68, 327-332.
- Gonawala, K.H., Mehta, M. J., 2014, Removal of Color from Different Dye Wastewater by Using Ferric Oxide as an Adsorbent, *Int. Journal of Engineering Research and Applications*, Vol. 4, Issue 5(6), pp.102-109.
- Gupta VK., 2009, Application of low-cost Adsorbents for dye removal-A review, *J Environ Manage*, 90,2313-2342.
- Handayani,M dan Sulistiyono, E., 2009, Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich Pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) oleh Zeolit, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*.

- Haniffudin, N dan Diah, S., 2013, Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Kapasitansi Electric Double Layer Capacitor (EDLC), *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), F-13-F17.
- Hans Kristianto., 2017, Sintesis Karbon Aktif Dengan Menggunakan Aktivasi Kimia $ZnCl_2$, *Jurnal Integrasi Proses*, Vol. 6, No. 3, 104 – 111.
- Hardeli., Afrianti, R., Desy, K., Nopri Andriko., Hary, S., 2014, Degradasi Methil Violet dan Methilen Blue oleh Fotokatalis TiO_2 , *Eksakta*, Vol 1.
- Hashemian, S., Khatereh S., and Zahra A.Y., 2014, Preparation of Activated Carbon from Agricultural Wastes (Almond Shell and Orange Peel) for Adsorption of 2- Pic from Aqueous Solution, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20, 1892-1900.
- Herry P., dan Ambar R. K., 2016, Pemanfaatan Tongkol Jagung Untuk Adsorpsi Zat Warna *Reactive Blue 19*, *Jurnal Teknik Kimia UMS*. ISSN 24077-9189. Hlm 41-47.
- Hosseini, S., Moonis A.K., Mohammad R.M., Willie C., dan Thomas S.Y.C., 2011, Carbon Coated Monolith, A Mesoporous Material for the Removal of Methyl Orange from Aqueous Phase: Adsorption and Desorption Studies, *Chemical Engineering Journal*, 171, 1124-1131.
- Huda, Thorikul., dan Yulitaningtyas, T, K., 2018, Kajian Adsorpsi *Methylene Blue* Menggunakan Selulosa Dari Alang-Alang, *Ind.J. Chem. Anal*, Bol.01, No 01, pp. 09-19.
- Idrus, R., Lapanporo, B.P., dan Putra, Y.G., 2013, Pengaruh Suhu Aktivasi terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa, *Jurnal Prisma Fisika*, Vol. 1: 50-55.
- Iskandar, D., 2017, Perbandingan Metode Spektrofotometri Uv-Vis Dan Iodimetri Dalam Penentuan Asam Askorbat Sebagai Bahan Ajar Kimia Analitik Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian Berbasis Open-Ended Experiment Dan Problem Solving, *Jurnal Teknologi Technoscientia*, Vol. 10 No. 1.
- Jason, P. P., 2004, Activated Carbon and Some Application for The Remediation Soil and Ground Water Pollution, *J. Chem Tech Biotechnology*, 180–186.

- Kahoul I, Boughdah N, Djazi F., Djilani C., Magri P., Medjram M.S., 2018, Removal of *Methylene Blue* by Adsorption on to Active Carbons Produced from Agricultural Wastes by Microwave Induced KOH Activation, *Chemistry and Chemical Technology*, 13(3), 365-371
- Khan, S., Abida F., M.I. Danish and Akif Z., 2013, Biosorption of Copper (II) from Aqueous Solution Using Citrus Sinensis Peel and Wood Sawdust: Utilization in Purification of Drinking and Waste Water, *IJRRAS*, Volume 16 (2), 297-306.
- Khopkar, S.M., 2002, *Konsep Dasar Kimia Analitik, Terjemahan Basic Concepts of Analytical Chemistry*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- LaGrega, M.D., Buckingham, P.L., dan Evans, J.C., 2001, *Hazardous Waste Mangement. Edisi ke-2*, New York: McGraw Hill. Hal. 117, 196, 202, 478-479.
- Lanjar., Fatma Indah, R., Widi, A., 2018, Kesetimbangan Adsorpsi Zat Warna *Methyl Violet* Oleh Karbon Aktif Berbasis Limbah Daun Nanas (*Ananas comosus L*), *Metana*, Vol 12, No 2, Hal 31.
- Liang, S. Guo, X.Y.;Feng, N.C. and Tian,Q.H., 2009, Isoterms, Kinetic and Thermodynamic Studies of Adsorption of Cu^{2+} and Cd^{2+} from Aqueous Solutions by $\text{Mg}^{2+}/\text{K}^{+}$ Type Orange Peel Adsorbents, *Journal of hazardous material*, 174 (1-3), 756-762.
- Liu, Q. Q., and Pan, C Y., 2012, A Novel Route to Treat Wastewater Containing Cationic Dyes, *Sep, Sei, Technol.*, 47,630.
- Mafira, M.R., L. Igarashi-M., D.R. Zuim., É.C. Vasques dan M.A. Ferreira., 2013, Adsorption of Remazol Brilliant Blue on an Orange Peel Adsorbent, *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, ISSN 0104-6632, Vol.30, No.3, 657-665.
- Maria Christina P., Mu'nisatun S., Rany Saptaaji dan Djoko Marjanto.,2007, Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron 340 keV/10 mA, *JFN*, Vol. 1 No.1, ISSN 1978- 8738. Hlm 32.

