

**STUDI KINETIKA ADSORPSI RHODAMIN-B OLEH
KARBON AKTIF KULIT DURIAN DAN
SABUT PINANG**

SKRIPSI

Diajukan Oleh

KANIA ULAYYA

NIM. 190208081

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



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

**STUDI KINETIKA ADSORPSI RHODAMIN-B OLEH
KARBON AKTIF KULIT DURIAN DAN
SABUT PINANG**

SKRIPSI

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



Oleh

Kania Ulayya

NIM. 190208081

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

**STUDI KINETIKA ADSORPSI RHODAMIN-B OLEH
KARBON AKTIF KULIT DURIAN DAN
SABUT PINANG**

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. 199402122020121015

Penguji I,



Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIP. 196806011995031004

Penguji II,



Mukhlis, S.T., M.Pd
NIP. 197211102007011050

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Prof. Saiful Mubuk, S.Ag., MA., M.Ed., Ph.D
NIP. 197701021997031003



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kania Ulayya

NIM : 190208081

Prodi : Pendidikan Kimia

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Judul Skripsi : Studi Kinetika Adsorpsi Rhodamin-B oleh Karbon Aktif Kulit Durian dan Sabut Pinang

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,

Kania Ulayya

ABSTRAK

Nama : Kania Ulayya
NIM : 190208081
Prodi : Pendidikan Kimia
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Judul Skripsi : Studi Kinetika Adsorpsi Rhodamin-B oleh Karbon Aktif Durian dan Sabut Pinang
Tanggal Sidang : 30 April 2024
Tebal Skripsi : 68 halaman
Pembimbing I : Adean Mayasri, M.Sc
Pembimbing II : Muhammad Reza, M.Si
Kata Kunci : Karbon Aktif, Kulit Durian, Sabut Pinang, Adsorpsi

Industri tekstil merupakan penghasil limbah zat warna terbesar. Salah satu zat warna yang paling banyak dijumpai yaitu Rhodamin-B. Terdapat beberapa bahaya yang ditimbulkan jika terpapar Rhodamin-B baik secara sengaja maupun tidak yaitu infeksi pernapasan, mual, muntah dan gagal ginjal. Pencemaran zat warna ini dapat diatasi dengan penggunaan karbon aktif sebagai media penyerap zat warna melalui metode adsorpsi. Metode adsorpsi tidak membutuhkan biaya yang banyak dan mudah untuk dilakukan. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mempelajari kinetika adsorpsi, menghitung kapasitas adsorpsi (q_e) dan efisiensi adsorpsi (%EA) dari karbon aktif sabut pinang dan kulit durian sebagai adsorben zat warna Rhodamin-B. Hasil karakterisasi menggunakan BET menunjukkan hasil luas permukaan karbon aktif sabut pinang sebelum aktivasi yaitu sebesar $1,196 \text{ m}^2/\text{g}$ dan sesudah aktivasi $3,886 \text{ m}^2/\text{g}$ dan karbon aktif kulit durian sebelum aktivasi $0,566 \text{ m}^2/\text{g}$ sedangkan sesudah aktivasi $0,672 \text{ m}^2/\text{g}$. Dengan hasil optimum uji adsorpsi pada karbon aktif sabut pinang terjadi pada dosis 0,15 gram, konsentrasi Rhodamin-B 4 ppm, waktu kontak 15 menit, %EA 84,44% dan q_e sebesar 0,563 mg/g dengan model isoterm mengikuti model isoterm Temkin ($R_2 = 0,998$) dan kinetika pseudo orde dua $K_2 = 0,999$. Pada karbon aktif kulit durian luas hasil optimum uji adsorpsi terjadi pada dosis 1,2 gram, konsentrasi Rhodamin-B 30 ppm, waktu kontak 30 menit, %EA 97,74% dan q_e sebesar 0,611 g/g dengan model isoterm mengikuti model isoterm Freundlich ($R_2 = 0,998$) dan kinetika pseudo orde dua $K_2 = 0,999$.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil ‘Alamin Wasshalatu Wasshalamu ‘Ala Asyarfil Ambiyai Wall Mursalin Wa’ala Alihi Washah 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 besertakan salam semoga selalu tercurah pada 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 “**Studi Kinetika Adsorpsi Rhodamin-B oleh Karbon Aktif Kulit Durian dan Sabut Pinang**”.

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 penelitian 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 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 peneliti 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.

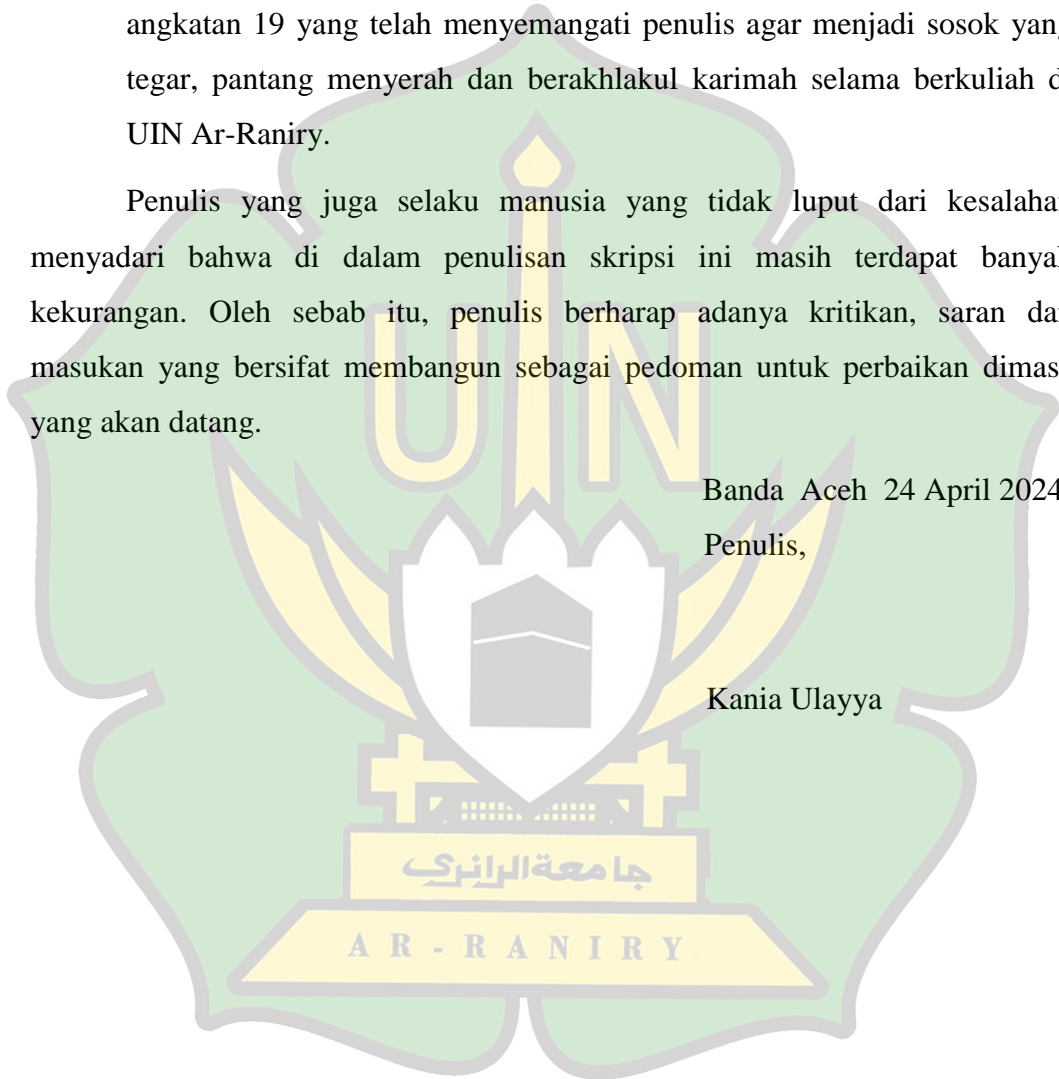
4. Bapak Haris Munandar, M.Pd selaku laboran Laboratorium Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry yang telah memberikan arahan dan masukan selama penelitian berlangsung.
5. Ucapan terima kasih yang sangat mendalam kepada Ayahanda Muslimdin, ibunda Nizmah, abang, kakak, adik dan teman-teman angkatan 19 yang telah menyemangati penulis agar menjadi sosok yang tegar, pantang menyerah dan berakhlakul karimah selama berkuliah di UIN Ar-Raniry.

