

**PENENTUAN KINETIKA ADSORPSI KARBON AKTIF CANGKANG  
SAWIT DAN KULIT KOPI TERHADAP ZAT WARNA METIL *ORANGE***

**SKRIPSI**

**Diajukan Oleh**

**SITI NURKHASINAH**

**NIM. 190208077**

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan  
Prodi Pendidikan Kimia**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2024 M/1445 H**

**PENENTUAN KINETIKA ADSORPSI KARBON AKTIF CANGKANG  
SAWIT DAN KULIT KOPI TERHADAP ZAT WARNA  
METIL ORANGE**

**SKRIPSI**

Diajukan kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK) UIN Ar-raniry Banda  
Aceh Sebagai Salah Satu Persyaratan Penulisan Skripsi  
dalam Ilmu Pendidikan Kimia

Oleh

**Siti Nurkhasinah**

**NIM. 190208077**

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prodi Pendidikan Kimia

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

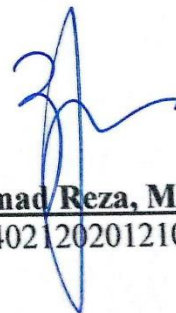
Disetujui oleh :

Pembimbing I,



**Adean Mayasri, M. Sc**  
NIP.199203122018012002

Pembimbing II,



**Muhammad Reza, M. Si**  
NIP:19940212020121015

**PENENTUAN KINETIKA ADSORPSI KARBON AKTIF CANGKANG  
SAWIT DAN KULIT KOPI TERHADAP ZAT WARNA  
METIL ORANGE**

**SKRIPSI**

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh dan dinyatakan Lulus Serta Diterima sebagai Salah Satu Beban Studi untuk Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia

Pada Hari/Tanggal :

Selasa, 30 April 2024  
21 Syawal 1445 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi:

Ketua,



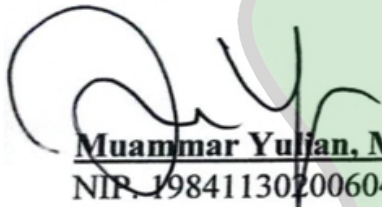
**Adean Mavasri, M.Sc**  
NIP. 199203122018012002

Sekretaris



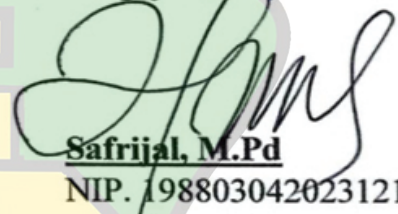
**Muhammad Reza, M.Si**  
NIP. 19940212020121015

Penguji I,



**Muammar Yulian, M.Si**  
NIP. 198411302006041002

Penguji II,



**Safrijal, M.Pd**  
NIP. 198803042023121102

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry  
Darussalam Banda Aceh



**Prof. Saiful Mulana, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D**  
NIP. 1975010219997031003

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Nurkhasinah

NIM : 190208077

Prodi : Pendidikan Kimia

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Judul Skripsi : Penentuan Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Cangkang Sawit dan Kulit Kopi Terhadap Zat Warna Metil Orange

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber ahli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 30 April 2024

Menyatakan,



Siti Nurkhasinah





## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Nurkhasinah

NIM : 190208077

Prodi : Pendidikan Kimia

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Judul Skripsi : Penentuan Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Cangkang Sawit dan Kulit Kopi Terhadap Zat Warna Metil *Orange*

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber ahli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 30 April 2024

Menyatakan,

Siti Nurkhasinah

## ABSTRAK

Nama : Siti Nurkhasinah  
NIM : 190208077  
Prodi : Pendidikan Kimia  
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan  
Judul Skripsi : Penentuan Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Cangkang Sawit dan Kulit Kopi Terhadap Zat Warna Metil *Orange*  
Tanggal Sidang : 30 April 2024  
Tebal Skripsi : 73 halaman  
Pembimbing I : Adean Mayasri, M.Sc  
Pembimbing II : Muhammad Reza, M.Si  
Kata Kunci : Karbon Aktif, Cangkang Kelapa Sawit, Kulit Kopi, Adsorpsi,

Industri tekstil menghasilkan limbah dalam jumlah besar, salah satunya adalah pewarna metil *orange* yang dapat mencemari lingkungan. Pencemaran lingkungan akibat metil *orange* dapat dicegah dengan karbon aktif. Karbon aktif sering digunakan karena memiliki luas permukaan yang besar, kapasitas adsorpsi yang tinggi, kemudahan penggunaan, dan meminimalisir biaya. Beberapa bahan yang digunakan untuk membuat karbon aktif antara lain cangkang kelapa sawit dan kulit kopi. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk menentukan kinetika adsorpsi dan juga menghitung kapasitas ( $q_e$ ) dan efisiensi adsorpsi (%EA) dari karbon aktif kulit kopi dan cangkang kelapa sawit sebagai adsorben zat warna metil *orange*. Hasil uji karakterisasi pada karbon aktif kulit kopi sebelum aktivasi sebesar  $0,526 \text{ m}^2/\text{g}$  sesudah aktivasi sebesar  $1,212 \text{ m}^2/\text{g}$ , hasil optimum uji adsorpsi terjadi pada dosis 1,1 gram, konsentrasi metil *orange* 25 ppm dan waktu kontak 60 menit dengan %EA sebesar 96,47% dengan  $q_e$  0,548 mg/g serta mengikuti model isoterm Langmuir dan kinetika pseudo orde dua. Pada karbon aktif cangkang kelapa sawit luas permukaan sebelum aktivasi sebesar  $6,747 \text{ m}^2/\text{g}$  sedangkan sesudah aktivasi sebesar  $20,189 \text{ m}^2/\text{g}$ . hasil optimum uji adsorpsi terjadi pada dosis 0,3 gram, konsentrasi metil *orange* 35 ppm dan waktu kontak 90 menit dengan %EA sebesar 81,99% dengan  $q_e$  sebesar 2,391 mg/g serta mengikuti model Freundlich dan kinetika pseudo orde dua.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil ‘Alamin Wassalatu Wassalamu ‘Ala Asrofil Ambiyai Walmursalin Wa’ala Alihi Wasah Bihi Ajma’in. Puji beserta bersyukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas limpah rahmat, karunia serta hidayah-Nya maka skripsi ini dapat selesai dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada baginda Rasulullah SAW.

Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh, dengan judul “**Penentuan Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Cangkang Sawit dan Kulit Kopi Terhadap Zat Warna Metil Orange**”. Dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari kesulitan dan hambatan, namun berkat bimbingan, nasihat, bantuan dan kerja sama dari berbagai pihak yang telah berkenan memberikan bimbingan serta arahan dalam penulisan skripsi ini sehingga segala hambatan dan kesulitan tersebut akhirnya dapat diatasi dengan baik. Dengan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Safrul Muluk, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D., sebagai Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry yang telah memberikan izin penelitian kepada peneliti.
2. Ibu Sabarni, S.Pd., M.Pd selaku ketua Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan bapak Teuku Badlisyah, M.Pd sebagai Sekretaris Prodi Pendidikan Kimia beserta seluruh stafnya yang senantiasa memberi arahan serta motivasi kepada penelitian untuk menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

3. Ibu Adean Mayasri, M.Sc dan Bapak Muhammad Reza, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya dalam memberikan masukan, bimbingan dan arahan kepada peneliti sehingga penelitian ini dapat diselesaikan sebaik mungkin.
4. Bapak Haris Munandar, M.Pd selaku laboran Laboratorium Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry yang telah memberikan arahan dan masukan selama penelitian berlangsung.
5. Ucapan terima kasih yang sangat mendalam kepada Alm Ayahanda Muklis dan ibunda Nurlailawati, kakak dan adik yang telah menyemangati penulis agar menjadi sosok yang tegar, pantang menyerah dan berakhlakul karimah selama berkuliah di UIN Ar-Raniry.
6. Kepada rekan-rekan penulis angkatan 2019 yang telah mendukung dan memberikan saran serta dukungan penuh selama proses pembuatan skripsi.

Penulis yang juga selaku manusia yang tidak luput dari kesalahan menyadari bahwa di dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh sebab itu, penulis berharap adanya kritikan, saran dan masukan yang bersifat membangun sebagai pedoman untuk perbaikan dimasa yang akan datang.

Banda Aceh, 30 April 2024

Penulis,

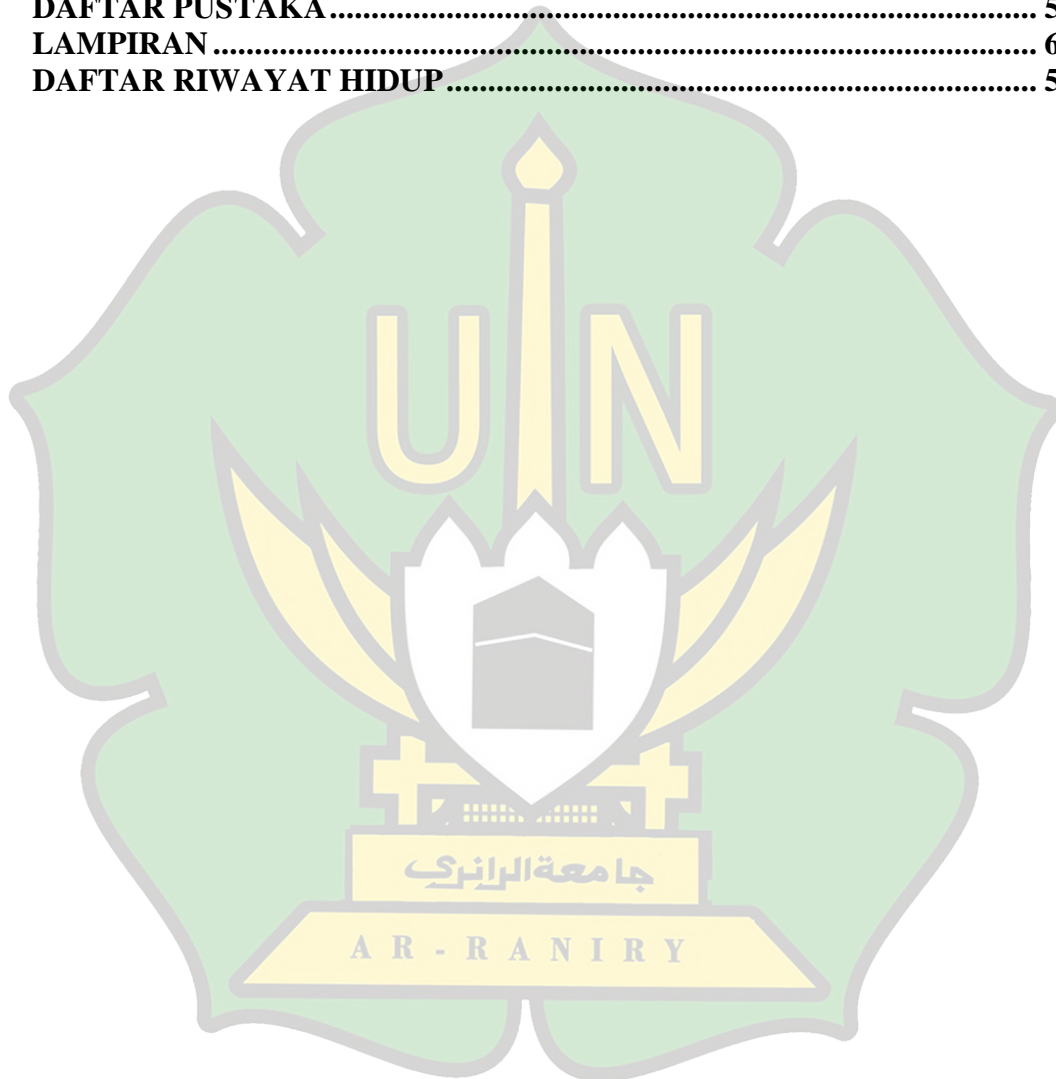
Siti Nurkhasinah



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN SIDANG</b>	
<b>LEMBAR PERYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b>	
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A.Latar Belakang Masalah.....	1
B.Tujuan Penelitian .....	6
C.Ruang Lingkup .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
A.Karbon Aktif .....	7
B.Zat Warna Tekstil .....	9
C.Uji Karakterisasi .....	11
E.Kapasitas Adsorpsi.....	13
F.Kinetika Adsorpsi.....	17
G.Spektrofotometri UV-Vis.....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
A.Garis Besar Penelitian.....	22
B.Alat dan Bahan .....	22
1.Alat.....	22
2.Bahan.....	22
C.Waktu dan Tempat.....	22
D.Diagram Alir .....	23
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>29</b>
A.Uji Aktivitas .....	29
B.Uji Karakterisasi Metode BET .....	29
C.Pembuatan Kurva Standar Larutan Metil <i>Orange</i> .....	32
D.Penentuan Kapasitas Adsorpsi ( $Q_e$ ) dan Efisiensi Adsorpsi (%).....	33
1)Uji Adsorpsi Karbon Aktif kulit kopi .....	34

2)Uji Adsorpsi Karbon Aktif Cangkang kelapa Sawit .....	40
E.Model Isoterm Adsorpsi .....	47
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>54</b>
A.Kesimpulan.....	54
B.Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>60</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>59</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Morfologi karbon aktif.....	8
Gambar 2. 2 Struktur molekul metil <i>orange</i> .....	12
gambar 2. 3 Grafik pola isotherm langmuir.....	17
gambar 2. 4 Grafik pola isotherm langmuir.....	18
Gambar 2. 5 Prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis.....	21
Gambar 4. 1 Kurva Standar larutan metil <i>orange</i> .....	32
Gambar 4. 2 Pengaruh variasi dosis karbon aktif kulit kopi.....	35
Gambar 4. 3 Filtrat hasil adsorpsi variasi dosis karbon aktif kulit kopi.....	36
Gambar 4. 4 Pengaruh variasi konsentrasikarbon aktif kulit kopi.....	37
Gambar 4.5 Filtrat variasi konsentrasi karbon aktif kulit kopi.....	38
Gambar 4. 6 Pengaruh variasi waktu kontakkarbon aktif kulit kopi.....	39
Gambar 4. 7 Filtrat variasi waktu kontak karbon aktif kulit kopi.....	40
Gambar 4. 8 pengaruh variasi dosis karbon aktif cangkang sawit.....	42
Gambar 4. 9 Filtrat hasil adsorpsi variasi dosis karbon aktif cangkang sawit....	43
Gambar 4. 10 Pengaruh variasi konsentrasigkarbon aktif cangkang sawit.....	44
Gambar 4. 11 Filtrat hasil adsorpsi variasi konsentrasi karbon aktif cangkang sawit.....	45
Gambar 4. 12 Pengaruh Variasi Waktu Kontak Karbon Aktif Cangkang Sawit.....	46
Gambar 4. 13 Filtrat hasil adsorpsi variasi waktu kontak karbon aktif cangkang sawit.....	47
Gambar 4. 14 Grafik Isoterm Langmuir Karbon Aktif.....	48
Gambar 4. 15 Grafik Isoterm Freundlich Karbon Aktif.....	49
Gambar 4. 16 Grafik Isoterm Freundlich Karbon Aktif.....	50
Gambar 4. 17 Model kinetika Karbon Aktif Kulit Kopi.....	53
Gambar 4. 18 Model kinetika karbon aktif cangkang sawit.....	53