- Marsh, H., Rodriguez-Reinoso., Francisco., 2006, *Activated Carbon*, Elsevier Science and Technology Books, 322-31.
- Maryanti, B., Sonief, A.A.A. And Wahyudi, S., 2011, Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik, *Rekayasa Mesin*, 2(2), P.123-129
- Melania, M.S., 2012, Produksi Karbon Aktif dari Bambu dengan Aktivasi Menggunakan Kalium Hidroksida, *Skripsi*, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UI.
- Mohammadi, M., Hassani, A.J., Abdul, R.M., and Ghasem, D.N., 2010, Removal of Rhodamine B from Aqueous Solution Using Palm Shell-Based Activated Carbon; Adsorption and Kinetic Studies, *J.Chem. Eng*, 55(12), 5777-5786.
- Mujiyanti, R.D., 2010, Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Abu Sekam Padi Yang Dimobilisasi dengan 3- (Trimetoksil)-1-Propanol, *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, Vol 4, No 2, Hal. 150- 167.
- Mulyana, L., Pradiko, H. dan Nasution, K., 2003, *Pemilihan Persamaan Adsorpsi Isotherm Pada Penentuan Kapasitas Adsorpsi Kulit Kacang Tanah Terhadap Zat Warna Remazol Golden Yellow 6*, Infomatek Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik – Universitas Pasundan.
- Munagapati, V.S., and Dong-Su K., 2016, Adsorption of Anionic Azo Dye Congo Red from Aqueous Solution by Cationic Modified Orange Peel Powder, *Journal of Molecular Liquids*, 220, 540-548.
- Murtono, J., Iriany., 2017, Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang buah Karet dengan Aktivator H₃PO₄ dan Aplikasinya sebagai Penjerap Pb (II), *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(1), 43-48.
- Nafi'ah, R., 2016, Kinetika Adsorpsi Pb (II) Dengan Adsorben Arang Aktif Dari Sabut Siwalan, *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, 1(2).
- Nemr, A.E., Ola A., Amany E-S., dan Azza K., 2009, Removal of Direct Blue-86 from Aqueous Solution by New Activated Carbon Developed from Orange Peel, *Journal of Hazardous Materials*, 161, 102-110.

- Ningsih., Arista, D., Irwan Said, dan Ningsih, P., 2016, Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dari Larutannya Dengan Menggunakan Adsorben Dari Tongkol Jagung, *J. Akad. Kim*, Vol. 5, No. 2, Hal 55-60.
- Nurhasni, Hendrawati, Nubzah, S., 2014, Sekam Padi untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah, *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol. 4 No. 1, 36-44.
- Nurlaili, T., Kurniasari, L. And Ratnani, R.D., 2017, Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam Sebagai Adsorben Zat Warna *Methyl Orange* dalam Larutan, *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 2(2).
- Okwu., 2008, Citrus fruits: A Rich Source of Phytochemicals and Their Roles Inhuman Health, *Int J Chem Sci*, 6(2):451-471.
- Pambayun, Gilar, S., Yulianto, Remigius, Y. E, Rachimoellah, M., dan Putri, E. M. M., 2013, Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa dengan Aktivator $ZnCl_2$ dan Na_2CO_3 Sebagai Adsorben untuk Mengurangi Kadar Fenol dalam Air Limbah, *Jurnal Teknik Pomits*, Vol. 2: 117-120.
- Prabarini, N., Okayadnya, D. G., 2014, Penyisihan Logam Besi (Fe) pada Air Sumur dengan Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri, *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 5(2), 33–41.
- Priyantha, N, Navaratnee, and Kulasooriya., 2015, Adsorption of heavy metal Ion on Rice Husk: Isotherm Modelling and Error Analisis, *International Journal of Earth Sciences and Engineering*, 8 (2): 336-342.
- Purnama, H., dan Kurnianto, A. R., 2016, Pemanfaatan Tongkol Jagung Untuk Adsorpsi Zat Warna Reactive Blue 19, *The 3rdUniversty Research Coloquium*, 41–47.
- Rahchamani, J., Mousavi, H.Z., Behzad, M., 2011, Adsorption of *Methyl Violet* From Aqueous Solution By Polyacrylamide As An Adsorbent: Isotherm And Kinetic Studies, *Desalination*, 267, 256-260.
- Rahmadini, T, 2016, Modifikasi Kulit Salak Sebagai Adsorben Ion Tembaga (II), *Skripsi*, Program Studi Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta

- Rahmalia, W. et al., 2009, *Pemanfaatan Potensi Tandan Kelapa Kosong (Elais Guineensis Jacq) Sebagai Bahan Dasar C-Aktif Untuk Adsorpsi Logam Perak Dalam Larutan, Pontianak: Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.*
- Rahmaniah., Sofia, A., Subardi., 2016, Potensi Arang Aktif Dari Kulit Jeruk Medan (*Citrus Sinensis (L) Osbeck.*) Sebagai Adsorben Ion Kadmium (Ii) dan Timbal (Ii) Dalam Larutan, *Journal of the Japanese Society of Pediatric Surgeons*, No 2, Vol 5, Hal 381.
- Reknosari, E., Teguh, W., Soerja, K., 2020, Adsorpsi Fenol Menggunakan Adsorben Komposit Fe_3O_4 -Arang Aktif Ampas Kopi, *Jurnal Kimia Mulawarman*, No 1. Vol 18.
- Riyadi A., Hasmarini M.I., Triyono, Setyowati E., Setiaji B, Wardhono A., Wahab N., 2013, Deindustrialisasi Pada Industri Tekstil dan Produk Tekstil di Pulau Jawa, *Journal of Economics and Policy*, 6 (1), 106-119.
- Rizhikovs, J.; Zandersons, J.; Spince, B.; Dobeles, G.; Jakab, E., 2012, Preparation of Granular Activated Carbon from Hydrothermally Treated and Pelletized Deciduous Wood, *Analysis Application Pyrolysis*, 93, 68-76.
- Salman, T., and Ali, M., 2016, Potential Application of Natural and Modified orange Peel as an Eco-friendly Adsorbent for Methylene Blue Dye, *Iraqi Journal of Science*, Vol 57, No 1A, 1-13.
- Sankari, G., E. Kriahnamoorthy, S. Jayakumaran, S. Gunaeakaran, V.V. Priya, S. Subramaniam, S. Subramaniam, and S.K. Mohan., 2010, Analysis of Serum Immunoglobulins Using Fourier Transform Infrared Spectral Measurements, *Biol. Med*, 2(3):42-48.
- Serin, F.G., dan Selen., 2012, Adsorption Study on Orange Peel: Removal of Ni(II) Ions from Aqueous Solution, *African Journal of Biotechnology*, 11, 1250-1258.
- Setiawati, E dan Suroto., 2016, Pengaruh Bahan Aktivator pada Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa, *Penelitian Baristand Industri Banjarbaru*, 2(1), 21- 26.