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 24 April 2024

Penulis,

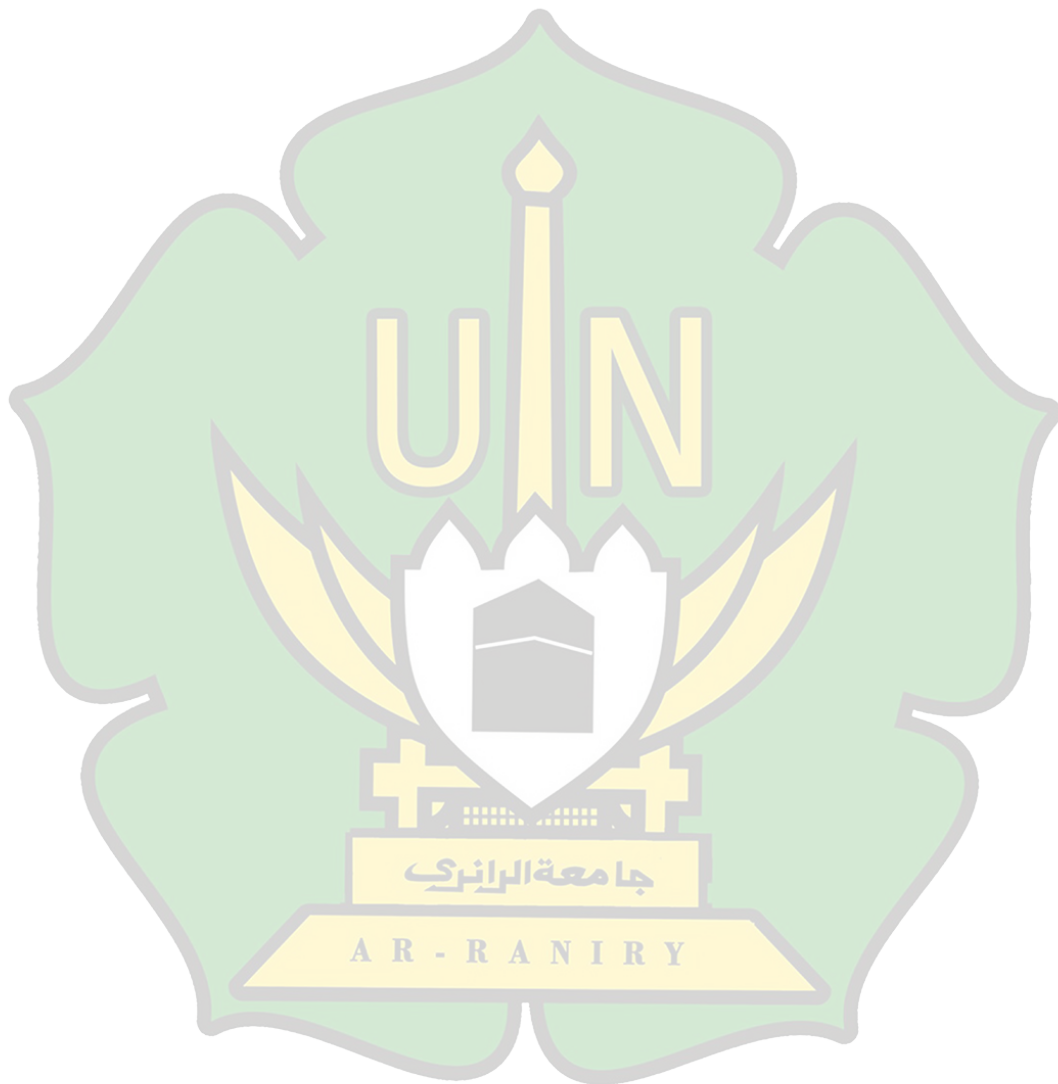
Kania Ulayya



DAFTAR ISI

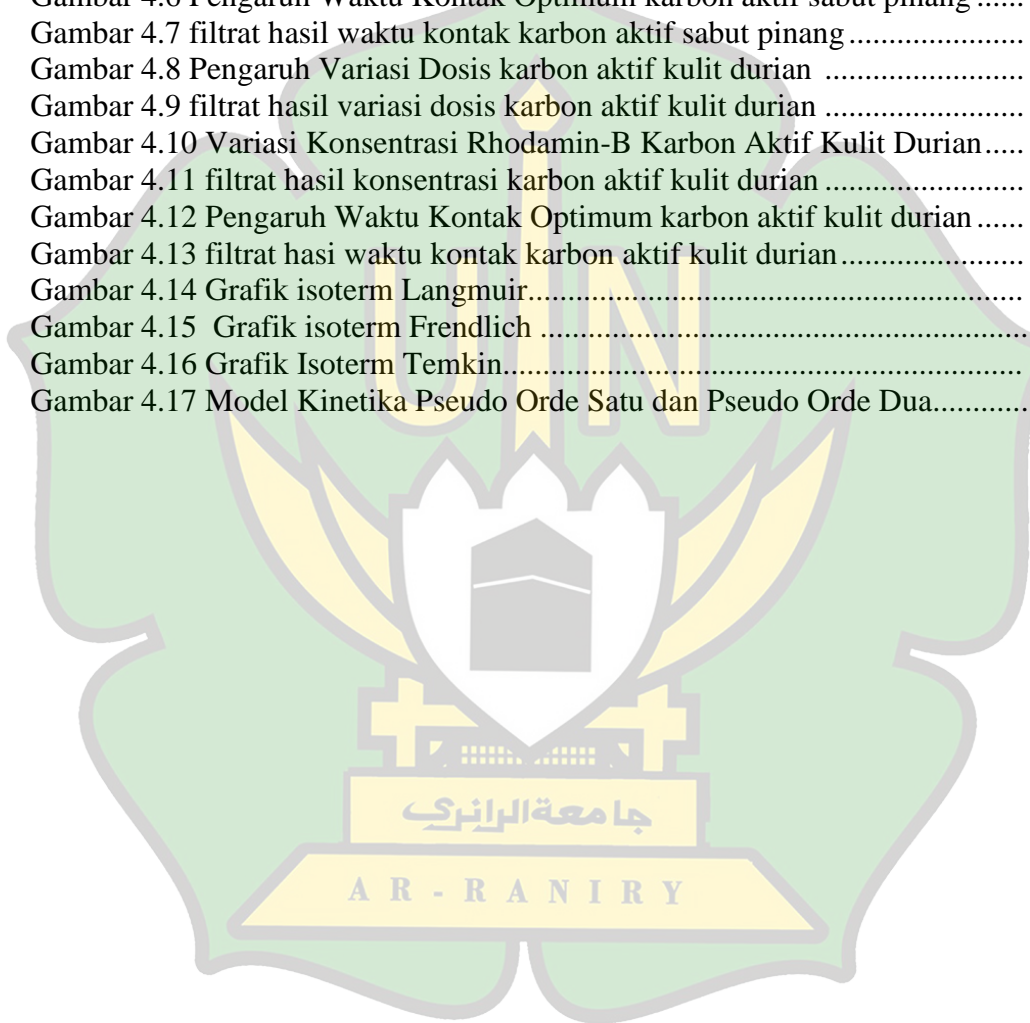
HALAMAN SAMPUL JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG	
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR PERSAMAAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Tujuan Penelitian	6
C. Ruang Lingkup Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Karbon Aktif	8
B. Zat Warna	10
C. Uji Karakterisasi	12
D. Adsorpsi	13
E. Kinetika Adsorpsi	15
F. Kapasitas Adsorpsi	16
G. Spektrofotometri Uv-Vis	18
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	20
A. Garis Besar Penelitian.....	20
B. Alat dan Bahan.....	20
1. Alat.....	20
2. Bahan.....	20
C. Waktu dan Tempat.....	20
D. Diagram Alir	21
BAB IV PEMBAHASAN.....	27
A. Uji Aktivasi.....	27
B. Uji Karakterisasi Metode BET	28
C. Pembuatan Kurva Standar Larutan Rhodamin-B.....	30
D. Penentuan Kapasitas Adsorpsi (Q_e) dan Efisiensi Adsorpsi (%)	31
E. Isoterm Adsorpsi.....	44
F. Kinetika Adsorpsi.....	49
BAB V PENUTUP.....	53
A. Kesimpulan	53

B. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 struktur molekul Rhodamin-B.....	11
Gambar 4.1 Kurva standar larutan Rhodamin-B.....	30
Gambar 4.2 Pengaruh Variasi Dosis karbon aktif sabut pinang	33
Gambar 4.3 filtrat hasil Variasi dosis karbon aktif sabut pinang.....	34
Gambar 4.4 Variasi Konsentrasi Rhodamin-B pada karbon aktif sabut pinang	35
Gambar 4.5 filtrat hasil konsentrasi karbon aktif sabut pinang	36
Gambar 4.6 Pengaruh Waktu Kontak Optimum karbon aktif sabut pinang	37
Gambar 4.7 filtrat hasil waktu kontak karbon aktif sabut pinang	39
Gambar 4.8 Pengaruh Variasi Dosis karbon aktif kulit durian	40
Gambar 4.9 filtrat hasil variasi dosis karbon aktif kulit durian	41
Gambar 4.10 Variasi Konsentrasi Rhodamin-B Karbon Aktif Kulit Durian.....	41
Gambar 4.11 filtrat hasil konsentrasi karbon aktif kulit durian	42
Gambar 4.12 Pengaruh Waktu Kontak Optimum karbon aktif kulit durian	43
Gambar 4.13 filtrat hasil waktu kontak karbon aktif kulit durian	44
Gambar 4.14 Grafik isoterm Langmuir.....	46
Gambar 4.15 Grafik isoterm Frenlich	47
Gambar 4.16 Grafik Isoterm Temkin.....	49
Gambar 4.17 Model Kinetika Pseudo Orde Satu dan Pseudo Orde Dua.....	50



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Kimia Rhodamin-B	11
Tabel 4.1 Analisis BET Karbon Aktif.....	29
Tabel 4.2 Model Isoterm Adsorpsi.....	48
Tabel 4.3 Model Kinetika Adsorpsi	51



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Kapasitas Adsorpsi.....	17
Persamaan 3.1 Efisiensi Adsorpsi.....	27



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi di era globalisasi meningkatkan produksi tekstil yang sangat pesat, Produksi tekstil ini dapat menyebabkan tercemarnya air bersih. Masalah air yang tercemar bahan kimia atau limbah tekstil merupakan masalah lingkungan yang cukup serius. Industri-industri tekstil menggunakan sejumlah besar zat warna sintesis untuk produk yang dihasilkan, sehingga limbah dari industri tersebut mengandung residu pewarna. Industri tekstil merupakan industri yang menggunakan banyak air dan menghasilkan polusi yang tinggi, Industri tekstil menghasilkan 80% air limbah (Erwin, 2019).

Limbah merupakan buangan dari suatu proses produksi, limbah lebih dikenal sebagai sampah yang mana keberadaannya dianggap tidak memiliki nilai ekonomis (Arief, 2016). Khususnya industri tekstil yang memiliki unit pewarnaan (*dyeing*). Unit pewarnaan dalam industri tekstil memiliki potensi penyebab pencemaran air dengan kandungan senyawa beracun yang tinggi. Sebagian besar pihak industri telah melakukan berbagai upaya dalam pengolahan limbah agar limbah dapat dialirkan ke lingkungan. Namun dalam pengupayaannya pengolahan limbah memerlukan biaya yang banyak termasuk biaya operasional agar limbah dapat memenuhi baku mutu.

Limbah tekstil yang dialirkan begitu saja ke lingkungan dapat menyebabkan pencemaran dikarenakan memiliki kandungan zat warna yang

dapat membahayakan lingkungan. Penggunaan zat warna pada industri tekstil bertujuan untuk meningkatkan warna produk sehingga menambah kesan menarik pada produk tersebut. Beberapa pewarna yang sering digunakan dalam industri tekstil yaitu Rhodamin-B, Metil Merah, Metil Orange, *Metilen Blue* dan lain sebagainya. Rhodamin-B merupakan salah satu pewarna berbahaya yang sering dijumpai pada limbah industri, limbah industri yang masuk ke lingkungan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan seperti penyebab kematian biota perairan dan akumulasi logam berat dalam daging ikan (Ahmad. 2021.). Mutia (2023) Rhodamin-B yang terdapat pada limbah cair industri batik mencapai 0.344 ppm, nilai tersebut diatas ambang batas standar nasional untuk air limbah yaitu sebesar 0.1 ppm (Mutia. 2023)

Menurut *Hazardous Substance Data Base* (2002) Rhodamin-B menyebabkan iritasi pada manusia dan dapat menyebabkan kanker pada beberapa hewan percobaan. Rhodamin-B juga sering disalahgunakan untuk pewarna makanan seperti kerupuk, sirup, kolang-kaling, cendol, kue dan makanan ringan. Rhodamin-B adalah pewarna sintesis yang berbentuk serbuk kristal berwarna kehijauan, Rhodamin-B memiliki warna merah keunguan ketika dalam konsentrasi tinggi dan berwarna merah muda terang pada konsentrasi rendah, tidak berbau dan mudah larut.

Rhodamin-B merupakan salah satu bahan kimia yang memiliki toksinitas yang tinggi, beberapa faktor yang dapat menyebabkan Rhodamin-B masuk kedalam tubuh yaitu melalui makanan yang dapat mengakibatkan iritasi pada saluran pencernaan, melalui minuman yang juga dapat

mengganggu kesehatan dan melalui pernapasan yaitu jika Rhodamin-B terhirup maka akan menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan (Paulina V.Y Yamlean, 2011). *Food and Drug Administration (FDA)* menyatakan bahwa kadar Rhodamin-B yang bisa dikonsumsi maksimal 0.75 mg/hari. Menurut *Environmental Protection Agency (US-EPA)* (2016) dosis bahan kimia Rhodamin-B adalah 0,2. Banyak cara yang telah diupayakan dalam meminimalisir bahaya limbah industri. Beberapa cara yang telah dilakukan di antaranya adalah filtrasi, flokulasi, penghilang warna dan metode adsorpsi.

Metode adsorpsi merupakan metode yang paling sering digunakan. Metode adsorpsi tidak membutuhkan biaya yang banyak dan mudah untuk dilakukan (Adithya Anugrah, 2020). Menurut Naat dkk. (2021) menyatakan bahwa metode adsorpsi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode lain yaitu ramah lingkungan, efektifitas dan efisiensinya tinggi. Metode adsorpsi membutuhkan media adsorben untuk mengadsorpsi zat yang terdapat di dalam limbah cair. Dalam pengaplikasiannya metode adsorpsi memiliki berbagai media adsorben, syarat yang harus dipenuhi ketika pemilihan adsorben adalah mempunyai permukaan kontak yang luas. Karbon aktif memiliki permukaan yang luas sehingga memiliki daya adsorpsi yang baik (Ali, 2019). Karbon aktif adalah karbon yang telah melewati perlakuan sehingga memiliki kemampuan daya serap yang tinggi terhadap larutan, karbon aktif memiliki luas permukaan mencapai 300-2500 m²/gram (Irham, 2015). Mekanisme adsorpsi karbon aktif terjadi adsorpsi cairan pada permukaan adsorben (Indarto dkk., 2019).