## DAFTAR TABEL

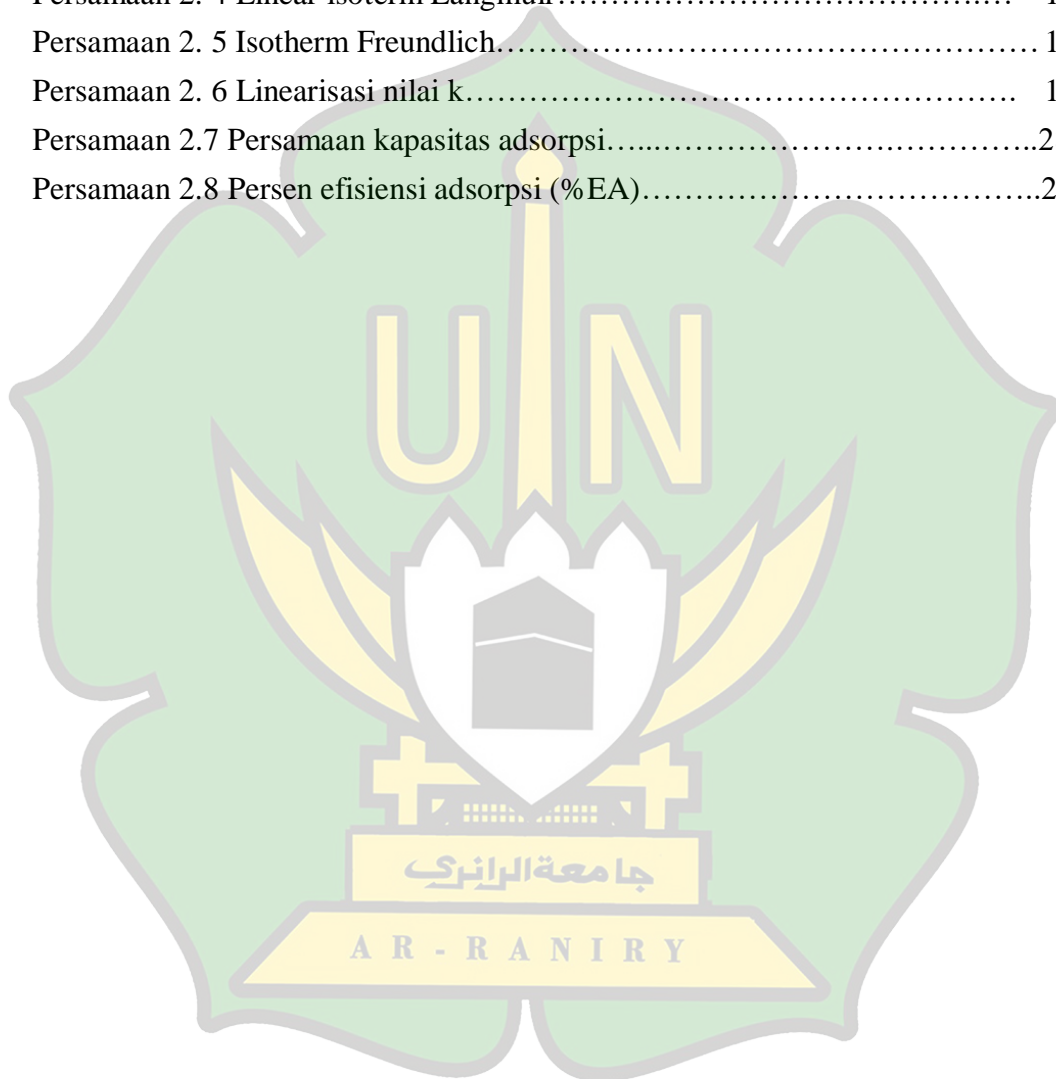
Tabel 1.2 Zat Warna Dan Panjang Gelombang Maksimum.....	22
Tabel 4.1 Analisis BET Karbon Aktif.....	30
Tabel 4.2 Parameter Adsorpsi Dari Ketiga Model Isoterm Yang Digunakan....	50
Tabel 4.3 Parameter Adsorpsi Dari Ketiga Model Isoterm Yang Digunakan....	54





## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2. 1 Kapasitas Adsorpsi.....	15
Persamaan 2. 2 Efisiensi Adsorpsi.....	15
Persamaan 2. 3 Persamaan isoterm adsorpsi langmuir.....	16
Persamaan 2. 4 Linear isoterm Langmuir.....	17
Persamaan 2. 5 Isotherm Freundlich.....	18
Persamaan 2. 6 Linearisasi nilai k.....	18
Persamaan 2.7 Persamaan kapasitas adsorpsi.....	28
Persamaan 2.8 Persen efisiensi adsorpsi (%EA).....	29



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Industri tekstil merupakan salah satu sektor yang tumbuh pesat dan memegang peranan penting (Shinta dkk., 2023). Industri tekstil menghasilkan limbah zat warna yang mencolok dimana zat warna tersebut berasal dari pewarna sintetik. Apabila limbah industri ini tidak dikelola dengan baik maka dapat berdampak terhadap lingkungan (Ariyanto dkk., 2021).

Limbah yang terus dibiarkan tanpa pengelolaan yang baik maka akan menimbulkan permasalahan yang besar. Keadaan limbah akan terus bertambah dari sisi jenisnya maupun volume di setiap daerah Indonesia. Menurut data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (SPIN KLHK) pada tahun 2021, Indonesia menghasilkan 2,3 juta ton limbah industri tekstil atau setara dengan 12% dari limbah rumah tangga. Selain itu, limbah industri tekstil juga memiliki sifat seperti plastik yang dimana akan sulit untuk terurai di lingkungan. Pada akhirnya dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan dan juga dapat membahayakan kesehatan manusia.

Banyaknya kegiatan manusia untuk memenuhi kebutuhannya yang tidak menyimbangi dengan kondisi lingkungan, seperti halnya penurunan kualitas perairan yang disebabkan dari kegiatan industri. Hal tersebut dapat berdampak negatif terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia, seperti keracunan

bahkan memicu kanker dengan mengubah struktur DNA bila dikonsumsi dalam kadar yang banyak (Enrico, 2019).

Limbah dapat berasal dari limbah organik basah, salah satu limbah tersebut yaitu zat warna yang dihasilkan dari proses perebusan zat warna tekstil agar menyerap. Selain itu, limbah organik kulit rambutan juga dapat menghasilkan larutan yang dapat digunakan sebagai pewarna alami dan dapat diaplikasikan ke dalam bahan katun dengan teknik shibori dan batik (Oetopo, dkk, 2021).

Secara umum limbah dari industri tekstil merupakan limbah zat warna dari golongan senyawa *azo* sebanyak 60-70% dan turunannya. Ketika senyawa ini masuk ke dalam air dan bertahan dalam jangka waktu yang lama akan terjadi pencemaran pada air, karena sifatnya yang meracuni sumber air minum, meracuni makanan hewan, ketidak seimbang ekosistem sungai. Salah satu pewarna *azo* yang banyak digunakan adalah metil *orange* (Ariyanto, dkk., 2021). Metil *Orange* dapat menyebabkan *hipersensitif* dan alergi pada manusia, kemudian strukturnya yang stabil menyebabkan metil *orange* sulit terdegradasi sehingga dapat berdampak buruk untuk lingkungan dan kesehatan (Zilva, dkk., 2023).

Menurut (Susmanto, dkk., 2020) sebanyak 10.000 jenis pewarna yang digunakan oleh industri tekstil dan mencapai lebih dari  $7 \times 10^5$  ton banyaknya bahan pewarna diproduksi setiap tahunnya. Dalam proses pewarnaan, sekitar 5% zat warna yang dapat digunakan, selebihnya 95% sisa terbuang sebagai limbah. Menurut (Ridho, ddk., 2021) menyatakan bahwa limbah zat warna air yang dihasilkan oleh *home industry textile* sebesar 250 mg/L. Kadar untuk air limbah industri tekstil memiliki rentang 150-12000 mg/L, sedangkan menurut Keputusan

Menteri Lingkungan Hidup No.51 tahun 1995 ambang batas baku mutu limbah cair industri tekstil maksimal sebesar 150 mg/L.

Metil *orange* atau merupakan senyawa organik dengan rumus  $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$  dan juga merupakan zat warna anionik atau disebut juga dengan zat warna asam, dimana sering digunakan sebagai indikator asam untuk kepentingan analitik di laboratorium kimia. Metil *orange* terbuat dari asam sulfanilat dan *N, N-dimethylaniline*, dan juga merupakan salah satu indikator pH karena mengubah warna yang jelas dan sangat umum digunakan dalam titrasi.

Menurut (Naat, dkk., 2021) menyatakan bahwa metode adsorpsi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode lain yaitu ramah lingkungan, tidak adanya efek samping zat beracun, efektifitas dan efisiensinya tinggi. Menurut penelitian terdahulu metode adsorpsi ini lebih unggul dari teknik penghilangan pewarna lainnya. Dalam hal ini biaya awal, kesederhanaan desain, kemudahan operasi dan non-toksitas dari adsorben yang digunakan dibandingkan dengan metode pengolahan limbah konvensional lainnya (Susmanto, dkk., 2020)

Adsorpsi adalah proses terserapnya ion atau molekul pada permukaan adsorben. Pada metode adsorpsi perlu adanya adsorben untuk mengadsorpsi logam berat yang ada di dalam limbah cair. Metode adsorpsi memiliki beberapa media adsorben, salah satu adsorben yang paling umum digunakan dalam proses adsorpsi yaitu karbon aktif (Oko, dkk., 2022). Karbon aktif ini sering digunakan untuk menghilangkan zat warna, ion logam, dan senyawa organik bermassa molar rendah lainnya dalam air. Karbon aktif dapat digunakan sebagai penjernih air,



penghilang warna dan bau pada industri makanan dan minuman, penghilang kafein pada teh dan kopi dan sebagai bahan pembuatan norit obat pencahar.

Karbon aktif sering digunakan karena memiliki luas permukaan yang besar, kapasitas adsorpsi yang tinggi, kemudahan penggunaan, dan meminimalisir biaya (Oko, dkk., 2022). Karbon aktif dapat diproses dari semua bahan yang mengandung karbon, baik organik maupun anorganik, asalkan bahan tersebut memiliki struktur berpori. Beberapa bahan yang digunakan untuk membuat karbon aktif antara lain cangkang kelapa sawit, kulit buah kopi, kayu, kulit durian, biji karet, cangkang jarak, dan biji kemiri.

Karbon aktif dan karbon memiliki perbedaan dimana karbon adalah unsur kimia yang ditemukan dalam banyak bentuk, salah satunya dalam bentuk padat seperti arang, garfit, dan berlian. Sedangkan karbon aktif adalah karbon yang sudah melalui proses aktivasi secara khusus untuk memiliki pori-pori yang sangat kecil dan memiliki luas permukaan yang besar.

Kabupaten Nagan Raya ialah salah satu yang dikenal sebagai produksi kelapa sawit di Provinsi Aceh baik dikelola secara swadaya maupun perkebunan besar. Timbul permasalahan lain dalam produksi sawit, seperti produksi limbah sawit yang tentunya juga semakin meningkat sebanding dengan peningkatan produksi sawit, 1ton minyak sawit akan menghasilkan 65 Kg limbah padat berupa kulit sawit. Kulit kelapa sawit menjadi limbah yang menyumbang 60% dari produksi minyak sawit. kulit kelapa sawit memiliki warna hitam keabu-abuan, memiliki tekstur tidak beraturan dan kekerasan yang tinggi (Diharyo, dkk., 2020). Hal tersebut cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan menjadi karbon aktif.

Aceh merupakan daerah yang kaya akan bahan baku kopi. Banyaknya produk kopi yang ada di Aceh, khususnya di wilayah Aceh tengah, memberikan dampak negatif berupa banyaknya limbah kopi. Limbah yang dihasilkan pada perkebunan kopi antara lain adalah kulit kopi. Jumlah limbah kulit kopi di Provinsi Aceh sangat tinggi, pengolahan kopi menghasilkan 65% biji kopi dan 35% limbah kulit kopi (Febrina, dkk., 2020). Kulit kopi merupakan salah satu produk limbah terbesar yang dihasilkan dari kopi di Aceh dan hanya dimanfaatkan dalam skala kecil. Di sisi lain, kulit kopi memiliki potensi besar untuk dijadikan sesuatu yaitu dapat dimanfaatkan menjadi karbon aktif.

Menurut (Novi, dkk., 2022) hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan efisiensi adsorpsi tertinggi sebesar 55,579% dan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 0,54 mg/g untuk adsorben dengan tinggi unggun 16 cm dan konsentrasi 30 ppm. Sedangkan menurut (Titin, dkk., 2017) Proses adsorpsi dilakukan dengan memvariasikan massa adsorben 7;9; 11; 3 gram, variasi waktu kontak 20;40; 60; 100 menit dan perubahan pH 1;3;5;7. Berdasarkan hasil penelitian, kondisi adsorpsi terbaik adalah dsorben dengan massa 11 gram, waktu kontak 60 menit, pH 1, efisiensi adsorpsi 41.46, dan kapasitas adsorpsi 59.55 mg/waktu.

Banyaknya limbah yang dihasilkan dari industri tekstil salah satunya zat warna metil *orange* yang dapat mencemari lingkungan. Pencemaran lingkungan yang disebabkan dari metil *orange* dapat diatasi dengan karbon aktif. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu penelitian yang terkait “Penentuan Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Cangkang Sawit dan Kulit Kopi Terhadap Zat Warna Metil *Orange*”.

## B. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan kinetika adsorpsi karbon aktif dari cangkang kelapa sawit dan kulit kopi untuk penyerapan zat warna metil *orange*.
2. Menghitung kapasitas ( $Q_e$ ) dan efisiensi adsorpsi (%EA) dari karbon aktif kulit kopi dan cangkang sawit sebagai adsorben zat warna metil *orange*.

## C. Ruang Lingkup

Pada penelitian ini karbon aktif menjadi bahan baku utama, karbon aktif yang digunakan dihasilkan dari limbah cangkang kelapa sawit dan kulit kopi. Tahapan yang akan dilakukan meliputi penentuan dosis karbon cangkang kelapa sawit dan kulit kopi untuk adsorpsi zat warna metil *orange*, penentuan pengaruh konsentrasi, isotherm adsorpsi, pengaruh waktu kontak, penentuan kinetika adsorpsi, perhitungan kapasitas adsorpsi ( $q_e$ ) dan persentase efisiensi adsorpsi (%EA).

Manfaat dari penelitian ini untuk memberikan informasi mengenai pemanfaatan karbon aktif cangkang kelapa sawit dan kulit kopi yang dapat digunakan untuk menentukan kinetika adsorpsi dari karbon aktif cangkang kelapa sawit dan kulit kopi untuk penyerapan zat warna metil *orange* dan menghitung kapasitas ( $Q_e$ ) dan efisiensi adsorpsi (%EA) dari karbon aktif kulit cangkang kelapa sawit dan kulit kopi sebagai adsorben zat warna metil *orange*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

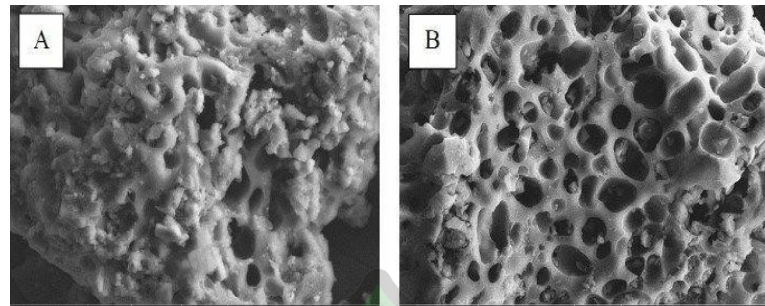
#### **A. Karbon Aktif**

Karbon aktif adalah suatu bahan padatan yang memiliki pori-pori dan mengandung 85-95% karbon dan 5-15% adalah deposit. Karbon aktif terbentuk dengan adanya proses pembakaran tidak sempurna yang akan menghasilkan karbon monoksida. Karbon aktif mempunyai luas permukaan yang besar, dengan memiliki luas permukaan akan terjadinya gaya tarik menarik antara ion-ion atau molekul yang terdapat dalam karbon aktif tersebut (Ekawati, 2023).

Karbon aktif juga merupakan senyawa karbon yang memiliki keadaan yang tidak berbentuk, dimana diolah untuk menghasilkan karbon dengan luas permukaannya cukup besar antara 300 m<sup>2</sup>- 3500 m<sup>2</sup>/gram. Karbon yang memiliki luas permukaan yang besar maka struktur pori-pori pun akan besar sehingga mempunyai kemampuan menyerap zat-zat tertentu (Ekawati, 2023).

Karbon aktif adalah salah satu adsorben yang telah digunakan dalam berbagai industri kimia. Salah satu kegunaan karbon aktif yaitu dapat digunakan sebagai pemurnian biogas. Terkait dengan struktur pori internal yang membuat karbon aktif bersifat adsorben, karbon aktif dapat menyerap gas dan senyawa atau sifat kimia tertentu adsorpsi selektif tergantung pada ukuran pori atau volume dan luas permukaan. Kapasitas penyerapan karbon aktif sangat besar, yaitu 25-100% berat karbon aktif (Wulandari, dkk., 2023).