- Shinta. dan Indah, N., 2012, Sabut Kelapa sebagai Penyerap Cr (IV) dalam Air Limbah, *Jurnal Teknik Waktu*, 10(10): 23-27.
- Shofa, 2012, *Pembuatan Karbon aktif Bahan Baku Ampas Tebu dengan aktivasi Kalium Hidroksida*, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Indonesia, Depok.
- Siti H., Taofik R., Marilne A., dan Reti H., 2017, Potensi Limbah Kulit Jeruk Nipis (*Citrus Auronfolin*) Sebagai Inhibitor Tirosinase, *IJPST*, 4 (2), 64-69.
- Sudarlin, 2012, *Prinsip dan Teknik Penggunaan Gas Sorption Analyzer (GSA)*, Universitas Islam Negri Kalijaga, Yogyakarta.
- Suherna., Budha, M., dan Hery, A. P., 2014, Analisis Kekuatan *Impact* Komposit Berpenguat Serat Pelepah Batang Salak Dengan Resin Polyester Menggunakan Fraksi Volume, *Jurnal Rekayasa Mesin dan Inovasi Teknologi*, Vol. 2, No. 02.
- Sulaksono A, Effendi H, Kurniawan B., 2015, *Kajian Beban Pencemaran Limbah Cair Industri 18Kecil Menengah (IKM) Batik klaster Trusmi Kabupaten*, 5(1).
- Syamdeni, 2019, Komposit Selulosa Ampas Tebu (Sugar cane bagasse)- Zeolit sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru, *Skripsi*.
- Tan, K. L., dan Hameed, B. H., 2017, Insight In to the Adsorption Kinetics Models for The Removal of Contaminants from Aqueous Solution, *Journal of The Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 000, 21-27.
- Tawalbeh, M., Mamdouh A., Allawzi., and Munther I Kandah., 2005, Production of Activated Carbon from Jojoba Seed Residue by Chemical Activation Using a Static Bed Reactor, *Journal of Applied Sciences*, 5 (3), 482-487.
- Thermo, Nicolet., 2001, *Introduction to FTIR Spectrometry*, Thermo Nicolet Inc, Madison USA.
- Thommes, M., K. Kaneko, V. N. Alexander, J.P. Oliver, F. Rodriguez-Renoso, J. Rouquerol, dan K. S. W. Sing, 2015, Physisorption of Gases, with Special Reference to the Evaluation of Surface Area and Pore size Distribution (IUPAC Technical Report), *Pure Appl. Chem*, 87(9-10), 1051-1069.

- Turmuzi, M., dan Arion, S., 2015, Pengaruh Suhu dalam Pembuatan Karbon Aktif Kulit Salak (*Salacca edulis*) dengan Impregnasi Asam Fosfat (H_3PO_4), *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(1).
- Uddin J, 2012, *Marco to Nano Soectroscopy*, Intech, Croatia.
- Vincent, L., Aditya P., and Arenst A., 2015, Activated Carbons from KOHactivation of Salacca Peels as Low-Cost Potential Adsorbents for Dye Removal, *Adv. Mater. Lett*, 7(3), 226-229.
- Vincent, L., Aditya P., and Arenst A., 2015, Sintesis Karbon Aktif dari Kulit Salak dengan Aktivasi Kimia-Senyawa KOH Sebagai Adsorben Proses Adsorpsi Zat Warna Metilen-Biru, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung
- Wahab, Nemr, Sikaily, dan Khaled., 2005., Use of Rice Husk for Adsorption of Direct Dyes from Aqueous Solution: A Case Study of Direct F. Scarlet, *Egyptian Journal of Aquatic Research*, Vol 31 (1): 1-11.
- Wang, W-N., 2010, *BET Standard Operating Procedure (SOP) Surface Area and Pore Size Distribution Analyses*, Tech. rep., WUSTL.
- Wansyah, R., Itnawita, G. F. K., 2016, *Potensi Arang Aktif Menggunakan Aktivator Na_2CO_3 Dari Kulit Salak Padang Sidempuan (*Salacca Sumatrana*) Sebagai Adsorben Ion Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd). II.*
- Wardhalia dan Rusdi., 2017, Pengaruh Waktu Karbonisasi Pada Adsorben Cangkang Kacang Tanah Terhadap Degradasi Zat Warna *Methyl Violet*, *Jurnal Teknik Kimia*, 6 (4), 176-179.
- Warono, D. And Ab, S., 2013, Unjuk Kerja Spektrofotometer Untuk Analisa Zat Aktif Ketoprofen, *Jurnal Konversi*, 2(1).
- Wiyantoko., Bayu., Andri, P, N., dan Anggarini, D., 2017, Pengaruh Aktivasi Fisika pada Zeolit Alam dan Lempung Alam terhadap Daya Adsorpsinya, *Prosiding Seminar Nasional*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Yusro, K., 2016, *Characterization of Radar Absorbing Materials Based Activated Carbon of Cassava Peel and Barium M-Heksaferit.*

Zahroh, W., 2010, *Kajian Kesetimbangan Adsorpsi Cr (VI) pada Biomassa Kangkung Air (Ipomoea aquatica Forsk)*, Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim, Malang.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan

1.1. Perhitungan Rendemen Karbon Kulit Salak

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{massa karbon kulit salak}}{\text{massa kulit salak}} \times 100\%$$

Diketahui:

$$\text{Massa karbon kulit salak} = 65,862 \text{ gram}$$

$$\text{Massa kulit salak} = 116,852 \text{ gram}$$

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{65,862 \text{ gram}}{116,852 \text{ gram}} \times 100\% = 56,364 \%$$

1.2. Perhitungan Rendemen Karbon Aktif Kulit Salak

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{massa karbon aktif kulit salak}}{\text{massa karbon kulit salak}} \times 100\%$$

Diketahui:

$$\text{Massa karbon aktif kulit salak} = 60,296 \text{ gram}$$

$$\text{Massa karbon kulit salak} = 65,862 \text{ gram}$$

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{60,296 \text{ gram}}{65,862 \text{ gram}} \times 100\% = 91,549\%$$