Menurut Permanda (2017) penggunaan karbon aktif dalam mereduksi zat warna procion merah pada limbah cair industri songket yaitu memiliki efisiensi sebesar 83,84%. Menurut Imani dkk (2020) efisiensi karbon aktif dari ampas tebu sebesar 82%. Wadilah dan Anang (2022) penggunaan bio adsorben dari daun ketapang sebagai adsorben dalam penyerapan Rhodamin-B pada limbah cair sangat efisien dengan % *removal* sebesar 91,86%. Sahara dkk (2018) Rhodamin-B yang terdapat pada limbah industri dapat diadsorpsi menggunakan karbon aktif dari batang tanaman Gunitir dengan energi adsorpsi sebesar 27,73 kJ/mol. Ulya dkk (2022) karbon aktif yang dimanfaatkan dari limbah kulit durian sebagai adsorben dapat menyerap Rhodamin-B dengan persen adsorpsi sebesar 96,02%. Terdapat beberapa limbah alami yang dapat dimanfaatkan menjadi karbon aktif, Limbah alami ini bisa didapatkan dengan mudah dan dalam jumlah yang banyak yaitu kulit pisang, ampas tebu, tongkol jagung, kulit buah jengkol, sabut pinang dan kulit durian.

Kulit durian diketahui memiliki 60,45% selulosa, 15,45% lignin dan 13,09% hemiselulosa. Kandungan selulosa yang tinggi di dalam kulit durian memungkinkan pemanfaatan kulit durian menjadi karbon aktif yang sangat berguna. Durian merupakan salah satu tanaman buah tropis yang sangat banyak peminatnya di asia tenggara terutama indonesia (Praputri E., 2018).

Badan Pusat Statistik Provinsi Aceh menyatakan bahwa produksi durian di Aceh pada tahun 2020 mencapai 28.018 ton/tahun, dimana daerah Bener Meriah menjadi daerah paling banyak memproduksi durian yaitu

mencapai angka 27.775 ton/tahun. Produksi durian yang tinggi menyebabkan limbah durian atau limbah kulit durian menjadi perhatian khusus dikarenakan dapat mencemari lingkungan jika dibiarkan begitu saja dalam waktu yang lama. Kulit buah durian juga memiliki bau yang tidak sedap sehingga dapat mengganggu kenyamanan. Salah satu pemanfaatan limbah kulit durian yaitu pengolahan limbah kulit durian menjadi karbon aktif (Badan Pusat Statistik, 2020). Pemanfaat limbah alami menjadi karbon aktif juga bisa didapatkan dari sabut pinang. Provinsi Aceh merupakan salah satu provinsi yang paling banyak memproduksi pinang di Indonesia.

Pinang (*Areca catechu L.*) termasuk dalam famili *Arecaceae* dengan tinggi batang pohon mencapai 15-20 m. Pinang juga mengandung selulosa yang terdapat di bagian kulit buah pinang, selulosa yang terkandung di kulit buah pinang yaitu 65,8%. Produksi pinang yang sangat banyak di aceh menghasilkan limbah sabut pinang yang melimpah, oleh karena itu limbah pinang seharusnya bisa diolah kembali menjadi sesuatu yang bermanfaat seperti karbon aktif (Frida. E., Darnianti, 2019).

Beberapa metode yang harus dilakukan dalam pembuatan karbon aktif yaitu karbonasi, karakterisasi, aktivasi, dan pengukuran daya serap karbon aktif terhadap suatu zat. Karbonasi merupakan metode yang dilakukan untuk memperoleh arang. Aktivasi merupakan metode penghilang zat yang menutupi pori-pori. Karakterisasi merupakan penentuan kualitas dari karbon aktif. Daya serap atau adsorpsi merupakan penyerapan oleh zat adsorben

suatu adsorbat yang terjadi karena adanya gaya Tarik menarik antar atom atau molekul.

Dengan banyaknya limbah kulit durian dan sabut pinang maka sangat disayangkan jika hanya dibiarkan atau dibuang begitu saja, limbah kulit durian dan sabut pinang akan sangat bermanfaat jika diproses menjadi karbon aktif dan menjadi adsorben untuk penghilang zat-zat pengganggu atau pengotor perairan dikarenakan pembuangan limbah ke lingkungan. Beberapa penelitian terdahulu menyatakan bahwa adsorben dari limbah kulit durian dan sabut pinang mampu menyerap zat warna. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan Studi Kinetika Adsorpsi Rhodamin-B oleh Karbon Aktif Kuli Durian dan Sabut Pinang.

B. Tujuan Penelitian

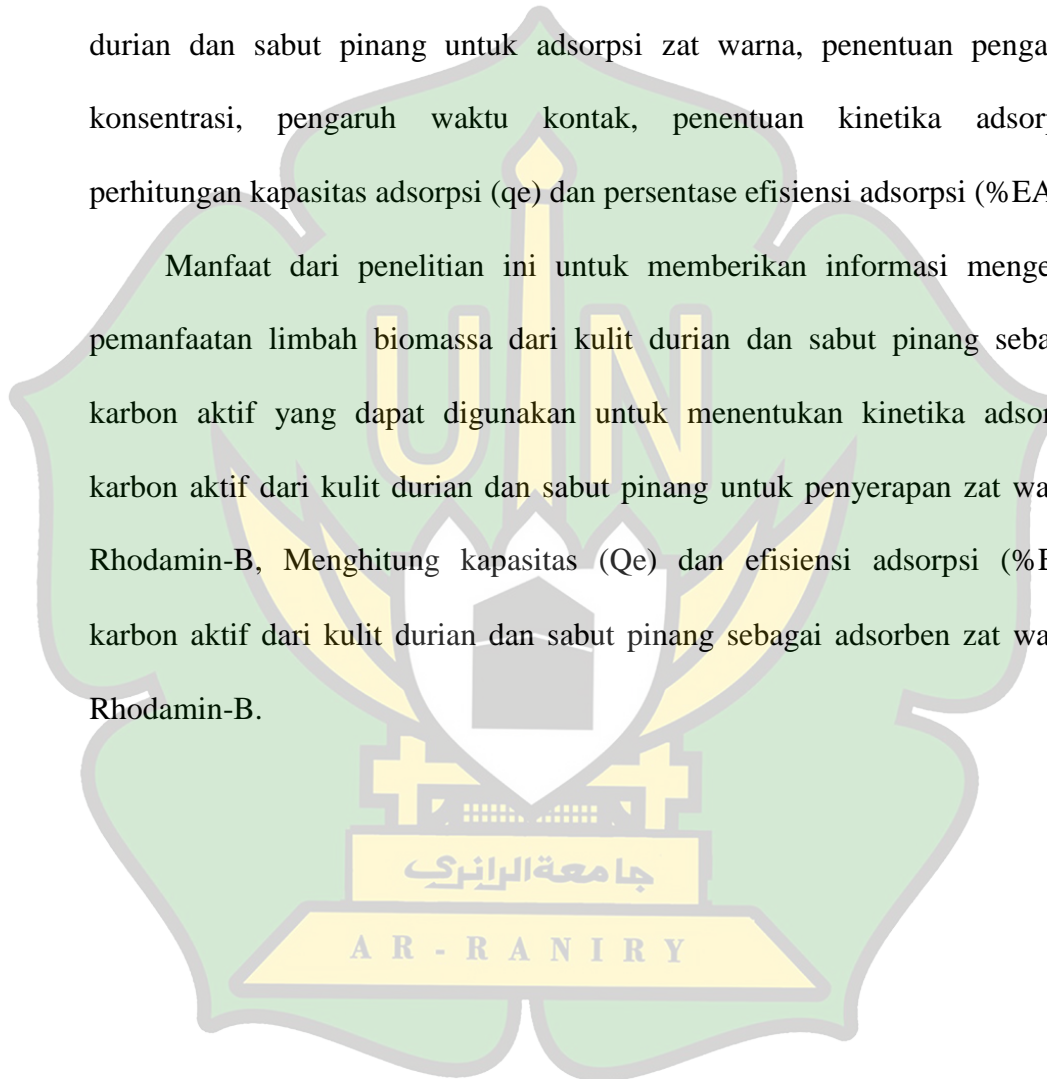
Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan kinetika adsorpsi karbon aktif dari kulit durian dan sabut pinang untuk penyerapan zat warna Rhodamin-B.
2. Menghitung kapasitas (Q_e) dan efisiensi adsorpsi (%EA) karbon aktif dari kulit durian dan sabut pinang sebagai adsorben zat warna Rhodamin-B.

C. Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini karbon aktif menjadi bahan baku utama, karbon aktif yang digunakan dihasilkan dari limbah kulit durian dan sabut pinang. Tahapan yang akan dilakukan meliputi penentuan dosis karbon aktif kulit durian dan sabut pinang untuk adsorpsi zat warna, penentuan pengaruh konsentrasi, 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 limbah biomassa dari kulit durian dan sabut pinang sebagai karbon aktif yang dapat digunakan untuk menentukan kinetika adsorpsi karbon aktif dari kulit durian dan sabut pinang untuk penyerapan zat warna Rhodamin-B, Menghitung kapasitas (Q_e) dan efisiensi adsorpsi (%EA) karbon aktif dari kulit durian dan sabut pinang sebagai adsorben zat warna Rhodamin-B.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Karbon Aktif

Karbon aktif dihasilkan dari pemanasan atau pembakaran dari berbagai bahan organik seperti kayu, tempurung kelapa dan sebagainya, tanpa adanya zat asam atau oksigen di dalam tungku khusus yang memiliki suhu sangat tinggi antara 800-900°C. Proses ini menghilangkan karbon dioksida dan zat-zat lainnya juga menghasilkan struktur pori-pori dengan permukaan yang sangat luas (Emi Erawati, 2018).

Karbon aktif atau *activated charcoal* adalah jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang besar, hal ini didapatkan dengan mengaktifkan karbon tersebut. 1 gram karbon aktif diketahui memiliki luas permukaan kira-kira 500 meter bujur sangkar. Pengaktifan karbon aktif biasanya dilakukan untuk memperluas permukaan karbon tersebut namun juga berdampak dalam peningkatan kemampuan daya adsorpsi karbon aktif tersebut (Siboro, 2020). Karbon aktif banyak dimanfaatkan pada proses industri untuk menghilangkan bau, memurnikan dan memulihkan warna pada limbah.

Penetapan karakteristik yang telah dilakukan memiliki tujuan agar karbon aktif memenuhi mutu untuk proses penelitian yang akan dilakukan. Pembuatan karbon aktif biasanya berasal dari pemanfaatan berbagai limbah yang mengandung karbon, salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif adalah kulit durian dan sabut pinang.

Durian merupakan salah satu tanaman buah tropis yang sangat banyak peminatnya di Asia Tenggara terutama Indonesia. Pada tahun 2020 produksi buah durian mencapai 28.01 ton/tahun (BPS Provinsi Aceh, 2020). Pusat Statistik Provinsi Aceh menyatakan pada tahun 2015 produksi durian cukup tinggi dimana mencapai angka 157.84 kuintal/tahun (BPS Provinsi Aceh, 2015). Daerah Bener Meriah 27.77 ton/tahun dan Aceh Timur 27.74 ton/tahun menjadi daerah paling besar memproduksi buah durian di Aceh. Produksi durian yang tinggi di Aceh menyebabkan kulit durian menjadi salah satu limbah yang menjadi perhatian lebih oleh pemerintah, limbah kulit durian dapat mencemari lingkungan jika dibiarkan menumpuk dalam waktu lama, dikarenakan memiliki bau yang tidak sedap. Salah satu alternatif dan juga bermanfaat dalam pengolahan kulit durian yaitu dengan mengolah kulit durian menjadi karbon aktif (Badan Pusat Statistik, 2020).