**Gambar 2.1** Morfologi karbon aktif sebelum aktivasi (a) dan setelah aktivasi (b)

Karbon aktif sering digunakan untuk menghilangkan bau, warna, rasa dan zat-zat yang tidak diperlukan pada pengolahan air limbah industri, pemurnian gas pada lingkungan industri kimia dan industri makanan. Karbon aktif dapat diperoleh dari berbagai bahan dasar karbon tinggi seperti biomassa dan banyak bahan dasar lainnya. Biomassa merupakan energi terbarukan yang berasal dari tanaman dan limbah, penggunaan biomassa karena mudah ditemukan di alam dan dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan (Parinduri dan Parinduri, 2020). Salah satu biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif adalah kulit kelapa sawit dan kulit kopi.

Cangkang kelapa sawit (*palm kernel shell*) adalah bagian yang keras yang terdapat pada buah kelapa sawit yang berfungsi untuk melindungi isi dari buah kelapa sawit tersebut. Cangkang kelapa sawit menjadi limbah industri dari pengolahan minyak kelapa sawit dengan jumlah yang cukup besar, yaitu mencapai 60% dari hasil minyak inti (Aziz, dkk., 2019).

Cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif. proses pembuatan karbon aktif dengan melalui proses karbonisasi pada suhu 500 °C selama lebih kurang tiga jam. Cangkang kelapa sawit banyak sekali kegunaan dan manfaat bagi industri usaha dan rumah tangga. Karbon aktif, asap cair, fenol,

briket arang dan tepung tempurung adalah beberapa di antara produk bernilai ekonomis tinggi yang dihasilkan (Diharyo, dkk., 2020).

Limbah kulit kopi dihasilkan dari proses pengupasan kulit buah kopi dan pembuangan kulit keringnya. Kulit kopi mengandung bahan dan senyawa organik yang mempunyai kemampuan dalam menyerap zat-zat pencemar. Limbah kulit kopi dapat dimanfaatkan sebagai adsorben untuk adsorpsi limbah cair dengan menghilangkan beberapa bahan pencemar kimia (Prमितasari, dkk., 2021). Adsorben dari limbah kulit kopi dipilih karena potensi ketersediaannya dalam jumlah besar, ekonomis dan afinitas yang baik sebagai adsorben terutama untuk adsorpsi logam berat pada limbah cair.

Kandungan selulosa dan senyawa organik lainnya pada kulit kopi kaya akan unsur karbon sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan baku dasar produksi karbon aktif. Sekam kopi memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi, yaitu 15- 43% (Puspitasari, dkk., 2017). Bahan bakar kaya selulosa yang sering digunakan dalam produksi karbon aktif, seperti kayu, tempurung kelapa, cangkang kelapa sawit, sekam padi, cangkang biji kopi, cangkang biji jarak, cangkang kacang karet dan cangkang biji lilin. Kulit kopi dapat digunakan sebagai bahan dasar yang mudah didapat dalam produksi karbon aktif. Penerapan kulit kopi sebagai limbah pertanian sebagai bahan baku adsorben lebih efektif dibandingkan limbah pertanian lainnya (Novita, dkk., 2021).

## **B. Zat Warna Tekstil**

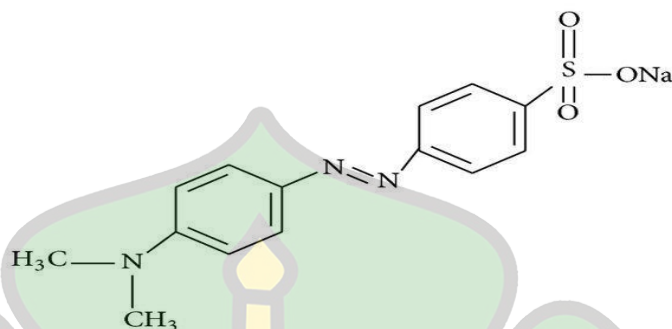
Zat warna tekstil adalah semua pewarna yang mampu diserap oleh bahan penyerap tekstil dan mudah dihilangkan. Suatu zat dapat berperan sebagai

pewarna jika mempunyai gugus pembentuk warna (kromofor) dan berikatan dengan serat tekstil (Agusdin dan Setiorini, 2020). Zat warna tekstil umumnya dibuat dari senyawa *azo* dan turunannya berupa gugus benzena.

Limbah industri yang menggunakan zat warna dari industri tekstil pada umumnya mengandung senyawa yang bersifat karsinogenik dan *non biodegradable*. Limbah cair tersebut akan menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan. Oleh karena itu perlu penanganan serius mengenai limbah tersebut. Pengolahan limbah cair yang mengandung zat warna, termasuk yang berasal dari industri batik biasanya diolah secara konvensional dengan cara klorinasi, pengendapan, penyerapan dengan karbon aktif dan mikrobiologi. Dengan berkembangnya industri tekstil, penggunaan pewarna sintetik sebagai bahan utama dalam proses pewarnaan mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Pewarna *azo* yang sering digunakan dalam produksi tekstil yaitu metil *orange*. Dimana senyawa *azo* ini bersifat karsinogenik serta susah terdegradasi, dan jika dibuang ke sistem perairan akan mengganggu ekosistem di perairan tersebut.

Di Indonesia sendiri, pewarna organik sering digunakan dalam industri batik. Limbah batik mengandung zat warna metil *orange* 0,779 ppm. Nilai ini melebihi ambang batas Standar Air Limbah Nasional sebesar 0,1 ppm (Zulfani & Dewajani, 2023). Metil *orange* merupakan zat warna dengan rumus molekul  $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$  dan memiliki berat molekul 327.33 g/mol. Nama IUPAC dari metil *orange* yaitu natrium;4-[[4-(dimetil amino) fenildiazenil]bensulfonat (oakes dan Gratton, 1998). Metil *orange* merupakan zat warna anionik dengan

gugus *azo* yang berbentuk serbuk jingga tua yang memiliki ukuran molekul 1,58 x 0,65 x 0,26 nm (Yolanda, dkk., 2023).



**Gambar 2.2** Struktur Molekul Metil *Orange*

Pewarna ini banyak digunakan dalam industri plastik, industri tekstil dan industri lainnya dan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan karena warna yang dihasilkan serta sifatnya yang beracun dan mutagenik bagi kehidupan. Limbah yang dihasilkan dapat merusak ekosistem lingkungan perairan dan mempengaruhi kesehatan organisme lain. Adanya zat warna dalam perairan juga dapat mengurangi serapan cahaya matahari sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis tanaman yang akan menyebabkan berkurangnya kadar oksigen dalam air.

### C. Uji Karakterisasi

*Surface Area Analyzer* (SAA) adalah alat karakterisasi material. Alat ini berfungsi untuk menentukan luas permukaan material, distribusi pori material dan isotherm adsorpsi gas pada material (Zulichatum, dkk., 2015). Luas permukaan merupakan salah satu parameter yang menentukan kualitas padatan berpori, dan luas permukaan spesifik merupakan parameter yang menggambarkan kapasitas

adsorpsi suatu adsorben (Triyono, 2022). Luas permukaan yaitu luasan yang ditempati satu molekul adsorbat atau zat terlarut yang merupakan fungsi langsung dari luas permukaan sampel.

Untuk menghitung luas permukaan padatan dapat digunakan metode BET (*Brunauer-Emmett Teller*) metode BET dapat digunakan setelah dilakukan uji menggunakan alat *Surface Area Analyzer* (SAA). Prinsip pengukuran dengan metode BET adalah adsorpsi fisik gas, yaitu menentukan jumlah molekul yang diperlukan untuk menutupi permukaan padat dengan lapisan penyerap (adsorben), dengan mengetahui permukaan tersebut ditempati oleh molekul yang teradsorpsi maka luas permukaan katalis dapat diketahui.

#### **D. Adsorpsi**

Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan atau gas) yang berhubungan dengan suatu padatan dan akhirnya membentuk lapisan tipis pada permukaan padatan tersebut (Putri & Fadhillah, 2020). Adsorpsi terbagi menjadi dua yaitu adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika disebabkan oleh gaya antar molekul yang lebih besar dibandingkan gaya tarik menarik antar molekul, sedangkan adsorpsi kimia adalah pertukaran molekul yang teradsorpsi dengan permukaan adsorben sehingga menimbulkan reaksi kimia (Febriani, dkk., 2022).

Adsorben adalah zat padat yang mampu mengadsorpsi komponen tertentu pada fasa cair (Muhammad, dkk., 2020). Adsorben biasanya terbuat dari bahan dengan pori-pori kecil yang mampu menampung molekul yang teradsorpsi. Adsorbennya dapat berupa karbon aktif, silika gel, zeolit atau bahan alami seperti



tanah liat atau arang. Pemilihan adsorben yang sesuai merupakan hal yang sangat penting dalam proses adsorpsi karena sifat-sifat adsorben dapat mempengaruhi efisiensi dan selektivitas proses adsorpsi.

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi antara lain:

(Anugrah, dkk., 2022)

1. Suhu, adsorpsi merupakan proses eksternal sehingga proses adsorpsi akan menurun jika proses dilakukan pada suhu yang lebih tinggi.
2. Kelembaban dan uap air mudah diserap oleh adsorben polar. Kelembaban yang tinggi akan mempengaruhi atau menurunkan kemampuan bahan penyerap dalam menyerap kontaminan.
3. Laju aliran pengambilan sampel, laju aliran yang terlalu tinggi dapat mengurangi efisiensi adsorpsi.
4. Adanya kontaminan lain disebabkan adanya persaingan antara kedua kontaminan tersebut pada bagian adsorben sehingga akan menurunkan efisiensi adsorpsi.

#### **E. Kapasitas Adsorpsi**

Kapasitas adsorpsi menyatakan banyaknya adsorbat yang mampu terakumulasi pada permukaan adsorben sehingga ketika proses adsorpsi berlangsung pada kondisi optimum maka akan diperoleh arang aktif dengan kapasitas adsorpsi yang maksimal (Apriyanti, dkk., 2018). Penentuan kapasitas adsorpsi memerlukan kurva standar adsorben, sehingga berdasarkan kurva tersebut dapat diketahui nilai regresi liniernya. Setelah mendapatkan nilai regresi linier  $y = ax + b$ , kita dapat mencari konsentrasi yang diserap adsorben relatif

terhadap adsorben. Kemudian nilai konsentrasi adsorpsi diplot pada rumus di atas dan kemudian diperoleh nilai kapasitas adsorpsi.

Kapasitas adsorpsi dari karbon aktif dapat diukur menggunakan instrumen spektrofotometer Uv-Vis dengan adsorbatnya adalah larutan metil *orange*. Banyaknya larutan metil *orange* yang terserap ke dalam karbon aktif dikatakan sebagai kapasitas dari karbon aktif tersebut, dan dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$q_e = \frac{(C_o - C_e)}{\text{massa adsorben}} \times \text{volume larutan} \dots \dots (1)$$

keterangan:

$q_e$  = Kapasitas Adsorpsi  
 $C_o$  = konsentrasi metil *orange* (ppm)  
 $C_e$  = konsentrasi metil *orange* dari regresi linear (mg/L)

Untuk menghitung persen efisiensi adsorpsi (%EA) menggunakan persamaan:

$$\%EA = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

%EA = persen efisiensi adsorpsi  
 $C_o$  = konsentrasi metil *orange* (ppm)  
 $C_e$  = konsentrasi metil *orange* dari regresi linear (mg/L)

Proses adsorpsi adsorben dipengaruhi oleh beberapa faktor dan mempunyai tipe isoterm adsorpsi yang spesifik. Jenis adsorben, jenis adsorben, luas permukaan adsorben, konsentrasi adsorben dan suhu merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Dengan faktor tersebut, maka setiap adsorben yang mengadsorpsi suatu zat ke zat lain tidak akan mempunyai sifat yang sama. pola adsorpsi yang sama. Diketahui terdapat dua jenis persamaan model

adsorpsi isoterm yang umum digunakan dalam proses adsorpsi larutan, yaitu persamaan adsorpsi Langmuir dan Freundlich (Wjayanti, dkk., 2019).

a. Isoterm Langmuir

Persamaan Langmuir menyatakan bahwa proses kesetimbangan terjadi ketika laju adsorpsi sama dengan laju desorpsi. Dalam model persamaan ini, proses adsorpsi terjadi pada kedua sisi proses adsorpsi dan homogenisasi (Yustinah, dkk., 2019). Model ini juga menentukan bahwa kapasitas adsorpsi maksimum disebabkan oleh adanya lapisan (monolayer) adsorben pada permukaan adsorben.

$$Q = \frac{b \cdot K \cdot C_e}{1 + K \cdot C_e} \dots \dots \dots (3)$$

Dari persamaan diatas, dapat di plotkan grafik hubungan antara  $q_e$  dan  $C_e$ , Anda akan mendapatkan grafik isoterm isoterm langmuir sebagai Persamaan diatas dapat diturunkan secara linier seperti gambar 3.1



**Gambar 2.3** Grafik Pola Isoterm Langmuir

*Sumber: (Jasma, dkk., 2015)*

Bentuk linier isoterm Langmuir ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\frac{C_e}{Q} = \frac{1}{Kb} + \frac{1}{b} C_e \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

Ce = konsentrasi kesetimbangan adsorben dalam larutan setelah adsorpsi (mg/L)

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

K= konstanta kesetimbangan adsorpsi (L/mg)

B= kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben (mg/g)

Jika data percobaan Ce/qe diplot terhadap Ce, maka akan membentuk garis lurus. Model ini sering digunakan sebagai model adsorpsi logam pada berbagai jenis adsorben, meskipun adsorpsi logam tidak sama mengikuti mekanisme adsorpsi lapisan tunggal (Jasma, dkk., 2015).

#### b. Isotherm Freundlich

Isoterm Freundlich mempelajari hubungan yang menggambarkan adsorpsi reversibel terbatas yang tidak ideal dan pembentukan multilayer. Isoterm ini sering dikaitkan dengan sistem heterogen seperti senyawa organik, saringan molekuler, dan zat. Namun pemilihan isoterm Freundlich memiliki keterbatasan karena kurangnya data dasar termodinamika pada konsentrasi tertentu (Miri, dkk., 2022).

$$x/m = k \cdot Ce^{1/n} \dots \dots \dots (5)$$

keterangan:

x/m = besarnya adsorbat yang teradsorpsi oleh adsorben (mg/g)

k = konstanta adsorpsi

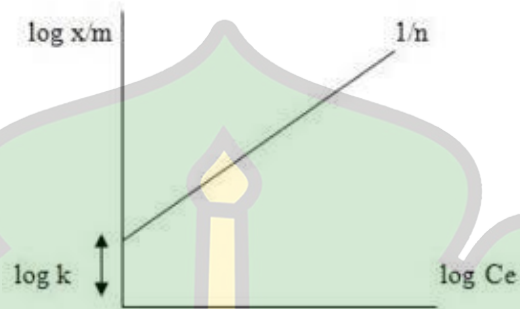
n = konstanta empiris

Ce = konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan (mg/L)

Konstanta diperoleh secara eksperimental.. Untuk memperoleh konstanta k dan 1/n dilakukan linearisasi menjadi:

$$\text{Log } \frac{x}{m} = \text{log } k + \frac{1}{n} \text{ log } Ce \dots \dots \dots (6)$$

Data yang diperoleh dari percobaan laboratorium kemudian diplot dengan  $\log x/m$  sebagai sumbu y dan  $\log C_e$  sebagai sumbu x. Grafik yang dihasilkan berupa garis linier dengan  $1/n$  adalah slope,  $\log k$  adalah titik intercept.



**Gambar 2.4** Grafik Pola Isoterm Langmuir

*Sumber: (Miri, dkk., 2022)*

Isoterm Freundlich terdapat pada banyak lapisan dan korelasi yang dihasilkan oleh isotherm Freundlich cukup memuaskan dengan menggunakan persamaan adsorpsi Langmuir dan Freundlich dapat menentukan efektifitas daya adsorpsi.

#### **F. Kinetika Adsorpsi**

Kinetika adsorpsi adalah interaksi antara larutan adsorbat dengan adsorben teraktivasi dengan pola adsorpsi ion logam pada adsorben dipengaruhi oleh waktu kontak. Kinetika adsorpsi adalah untuk menentukan waktu kontak yang dibutuhkan untuk mencapai kesetimbangan. Kinetika adsorpsi dapat menggambarkan tingkat kecepatan penyerapan yang terjadi pada adsorben terhadap adsorbat (Ofori, dkk., 2020).