1.3. Perhitungan Pembuatan Larutan

a. Pembuatan Larutan 2M KOH 250 mL

$$\text{Mol KOH} = M \times V$$

$$\text{Mol KOH} = 2M \times 0,25 \text{ L}$$

$$\text{Mol KOH} = 0,5 \text{ mol}$$

$$\text{Mol KOH} = \frac{\text{Massa KOH}}{\text{Mr KOH}}$$

$$0,5 \text{ mol} = \frac{\text{Massa KOH}}{56,11\text{g/mol}}$$

$$\text{Massa KOH} = 56,11\text{g/mol} \times 0,5 \text{ mol}$$

$$\text{Massa KOH} = 28 \text{ gram}$$

b. Pembuatan Larutan KOH 20% dari Larutan KOH 2M

$$\% = \frac{\text{Massa KOH}}{\text{Volumen Larutan}}$$

$$20 \% = \frac{\text{Massa KOH}}{\text{Volumen Larutan KOH yang dibutuhkan}}$$

$$20 \% = \frac{28 \text{ gram}}{\text{Volume Larutan KOH yang dibutuhkan}}$$

$$\text{Volume Larutan KOH yang dibutuhkan} = \frac{28 \text{ gram}}{20\%}$$

$$\text{Volume Larutan KOH yang dibutuhkan} = 140 \text{ mL}$$

c. Pembuatan Larutan HCL 1 M

- Konsentrasi HCL = 37%
- BJ = 1,19 g/mol
- Bm = 36,9 g/mol

1. Perhitungan M larutan HCL

$$M = \frac{\% \times \text{BJ} \times 10}{\text{Bm}}$$

$$M = \frac{37\% \times 1,19 \text{ g/mol} \times 10}{36,9 \text{ g/mol}} = 12,06 \text{ M}$$

2. Volume larutan HCL yang diambil

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$12,06 \text{ M} \times V_1 = 1 \text{ M} \times 250 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{250 \text{ mL} \times 1 \text{ M}}{12,06 \text{ M}} = 20,7 \text{ mL}$$

d. Pembuatan Larutan Induk *Methyl Violet* 100 ppm

- **Larutan induk *Methyl Violet* 100 ppm dibuat dalam 250 mL**

$$\text{Konsentrasi MB (mg/L)} = \frac{\text{Zat terlarut (mg)}}{\text{Volume (L)}}$$

$$100 \text{ mg/L} = \frac{\text{Zat terlarut (mg)}}{0,25 \text{ (L)}}$$

$$\text{Zat Terlarut (mg)} = (100 \text{ mg/L} \times 0,25 \text{ L})$$

$$\text{Zat terlarut} = 25 \text{ mg} = 0,025 \text{ gram}$$

- **Larutan induk *Methyl Violet* 100 ppm dibuat dalam 500 mL**

$$\text{Konsentrasi MB} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{\text{Zat terlarut (mg)}}{\text{Volume (L)}}$$

$$100 \text{ mg/L} = \frac{\text{Zat terlarut (mg)}}{0,50 \text{ (L)}}$$

$$100(\text{mg/L}) = \frac{\text{Zat terlarut (mg)}}{0,50 \text{ (L)}}$$

$$\text{Zat Terlarut} = (100\text{mg/L} \times 0,50 \text{ L})$$

$$\text{Zat terlarut} = 50\text{mg} = 0,05\text{gram}$$

e. Pembuatan Larutan Adsorbat

1. Pembuatan larutan standar *Methyl Violet* 25 ppm untuk variasi adsorben, massa dan waktu

- Larutan Standar *methyl violet* Dalam 100 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{25 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 25 \text{ mL}$$

- Larutan Standar *methyl violet* Dalam 250 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{25 \text{ ppm} \times 250 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 62,5 \text{ mL.}$$

2. Perhitungan pembuatan larutan kerja untuk variasi konsentrasi dalam 100 mL

- Pembuatan larutan kerja *Methyl Violet* 25 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{25 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{200 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 12,5 \text{ mL}$$

- **Pembuatan larutan kerja *Methyl Violet* 50 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{200 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 25 \text{ mL}$$

- **Pembuatan larutan kerja *Methyl Violet* 75 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{75 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{200 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 37,5 \text{ mL}$$

- **Pembuatan larutan kerja *Methyl Violet* 100 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{200 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 50 \text{ mL}$$

- **Pembuatan larutan kerja *Methyl Violet* 150 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{150 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{200 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 75 \text{ mL}$$

3. Perhitungan Faktor Pengenceran Pada Larutan *Methyl Violet* Variasi Konsentrasi

- **Konsentrasi *Methyl Violet* 25 ppm**

$$F_p = \frac{\text{Volume Labu Takar}}{\text{Volume Yang diambil}}$$

$$Fp = \frac{50 \text{ ml}}{10 \text{ ml}}$$

$$Fp = 5$$

- **Konsentrasi *Methyl Violet* 50 ppm**

$$Fp = \frac{\text{Volume Labu Takar}}{\text{Volume Yang Diambil}}$$

$$Fp = \frac{50 \text{ ml}}{10 \text{ ml}}$$

$$Fp = 5$$

- **Konsentrasi *Methyl Violet* 75 ppm**

$$Fp = \frac{\text{Volume Labu Takar}}{\text{Volume Yang Diambil}}$$

$$Fp = \frac{50 \text{ ml}}{10 \text{ ml}}$$

$$Fp = 5$$

- **Konsentrasi *Methyl Violet* 100 ppm**

$$Fp = \frac{\text{Volume Labu Takar}}{\text{Volume Yang Diambil}}$$

$$Fp = \frac{50 \text{ ml}}{2,5 \text{ ml}}$$

$$Fp = 20$$

- **Konsentrasi *Methyl Violet* 150 ppm**

$$Fp = \frac{\text{Volume Labu Takar}}{\text{Volume Yang Diambil}}$$

$$Fp = \frac{50 \text{ ml}}{5 \text{ ml}}$$

$$Fp = 10$$

f. **Pembuatan Larutan Standar *Methyl Violet* 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm**