Hal ini menunjukkan minat masyarakat kepada buah durian sangat tinggi, tetapi pencemaran yang akan ditimbulkan dari banyaknya produksi buah durian ini adalah menumpuknya limbah kulit durian. Salah satu upaya yang telah dilakukan dalam pemusnahan limbah kulit durian adalah membakar tetapi dalam upaya pembakaran limbah kulit durian ini akan menyebabkan meningkatnya polusi udara dan memicu kerusakan lingkungan lainnya (Legiso dkk., 2021).

Provinsi Aceh merupakan salah satu provinsi yang paling banyak memproduksi pinang di Indonesia, Badan Pusat Statistik menyatakan pada tahun 2018 lahan pinang di Aceh mencapai 40.68 ha dan produksi pinang

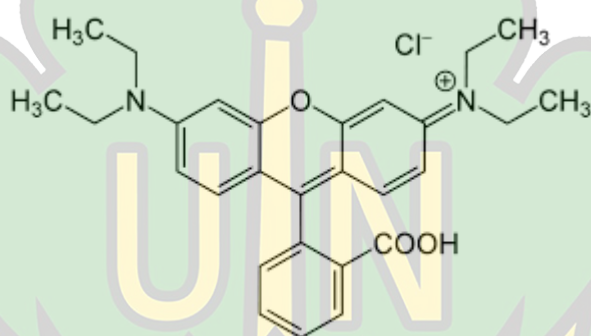
sebesar 15.48 ton di hampir seluruh kabupaten atau kota di aceh. Kabupaten aceh utara menjadi produksi pinang paling besar di aceh mencapai 4.26 ton dan disusul dengan kabupaten Bireuen 3.71 ton dan 1.62 ton di Aceh timur (BPS Provinsi Aceh, 2020). Di indonesia tanaman pinang ini sudah tersebar di dataran tinggi maupun dataran rendah (minsyah dkk., 2019). Pada pinang terdapat banyak kandungan kimia seperti tanin, flavonoid, dan polifenol. Tanaman pinang banyak tersebar di seluruh Indonesia dikarenakan dapat tumbuh di berbagai ekosistem dan lahan yang kering atau basah.

B. Zat Warna

Zat warna adalah bahan tambahan yang digunakan untuk memperbaiki warna dan memberi nilai tambah pada suatu produk. Zat warna terbagi dua yaitu zat warna alami dan zat warna sintetis. Zat warna alami mudah terurai dan tidak berbahaya bagi kesehatan, sedangkan zat warna sintetis diproduksi dari mineral atau garam-garam logam dan hasil reaksi kimia. Zat warna sintetis sangat sulit terurai dan berbahaya bagi kesehatan. Zat warna sintetis sering digunakan di berbagai industri seperti industri kosmetik, farmasi, tekstil dan industri makanan. Industri tekstil biasanya menggunakan zat warna sintetis yang memiliki struktur stabil dan sulit untuk didegradasi oleh lingkungan, sehingga limbah cair yang dihasilkan dari industri tersebut harus ditangani dengan baik jika tidak akan menimbulkan pencemaran lingkungan (Legiso, dkk., 2021).

Beberapa pewarna tekstil yang sering digunakan pada industri tekstil yaitu metil jingga, metil biru, metil merah, reaktive orange dan Rhodamin-B.

Rhodamin-B merupakan zat warna sintetis yang sering di gunakan dalam pewarnaan makanan, kosmetik dan industri tekstil, meskipun pewarna ini telah dilarang penggunaannya oleh pemerintah namun masih sangat banyak di temui. Hal ini dikarenakan kurangnya pengetahuan pada masyarakat akan bahaya pewarna sintesis dan di dukung dengan harga yang sangat terjangkau (Alawiyah dkk., 2023).



Gambar 2.1 struktur molekul Rhodamin-B

Pada struktur Rhodamin-B terdapat ikatan konjugasi, ikatan konjugasi inilah yang menyebabkan Rhodamin-B terlihat berwarna merah. Selain ikatan konjugasi pada struktur Rhodamin-B juga terdapat ikatan dengan klorin (Cl) dimana senyawa klorin merupakan senyawa anorganik yang reaktif dan berbahaya, dikarenakan adanya ikatan klorin pada Rhodamin-B, maka akan menyebabkan efek toksik atau beracun bila masuk kedalam tubuh manusia (Laifu. 2016) . Beberapa sifat kimia Rhodamin-B dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.1 Sifat Kimia Rhodamin-B

Berat Molekul	479
Rumus Molekul	$C_{28}H_{31}ClN_2O_3$
Titik Lebur	165°C
Kelaratamn	Sangat larut dalam alkohol dan air
Deskripsi	Kristal hijau

Rhodamin-B ditetapkan sebagai salah satu zat yang dilarang penggunaannya pada pangan melalui Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) No.2239/Menkes/Per/V/85 (Anggriani dkk., 2021). beberapa bahaya yang dapat ditimbulkan saat mengkonsumsi Rhodamin-B yaitu dapat mengiritasi saluran pernapasan, memicu tumbuhnya kanker dan menyebabkan gangguan fungsi hati. Hal ini disebabkan karena pada Rhodamin-B terkandung unsur N^+ (nitronium) dan Cl^- (klorin) yang bersifat reaktif dan berbahaya (Riyanti dan Hurip, 2018).

C. Uji Karakterisasi

Karakterisasi karbon aktif yaitu untuk mengetahui sifat-sifat fisika dan kimia pada material tertentu. Salah satu instrumen yang sering digunakan pada uji karakterisasi adalah Surface Area Analyzer (SAA), dengan menggunakan mekanisme adsorpsi gas. Nitrogen, argon dan helium menjadi salah satu gas yang sering digunakan. SAA pada dasarnya mengukur jumlah gas yang diserap oleh permukaan material pada tekanan dan suhu tertentu. Secara sederhana, jika kita mengetahui berapa spesifik volume gas yang dapat diserap oleh suatu permukaan pada suhu dan tekanan tertentu dan mengetahui luas permukaan dari satu molekul gas yang diserap, maka luas permukaan total material tersebut dapat dihitung (Suprabawati Anggi. 2023).

Terdapat beberapa metode yang sering digunakan dalam menghitung atau mengubah data yang dihasilkan oleh Surface Area Analyzer salah satunya yaitu metode Brunauer, Emmett dan Teller (BET). 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.

Luas permukaan akan sangat mempengaruhi daya adsorpsi suatu adsorben terhadap adsorbat. Semakin kecil ukuran adsorben maka akan semakin luas permukaan yang di miliki oleh adsorben tersebut. Luas permukaan adsorben juga berkaitan dengan massa adsorben yang di gunakan, semakin banyak jumlah adsorben yang di gunakan maka luas permukaan adsorben semakin bertambah (Reyra., 2017). Febriyanto, dkk (2019) menyatakan bahwa luas permukaan karbon aktif kulit durian setelah aktivasi yang di uji menggunakan metode BET yaitu sebesar $1,327 \text{ m}^2/\text{g}$.

D. Adsorpsi

Adsorpsi adalah penyerapan gas atau cairan yang terikat pada molekul, atom atau ion. Adsorpsi terbagi menjadi dua yaitu adsorpsi fisik yang mana disebabkan oleh gaya intermolecular lebih besar dari gaya tarik antar molekul, sedangkan adsorpsi kimia adanya pertukaran molekul adsorbat dengan permukaan adsorben sehingga terjadi reaksi kimia (Sandra. 2022). Adsorpsi adalah proses memusatkan substansi adsorbat yang terdapat di permukaan adsorben dan terjadi diantara dua fasa. Proses adsorpsi terjadi dengan adanya molekul eksternal yang disebut adsorbat yang ditarik permukaan padat (adsorben).

Adsorpsi berlangsung dengan melewati beberapa tahapan. Tahap pertama yaitu kontaminan mendifusi melalui aliran gas menuju permukaan eksternal partikel adsorben. Tahap kedua molekul kontaminan migrasi dari luas permukaan eksternal relatif kecil menuju ke pori pada partikel adsorben. Tahap terakhir yaitu molekul kontaminan berpindah ke permukaan pori.

Adsorben adalah suatu bahan berpori yang mana pori tersebut tak terhitung jumlahnya. Diameter partikel adsorben sekitar $0,5\mu\text{m}$ – $200\mu\text{m}$. Luas permukaan adsorben kisaran $100\text{--}300\text{ m}^2/\text{g}$ dimana luas permukaan adsorben sangat penting bagi peristiwa adsorpsi. Adsorben yang biasanya digunakan adalah karbon aktif, zeolit dan silika gel (Juliananda. 2017).

Adsorben terbagi menjadi dua jenis yaitu adsorben berpori atau *porous sorbents*. Adsorben berpori memiliki permukaan yang spesifik yaitu $100\text{--}100\text{ m}^2/\text{g}$. Adsorben ini biasanya digunakan untuk dehidrator, penyangga katalis dan penyeleksi komponen, bentuk dari adsorben ini adalah granular. Sedangkan adsorben tidak berpori atau *non-porous sorbents* didapatkan dengan cara presipitasi deposit kristalin, contohnya penghalusan padatan kristal. Luas permukaan adsorben tidak berpori ini kurang dari $10\text{ m}^2/\text{g}$ dan biasanya berkisar antara $0,1\text{--}1\text{ m}^2/\text{g}$.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi adsorpsi yaitu:

1. Luas permukaan adsorben, semakin besar luas permukaan adsorben maka semakin meningkat efisiensi adsorpsi.

2. Kelembaban, uap air sangat mudah diadsorpsi terhadap jenis sorben polar. Kelembaban yang tinggi akan mempengaruhi atau mengurangi kemampuan sorben untuk mengadsorpsi kontaminan.
3. Laju alir pengambilan sampel, terlalu tinggi laju alir dapat mengurangi efisiensi adsorpsi.
4. Adanya kontaminan lain, hal ini dikarenakan adanya kompetisi dari dua kontaminan pada bagian adsorpsi akan mengurangi efisiensi adsorpsi (Legiso dkk., 2021).