Kinetika adsorpsi suatu zat dapat diketahui dengan mengukur perubahan konsentrasi zat teradsorpsi tersebut dengan menganalisis nilai  $K$  (*slope/*



kemiringan) kinetika adsorpsi dapat dipengaruhi oleh kecepatan adsorpsi, kecepatan adsorpsi adalah banyaknya zat yang teradsorpsi persatuan waktu. Kinetika adsorpsi dilakukan untuk mengetahui yang terjadi pada adsorben terhadap adsorbat dan dipengaruhi oleh waktu (Haryanto, dkk., 2016).

Analisis kinetika adsorpsi didasarkan pada kinetika reaksi *pseudo first-order* dan *pseudo second-order*. Pengujian terhadap *pseudo first-order* dan *pseudo second-order* dilakukan dengan membuat kurva yang ditentukan dengan cara membandingkan kelinieran kurva yang ditunjukkan harga  $R^2$  dimana persamaan kinetika yang nilai  $R^2$  paling mendekati 1 yang akan digunakan.

Koefisien korelasi ( $R^2$ ) dipilih sebagai fungsi kesalahan yang sesuai untuk menganalisis model kinetik. Hal ini karena regresi linier secara implisit meminimalkan jumlah kuadrat dari kesalahan untuk menentukan parameter persamaan (Tchui fon, dkk., 2014).

Kinetika adsorpsi merupakan salah satu aspek yang sering diteliti untuk mengevaluasi karakteristik dari adsorben yang dipakai terutama dalam rehabilitas lingkungan. Ada beberapa model kinetika adsorpsi yang telah dikembangkan untuk digunakan sebagai sarana memprediksi laju adsorpsi suatu adsorbat pada adsorben tertentu (Nafiah, 2016).

### **G. Spektrofotometri UV-Vis**

Spektrofotometri UV-Vis merupakan metode analisis yang menggunakan panjang gelombang UV dan gelombang tampak berfungsi sebagai daerah serapan untuk mendeteksi senyawa. Secara umum senyawa dapat diidentifikasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis adalah senyawa yang mempunyai

kromofor dan gugus pembantu (Sahumena, dkk., 2020). Keunggulan spektrofotometer UV-Vis adalah dapat digunakan untuk menganalisis banyak zat organik dan anorganik, mempunyai selektivitas, akurasi tinggi dengan kesalahan relatif 1-3%, dapat melakukan analisis lebih cepat, akurat dan dapat digunakan untuk menentukan jumlah zat yang digunakan. Selain itu, hasil yang diperoleh cukup akurat, pembacaan langsung dicatat oleh detektor dan dicetak sebagai angka digital atau grafik regresi (Rohmahdkk, 2021).



**Gambar 2.5** Prinsip Kerja Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengukur serapan pada daerah UV dengan panjang gelombang tertentu. Penyerapan atau pantulan warna suatu material atau bahan kimia dalam kisaran UV-Vis tersebut spesifik, dan dapat ditangkap oleh detector. Di wilayah spektrum UV-Vis tersebut molekul dan atom dari suatu sampel akan mengalami transisi elektronik. Absorbansi gelombang akan menggambarkan transisi elektron dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi, sedangkan pantulan gelombang berhubungan dengan transisi elektron dari keadaan tereksitasi ke keadaan dasar. Pada Panjang gelombang tertentu dalam

rentang UV-Vis, suatu unsur dapat dideteksi absorbansi atau pantulannya (Ana, 2022).

Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk analisis kuantitatif dan kualitatif dalam cahaya tampak. Metil *orange* merupakan pewarna reaktif *azo* yang umum digunakan dalam industri tekstil. Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengukur serapan pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan hukum Lambert-Beer, sehingga dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi metil *orange* dalam larutan (Rahadi, dkk., 2020).

Spektrofotometer UV-Vis juga dapat digunakan untuk mengukur spektrum serapan metil *orange* pada panjang gelombang 400 hingga 500 nm. Dalam penelitian yang dilakukan, metil *orange* diukur pada panjang gelombang 462 nm. Oleh karena itu, spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk menganalisis metil *orange* secara kuantitatif dan kualitatif dalam cahaya tampak.

**Tabel 1.2** Zat Warna Dan Panjang Gelombang Maksimum

Zat warna	Panjang gelombang maksimum (nm)
Direct blue 86	590-630
Remazol red Rb 133	518
Yellow IRK	464
Reactive <i>orange</i> 16	494
Jingga metal	496
Metil <i>Orange</i>	462

Sumber (Ariyanto et al., 2021)

Tabel di atas menunjukkan beberapa pewarna dan panjang gelombang maksimum yang terkait. Panjang gelombang puncak ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi zat warna dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis yang dapat mengukur serapan zat warna pada panjang gelombang tertentu. Namun perlu diingat bahwa panjang gelombang maksimum dapat berbeda-beda tergantung

kondisi perangkat dan perbedaan perangkat yang digunakan. Pewarna metil *orange* memiliki panjang gelombang maksimum sekitar 462 nm.

Panjang gelombang puncak ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi zat warna tersebut dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, yang dapat mengukur serapan zat warna pada panjang gelombang tertentu (Gomes, dkk., 2011). Pada penelitian terdahulu Panjang gelombang maksimum pada larutan metil *orange* 462 nm.



## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **A. Garis Besar Penelitian**

Pada penelitian ini dilakukan pengujian daya serap metil *orange* dan oleh karbon aktif dengan menggunakan spektrofotometer UV- Vis, meliputi beberapa tahapan yaitu pembuatan larutan induk, penentuan panjang gelombang maksimum, penentuan dosis optimum adsorben, penentuan waktu kontak optimum, penentuan konsentrasi optimum, pembuatan kurva standar dan kapasitas adsorpsi ( $q_e$ ) dan persen efisiensi adsorpsi (%EA).

### **B. Alat dan Bahan**

#### **1. Alat**

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah labu ukur 100 (pyrex), hot plate, spatula, neraca analitik, magnetic stirrer, kaca arloji, indikator universal, *stopwatch*, batang pengaduk, erlenmeyer, kuvet, pipet volume spektrofotometer UV-Vis (*genesis 30*), *Surface Area Analyzer (SAA)* dengan merek *Quanta chrome Novatouch Lx4*.

#### **2. Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah aquades, zat warna metil *orange*, karbon aktif cangkang kelapa sawit dan kulit kopi dan HCl.

### **C. Waktu dan Tempat**

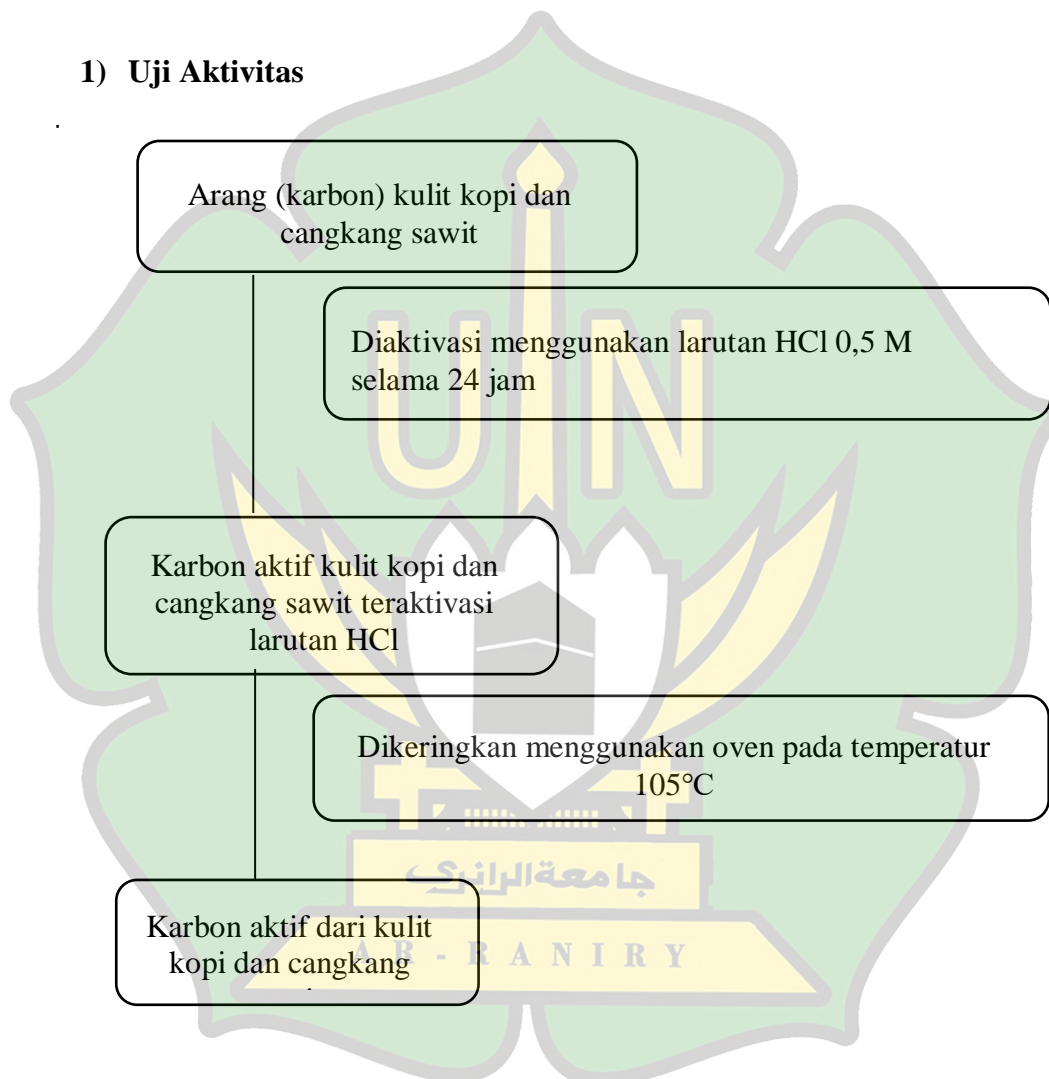
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2023 sampai Februari 2024. Penggunaan sampel yang dipakai pada penelitian ini merupakan sampel yang sudah diperoleh dari penelitian sebelumnya sampel yang diperoleh tersebut



adalah karbon aktif dari cangkang kelapa sawit dan kulit kopi yang nantinya akan diuji kembali daya serapan dari zat warna. Pada penelitian ini menggunakan alat berupa spektrofotometer UV-Vis di laboratorium kimia UIN Ar-Raniry.

#### D. Diagram Alir

##### 1) Uji Aktivitas



Karakterisasi Uji BET

2 gram karbon aktif diuji menggunakan alat SAA dengan waktu *degassing* 2 jam dan suhu 105°C\*

Luas permukaan karbon Aktif

\* perlakuan ini dilakukan pada karbon aktif kulit kopi dan cangkang sawit sebelum dan sesudah aktivasi

## 2) Pembuatan kurva standar Metil Orange

Pembuatan Kurva standar

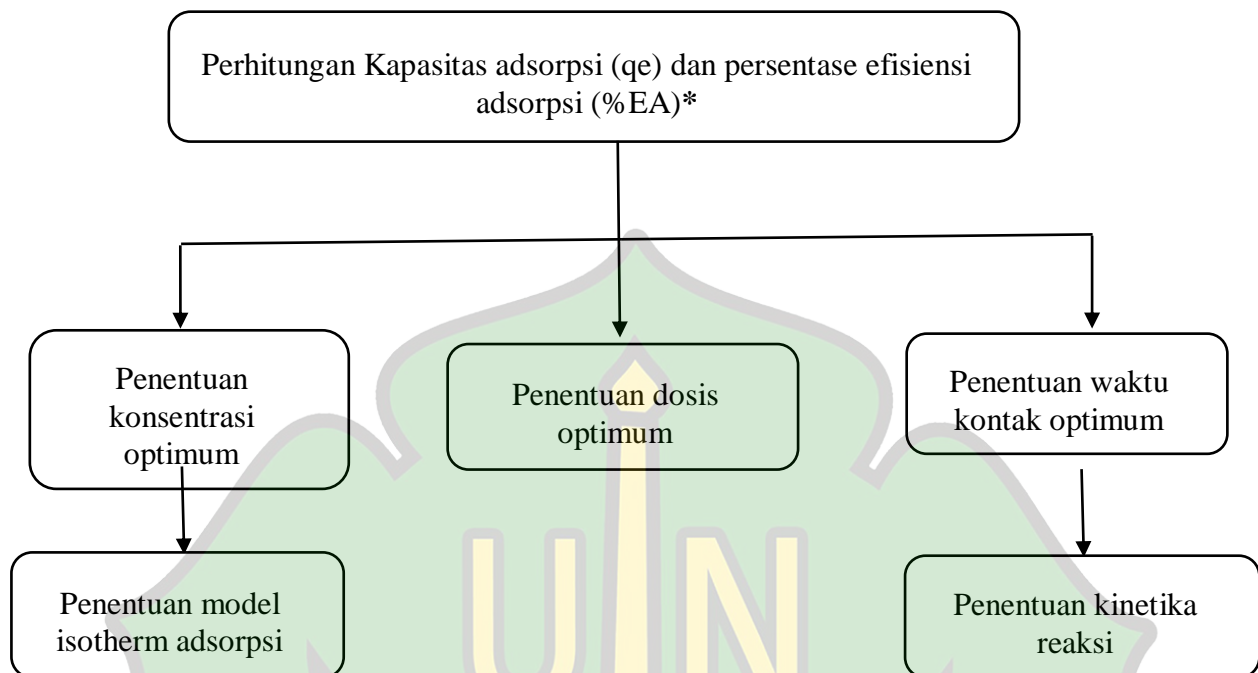
Ditentukan Panjang gelombang maksimum dengan disiapkan larutan standar 100 ppm

Divariasikan larutan metil *orange* dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm

Diukur serapan menggunakan spektrofotometer UV-Vis

Panjang gelombang maksimum metil *orange* 462 nm

### 3) Penentuan kinetika adsorpsi



\* perlakuan ini dilakukan pada karbon aktif kulit kopi dan cangkang sawit

#### a) Pembuatan larutan Induk Metil Orange 1000 ppm

1 gram metil orange dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL, kemudian ditambahkan dengan *aquades* sampai garis meniskus, dan dihomogenkan.

#### b) Pembuatan larutan standar 100 ppm

Dimasukkan 10 mL larutan induk metil orange ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian dilarutkan menggunakan *aquadest* sampa tanda tera dan dihomogenkan.

#### c) Pembuatan kurva standar Metil Orange

Sebelum membuat kurva standar larutan metil orange, perlu ditentukan terlebih dahulu panjang gelombang maksimum ( $\lambda$ ) dengan menyiapkan larutan stok pada 100 ppm dan mengukur panjang gelombang ( $\lambda$ ) antara 400-500 nm

menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Kemudian dilanjutkan dengan memvariasikan konsentrasi larutan metil *orange* pada berbagai konsentrasi yaitu 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm dan 5 ppm dengan cara mengencerkannya dari larutan stok/1000 ppm metil *orange*, kemudian diukur serapannya. pada setiap perubahan konsentrasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Berdasarkan data serapan yang diperoleh, dihasilkan kurva standar yang memperlihatkan hubungan antara serapan (sumbu y) dan konsentrasi (sumbu x). (Fitriansyah, dkk., 2021).

#### **d) Uji adsorpsi**

##### **1) Variasi dosis karbon aktif**

variasi dosis dapat dilakukan dengan membedakan massa karbon aktif cangkang kelapa sawit yaitu 0,1 gram, 0,2 gram, 0,3 gram, 0,4 gram, 0,5 gram, 0,6 gram, 0,7 gram, dan 0,9 gram. Kemudian ditambahkan 25 ml larutan metil *orange* dengan konsentrasi 10 ppm dan diaduk rata dengan pengaduk magnet dengan kecepatan 150 rpm selama 30 menit. Hasil pengadukan disaring pada kertas saring. Kemudian, serapan filtrat diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Dilakukan pengulangan dengan karbon aktif dari kulit kopi.