- **Larutan Standar *Methyl Violet* 1 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{1 \text{ ppm} \times 25 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,25 \text{ mL}$$

- **Larutan Standar Methyl Violet 2 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{2 \text{ ppm} \times 25 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

- **Larutan Standar Methyl Violet 3 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{3 \text{ ppm} \times 25 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,75 \text{ mL}$$

- **Larutan Standar Methyl Violet 4 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{4 \text{ ppm} \times 25 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

- **Larutan Standar Methyl Violet 5 ppm**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{5 \text{ ppm} \times 25 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1,25 \text{ mL}$$

Lampiran 2. Analisis Data

2.1. Standar yang digunakan setiap variasi.

▪ Standar Variasi Adsorben

- Kulit Jeruk dan Karbon Aktif 0,03 gram

$$y = 0,1242x - 0,0016$$

$$R^2 = 0,9987$$

- Komposit KJ-KAKS (7:3) dan (5:5) 0,03 gram

$$y = 0,1242x - 0,0016$$

$$R^2 = 0,9987$$

▪ Standar Variasi Massa

- Komposit (7:3)

$$y = 0,1242x - 0,0016$$

$$R^2 = 0,9987$$

- Komposit (5:5)

$$y = 0,1738x + 0,0178$$

$$R^2 = 0,998$$

▪ Standar Variasi Waktu

- Komposit (7:3) dan Komposit (5:5)

$$y = 0,0894x - 0,0304$$

$$R^2 = 0,9996$$

▪ Standar Variasi Konsentrasi

- Komposit (7:3) dan Komposit (5:5)

$$y = 0,2704x - 0,0314$$

$$R^2 = 0,999$$

2.2. Variasi Adsorben

Adsorben	Co Sebenarnya (mg/L)	Ce Sebenarnya (mg/L)	qe (mg/g)	% Adsorpsi
Kulit Jeruk 0,03 g	24,783	5,882	15,7501342	76,26
Karbon Aktif 0,03 g	24,783	9,127	13,0461621	63,17
Komposit (KJ- KAKS) 7:3	24,7826087	4,561996779	16,8505099	81,59194292
Komposit (KJ- KAKS) 5:5	24,7826087	7,702093398	14,2337627	68,92137752

2.3. Variasi Massa

A. Komposit KJ:KAKS (7:3)

Waktu (Menit)	Massa (gram)	Co Sebenarnya (mg/L)	Ce Sebenarnya (mg/L)	qe (mg/g)	% Adsorpsi*
30	0,03	24,7826087	4,562	16,8505099	81,59194292
30	0,05	24,7826087	6,470	9,15619968	73,89213775
30	0,1	24,7826087	7,485	4,32447665	69,7985705
30	0,15	24,7826087	8,072	2,78502415	67,42690058
30	0,2	24,7826087	8,781	2,00020129	64,56790123

B. Komposit KJ:KAKS (5:5)

Waktu (Menit)	Massa (gram)	Co Sebenarnya (mg/L)	Ce Sebenarnya (mg/L)	qe (mg/g)	% Adsorpsi*
30	0,03	24,7826087	7,702	14,2337627	68,92137752
30	0,05	24,7826087	8,024	8,37922705	67,62183236
30	0,1	24,7826087	8,346	4,10909823	66,3222872
30	0,15	24,7826087	9,787	2,49919485	60,50682261
30	0,2	24,7826087	10,335	1,80595813	58,29759584

2.4. Variasi Waktu

A. Komposit KJ:KAKS (7:3)

Waktu (menit)	Massa (gram)	Co Sebenarnya (mg/L)	Ce Sebenarnya (mg/L)	qe (mg/g)	% Adsorpsi
5	0,03	24,01565996	9,042505593	12,477629	62,34746157
10	0,03	24,01565996	8,975391499	12,533557	62,62692129
15	0,03	24,01565996	8,427293065	12,990306	64,90917559
20	0,03	24,01565996	7,476510067	13,782625	68,86818817
30	0,03	24,01565996	6,738255034	14,397837	71,94224499
35	0,03	24,01565996	6,615212528	14,500373	72,4545878
40	0,03	24,01565996	8,93064877	12,570843	62,81322776
60	0,03	24,01565996	10,66442953	11,126025	55,59385189

B. Komposit KJ:KAKS (5:5)

Waktu (menit)	Massa (gram)	Co Sebenarnya (mg/L)	Ce Sebenarnya (mg/L)	qe (mg/g)	% Adsorpsi
5	0,03	24,01565996	12,55480984	9,5507084	47,72240335
10	0,03	24,01565996	12,00671141	10,007457	50,00465766
15	0,03	24,01565996	11,93959732	10,063386	50,28411737
20	0,03	24,01565996	11,40268456	10,510813	52,51979506
30	0,03	24,01565996	10,78747204	11,02349	55,08150908
35	0,03	24,01565996	10,36241611	11,377703	56,85142059
40	0,03	24,01565996	11,24608501	10,641312	53,17186772
60	0,03	24,01565996	11,83892617	10,147278	50,70330694

2.5. Variasi Konsentrasi

A. Komposit KJ:KAKS (7:3)

Waktu	Konsentrasi	Massa (gram)	Co Sebenarnya (mg/L)	Ce Sebenarnya (mg/L)	qe (mg/g)	% Adsorpsi
35	25	0,03	24,61908284	3,832840237	17,32187	84,43142557
35	50	0,03	49,98890533	6,950443787	35,86538	86,09602772
35	75	0,03	66,05769231	8,396449704	48,05104	87.28921733
35	100	0,03	98,40236686	10,19008876	73,51023	89,64446783
35	150	0,03	132,0044379	12,09467456	99,9248	90,8376758

B. Komposit KJ:KAKS (5:5)

Waktu	Konsentrasi	Massa (gram)	Co Sebenarnya (mg/L)	Ce Sebenarnya (mg/L)	qe (mg/g)	% Adsorpsi
35	25	0,03	24,61908284	4,738905325	16,56681	80,75108908
35	50	0,03	49,98890533	7,482988166	35,4216	85,03070208
35	75	0,03	66,05769231	8,566568047	47,90927	87,03168738
35	100	0,03	98,40236686	11,18491124	72,68121	88,63349369
35	150	0,03	132,0044379	13,20414201	99,00025	89,99719841