E. 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).

F. Kapasitas Adsorpsi

Kapasitas adsorpsi merupakan banyak adsorbat yang terakumulasi pada permukaan adsorben sehingga ketika proses adsorpsi terjadi pada kondisi optimum maka akan diperoleh karbon aktif dengan kapasitas adsorpsi yang maksimum. Terdapat beberapa kondisi yang mempengaruhi besarnya kapasitas adsorben dalam menyerap yaitu pH larutan, variasi waktu kontak, berat adsorben dan suhu (Aisyahlika., 2018) :

1. pH larutan akan mempengaruhi gugus fungsi dari adsorben.
2. Variasi waktu kontak dilakukan untuk melihat banyaknya karbon aktif yang dibutuhkan dalam menyerap zat warna secara optimal.
3. Berat adsorben akan mempengaruhi gugus aktif dari adsorben.
4. Suhu akan mempengaruhi daya serap adsorben terhadap adsorbat

Penentuan kapasitas adsorpsi dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu adsorben dalam mengadsorpsi suatu adsorban. Penentuan kapasitas adsorpsi dapat diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan adsorbat yang digunakan adalah Rhodamin-B. Banyaknya larutan Rhodamin-B yang diserap kedalam karbon aktif dikatakan sebagai kapasitas dari karbon aktif. Kapasitas adsorpsi dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{\text{massa adsorben}} \times \text{volume larutan} \dots\dots\dots (1)$$

keterangan:

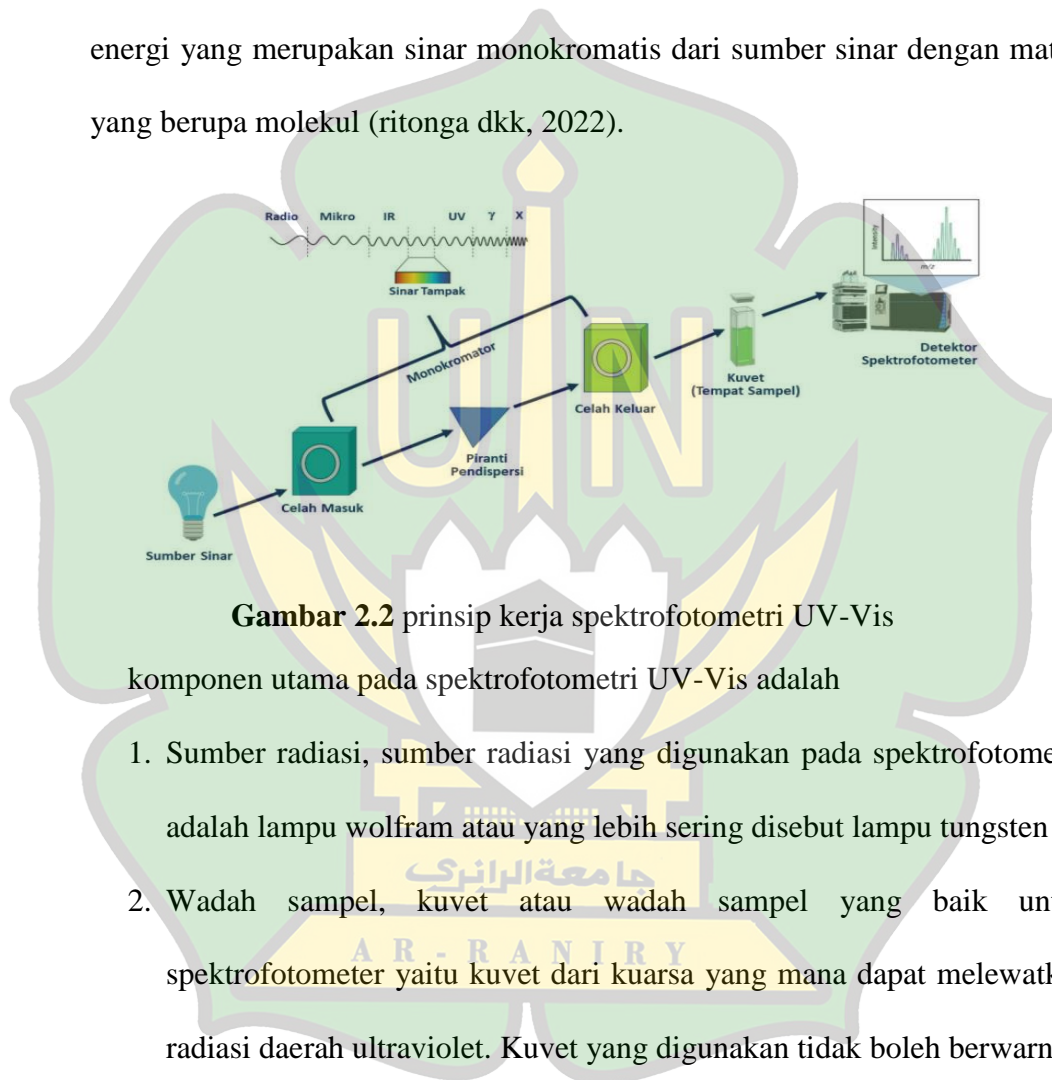
- q_e = Kapasitas Adsorpsi
 C_0 = konsentrasi Rhodamin-B (ppm)
 C_e = konsentrasi Rhodamin-B dari regresi linear (mg/L)

G. Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri merupakan metode analisis di bidang kimia analisis. Metode spektrofotometri didasarkan pada interaksi antar radiasi elektromagnetik sebagai fungsi panjang gelombang dengan spesies kimia (materi). Interaksi terjadi melalui adsorpsi (penyerapan), luminesensi (pemendaraan), pemancaran dan penghamburan. Interaksi ini tergantung dengan sifat materinya. Setelah terjadi interaksi tersebut maka akan

didapatkan informasi yang ingin diketahui tentang spesies kimia yang dianalisis, secara kuantitatif atau kualitatif menggunakan alat yang disebut spektrofotometer (khalidun. 2018).

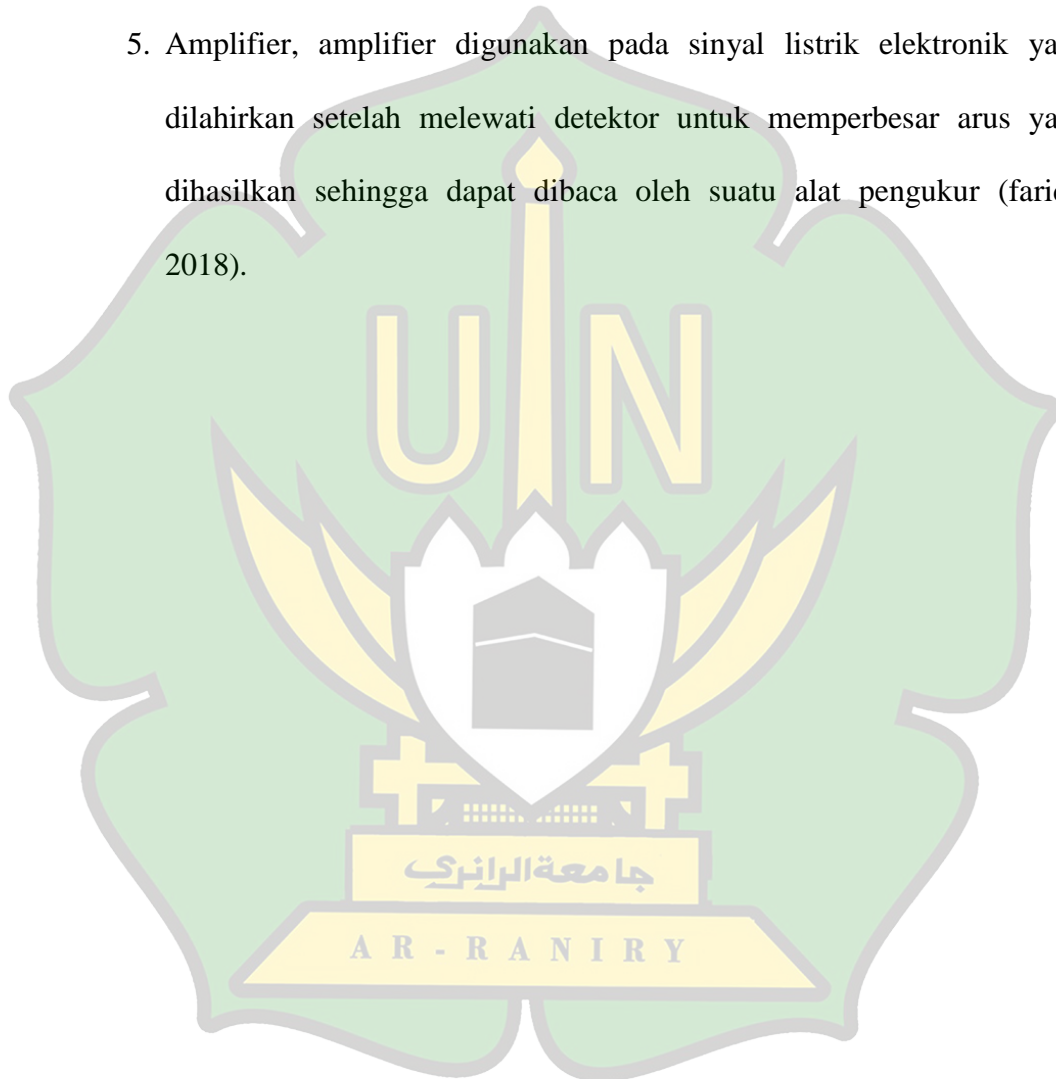
Prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis yaitu adalah interaksi antara energi yang merupakan sinar monokromatis dari sumber sinar dengan materi yang berupa molekul (ritonga dkk, 2022).



Gambar 2.2 prinsip kerja spektrofotometri UV-Vis
komponen utama pada spektrofotometri UV-Vis adalah

1. Sumber radiasi, sumber radiasi yang digunakan pada spektrofotometer adalah lampu wolfram atau yang lebih sering disebut lampu tungsten
2. Wadah sampel, kuvet atau wadah sampel yang baik untuk spektrofotometer yaitu kuvet dari kuarsa yang mana dapat melewati radiasi daerah ultraviolet. Kuvet yang digunakan tidak boleh berwarna
3. Monokromator, alat yang berfungsi untuk mengerjakan cahaya polikromatis menjadi beberapa panjang gelombang yang berbeda dalam monokromator. Monokromator juga alat yang digunakan sebagai penghasil sumber sinar monokromatis.

4. Detektor, adalah alat yang memberikan respon terhadap cahaya pada berbagai panjang gelombang. Detektor yang akan merubah cahaya menjadi sinyal listrik yang selanjutnya akan ditampilkan pada penampil data dalam bentuk angka digital.
5. Amplifier, amplifier digunakan pada sinyal listrik elektronik yang dilahirkan setelah melewati detektor untuk memperbesar arus yang dihasilkan sehingga dapat dibaca oleh suatu alat pengukur (farida. 2018).



BAB III

METODELOGI PENELITIAN

A. Garis Besar Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pengujian daya serap Rhodamin-B oleh karbon aktif dengan menggunakan spektrofotometri UV- Vis, meliputi beberapa tahapan yaitu preparasi sampel, pembuatan larutan, induk, penentuan panjang gelombang maksimum, penentuan dosis optimum adsorben, penentuan volume optimum, penentuan pH optimum, penentuan waktu kontak optimum, penentuan konsentrasi optimum, dan pembuatan kurva standar.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah labu ukur, hot plate, spatula, neraca analitik, pengaduk magnet, kaca arloji, pH meter, erlenmeyer dan spektrofotometri UV-Vis.

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah aquadest, Rhodamin-B, karbon aktif, HCL dan NaOH.