##### **2) Penentuan konsentrasi Metil *Orange***

Pada kali ini, berdasarkan metode perlakuan sebelumnya, dilakukan pengujian dosis optimal karbon aktif cangkang kelapa sawit dan kulit kopi untuk mengetahui kapasitas adsorpsi terhadap perubahan konsentrasi metil *orange* dengan menambahkan karbon aktif ke dalam 25 ml larutan metil *orange* pada konsentrasi berbeda yaitu 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, 30 ppm, 35 ppm, 40 ppm, 45 ppm dan 50 ppm. Kemudian larutan diaduk dengan kecepatan

pengadukan 150 rpm dan waktu selama 30 menit (Hanum, dkk, 2017). Hasil pengadukan disaring pada kertas saring. Kemudian, serapan filtrat diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Dilakukan pengulangan dengan karbon aktif dari kulit kopi.

### 3) Penentuan waktu kontak

Setelah diperoleh konsentrasi larutan metil *orange* yang optimal dan dilakukan pengujian ulang, sejumlah massa karbon aktif cangkang kelapa sawit dan kulit kopi dengan dosis optimal ditambahkan ke dalam 25 mL larutan metil *orange* pada konsentrasi optimal. Kemudian diaduk dengan kecepatan pengadukan 150 rpm dan waktu kontak diubah menjadi 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit, 90 menit, 105 menit dan 120 menit. Hasil pengadukan disaring pada kertas saring. Kemudian, serapan filtrat diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Dilakukan pengulangan dengan karbon aktif dari kulit kopi.

Dari beberapa perlakuan di atas, diukur kapasitas adsorpsi ( $q_e$ ) dan efisiensi adsorpsi (%). Banyaknya metil *orange* yang diserap oleh setiap gram karbon aktif cangkang kelapa sawit dan kulit kopi dapat dihitung dengan persamaan kapasitas adsorpsi sebagai berikut:

$$q_e = \frac{(C_o - C_e)}{\text{massa adsorben}} \times \text{volume larutan} \dots \dots \dots (7)$$

keterangan:

- $q_e$  = Kapasitas Adsorpsi
- $C_o$  = konsentrasi metil *orange* (ppm)
- $C_e$  = konsentrasi metil *orange* dari regresi linear (mg/L)



Untuk menghitung persen efisiensi adsorpsi (%EA) menggunakan persamaan:

$$\%EA = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\% \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

$C_o$  = konsentrasi metil *orange*(ppm)

$C_e$  = konsentrasi metil *orange* dari regresi linear (mg/L)



## **BAB IV PEMBAHASAN**

### **A. Uji Aktivitas**

Aktivasi karbon aktif merupakan langkah membersihkan karbon dari pengotor seperti mineral, oksida, dan senyawa organik yang tersisa setelah proses karbonisasi. Pengotor ini menyumbat pori-pori karbon, sehingga mengurangi kapasitas adsorpsi. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi karbon aktif, keberadaan pengotor tersebut harus dihilangkan melalui proses aktivasi (sa'diah, dkk., 2021). Aktivasi karbon dengan larutan HCl 0,5 M dilakukan dengan perendaman selama 24 jam. Aktivator HCl bersifat larut dan higroskopis, mudah dihomogenisasi dengan air dalam segala perbandingan, serta dapat melarutkan residu oksida logam dan senyawa anorganik yang menyumbat pori-pori karbon.

Karbon aktif hasil perendaman, kemudian dilakukan penyaringan untuk memisahkan filtrat dengan karbon aktifnya. Hasil filtrat tersebut dipanaskan dengan suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam untuk menghilangkan molekul air pada pori-pori karbon akibat perendaman dan disimpan di dalam desikator hingga suhunya konstan.

### **B. Uji Karakterisasi Metode BET**

Luas area permukaan merupakan suatu parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas dari suatu karbon aktif sebagai adsorben. Hal ini disebabkan karena luas permukaan pori merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi dari suatu adsorben (Rahadi dkk., 2020). Semakin kecil ukuran adsorben maka akan semakin luas permukaan yang dimiliki oleh

adsorben tersebut. Luas permukaan adsorben juga berkaitan dengan massa adsorben yang digunakan, semakin banyak jumlah adsorben yang digunakan maka luas permukaan adsorben semakin bertambah (Waluyo dkk., 2020). *Braun Ear, Emmet dan Teller* (BET) menjadi salah satu metode yang sering digunakan untuk mengetahui luas permukaan material.

Metode BET merupakan adsorpsi fisik dari molekul gas pada permukaan material padat untuk menganalisa permukaan material. Konsep metode pengukuran BET adalah turunan dari teori Langmuir yaitu teori adsorpsi molekul monolayer menjadi multilayer dengan hipotesis bahwa molekul gas secara fisik teradsorpsi pada padatan dalam lapisan yang bernilai tak terhingga.

Sampel karbon aktif kulit kopi dan cangkang sawit sebelum aktivasi dan sesudah aktivasi dikirim ke laboratorium terpadu Universitas Islam Indonesia untuk dilakukan uji luas permukaan. Sampel dilakuan *degassing* selama 2 jam dan suhu 150°C. *Degassing* dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan gas yang terserap pada permukaan material, proses ini akan menghilangkan gas-gas terserap dengan cara memanaskan dalam kondisi vakum sehingga akan meningkatkan ketelitian hasil analisis (Sunarto, dkk., 2024). Adsorbat yang digunakan adalah gas nitrogen dan *Surface Area Analyzer* (SAA) adalah SAA merek Quantachrome Novatouch L×4, dan hasil uji BET dapat dilihat pada tabel 4.1

**Tabel 4.1** Analisis Bet Karbon Aktif

<b>Karbon Aktif</b>	<b>Sebelum Aktivasi</b>	<b>Sesudah Aktivasi</b>
Kulit kopi	0,526 m <sup>2</sup> /g	1,212 m <sup>2</sup> /g
Cangkang Kelapa Sawit	6,747 m <sup>2</sup> /g	20,189 m <sup>2</sup> /g

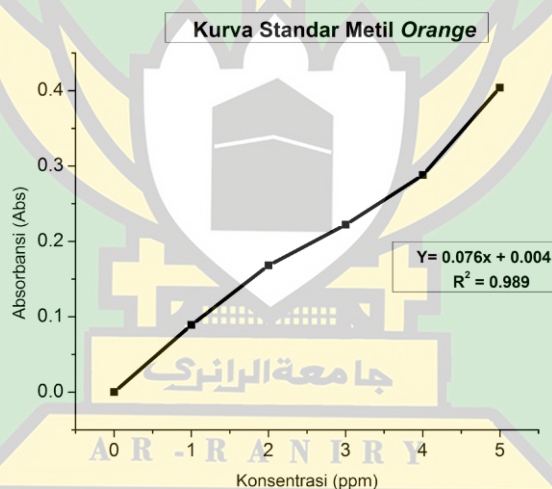
Berdasarkan data pada tabel 4.1 karbon aktif kulit kopi yang telah diaktivasi memiliki luas permukaan yang sebesar  $1,212 \text{ m}^2/\text{g}$  yang mana lebih besar dari karbon aktif kulit kopi sebelum aktivasi yaitu  $0,526 \text{ m}^2/\text{g}$ . Bertambahnya luas permukaan setelah aktivasi disebabkan karena proses aktivasi menghilangkan beberapa pengotor seperti mineral Na, K, Ca dan senyawa volatil lainnya yang masih terperangkap di dalam pori-pori sehingga menurunkan luas permukaan karbon aktif (Susmanto, dkk., 2020).

Pada karbon aktif cangkang kelapa sawit memiliki luas permukaan sebelum aktivasi yaitu  $6,747 \text{ m}^2/\text{g}$ , setelah melewati proses aktivasi karbon aktif cangkang kelapa sawit memiliki luas permukaan yang lebih besar yaitu  $20,189 \text{ m}^2/\text{g}$ . Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa karbon aktif cangkang kelapa sawit setelah aktivasi lebih besar dari pada karbon aktif cangkang kelapa sawit sebelum aktivasi. Hal ini dikarenakan pada proses aktivasi, kotoran juga menguap dan menyebabkan pori-pori terbuka (Rahma dan Desy., 2022), Sehingga menghasilkan luas permukaan karbon aktif cangkang kelapa sawit lebih besar.

Karbon akan diaktivasi bertujuan untuk memperbesar luas pori-pori karbon, karena besarnya daya serap karbon aktif sangat dipengaruhi oleh keadaan pori-pori. Pada penelitian terdahulu aktivasi yang dilakukan yaitu aktivasi sokletasi dimana karbon aktif diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 800-100 mesh. Hal ini bertujuan untuk memperjelas dan memperluas permukaan karbon. Selanjutnya dilakukan aktivasi kembali menggunakan larutan HCl. Karbon aktif direndam menggunakan HCl selama 24 jam yang terhindar dari sinar matahari.

### C. Pembuatan Kurva Standar Larutan Metil Orange

Kurva standar pada umumnya digunakan dalam analisis kimia untuk mengkalibrasi sebuah instrumen atau menentukan konsentrasi sebuah zat dalam sampel. Dalam larutan metil orange kurva standar digunakan sebagai penentu konsentrasi larutan metil orange berdasarkan respon dari instrumen terhadap konsentrasi yang diketahui. Dimana nilai X merupakan konsentrasi dari sebuah zat dalam satuan ppm dan nilai Y merupakan absorbansi (abs). Kurva standar dibuat dengan memvariasikan konsentrasi larutan metil orange, mengukur serapan masing-masing konsentrasi, dan memplot kurva serapan dan konsentrasi sehingga diperoleh nilai regresi linier  $y = a \times + b$ , yang dapat dilihat pada gambar 4.1



**Gambar 4.1** Kurva Standar larutan metil orange

Konsentrasi metil orange secara kualitatif dapat dibandingkan dari intensitas warnanya yang akan memudar ketika proses adsorpsi berakhir, dan secara kuantitatif penentuan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada kisaran panjang gelombang 300-600 nm. Kurva standar metil orange diperoleh dengan membaca serapan larutan standar metil orange pada panjang gelombang 462 nm



(Ngapa dan Yasinta., 2020). Larutan standar dibuat dengan mengencerkan larutan standar metil *orange* 1000 ppm ke dalam larutan dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm dalam labu takar 50 mL. Air digunakan sebagai blanko karena *aquadest* merupakan pelarut yang digunakan untuk melarutkan metil *orange*.

Persamaan regresi linier yang diperoleh adalah  $y=0,0763x + 0,0044$ , koefisien korelasi  $R^2= 0,989$ . Koefisien korelasi ( $r$ ) menunjukkan derajat korelasi antara variabel bebas  $x$  (penyerapan) dengan variabel terikat  $y$  (konsentrasi). Jika nilai  $r$  antara 0,8-1 maka hubungan antara variabel  $x$  dan  $y$  sangat kuat (Hesty dkk., 2023). Kurva standar metil *orange* sangat bagus dengan nilai regresi hampir mendekati 1 Persamaan yang diperoleh digunakan untuk menghitung konsentrasi masing-masing sampel setelah melalui proses adsorpsi dengan adsorben dari kulit kopi dan cangkang kelapa sawit. Pengamatan kurva standar metil *orange* menunjukkan bahwa serapan larutan metil *orange* berbanding lurus dengan konsentrasinya. Nilai serapan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan standar metil *orange*, dapat disimpulkan bahwa kurva standar hasil pengamatan konsisten dengan hukum Beer-Lambert, yang merupakan prinsip spektrofotometri. Spektrofotometer yang digunakan pada penelitian ini adalah spektrofotometer *Genesys 30*.

#### **D. Penentuan Kapasitas Adsorpsi ( $Q_e$ ) dan Efisiensi Adsorpsi (%)**

Adsorpsi adalah proses dimana atom, partikel, atau molekul terlarut diserap ke permukaan zat penyerap. Proses ini terjadi pada permukaan dalam dua fase: gas-padat atau cair-padat. Zat yang diserap adalah adsorben (Saputri, 2020). Kapasitas adsorpsi merupakan jumlah adsorbat yang dapat terakumulasi pada

permukaan adsorben sehingga pada saat proses adsorpsi optimal akan dihasilkan karbon aktif dengan kapasitas adsorpsi maksimum (Aisyahlika, dkk., 2018).

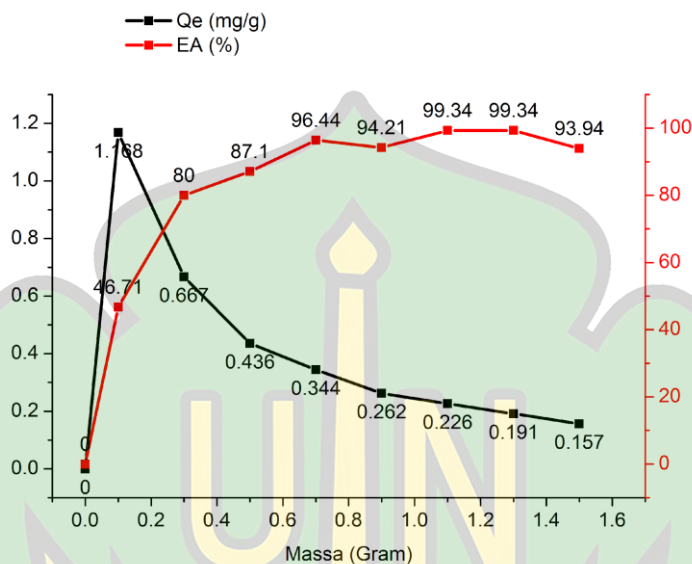
#### 1) Uji Adsorpsi Karbon Aktif kulit kopi

Pengujian kapasitas adsorpsi karbon aktif kulit kopi terhadap zat warna metil *orange* dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer *Genesys 30*. Hasil pengujian menggunakan spektrofotometer *Genesys 30* ditemukan berupa nilai serapan pada konsentrasi awal zat warna metil *orange*. Nilai serapan digunakan untuk menghitung konsentrasi akhir larutan setelah proses adsorpsi dengan menggunakan rumus dari kurva kalibrasi yang diperoleh pada saat pengujian larutan standar metil *orange*. Setelah ditentukan nilai konsentrasi akhir, maka dapat digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi ( $Q_e$ ) dan efisiensi adsorpsi (%EA) karbon aktif cangkang kulit kopi terhadap zat warna metil *orange*. Dilakukan tiga variasi pada penelitian ini antara lain variasi massa karbon aktif, konsentrasi warna karbon aktif, dan waktu kontak karbon.

##### a) Penentuan Dosis Optimum

Pada penelitian ini dilakukan beberapa variasi terhadap karbon aktif kulit kopi dengan konsentrasi metil *orange* dengan tujuan untuk mengetahui berapa gram karbon aktif yang mampu menyerap konsentrasi minimum dan maksimum metil *orange*. Dosis karbon aktif dikreasikan menjadi 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9; 1,1; 1,3; dan 1,5gram untuk menyerap zat warna metil *orange*. Selanjutnya dilakukan perlakuan adsorpsi selama 30 menit pada setiap dosis pada larutan metil *orange* dengan konsentrasi 10 ppm setelah itu hasil tersebut diuji menggunakan

spektrofotometer. Hasil perhitungan variasi dosis terhadap kapasitas adsorpsi ( $Q_e$ ) dan efisiensi adsorpsi ( $\%E_a$ ) dapat dilihat pada gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Pengaruh Variasi Dosis Karbon Aktif Kulit Kopi Terhadap Kapasitas Adsorpsi (mg/g) dan Efisiensi Adsorpsi (%) Pada Metil Orange

Semakin besar massa karbon aktif maka semakin besar pula jumlah pori dan luas permukaannya sehingga dapat mempengaruhi kapasitas adsorpsi metil orange. Hal ini disebabkan karena sisi aktif adsorben juga bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah adsorben. Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa semakin besar massa karbon aktif maka kapasitas adsorpsinya semakin menurun, yaitu pada dosis 0,1 gram dengan kapasitas adsorpsi sebesar 1,168 mg/g terus mengalami penurunan hingga dosis 1,5 gram dengan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 0,157 mg/g. Pada efisiensi adsorpsi mengalami kenaikan dengan tidak konstan, hal ini dapat dilihat pada dosis 0,1 gram dengan nilai efisiensi adsorpsi 46,71% dan mengalami kenaikan yang sangat tinggi pada dosis 0,3-0,7 dengan nilai efisiensi adsorpsi 80,00 - 96,44%. Pada dosis 0,9 gram mengalami penurunan

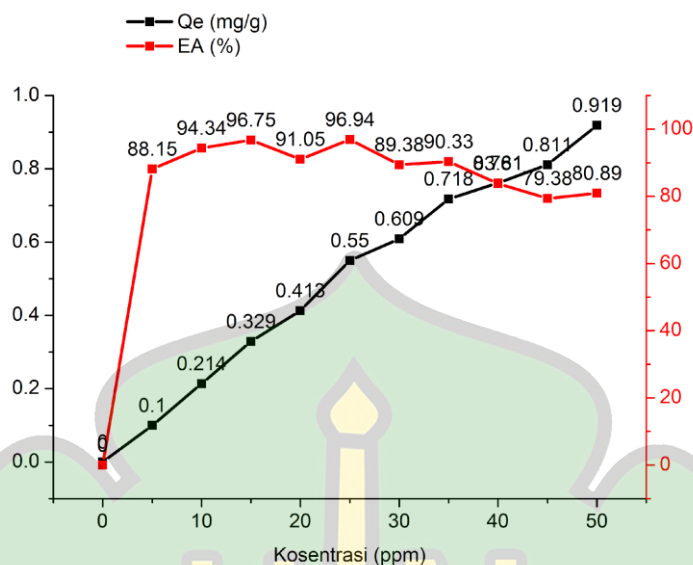
dengan nilai efisiensi adsorpsi 94,21% dan mengalami kenaikan kembali pada dosis 1,1-1,3 gram dengan nilai efisiensi adsorpsinya sama yaitu 99,34%. Pada dosis 1,5 gram mengalami penurunan kembali yaitu dengan nilai efisiensi adsorpsi 93,94%. Dosis optimum diperoleh pada 1,1 gram, pertimbangannya karena pada dosis tersebut penurunan kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi konstan pada dosis ini dibandingkan dosis lainnya. Dengan jumlah tersebut, karbon aktif dapat menyerap zat warna metil *orange* dengan efisiensi konstan yang hampir tinggi. Gambar 4.3 menunjukkan perbandingan warna larutan metil *orange* dan filtrat hasil adsorpsi pada dosis optimum.