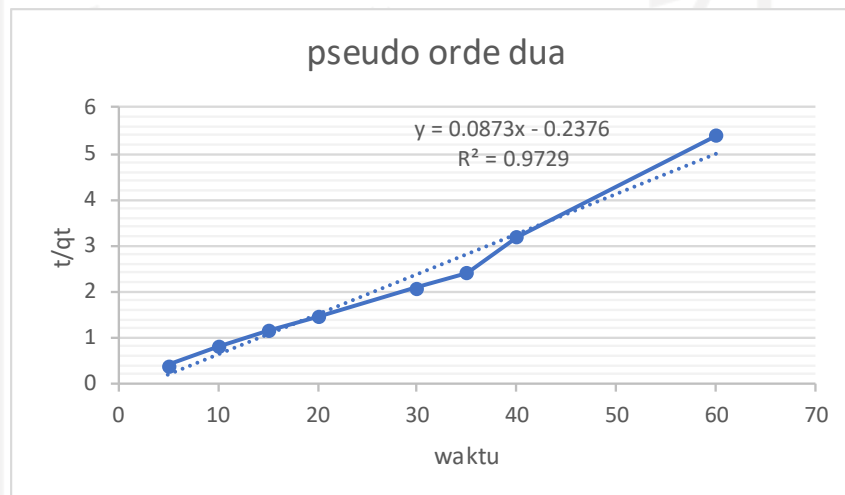
Lampiran 3. Perhitungan Kinetika Adsorpsi

3.1. Komposit KJ-KAKS (7:3)

Adsorpsi *methyl violet* dengan menggunakan komposit KJ-KAKS (7:3) mengikuti model kinetika *pseudo* orde 2 dengan nilai $R^2 = 0,9729$. Nilai k dan q_e dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{k(qe)^2} + \frac{1}{qe} t$$

$y = ax + b$, dimana a adalah slope dan b adalah intersep.



Sehingga nilai dari q_e dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{slope} = \frac{1}{q_e}$$

$$q_e = \frac{1}{\text{slope}}$$

$$q_e = \frac{1}{0,0873}$$

$$q_e = 11,4548 \text{ mg/g}$$

Sedangkan nilai k dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{intersep} = \frac{1}{k(qe)^2}$$

$$k = \frac{1}{\text{intersep}(qe)^2}$$

$$k = \frac{1}{(-0,2376)(11,4548)^2}$$

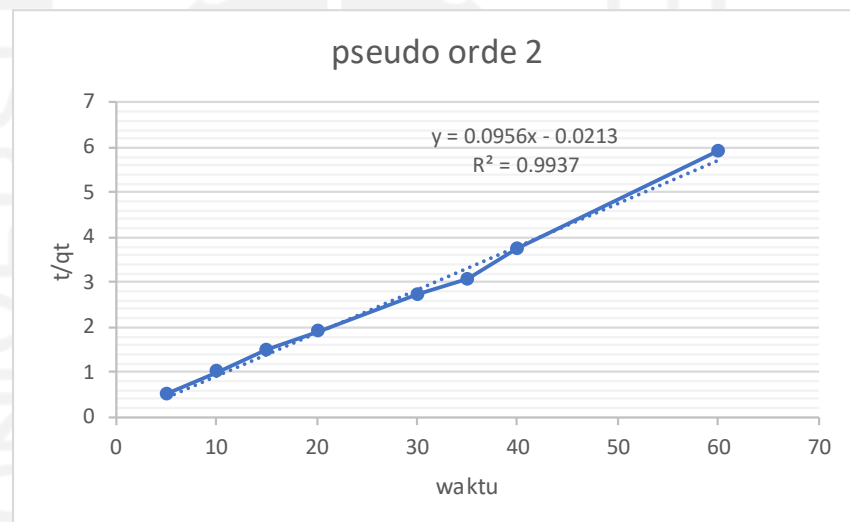
$$k = -0,032 \text{ g/mg. menit}$$

3.2. Komposit KJ-KAKS (5:5)

Adsorpsi *methyl violet* dengan menggunakan komposit KJ-KAKS (5:5) mengikuti model kinetika *pseudo* orde 2, dengan nilai $R^2 = 0,9937$. Nilai k dan q_e dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\frac{1}{qt} = \frac{1}{k(qe)^2} + \frac{1}{qe} t$$

$y = ax + b$, dimana a adalah slope dan b adalah intersep.



Sehingga nilai dari q_e dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{slope} = \frac{1}{q_e}$$

$$q_e = \frac{1}{\text{slope}}$$

$$q_e = \frac{1}{0,0956}$$

$$q_e = 10,460 \text{ mg/g}$$

Nilai k dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{intersep} = \frac{1}{k(qe)^2}$$

$$k = \frac{1}{\text{intersep}(qe)^2}$$

$$k = \frac{1}{(-0,0213)(10,460)^2}$$



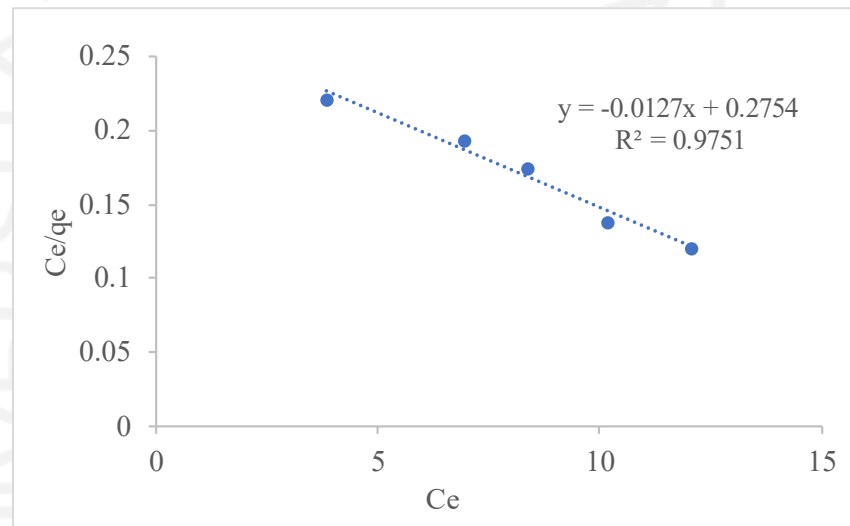
Lampiran 4. Perhitungan Isoterm Adsorpsi