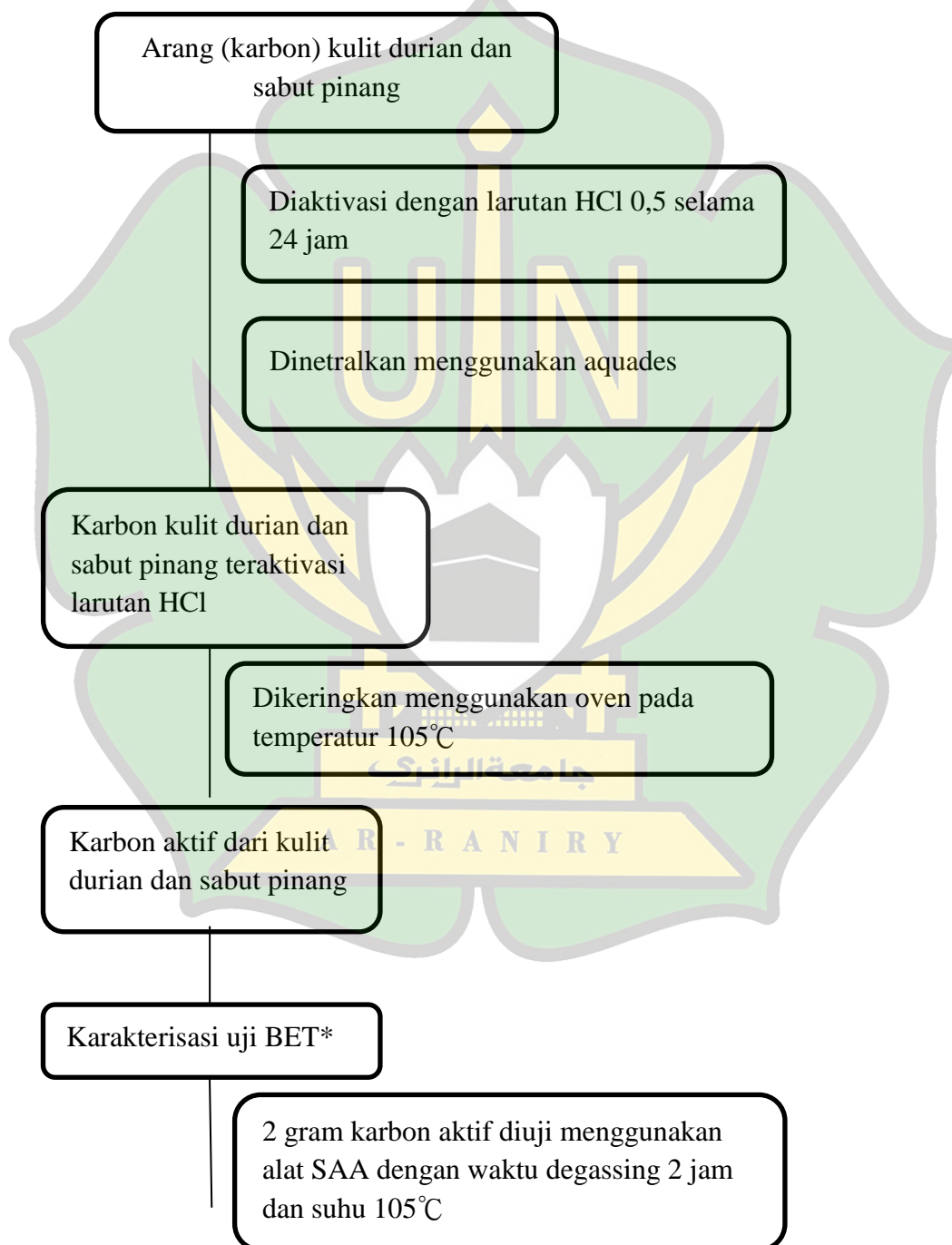
C. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember sampai Februari 2024. Penggunaan sampel yang dipakai pada penelitian ini merupakan sampel yang sudah diperoleh dari penelitian sebelumnya, sampel yang diperoleh tersebut ialah karbon aktif 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 aktivasi



Informasi luas permukaan dari karbon aktif

*Perlakuan ini dilakukan pada karbon aktif sabut pinang an kulit durian sebelum dan sesudah aktivasi

2) Pembuatan kurva standar

Pembuatan Kurva standar

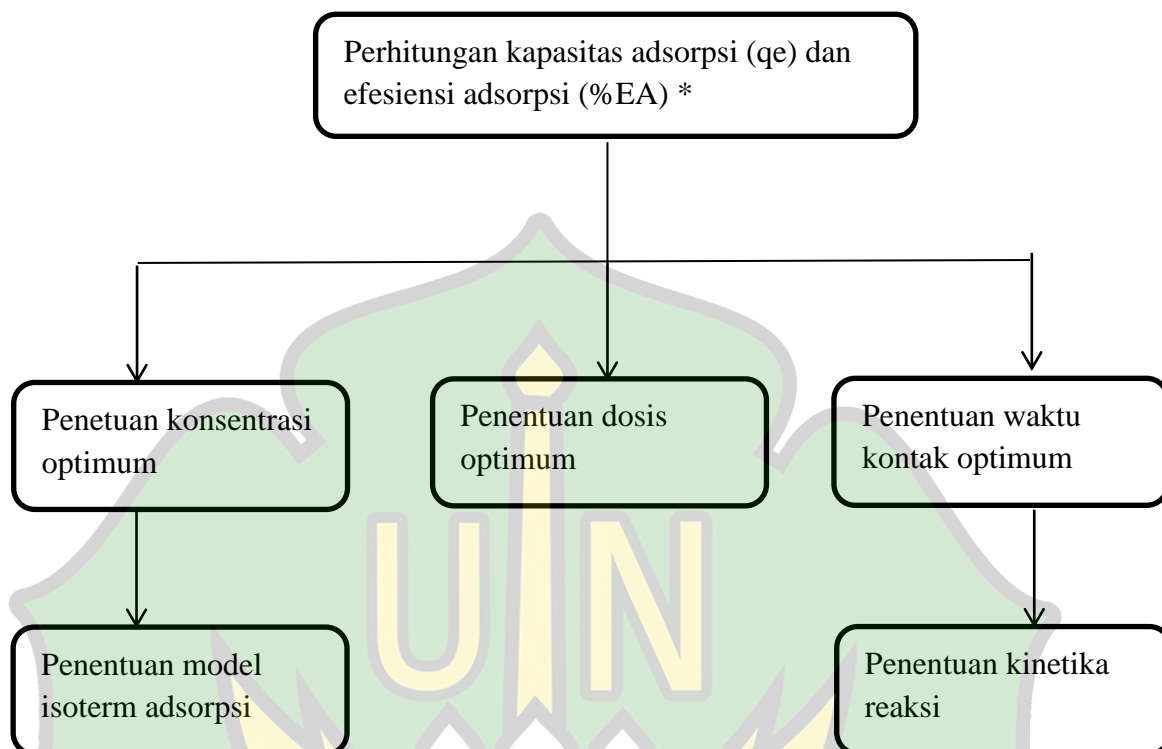
Ditentukan panjang gelombang aksimum dengan disiapkan larutan standar 100 ppm

Divariasikan larutan Rhodamin-B dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm

Diukur serapan menggunakan spektrovotometer UV-Vis

Panjang gelombang maksimum Rhodamin-B 553 nm

3) Penentuan kinetika adsorpsi



*Perlakuan ini dilakukan pada karbon aktif sabut pinang dan kulit durian

a. Pembuatan larutan induk Rhodamin-B 1000 ppm

Dimasukkan 1 gram Rhodamin-B ke dalam labu ukur 1000 ml. kemudian dilarutkan menggunakan aquadest sampai titik miniskus dan dihomogenkan.

b. Pembuatan larutan standar 100 ppm

Dimasukkan 10 ml larutan induk Rhodamin-B ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian dilarutkan menggunakan aquadest sampai tanda tera dan dihomogenkan.

c. Pembuatan kuva standar

Pembuatan kura standar memerlukan penentuan panjang gelombang terlebih dahulu, penentuan panjang gelombang maksimum (λ) dilakukan dengan menyiapkan larutan standar pada 100 ppm dan mengukur panjang gelombang pada 557 nm menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Selanjutnya memvariasikan larutan Rhodamin-B dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm dengan mengencerkan larutan standar 1000 ppm Rhodamin-B kemudian ukur data serapan menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Hasil kurva standar memperlihatkan hubungan antara serapan (sumbu y) dan konsentrasi (sumbu x). (Neoloka dkk. 2021)

d. Uji adsorpsi

1) Variasi dosis karbon aktif

Dibedakan massa karbon aktif kulit durian menjadi 0,3, 0,6, 0,9, 1,2, 1,5, dan 1,8. Ditambahkan 25 ml larutan Rhodamin-B kemudian diaduk menggunakan magnet dengan kecepatan 150 rpm selama 30 menit. Kemudian disaring menggunakan kertas sarig dan hasil filtrat diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Dilakukan pengulangan menggunakan karbon aktif sabut pinang

2) Penentuan konsentrasi Rhodamin-B

Berdasarkan metode sebelumnya dilakukan pengujian uji dosis optimum karbon aktif kulit durian dan sabut pinang untuk mengetahui kapasitas adsorpsi terhadap perbahan konsentrasi Rhodamin-B dengan menambahkan karbon aktif kedalam 25 ml

larutan metil merah pada konsentrasi berbeda 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 ppm diaduk dengan kecepatan 150 rpm selama 30 menit. Hasil kemudian disaring dan filtrat diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis. (Neoloka dkk. 2022). Dilakukan pengulangan menggunakan karbon aktif dari sabut pinang.

3) Penentuan waktu kontak

Setelah diketahui konsentrasi larutan metil merah yang optimal, sejumlah massa karbon aktif kulit durian dengan dosis optimum, kemudian ditambahkan 25 ml larutan Rhodamin-B pada konsentrasi optimum dan diaduk dengan kecepatan 150 rpm dalam variasi waktu kontak menjadi 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 dan 120 menit. Hasil pengadukan kemudian disaring dan filtrat diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Dilakukan pengulangan dengan karbon aktif dari sabut pinang.

Diukur kapasitas adsorpsi (q_e) dan efisiensi adsorpsi (%), banyaknya Rhodamin-B yang diserap oleh setiap gram karbon aktif kulit durian dan sabut pinang dihitung dengan persamaan kapasitas adsorpsi :

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{\text{massa adsorben}} \times \text{volume larutan} \quad \text{Persamaan.....(2)}$$

Keterangan:

q_e = kapasitas adsorpsi

C_0 = konsentrasi Rhodamin-B (ppm)

C_e = konsentrasi Rhodamin-B dari regresi linier (mg/L)

Menghitung persen efisiensi adsorpsi (%EA) menggunakan persamaan:

$$\%EA = \frac{Co - Ce}{Co} \times 100\% \quad \text{Persamaan.....(3)}$$

Keterangan :

Co = konsentrasi Rhodamin-B (ppm)

Ce = konsentrasi Rhodamin-B dari regresi linear (mg/L)



BAB IV

PEMBAHASAN

A. Uji Aktivasi

Aktivasi merupakan suatu proses pembersihan pori-pori dari karbon kulit durian menggunakan reagen kimia. Proses ini juga bertujuan untuk memperbesar diameter pori-pori dan meningkatkan porositas karbon aktif. Proses aktivasi merupakan proses untuk meningkatkan volume pori, memperbesar diameter pori dan menghilangkan zat pengotor yang terdapat pada permukaan karbon aktif. Aktivasi yang dilakukan yaitu aktivasi menggunakan HCL dengan cara karbon direndam menggunakan HCL selama 24 jam dan disimpan pada tempat yang terhindar dari sinar matahari.

Karbon hasil perendaman kemudian disaring untuk memisahkan filtrat dengan karbon aktifnya. Selanjutnya karbon aktif dicuci menggunakan aquades sekaligus dinetralkan hingga pH 6, hal ini dilakukan agar mempermudah pada saat proses adsorpsi. Pada proses adsorpsi Rhodamin B, karbon aktif harus dalam keadaan netral karena ion H^+ dan OH^- dapat bersaing dengan molekul Rhodamin B untuk berikatan dengan sisi aktif adsorben. Dalam keadaan netral, karbon aktif memiliki kemampuan optimal untuk mengadsorpsi Rhodamin-B tanpa gangguan dari ion-ion yang dapat menghambat proses adsorpsi tersebut.

B. Uji Karakterisasi Metode BET

Metode Braunanear, Emmelt dan Teller (BET) dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui luas area pada permukaan material. Luas permukaan adalah salah satu parameter dalam menentukan baik atau tidaknya suatu adsorben, hal ini dikarenakan luas permukaan suatu adsorben menjadi salah satu faktor utama yang akan mempengaruhi proses adsorpsi Sontheimer (1985) menyatakan bahwa semakin besar luas permukaan suatu adsorben maka kapasitas atau daya adsorpsi juga akan semakin besar.