**Gambar 4.3** (Kiri)Metil *Orange* 10 ppm (Kanan) Filtrat Hasil Adsorpsi Karbon Aktif Dosis 1,1 Gram

b) Penentuan Konsentrasi Optimum

Setelah mendapatkan dosis optimum, kemudian memvariasikan konsentrasi metil *orange* dari 5 ppm hingga 50 ppm. Hasil adsorpsi kemudian disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer. Perhitungan kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi karbon aktif terhadap perubahan warna metil *orange* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 4.4** Pengaruh Variasi Konsentrasi Karbon Aktif Kulit Kopi Terhadap Kapasitas Adsorpsi (mg/g) dan Efisiensi Adsorpsi (%) Pada Metil Orange

Berdasarkan gambar 4.4 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi metil orange maka semakin besar kapasitas adsorpsi (mg/g) dan efisiensi adsorpsi (%) karbon aktif kulit kopi. Hal ini terlihat pada konsentrasi 5 ppm dan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 0,1 (mg/g), dan semakin meningkat hingga konsentrasi 50 ppm dan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 0,919 (mg/g). Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa dengan bertambahnya konsentrasi adsorbat maka situs aktif pada permukaan adsorben terus terisi.

Pada gambar 4.4 menunjukkan bahwa efisiensi adsorpsi menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi karena situs aktif pada karbon aktif menjadi jenuh. Hal ini terjadi karena adsorben mempunyai kemampuan maksimal dalam menyerap adsorbat (sastrawidana, 2022). Dari grafik diatas terlihat bahwa pada konsentrasi 5 ppm efisiensi adsorpsi sebesar 88,16%, namun pada konsentrasi 50 ppm efisiensi adsorpsi cenderung menurun hingga 80,89%. Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa pada rentang 5 sampai 50 ppm, efisiensi adsorpsi tidak



konstan melainkan menurun di beberapa titik. Hal ini menunjukkan bahwa dosis konsentrasi 1,1 gram karbon aktif pun mampu menyeimbangkan jumlah adsorbat hingga konsentrasi 25 ppm.

Namun pada konsentrasi 25 ppm efisiensi adsorpsi menurun secara signifikan akibat kejenuhan adsorben selama penyerapan adsorbat. Ini terjadi karena dengan meningkatnya konsentrasi adsorbat maka situs aktif pada permukaan adsorben menjadi jenuh dan menyerap molekul adsorbat (Sastrawidana, 2022). Penentuan konsentrasi optimum dilihat berdasarkan parameter efisiensi dan kapasitas adsorpsi yang optimal.

Berdasarkan grafik tersebut tersebut dapat diamati bahwa pada konsentrasi 25 ppm memiliki nilai efisiensi dan kapasitas adsorpsi yang optimal, sehingga dapat dinyatakan bahwa konsentrasi optimum berada pada konsentrasi 25 ppm. Gambar 4.5 menunjukkan perbandingan warna larutan metil *orange* dan filtrat hasil adsorpsi pada konsentrasi optimum.

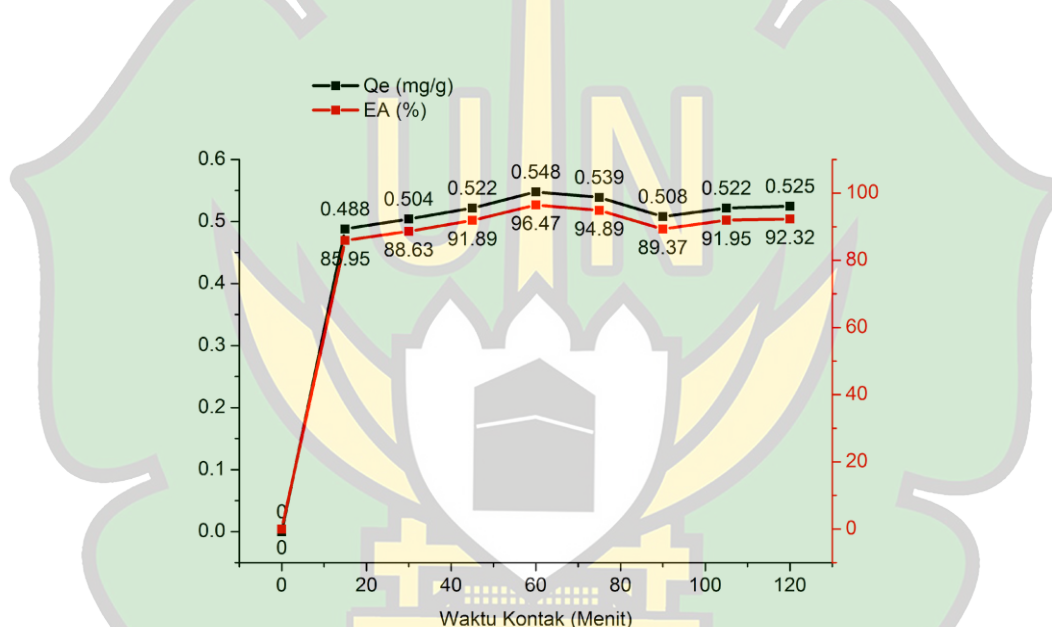


**Gambar 4.5** (kiri) metil *orange* 10 ppm (kanan) filtrat hasil adsorpsi karbon aktif dengan konsentrasi 25 ppm

c) Penentuan Waktu Kontak Optimum

Penentuan waktu kontak menjadi tahapan terakhir setelah penentuan dosis dan konsentrasi optimum pada adsorpsi karbon aktif kulit kopi terhadap larutan

metil *orange*. Tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan waktu optimum yang diperlukan adsorben untuk dapat mengadsorpsi hingga batas maksimal. Hal awal yang dilakukan yaitu dengan memvariasikan waktu dengan variasi 15; 30; 45; 60; 75; 90; 105 dan 120 menit, kemudian hasil dari adsorpsi akan diasring dan kemudian filtratnya akan diukur menggunakan spektrofotometer Uv-Vis. Perhitungan kapasitas dan efisiensi adsorpsi karbon aktif kulit kopi terhadap waktu kontak dapat dilihat pada gambar 4.6.



**Gambar 4.6** Pengaruh Variasi Waktu Kontak Karbon Aktif Kulit Kopi Terhadap Kapasitas Adsorpsi (mg/g) dan Efisiensi Adsorpsi (%) Pada Metil *Orange*

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu kontak maka semakin tinggi kapasitas dan efisiensi adsorpsi karbon aktif kulit kopi. Dari grafik diatas peningkatan yang signifikan terjadi pada menit ke 15-60 dengan nilai kapasitas adsorpsi 0,488 mg/g dan efisiensi adsorpsi 92,32%, sedangkan pada menit ke 75-120 mengalami penurunan, hal ini disebabkan situs aktif adsorben telah jenuh yang mengakibatkan adsorpsi mengalami penurunan kapasitas dan

efisiensi adsorpsi (Riwayati dkk., 2019). Sehingga waktu kontak pada menit ke 60 menjadi waktu kontak optimum, karena waktu tersebut dinilai paling efisien yang dapat digunakan untuk adsorpsi. Gambar 4.7 menunjukkan perbandingan warna larutan metil *orange* dan filtrat hasil adsorpsi pada konsentrasi optimum.



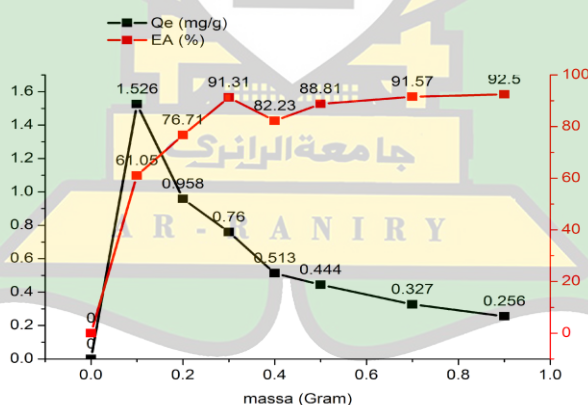
**Gambar 4.7** (Kiri) Metil *Orange* 25ppm (Kanan) Filtrat Hasil Adsorpsi Karbon Aktif Dengan Waktu Kontak 60 Menit

## 2) Uji Adsorpsi Karbon Aktif Cangkang kelapa Sawit

Pengujian kapasitas adsorpsi karbon aktif cangkang sawit terhadap zat warna metil *orange* dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer *Genesys 30*. Hasil pengujian menggunakan spektrofotometer *Genesys 30* ditemukan berupa nilai serapan pada konsentrasi awal zat warna metil *orange*. Nilai serapan digunakan untuk menghitung konsentrasi akhir larutan setelah proses adsorpsi dengan menggunakan rumus dari kurva kalibrasi yang diperoleh pada saat pengujian larutan standar metil *orange*. Setelah ditentukan nilai konsentrasi akhir, maka dapat digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi ( $Q_e$ ) dan efisiensi adsorpsi (%EA) karbon aktif cangkang kelapa sawit terhadap zat warna metil *orange*. Dilakukan tiga variasi pada penelitian ini antara lain variasi massa karbon aktif, konsentrasi warna karbon aktif, dan waktu kontak karbon.

a) Penentuan dosis optimum

Pada pengujian ini untuk mengetahui pengaruh variasi massa adsorben terhadap daya adsorpsi serta memperoleh massa optimum daya adsorpsi maka dibuat variasi massa adsorben yang berupa karbon aktif dengan variasi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; dan 0,9 gram. Parameter uji adsorpsi dilakukan pada kondisi awal konsentrasi zat warna sebesar 10 ppm. Sebanyak 25 mL larutan zat warna 10 ppm dimasukkan kedalam gelas kimia yang berisikan karbon aktif cangkang kelapa sawit dengan massa tertentu. Campuran diaduk menggunakan pengaduk *magnetic sitter* dengan kecepatan 150 rpm dan waktu pengadukan 30 menit. Kemudian disaring menggunakan kertas saring, dan serapan filtrat yang diperoleh diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 462 nm. Ulangi dengan variasi yang berbeda. Data hasil pengujian dosis dapat dilihat pada Gambar 4.8:



**Gambar 4.8** Pengaruh Variasi Dosis Karbon Aktif Cangkang Sawit Terhadap Kapasitas Adsorpsi (mg/g) dan Efisiensi Adsorpsi (%) Pada Metil Orange

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis karbon aktif yang digunakan maka semakin besar efisiensi adsorpsi karbon aktif pada zat warna metil jingga. Bertambahnya massa karbon aktif maka pori-pori dan luas

permukaan adsorben bertambah sehingga mengakibatkan penurunan kapasitas adsorpsi. Hal ini juga menyebabkan penurunan kapasitas adsorpsi, karena hanya sejumlah kecil adsorbat yang diserap oleh sisi aktif. Dosis 0,1 gram dengan kapasitas adsorpsi 1,526 mengalami penurunan menjadi hingga dosis 0,9 gram dengan kapasitas adsorpsi 0,256.

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa efisiensi adsorpsi terus meningkat dengan nilai efisiensi adsorpsi sebesar 91,31% pada dosis 0,3 gram dan kemudian mengalami penurunan dengan nilai efisiensi adsorpsi sebesar 82,23% pada dosis 0,4 gram. Pada dosis 0,5 gram efisiensi adsorpsi meningkat lebih lanjut menjadi 88,81%. Berdasarkan data grafik di atas maka dosis optimum karbon aktif yang diperoleh pada tahap ini yang digunakan yaitu pada dosis 0,3 gram. Penentuan dosis tersebut didasarkan pada kenyataan bahwa pada dosis yang lebih rendah dapat memberikan efisiensi adsorpsi penambahan metil *orange* 91,31% yang tinggi dan relatif stabil dengan kapasitas adsorpsi yang juga relatif tergolong besar yaitu 0,760 mg/g. Dosis optimal yang ditentukan digunakan untuk menguji kapasitas penyerapan pada langkah berikutnya. Perbandingan warna metil *orange* sebelum dan sesudah adsorpsi pada dosis 0,3 gram dapat dilihat pada Gambar 4.9.

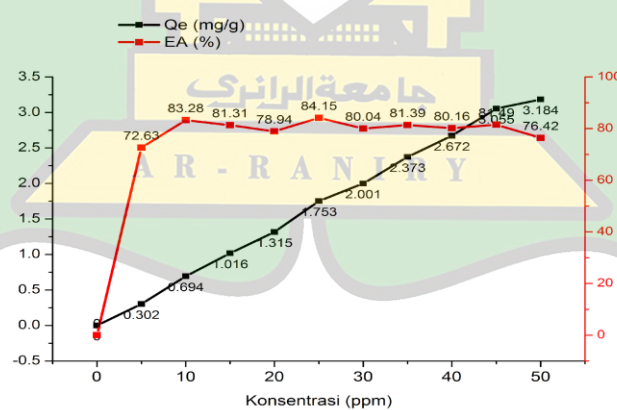


**Gambar 4.9** (Kiri) Filtrat Hasil Adsorpsi Karbon Aktif Dengan Dosis 0,3 (Kanan) Metil *Orange* 10 Ppm



b) Penentuan konsentrasi optimum

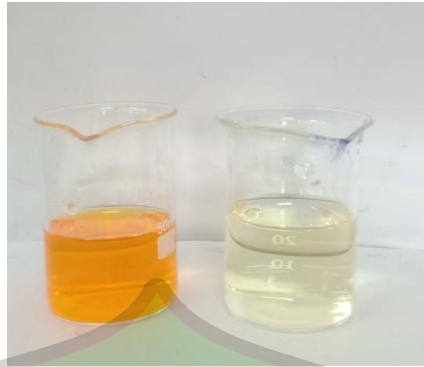
Pada penentuan konsentrasi variasi adsorbat yang digunakan adalah 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 dan 50 ppm. Variasi konsentrasi zat warna metil *orange* digunakan sebagai kondisi awal konsentrasi zat warna pada parameter uji adsorpsi dengan volume larutan 25 ml. massa adsorben optimal yang digunakan adalah 0,3 gram. Campuran adsorben dan zat warna metil *orange* diaduk dengan *magnetic sifter* dengan kecepatan 150 rpm selama 30 menit. Kemudian disaring dengan kertas saring dan serapan filtrat yang dihasilkan diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang maksimum 462 nm. Pengoperasian dilakukan hingga konsentrasi akhir 50 ppm. Variasi konsentrasi mempengaruhi fenomena adsorpsi dengan meningkatkan atau menurunkan efisiensi adsorpsi dan kapasitas adsorpsi. perlakuan variasi konsentrasi ini adalah untuk mengetahui efisiensi adsorpsi maksimum zat warna metil *orange* oleh karbon aktif cangkang kelapa sawit seiring dengan meningkatnya konsentrasi.