4.1. Komposit KJ-KAKS (7:3)

4.1.1. Isoterm Langmuir

Konstanta Langmuir (K_L) dan kapasitas maksimum adsorpsi (q_m) dapat ditentukan dengan memplotkan kurva linear antar C_e/q_e dengan C_e , dengan slope $1/q_m$ dan intersep $1/q_m \cdot K_L$ dari persamaan berikut:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L q_m} + \frac{C_e}{q_m}$$



Maka nilai q_m dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{slope} = \frac{1}{q_m}$$

$$q_m = \frac{1}{\text{slope}}$$

$$q_m = \frac{1}{-0,0127}$$

$$q_m = -78,740 \text{ mg/g}$$

Nilai K_L dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{intersep} = \frac{1}{K_L \cdot q_m}$$

$$K_L = \frac{1}{\text{intersep. } qm}$$

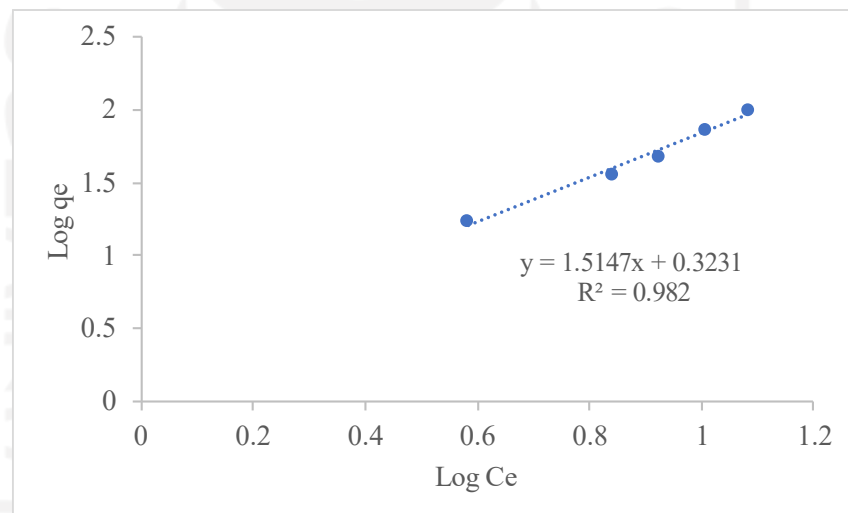
$$K_L = \frac{1}{(0,2754)(-78,740)}$$

$$K_L = -0,0461$$

4.1.2. Isoterm Freundlich

Konstanta Freundlich (K_F) dan $1/n$ dapat ditentukan dengan memplotkan kurva linear antara $\log q_e$ dengan C_e , dengan slope $1/n$ dan intersep $\log K_F$ dari persamaan berikut:

$$\log q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e$$



Maka nilai n dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{slope} = \frac{1}{n}$$

$$n = \frac{1}{\text{slope}}$$

$$n = \frac{1}{1,5147}$$

$$n = 0,660$$

Nilai K_F dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{intersep} = \log K_F$$

$$K_F = 10^{(intersep)}$$

$$K_F = 10^{(0,3231)}$$

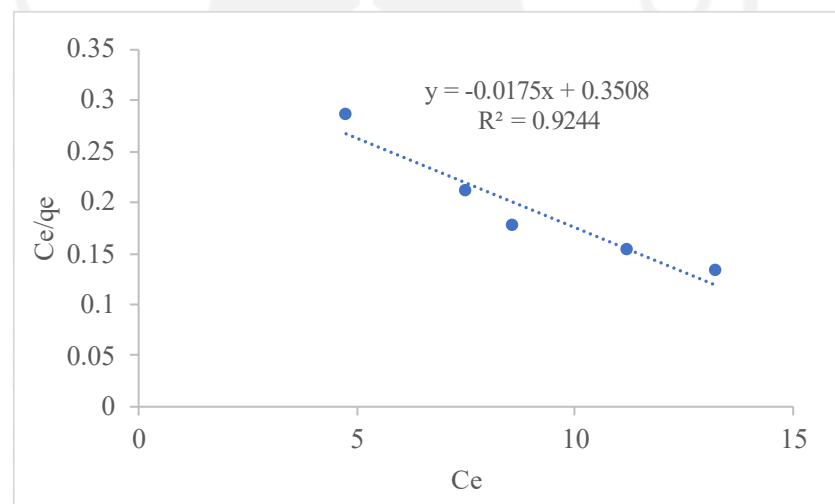
$$K_F = 2,104$$

4.2. Komposit KJ-KAKS (5:5)

4.2.1. Isoterm Langmuir

Konstanta Langmuir (K_L) dan kapasitas adsorpsi (q_m) dapat ditentukan dengan memplotkan kurva linear antara C_e/q_e dengan C_e , dengan slope $1/q_m$ dan intersep $1/q_m.K_L$ dari persamaan berikut:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L q_m} + \frac{C_e}{q_m}$$