Uji luas permukaan dilakukan di laboratorium terpadu Universitas Islam Indonesia, dengan sampel karbon aktif kulit durian dan pinang sebelum dan sesudah aktivasi, waktu degassing selama 2 jam dan suhu 150c. 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. Adsorbat yang digunakan adalah gas nitrogen, penggunaan gas nitrogen di karenakan gas nitrogen adalah gas yang tidak reaktif dan mudah di teruskan, gas nitrogen dapat berinteraksi kuat dengan Sebagian besar padatan sehingga memungkinkan untuk mengukur luas permukaan total (Sunarto, dkk. 2024). *Surface Area Analyzer (SAA)* adalah SAA merek *Quantachrome Novatouch L×4*, hasil uji BET dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Analisis BET Karbon Aktif

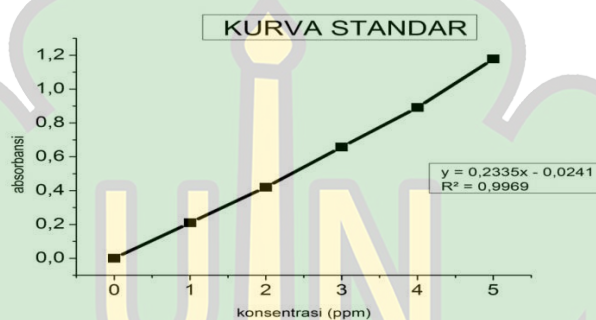
Karbon Aktif	Sebelum Aktivasi	Sesudah Aktivasi
Kulit durian	0,566 m ² /g	0,672 m ² /g
Kulit pinang	1,196 m ² /g	3,886 m ² /g

Berdasarkan tabel 4.1 maka dapat dilihat pada karbon aktif kulit durian yang telah diaktivasi memiliki luas permukaan sebesar 0,672 m²/g yang mana lebih besar dari karbon aktif kulit durian sebelum aktivasi yaitu 0,566 m²/g. Peningkatan luas permukaan setelah aktivasi terjadi dikarenakan proses aktivasi menghilangkan sebagian pengotor yang terperangkap dalam pori-pori sehingga menutupi pori-pori.

Beberapa zat pengotor yang dihilangkan saat proses aktivasi yaitu zat-zat yang mudah menguap seperti air dan zat-zat organik. Komala, dkk (2021) menyatakan bahwa pori-pori karbon setelah karbonisasi masih tertutup sehingga diperlukan proses aktivasi untuk membersihkan pori-pori, pembersihan pori-pori di lakukan agar saat menjadi karbon daya serap akan meningkat. Pada karbon aktif kulit pinang luas permukaan sebelum aktivasi yaitu 1,196 m²/g kemudian setelah aktivasi meningkat menjadi 3,886 m²/g. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif tanpa aktivasi memiliki luas permukaan yang lebih kecil dari pada karbon aktif yang telah melewati tahap aktivasi, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa karbon aktif tanpa aktivasi akan memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih kecil (Mading dkk., 2024)

C. Pembuatan Kurva Standar Larutan Rhodamin-B

Kurva standar dibuat dengan memvariasikan konsentrasi larutan Rhodamin-B kemudian diukur absorbansi tiap-tiap konsentrasinya, selanjutnya di plot kurva absorbansi dan konsentrasi sehingga didapatkan nilai regresi linier $y = ax + b$, yang dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Kurva standar larutan Rhodamin-B

Pada gambar 4.1 dapat dilihat bahwa regresi linier yang didapat yaitu $y = 0,2335x + 0,0241$ dan $R^2 = 0,9969$. Kurva standar Rhodamin-B sangat bagus dengan nilai harga koefisien korelasi hampir mendekati 1. Warona dan Syamsudin (2013) menyatakan bahwa koefisien korelasi harus mendekati angka 1 dikarenakan hal tersebut akan menunjukkan hubungan yang kuat antara 2 variabel, jika nilai koefisien korelasi mendekati 1 maka variabel-variabel independen memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel dependen. Pembuatan kurva kalibrasi dilakukan untuk melihat hubungan absorbansi dan konsentrasi larutan standar, intensitas yang diteruskan oleh suatu zat berbanding lurus dengan konsentrasi larutan tersebut (Fitriansyah dkk., 2021).

pembuatan persamaan regresi linear dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara kurva kalibrasi suatu pengujian maka koefisien regresi (r)

harus lebih besar dari 0,995 maka persamaan tersebut bisa digunakan untuk menghitung konsentrasi sampel dengan akurasi yang dapat dipertahankan secara ilmiah, ketika mendapatkan kurva kalibrasi tidak linier dengan dibuktikan koefisien regresinya kurang dari 0,995 maka harus mengulang hingga mendapatkan koefisien regresi yang memenuhi syarat (Hadi dkk., 2021).

D. Penentuan Kapasitas Adsorpsi (Q_e) dan Efisiensi Adsorpsi (%)

Adsorpsi merupakan proses perpindahan fasa yang sering digunakan ketika menyisihkan suatu komponen fluida. Adsorpsi dapat didefinisikan sebagai akumulasi pada permukaan material padat. Adsorpsi berbedan dengan absorpsi. Adsorpsi yaitu molekul hanya melekat pada permukaan saja, namun pada absorpsi terjadi pelarutan adsorbat ke dalam medium adsorben (Tutik Setyaningsih, 2018). Kapasitas adsorpsi adalah banyaknya adsorbat yang dapat terakumulasi pada permukaan adsorben, ketika saat proses adsorpsi berlangsung dengan kondisi optimum akan didapatkan karbon aktif dengan kapasitas adsorpsi yang optimum (Aisyahlika dkk., 2018).

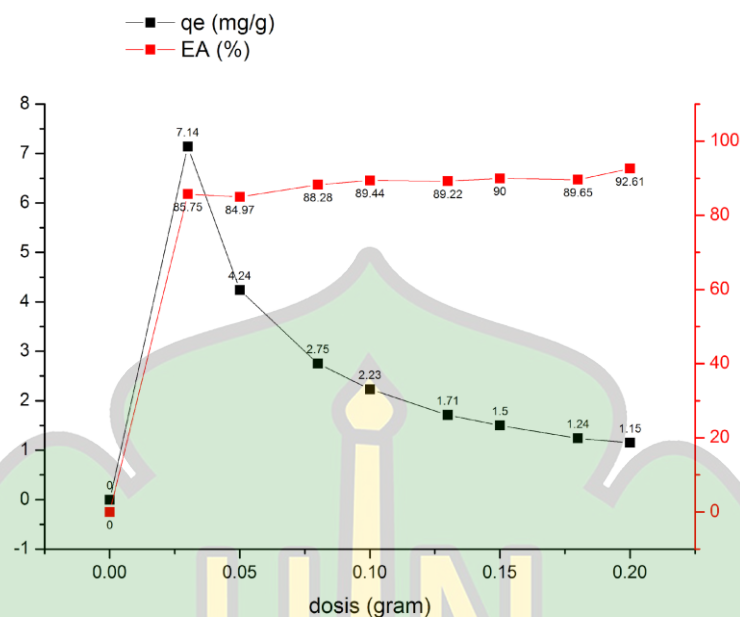
a. Uji Adsorpsi Karbon Aktif Sabut Pinang

Pengujian kapasitas adsorpsi karbon aktif sabut pinang terhadap zat warna Rhodamin-B dilakukan dengan spektrofotometer Genesys 30, pengujian dengan menggunakan spektrofotometer mendapatkan hasil berupa nilai serapan dengan konsentrasi awal Rhodamin-B. Nilai serapan yang didapatkan digunakan untuk menghitung kurva kalibrasi yang diperoleh saat pengujian larutan standar Rhodamin-B. Setelah diperoleh

nilai absorbansi dari konsentrasi awal maka dapat digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi (Q_e) dan efisiensi adsorpsi (%EA) dari karbon aktif sabut pinang terhadap zat warna Rhodamin-B. Penelitian ini dilakukan dengan 3 variasi antara lain variasi dosis, konsentrasi warna dan waktu kontak karbon aktif.

1) Penentuan Dosis Optimum

Dosis optimum merupakan jumlah terbaik dari bahan kimia yang diperlukan untuk mendapat hasil yang diinginkan, penentuan dosis optimum penting dilakukan untuk memastikan efisiensi pengolahan air limbah (Nor, dkk. 2020). Pada pengujian penentuan dosis optimum, dosis karbon aktif sabut pinang divariasikan menjadi 0,03 gram - 0,2 gram. Memvariasikan karbon aktif dilakukan dengan tujuan untuk melihat jumlah karbon aktif yang dapat menyerap Rhodamin-B. Pada tiap dosis ditambahkan larutan Rhodamin-B sebanyak 25 ml dengan konsentrasi 10 ppm, selanjutnya diaduk selama 30 menit dengan kecepatan 150 rpm. Filtrat yang didapat akan diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil perhitungan variasi dosis terhadap kapasitas adsorpsi (Q_e) dan efisiensi adsorpsi (%) dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Pengaruh Variasi Dosis karbon aktif sabut pinang terhadap Kapasitas Adsorpsi (mg/g) dan Efisiensi Adsorpsi (%) pada Rhodamin-B

Pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa semakin besar massa karbon maka kapasitas adsorpsinya semakin menurun yaitu pada dosis 0,03 gram dengan kapasitas adsorpsi sebesar 7,14 mengalami penurunan hingga dosis 0,20 gram dengan kapasitas adsorpsi sebesar 1,15. Efisiensi adsorpsi mengalami kenaikan dengan tidak konstan pada dosis 0,03 gram dengan nilai efisiensi adsorpsinya 85,75% kemudian mengalami penurunan pada dosis 0,05 dengan nilai efisiensi adsorpsinya 84,97%, selanjutnya naik kembali pada dosis 0,08 gram dengan nilai %EA 88,28%. Dosis optimum dapat dilihat pada dosis 0,15 gram dengan kapasitas adsorpsi sebesar 1,5 dan %EA 90%. Warna Rhodamin-B yang awalnya pink keunguan memudar menjadi pink seulas pada konsentrasi 10 ppm dengan dosis 0,03 kemudian terus memudar hingga dosis 0,15 (optimum) menjadi putih, hal

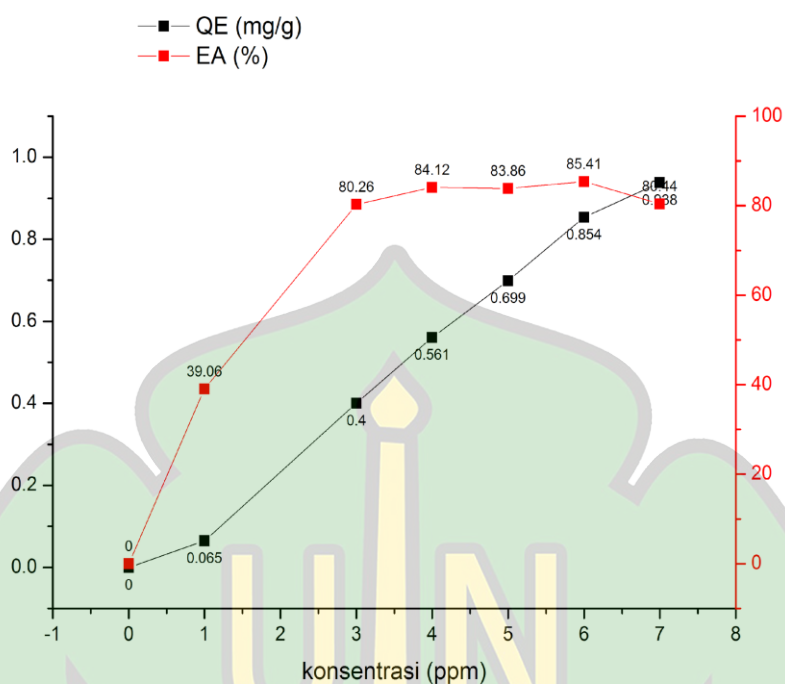
ini dikarenakan karbon aktif telah menyerap zat warna sehingga warna larutan hasil adsorpsi memudar, dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 (Kiri) Rhodamin- B 10 ppm (kanan) filtrat hasil