**Gambar 4.10** Pengaruh Variasi Konsentrasi Karbon Aktif Cangkang Sawit Terhadap Kapasitas Adsorpsi (mg/g) dan Efisiensi Adsorpsi (%) Pada Metil *Orange*

Konsentrasi zat warna metil *orange* yang dapat diadsorpsi oleh karbon aktif cangkang kelapa sawit mengalami peningkatan pada setiap penambahan konsentrasi seperti yang terlihat pada gambar 4.10. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa pada saat konsentrasi 5 ppm nilai efisiensi adsorpsi sebesar 72,63% lalu pada konsentrasi 10 ppm nilai efisiensi adsorpsi mengalami peningkatan sebesar 83,28 %. Namun pada konsentrasi 15 - 20 ppm nilai efisiensi adsorpsi mengalami penurunan dengan nilai efisiensi adsorpsi sebesar 81,31 % dan 78,94%. Pada konsentrasi 25 ppm hingga pada konsentrasi 50 ppm nilai efisiensi adsorpsi mengalami kenaikan dan penurunan, fluktuatif data ini terjadi hingga pada konsentrasi 50 ppm nilai efisiensi adsorpsi turun sebesar 76,42 %.

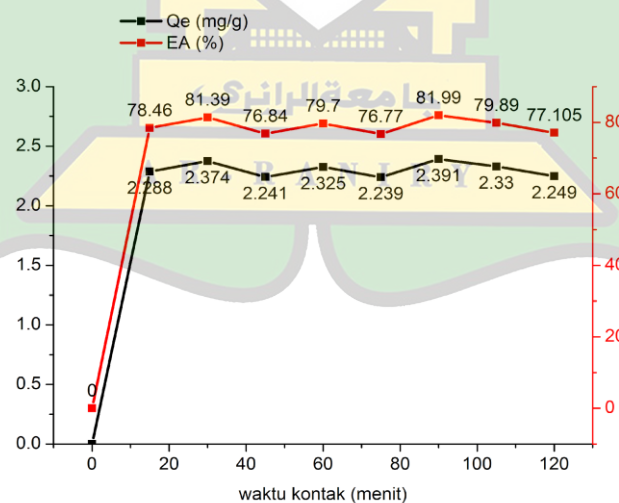
Pada gambar grafik di atas nilai kapasitas adsorpsi pada konsentrasi 5 ppm-50 ppm mengalami peningkatan yang signifikan dapat dilihat pada awal nilai kapasitas adsorpsi sebesar 0,302 mg/g pada konsentrasi 5 ppm lalu meningkat sebesar 0,694 mg/g pada konsentrasi 10 ppm. Nilai kapasitas adsorpsi ini terus meningkat hingga pada konsentrasi 50 ppm nilai kapasitas adsorpsi sebesar 3,184 mg/g. Setiap peningkatan konsentrasi maka nilai kapasitas adsorpsi mengalami peningkatan hal ini dapat disebabkan karena banyaknya serapan adsorben yang dapat ditampung oleh situs aktif yang berada pada permukaan adsorben terus terisi. Berdasarkan gambar grafik yang diamati bahwa nilai konsentrasi pada 35 ppm memiliki nilai efisiensi dan kapasitas adsorpsi yang optimal dengan nilai efisiensi adsorpsi sebesar 81,39 % dan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 2,373 mg/g. Perbandingan warna metil *orange* sebelum dan sesudah adsorpsi pada konsentrasi 35 ppm dapat dilihat pada Gambar 4.11.



**Gambar 4.11** (Kiri) Metil orange 10 ppm Filtrat Hasil Adsorpsi Karbon Aktif Dengan Konsentrasi 35 Ppm

c) Penentuan waktu kontak optimum

Pengujian penentuan waktu kontak ini dilakukan untuk mengetahui waktu kontak yang tepat untuk mencapai penyerapan optimum. Pada penelitian ini massa adsorben yang digunakan sebesar 0,3 gram kedalam larutan 35 ppm dengan variasi waktu kontak yang digunakan adalah 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, dan 120. Hasil dari percobaan variasi waktu kontak dapat dilihat pada gambar grafik 4.12 di bawah ini.



**Gambar 4.12** Pengaruh Variasi Waktu Kontak Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kapasitas Adsorpsi (mg/g) dan Efisiensi Adsorpsi (%) Pada Metil Orange

Gambar 4.12 menunjukkan bahwa variasi waktu kontak dapat menyebabkan fluktuasi pada data. Data yang berfluktuasi ini disebabkan oleh variasi waktu kontak. Pada menit ke 15 sampai 30 nilai efisiensi adsorpsi dan nilai kapasitas adsorpsi mengalami peningkatan efisiensi adsorpsi sebesar 78,46 % dan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 2,288 mg/g. Pada saat waktu kontak dinaikkan terjadi penurunan dan juga peningkatan pada nilai efisiensi adsorpsi dan nilai kapasitas adsorpsi. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa penurunan kapasitas dan efisiensi adsorpsi dalam jarak yang tidak panjang. Pada menit 45 terjadi penurunan dengan nilai efisiensi adsorpsi sebesar 76,84 % dan nilai kapasitas adsorpsi meningkat sebesar 2,241 mg/g. Namun pada menit berikutnya nilai efisiensi adsorpsi mengalami penurunan kembali namun nilai kapasitas adsorpsi tetap meningkat. Berdasarkan grafik tersebut tersebut dapat diamati bahwa pada menit ke 60 memiliki nilai efisiensi dan kapasitas adsorpsi yang optimal, sehingga dapat dinyatakan bahwa waktu kontak optimum berada pada menit ke 60. Gambar 4.13 menunjukkan perbandingan warna larutan metil orange dan filtrat hasil adsorpsi pada waktu optimum optimum.



**Gambar 4.13** (Kiri)Metil Orange 25 Ppm (Kanan) Filtrat Hasil Adsorpsi Karbon Aktif Dengan Waktu Kontak 60 Menit

Karbon aktif kulit kopi dan cangkang sawit memiliki beberapa perbedaan yang mempengaruhi kualitas dan efisiensi penggunaan. Kandungan selulosa pada kulit kopi sebesar 5-43% (Elida Novita, dkk., 2021). Pada cangkang sawit mengandung selulosa sebesar 31,33% kandungan selulosa yang lebih tinggi pada kulit kopi dapat mempengaruhi kalitas dan efisiensi penggunaan karbon aktif ini. Pada penelitian ini nilai efisiensi adsorpsi kulit kopi sebesar 96,47%, pada karbon aktif cangkang sawit sebesar 81,99%. Hal tersebut dapat kita simpulkan bahwa karbon aktif kulit kopi lebih baik nilai efisiensinya dibandingkan karbon aktif cangkang sawit.

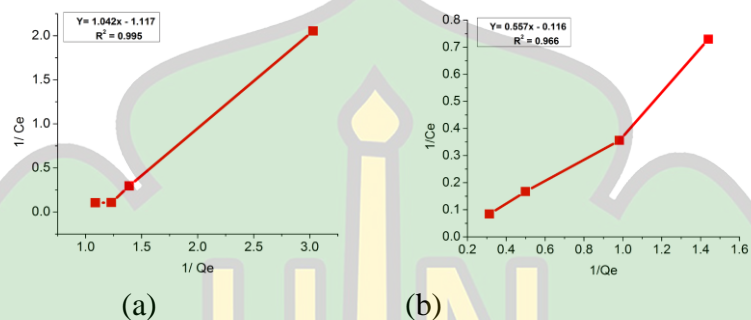
#### **E. Model Isoterm Adsorpsi**

Isoterm adsorpsi digunakan untuk menggambarkan interaksi antara adsorben dan adsorbat serta pola distribusi molekul adsorbat antara fase padat dan cair setelah tercapai kesetimbangan. Isoterm adsorpsi yang digunakan dalam penelitian ini untuk adsorpsi metil *orange* adalah model isoterm Langmuir, Freundlich dan Temkin. Uji model isoterm ini dilakukan untuk menentukan model adsorpsi kesetimbangan yang sesuai dengan hasil penelitian persamaan isoterm Langmuir, Freundlich dan Temkin diubah menjadi kurva kesetimbangan linier untuk menentukan model kesetimbangan. Hal ini terlihat dari nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang mendekati 1 (Amelia, dkk., 2023). Pada uji isoterm tersebut untuk melihat model yang sesuai pada adsorpsi zat warna metil *orange* dengan karbon aktif kulit kopi dan cangkang kelapa sawit.

Isoterm Langmuir menunjukkan bahwa proses biosorpsi terjadi pada lapisan monolayer dan bersifat homogen pada permukaan adsorben dengan situs

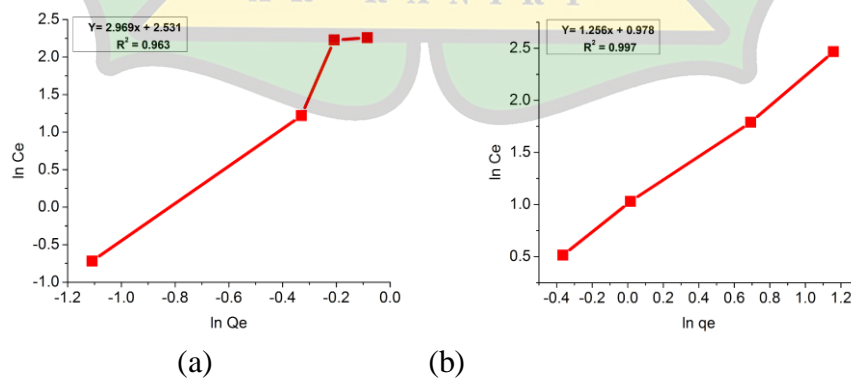


spesifik yang meningkat Isoterm Langmuir merupakan hubungan antara nilai  $C_e$  dengan  $C_e/Q_e$ , dimana  $C_e$  adalah konsentrasi akhir yang diperoleh dan  $C_e/Q_e$  adalah konsentrasi akhir dibagi jumlah bahan yang teradsorpsi (Amelia dkk., 2023). Grafik model isoterm Langmuir dapat dilihat pada Gambar 4.15.



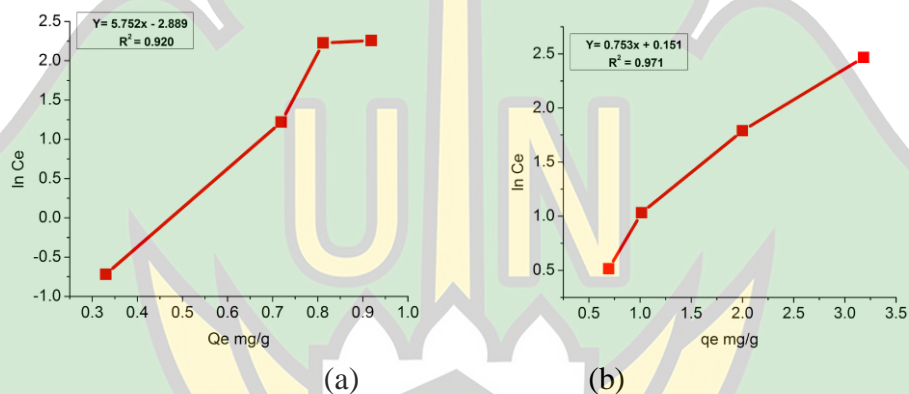
**Gambar 4.14** Grafik Isoterm Langmuir Karbon Aktif  
(a) Kulit Kopi (b) Cangkang Sawit

Isoterm Freundlich menduga bahwa adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben secara fisika. Adsorpsi pada persamaan Freundlich terjadi secara heterogen karena adsorpsi berlangsung dalam dua lapisan (*multilayer*). Persamaan Freundlich menghubungkan konsentrasi adsorbat dalam cairan yang berada dalam kontak (Jakfar, 2023). Grafik model isoterm Freundlich dapat dilihat pada Gambar 4.16.



**Gambar 4.15** Grafik Isoterm Freundlich Karbon Aktif  
(a) Kulit Kopi (b) Cangkang Sawit

Isoterm Temkin mengasumsikan bahwa adsorpsi bersifat kimia dan terjadi pada permukaan ganda (multilayer). Persamaan Temkin mirip dengan persamaan Freundlich karena tidak memiliki hukum Henry, yang berlaku pada konsentrasi rendah dan volume pada konsentrasi tinggi. Model isoterm Temkin digunakan untuk melihat kinerja sistem adsorpsi pada permukaan heterogeny (Kristina, dkk., 2023). Grafik isoterm Temkin dapat dilihat pada Gambar 4.17



**Gambar 4.16** Grafik Isoterm Temkin Karbon Aktif  
(a) Kulit Kopi (b) cangkang Sawit

Dari penjelasan dan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa data ketiga model isoterm yang digunakan pada adsorpsi karbon aktif dari kulit kopi dan cangkang kelapa sawit terdapat pada tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Parameter Adsropsi Dari Ketiga Model Isoterm Yang Digunakan

Koefisien	Keterangan	Nilai	
		KACKS	KAKP
<b>Langmuir</b>			
$K_L$ (L/mg)	Konstanta isoterm Langmuir	0,138	0,859
$Q_m$ (mg/g)	Kapasitas adsorpsi maksimum model Langmuir	16,29	0,895
$R^2$	Koefisien korelasi	0,995	0,995
<b>Freundlich</b>			
$K_F$ (L/g)	Konstanta model Freundlich	2.660	12.553
N	Faktor heterogenität model Freundlich	0,796	0,336
$R^2$	Koefisien korelasi	0,997	0,963
<b>Temkin</b>			

$K_T$ (L/mg)	Kapasitas ikatan equilibrium	1,222	2.285
B	Konstanta energi isoterm Temkin konstan	0,753	3.496
$R^2$	Koefisien	0,971	0,920

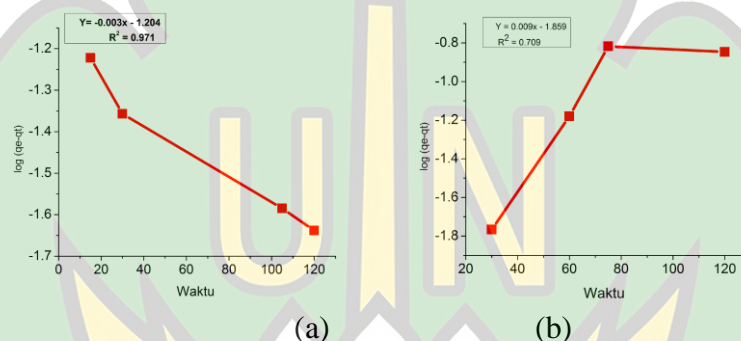
Berdasarkan informasi yang diperoleh dari gambar diatas dan tabel 4.2 model adsorpsi yang paling tepat untuk karbon aktif kulit kopi yaitu model isoterm Langmuir dengan nilai  $R^2$  0,995. Hal ini dikarenakan nilai  $R^2$  mendekati 1, jika dibandingkan dengan model isotherm lainnya. Menurut Miri dan Namiro (2022). Isoterm Langmuir ini menggambarkan proses kemisorpsi atau secara kimia pada satu lapisan diatas permukaan adsorben dengan suhu konstan.

Pada tabel 4.2 dapat diamati nilai koefisien korelasi dari karbon aktif cangkang kelapa sawit masing-masing model yaitu model isotherm Langmuir 0,995 dari model isotrem Freundlich sebesar 0,997 dan model isoterm Temkin sebesar 0,971. Untuk ketiga model isotermal, koefisien korelasi mendekati 1 sebesar 0,997 dari model isoterm Freundlich. Artinya proses adsorpsi tidak seragam karena berlangsung dalam dua lapisan (multilayer) dan tidak semua permukaan adsorpsi mempunyai kapasitas serapan yang sama. Model isoterm Freundlich dapat diketahui bahwa kemampuan adsorpsi relatif dari kulit kopi ditunjukkan oleh nilai  $K_F$  yang besarnya 2,660 L/g. Ketentuan interaksi kulit kopi ditunjukkan dengan nilai  $1/n$  yang besarnya 1.256.