Maka nilai q_m dapat dihitung sebagai berikut:

$$slope = \frac{1}{q_m}$$

$$q_m = \frac{1}{slope}$$

$$q_m = \frac{1}{-0,0175}$$

$$q_m = -57,143 \text{ mg/g}$$

Nilai K_L dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{intersep} = \frac{1}{K_L \cdot q_m}$$

$$K_L = \frac{1}{\text{intersep} \cdot q_m}$$

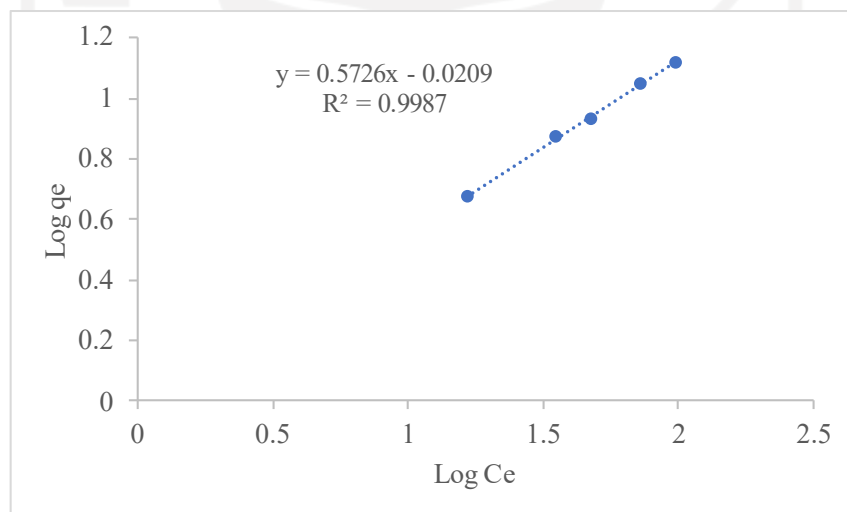
$$K_L = \frac{1}{(0,3508)(-57,143)}$$

$$K_L = -0,0498$$

4.2.2. Isoterm Freundlich

Konstanta Freundlich (K_F) dan $1/n$ dapat ditentukan dengan memplotkan kurva linear antara $\log q_e$ dengan C_e dengan slope $1/n$ dan intersep $\log K_F$ dari persamaan berikut:

$$\log q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e$$



Maka nilai n dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{slope} = \frac{1}{n}$$

$$n = \frac{1}{\text{slope}}$$

$$n = \frac{1}{0,5726}$$

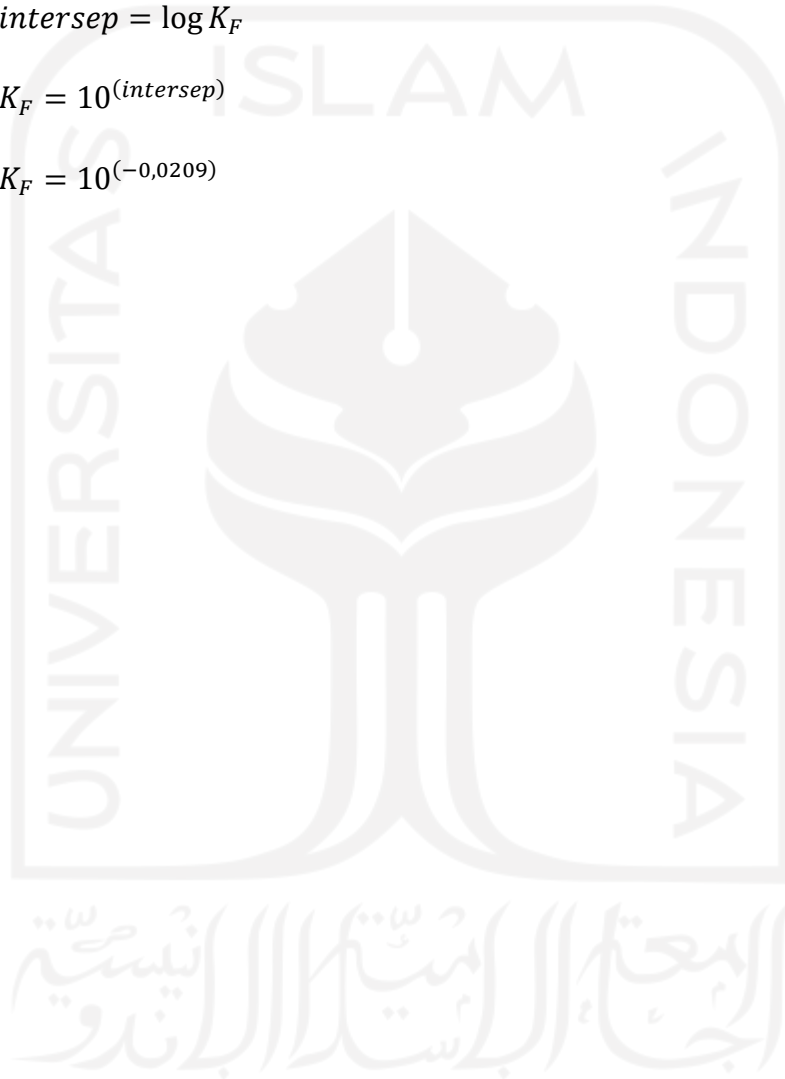
$$n = 1,746$$

Nilai K_F dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{intersep} = \log K_F$$

$$K_F = 10^{(\text{intersep})}$$

$$K_F = 10^{(-0,0209)}$$



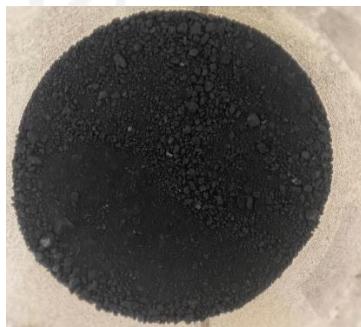
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian



Kulit Salak Pondoh



Karbon Kulit Salak



Serbuk Karbon Kulit Salak



Aktivator KOH 20%



Perendaman Karbon dengan KOH 20%



Proses Penimbangan Sampel



Penyaringan Karbon Setelah Aktivasi



pH Air Cucian saat Penetrasi Karbon



Serbuk Kulit Jeruk



Karbon Aktif Kulit Salak



Penguapan Aseton



Komposit Kulit Jeruk-Karbon Aktif



Larutan methyl violet Sebelum diberi



Larutan methyl violet Setelah diberi

Adsorben



Proses Adsorpsi dengan dishaker

Adsorben



Penyaringan Setelah Proses Adsorpsi



FTIR



Spektrofotometer Uv-Vis

الجامعة الإسلامية
الاستدائدية