#### **F. Model Kinetika Adsorpsi**

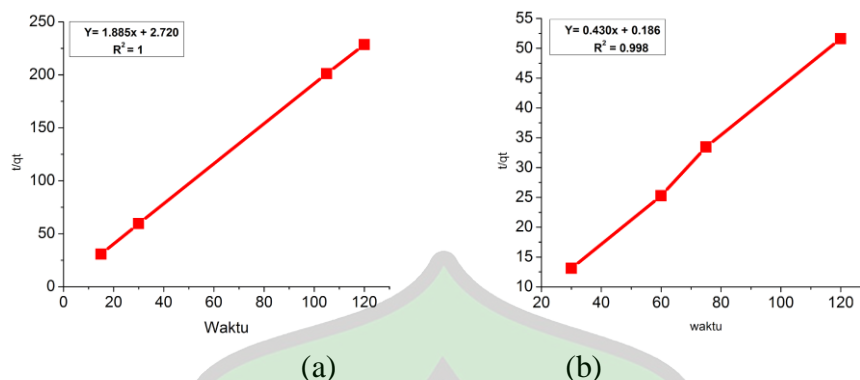
Parameter yang digunakan untuk menentukan kinetika adsorpsi metil *orange* adalah variasi waktu kontak. Model kinetika yang dapat ditentukan adalah kinetika pseudo orde satu dan pseudo orde dua. Kinetika adsorpsi adalah faktor penting dalam penentuan efektivitas penyerapan. Kinetika adsorpsi secara umum

menggambarkan laju dimana zat terlarut teradsorpsi dan waktu tinggal adsorbat pada permukaan padat-cair. Kecepatan adsorpsi tergantung pada jumlah partikel yang menyerap pada permukaan adsorben per detik dan jumlah partikel yang bertumbukan dalam satuan luas per detik (Setyorini, dkk., 2023). Hasil penentuan model kinetika pada karbon aktif kulit kopi dan cangkang kelapa sawit dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 4.17** Model Kinetika Karbon Aktif Kulit Kopi  
(a) Pseudo Orde Satu (b) Pseudo Orde Dua

Dari Gambar 4.18 terlihat koefisien determinasi ( $R^2$ ) model kinetika pseudo orde satu untuk adsorpsi metil *orange* pada karbon aktif kulit kopi sebesar 0,971. Nilai ini kecil jika dibandingkan dengan nilai 1 untuk koefisien pseudo orde kedua. Hal ini menunjukkan bahwa adsorpsi metil *orange* menggunakan karbon aktif kulit kopi lebih baik menggunakan persamaan pseudo orde dua. Nilai koefisien determinasi orde kedua lebih baik dibandingkan dengan nilai determinasi orde satu.



**Gambar 4.18** Model Kinetika Karbon Aktif Cangkang Sawit  
(a) Pseudo Orde Satu (b) Pseudo Orde Dua

Pada gambar 4.19 dapat dilihat bahwa adsorpsi metil *orange* menggunakan karbon aktif cangkang kelapa sawit juga menggunakan persamaan pseudo orde dua, hal ini dibuktikan dari nilai koefisien korelasi pada persamaan pseudo orde dua lebih besar dibandingkan dengan persamaan pseudo orde satu yaitu  $R^2 = 0,709$  untuk orde satu dan  $R^2 = 0,998$  untuk orde 2 yang mana nilai  $R^2$  dari persamaan pseudo orde dua paling mendekati angka satu.

**Tabel 4.3** Parameter Adsorpsi Dari Ketiga Model Isoterm yang Digunakan

Model Kinetika	Parameter	Nilai	
		KAKK	KACKS
Pseudo Orde Satu	$R^2$	0,971	0,709
	$Q_e$ (mg/g)	0,0625	0.0138
	$K_1$ (L min <sup>-1</sup> )	0,0069	0.0207
Pseudo Orde Dua	$R^2$	1	0,998
	$Q_e$ (mg/g)	0,5305	2.3255
	$K_2$ (L gram mg <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> )	0,1034	29.077

Hasil pengamatan pada tabel 4.3 harga konstanta laju adsorpsi pada karbon aktif kulit kopi dan cangkang kelapa sawit menunjukkan pada model pseudo orde dua ( $K_2$ ). Nilai konstanta laju adsorpsi karbon aktif kulit kopi sebesar 1, sedangkan nilai  $K_2$  karbon aktif cangkang kelapa sawit sebesar 0,998. Model orde dua dapat menjelaskan dengan baik adsorpsi yang terjadi karena nilai 1, dan nilai  $K_2$  yang



diperoleh dapat menjelaskan bahwa penyerapan metil *orange* lebih efisien (Hanie, dkk., 2023).



## **BAB V PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh pada penelitian penentuan kinetika adsorpsi karbon aktif cangkang sawit dan kulit kopi terhadap zat warna metil *orange* dapat disimpulkan bahwa:

1. Kinetika adsorpsi pada karbon aktif kulit kopi terhadap zat warna metil *orange* mengikuti model isoterm Langmuir ditunjukkan dengan nilai  $R_2$  0,995 dengan model kinetika pseudo orde dua nilai  $R_2$  sebesar 1 dan nilai konstanta kinetika sebesar  $0,103 \text{ L gram mg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ . Pada karbon aktif cangkang sawit mengikuti model Freundlich nilai  $R_2$  0,963 sebesar dengan model kinetika pseudo orde 2 ditunjukkan dengan nilai  $R_2$  sebesar 0,998 dan konstanta kinetika sebesar  $29,077 \text{ L gram mg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ .
2. Kinerja adsorpsi karbon aktif kulit kopi dan cangkang sawit dilihat dari beberapa parameter, yaitu dosis karbon, konsentrasi larutan metil *orange* dan waktu kontak. Daya serap karbon aktif kulit kopi berturut-turut adalah 1,1 gram, 25 ppm dan waktu kontak selama 60 menit dan menghasilkan % EA sebesar 96,47% dengan nilai  $q_e$  sebesar  $0,548 \text{ mg/g}$ . Pada karbon aktif cangkang sawit daya serap berturut-turut 0,3 gram, 35 ppm dan waktu kontak selama 90 menit dan mendapatkan hasil % EA sebesar 81,99% dengan  $q_e$  sebesar  $2,391 \text{ mg/g}$ .

## B. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian penentuan kinetika adsorpsi karbon aktif cangkang sawit dan kulit kopi terhadap zat warna metil *orange*, peneliti mengharapkan adanya penelitian lebih lanjut mengenai karakteristik menggunakan instrumen SEM-EDX untuk melihat morfologi permukaan dan ukuran pori-pori pada karbon aktif kulit kopi dan karbon aktif cangkang sawit. Serta adanya lanjutan uji pengaruh pH dan uji desorpsi.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agusdin, A., & Setiorini, I. A. (2020). A ANALISA KEMAMPUAN PENYERAPAN BUBUR KERTAS (PULP) DARI KERTAS BEKAS SEBAGAI ADSORBENT ZAT WARNA REAKTIF DAN LOGAM BERAT (Cu dan Fe) DARI LIMBAH CAIR TEKSTIL DENGAN ADSORBER VERTIKAL. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 11(01), 4–12. <https://doi.org/10.52506/jtpa.v11i01.100>
- Aisyahlika, S. Z., Firdaus, M. L., & Elvia, R. (2018). Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Cangkang Bintaro (Cerbera odollam) terhadap Zat Warna Sintetis Reactive Red-120 dan Reactive Blue-198. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 2(2), 148–155.
- Anugrah, I. R., Nisa, N. N. A., Luthfiana, F., & Dani, A. M. F. (2022). Penerapan Prinsip Interaksi Antar Molekul dalam Pengolahan Limbah Batik. *Tadris Kimia*, 2(1), 19–28.
- Ariyanto, E., Lestari, D. D., & Kharismadewi, D. (2021). Analisa Kemampuan dan Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif dari Cangkang Ketapang terhadap Zat Warna Metil Oranye (Adsorption Ability and Kinetics Analyses of Activated Carbon from Cattapa Shell to Methyl Orange Dyes). *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 32(2), 166–178.
- Aziz, M. R., Siregar, A. L., Rantawi, A. B., & Rahardja, I. B. (2019). Pengaruh Jenis Perekat pada Briket Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Waktu Bakar. *Prosiding SEMNASTEK Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 141152. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/5256>
- Diharyo, Salampak, Damanik, Z., & Gumiri, S. (2020). Pengaruh Lama Aktifasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan Ukuran Butir Arang Cangkang Kelapa Sawit. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 5(1), 48–54.
- Febriani, A., Umaro, S. A., Nursa'adah, E., & Firdaus, M. L. (2022). Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia Kapasitas Adsorpsi Zat Warna Malachite Green Dan Violet Dye Menggunakan Metal Organic Frameworks (Fe-BDC). *Jurnal Kependidikan Kimia*, 10(2), 61–72. <https://ojs.undikma.ac.id/index.php/hydrogen/>
- Hesty, H. N. H., Hadisoebroto, G., & Dewi, L. (2023). Efektivitas Karbon Aktif Kulit Salak Salacca Zalacca (Gaert) Voss Sebagai Bioadsorben Logam Tembaga (Cu) dari Limbah Laboratorium Farmasi. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 23(3), 624–636. <https://doi.org/10.35965/eco.v23i3.3887>
- Kristina, T., Assiddiqi, T. D., Setiawan, B. I., Arif, C., & Kurniawan, A. (2023). Kinerja Unit dan Isoterm Adsorpsi Filtrasi Multimedia Pada Sistem Resirkulasi Akuakultur Ikan Hias Berdasarkan Variasi Ketebalan Media dan Debit Aliran. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(4), 933–945. <https://doi.org/10.14710/jil.21.4.933-945>
- Muhammad, H. N., Nikmah, F., Hidayah, N. U., & Haqiqi, A. K. (2020). Arang

- Aktif Kayu *Leucaena Leucocephala* sebagai Adsorben Minyak Goreng Bekas Pakai (Minyak Jelantah). *Physics Education Research Journal*, 2(2), 123. <https://doi.org/10.21580/perj.2020.2.2.6176>
- Novita, E., Wahyuningsih, S., Kamil, N. S., & Pradana, H. A. (2021). Model Adsorpsi Isoterm Arang Aktif Kulit Kopi Pada Penurunan Warna Air Limbah Pengolahan Kopi. *Agrin*, 25(1), 22. <https://doi.org/10.20884/1.agrin.2021.25.1.561>
- Oko, S., Harjanto, H., Kurniawan, A., & Winanti, C. (2022). Penurunan Kadar Zat Warna Remazol Brilliant Blue R Dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Serbuk CaCO<sub>3</sub> Dari Cangkang Telur Dan Karbon Aktif. *Metana*, 18(1), 39–45. <https://doi.org/10.14710/metana.v18i1.45766>
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, 5(2), 88–92. <https://www.dosenpendidikan.com>
- Puspitasari, A. A., Sumarni, N. K., & Musafira, M. (2017). KAJIAN KAPASITAS ADSORPSI ARANG KULIT KOPI ROBUSTA TERAKTIVASI ZNCI<sub>2</sub> TERHADAP ION Pb (II). *Kovalen*, 3(2), 134. <https://doi.org/10.22487/j24775398.2017.v3.i2.8719>
- Putri, R. Z., & Fadhillah. (2020). Peningkatan kualitas batubara low calorie menggunakan minyak pelumas bekas melalui proses Upgrading Brown Coal. *Jurnal Bina Tambang*, 5(2), 208–217. <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/mining/article/view/108004>
- Rahadi, B., H. A. T. S., Robbaniyah, I., Pertanian, T., Brawijaya, U., & Veteran, J. (2020). Analisis Penurunan Konsentrasi Methyl Orange Dengan Biosorben Kulit Pisang Cavendish ( *Musa Acuminata* Cv . Cavendish ). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 6(2), 29–35.
- Riwayati, I., Fikriyyah, N., & Suwardiyono, S. (2019). ADSORPSI ZAT WARNA METHYLENE BLUE MENGGUNAKAN ABU ALANG-ALANG (*Imperata cylindrica*) TERAKTIVASI ASAM SULFAT. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 4(2), 6–11. <https://doi.org/10.31942/inteka.v4i2.3016>
- Khalimatus, S., Profiyanti, H.S., Nanik, H., Finda, A.P., One, M.R. (2021). Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu sebagai Karbon Aktif melalui Proses Pirolisis dan Aktivasi Kimia. *jurnal CHEESA*, 4(2), 91.
- Saputri, C. A. (2020). KAPASITAS ADSORPSI SERBUK NATA DE COCO (BACTERIAL SELLULOSE) TERHADAP ION Pb<sup>2+</sup> MENGGUNAKAN METODE BATCH. *Jurnal Kimia*, 14(1), 71. <https://doi.org/10.24843/jchem.2020.v14.i01.p12>
- Setyorini, D., Arninda, A., Syafaatullah, A. Q., & Panjaitan, R. (2023). Penentuan Konstanta Isoterm Freundlich dan Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Terhadap Asam Asetat. *Eksergi*, 20(3), 149. <https://doi.org/10.31315/e.v20i3.10835>
- Shinta, D. R., Proklamasiningsih, E., Santoso, S., Widyastuti, A., & Artikel, R. J. (2023). Fitoremediasi Limbah Cair Tekstil Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dalam Meningkatkan Jumlah Helai Daun dan Bobot Basah. *Jurnal*

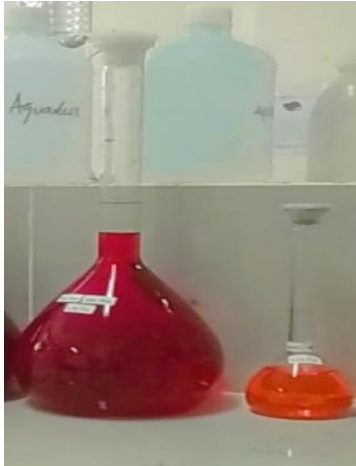


*Ilmiah Biologi Unsoed*, 5(1), 33–40.

- Susmanto, P., Yandriani, Y., Dila, A. P., & Pratiwi, D. R. (2020). Pengolahan Zat Warna Direk Limbah Cair Industri Jemputan Menggunakan Karbon Aktif Limbah Tempurung Kelapa pada Kolom Adsorpsi. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 4(2), 77. <https://doi.org/10.30595/jrst.v4i2.7309>
- Waluyo, U., Ramadhani, A., Suryadinata, A., & Cundari, L. (2020). Review: penjernihan minyak goreng bekas menggunakan berbagai jenis adsorben alami. *Jurnal Teknik Kimia*, 26(2), 70–79. <https://doi.org/10.36706/jtk.v26i2.588>
- Wulandari, I. O., Indahyanti, E., & Kamulyan, B. (2023). Preparasi Kolom Instalasi Pemurnian Biogas dalam Penentuan Kapasitas Serap Adsorben Arang Aktif dan Zeolit di Kecamatan Jabung. *JRCE (Journal of Research on Community Engagement)*, 4(2), 73–81. <https://doi.org/10.18860/jrce.v4i2.17915>
- Zulfani, M. R., & Dewajani, H. (2023). Pengaruh Penambahan Chelating Agents (Asam Askorbat, Hidroksilamina, Dan Asam Oksalat) Dalam Fenton-Like Reaction Pada Proses Degradasi Metilen Biru. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 9(3), 286–294. <https://doi.org/10.33795/distilat.v9i3.3759>



## LAMPIRAN



Pembuatan Larutan Standar 1000 Ppm



Larutan Pengenceran Metil Orange  
1, 2, 3, 4 Dan 5 Ppm



Proses adsorpsi



karbon hasil uji adsorpsi

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : SITINURKHASINAH  
NIM : 190208077  
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan  
Tempat/ Tanggal Lahir : Jakarta 08 Januari 2001  
Alamat : Lamteubee Mon Ara, Kuta Baro, Aceh Besar  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Status : Mahasiswa  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Kode Pos : 23372  
Nomor Telepon : 081262981471  
Email : [sitinurkhasinah0801@gmail.com](mailto:sitinurkhasinah0801@gmail.com)



### PENDIDIKAN FORMAL

Tahun 2007 – 2013 : SD Negeri 69 Banda Aceh  
Tahun 2013 – 2016 : SMP Negeri 8 Banda Aceh  
Tahun 2016 – 2019 : SMK-SMTI Banda Aceh  
Perguruan Tinggi : UIN Ar-Raniry Banda Aceh

### DATA ORANG TUA

Nama Ayah : A R - : Alm Muklis R Y  
Pekerjaan Ayah : -  
Nama Ibu : Nurlailawati  
Pekerjaan Ibu : Ibu Rumah Tangga  
Alamat : Lamteubee Mon Ara, Kuta Baro, Aceh Besar