2) Penentuan konsentrasi optimum

Konsentrasi optimum merupakan kadar suatu larutan yang diperlukan untuk mencapai hasil optimum pada suatu proses (Farodillah dkk., 2018). Pada proses penentuan konsentrasi optimum dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi menjadi 1 ppm – 7 ppm, kemudian ditambahkan dengan dosis optimum yaitu 0,15 gram. Hasil adsorpsi disaring kemudian filtrat yang di dapat diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Perhitungan kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi karbon aktif sabut pinang terhadap konsentrasi Rhodamin-B dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4 pengaruh Variasi Konsentrasi Rhodamin-B Terhadap Kapasitas Adsorpsi (mg/g) dan Efisiensi Adsorpsi (%)

Pada gambar 4.4 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi yang konstan. Nilai kapasitas adsorpsi terus meningkat dari konsentrasi 1 ppm sebesar 0,065 hingga 7 ppm sebesar 0,938. Namun efisiensi adsorpsi karbon aktif terlihat menurun pada konsentrasi 7 ppm yaitu 80,44% yang mana dapat dikatakan pada konsentrasi 7 ppm sisi aktif dari adsorben mengalami penurunan efektivitas penyerapan, jadi dapat disimpulkan bahwa konsentrasi optimum dari karbon aktif sabut pinang yaitu pada 4 ppm dengan nilai q_e (mg/g) 0,561 dan efisiensi adsorpsi nya yaitu 84,12%. Kenaikan efisiensi adsorpsi yang mula-mula naik secara linier dengan meningkatkan konsentrasi adsorbat, kemudian berkurang secara perlahan menunjukkan bahwa lapisan penyerap pada karbon aktif mulai jenuh (Tani, 2023).

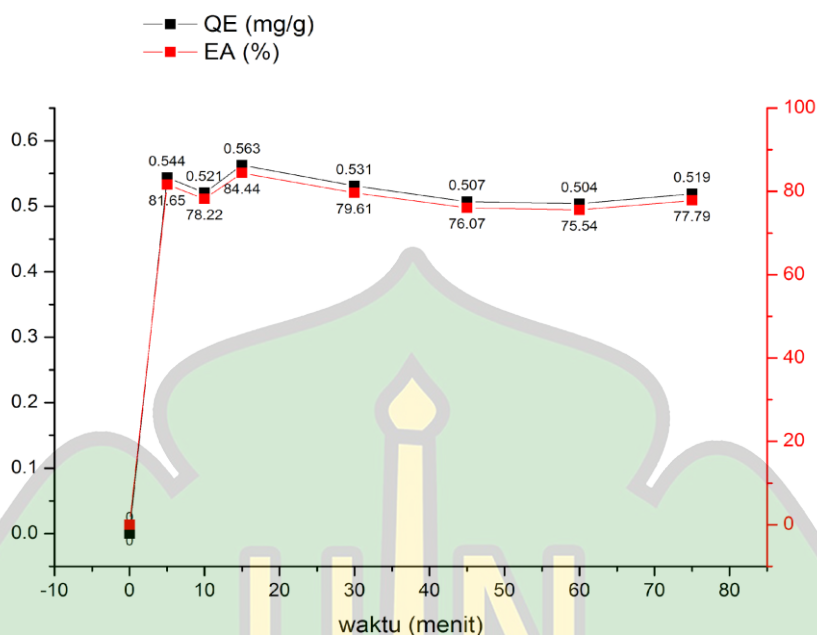


Gambar 4.5 (Kiri) RhodaminB 4 ppm (kanan) filtrat hasil

Gambar 4.5 (Kiri) RhodaminB 4 ppm (kanan) filtrat hasil adsorpsi karbon aktif dengan Rhodamin-B terhadap konsentrasi

3) Penentuan waktu kontak optimum

Waktu kontak optimum yaitu dimana waktu laju adsorpsi sama dengan laju desorpsi. Penentuan waktu kontak optimum dilakukan dengan memvariasikan waktu kontak dari 5 menit – 75 menit, kemudian ditambahkan dengan dosis optimum yaitu 0,15 gram dan konsentrasi optimum yaitu 4 ppm. Perhitungan kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi karbon aktif sabut pinang terhadap waktu kontak dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Pengaruh Waktu Kontak Optimum Terhadap Kapasitas Adsorpsi (mg/g) dan Efisiensi Adsorpsi (%) karbon aktif sabut pinang

Berdasarkan gambar 4.6 dapat dilihat bahwa terjadi kestabilan nilai kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi yaitu pada menit 30 dengan q_e sebesar 0,531 dan %EA sebesar 79,61 hingga menit ke 75 dengan nilai q_e sebesar 0,519 dan nilai %EA sebesar 77,79. Pada grafik diatas dapat dilihat bawa peningkatan yang signifikan terjadi pada menit ke 15 dengan nilai q_e sebesar 0,563 dan %EA sebesar 84,44. Selanjutnya peningkatan nilai q_e dan %EA juga terjadi pada menit ke 5 dengan nilai q_e sebesar 0,544 dan %EA sebesar 81,65.

Secara teori dengan bertambahnya waktu kontak maka akan terjadi peningkatan kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi pada zat warna oleh adsorben hingga pada waktu tertentu kemudian akan cenderung konstan (Irawati, dkk. 2018). Pada gambar 4.6 dapat dilihat bahwa penyerapan zat warna rhodamine-b pada adsorben sabut pinang terjadi sangat cepat pada

menit ke 5 hingga 15 menit pertama, kemudian efisiensi adsorpsi zat warna Rhodamin-B menurun secara perlahan dan tidak lagi mengalami peningkatan secara signifikan.

Waktu kontak optimum merupakan proses penyerapan zat warna dengan waktu yang singkat dan menghasilkan efisiensi penyerapan yang tinggi. Pada gambar 4.6 dapat dilihat bahwa pada waktu 15 menit menghasilkan efisiensi adsorpsi yang tinggi yaitu sebesar 84,44% sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu kontak optimum untuk menghasilkan efisiensi adsorpsi yang tinggi pada proses adsorpsi zat warna rhodamine-b pada adsorben sabut pinang terjadi pada 15 menit.

Setelah terjadi waktu kontak optimum pada 15 menit, selanjutnya pada 30 menit hingga 75 menit terjadi penurunan efisiensi adsorpsi hal ini terjadi karena pada saat mencapai titik optimum maka permukaan adsorben telah tertutupi oleh zat warna yang diserap sehingga adsorben telah mengalami titik jenuh dan tidak dapat menyerap zat warna lagi (Sari dkk., 2017). Aji dan Kurniawan (2012) menyatakan bahwa nilai efisiensi yang menurun disebabkan karena waktu kontak yang cukup lama sehingga dapat menyebabkan zat warna yang telah terserap lepas kembali pada proses pengadukan.



Gambar 4.7 (Kiri) Rhodamin-B 4 ppm (kanan) filtrat hasil

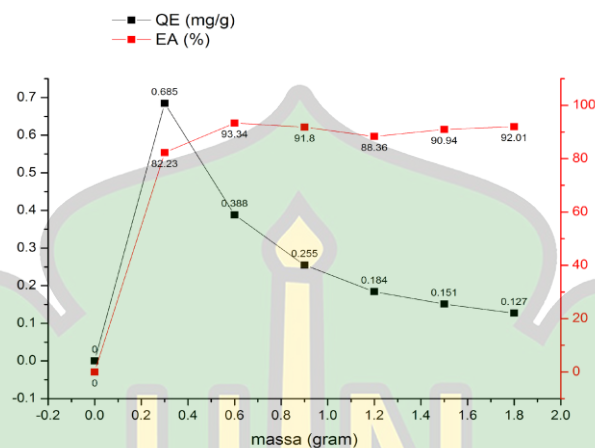
b. Uji Adsorpsi Karbon Aktif Kulit Durian

Pengujian kapasitas adsorpsi karbon aktif sabut pinang terhadap zat warna Rhodamin-B dilakukan dengan spektrofotometer Genesys 30, pengujian dengan menggunakan spektrofotometer mendapatkan hasil berupa nilai serapan dengan konsentrasi awal Rhodamin-B. Nilai serapan yang didapatkan digunakan untuk menghitung kurva kalibrasi yang diperoleh saat pengujian larutan standar Rhodamin-B. Setelah diperoleh nilai absorbansi dari konsentrasi awal maka dapat digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi (Q_e) dan efisiensi adsorpsi (%EA) dari karbon aktif sabut pinang terhadap zat warna Rhodamin-B. Penelitian ini dilakukan dengan 3 variasi antara lain variasi dosis, konsentrasi warna dan waktu kontak karbon aktif.

1) Penentuan dosis optimum

pada penelitian ini, dosis karbon aktif divariasikan menjadi 0,1 - 0,3 karbon aktif kulit durian. Memvariasikan karbon aktif dilakukan dengan tujuan untuk melihat jumlah karbon aktif yang dapat menyerap Rhodamin-B. pada tiap dosis ditambahkan larutan Rhodamin-B sebanyak 25 ml dengan konsentrasi 10 ppm, selanjutnya diaduk selama 30 menit dengan kecepatan 150 rpm. Filtrat yang didapatkan akan diuji menggunakan spektrofotometer

UV-Vis. Hasil perhitungan variasi dosis terhadap kapasitas adsorpsi (Q_e) dan efisiensi adsorpsi (%) dapat dilihat pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Pengaruh Variasi Dosis karbon aktif kulit durian terhadap Kapasitas Adsorpsi (mg/g) dan Efisiensi Adsorpsi (%) pada Rhodamin-B

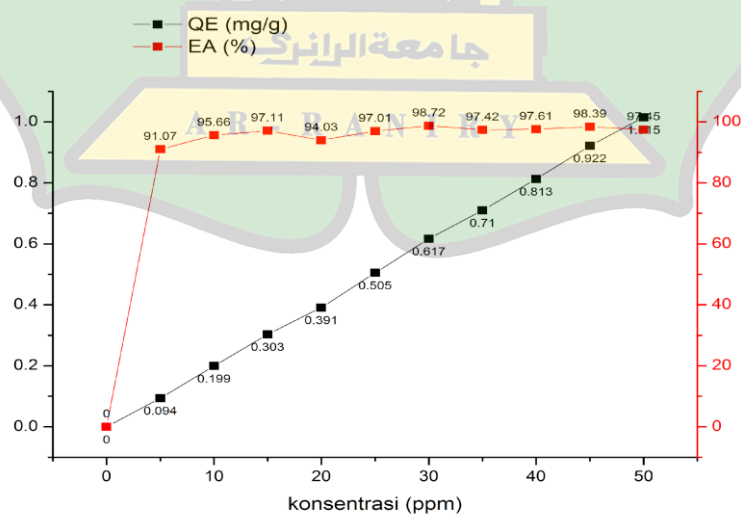
Pada gambar 4.8 dapat dilihat bahwa semakin besar massa karbon maka kapasitas adsorpsi (Q_e) semakin menurun yaitu pada dosis 0,3 gram dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,685 dan mengalami penurunan hingga dosis 1,8 gram dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,127. Efisiensi adsorpsi mengalami kenaikan dengan tidak konstan, pada dosis 0,3 gram dengan nilai efisiensi adsorpsinya 82,23% kemudian mengalami kenaikan pada dosis 0,6 gram dengan nilai %EA 93,34% kemudian turun kembali pada dosis 0,9 dengan nilai %EA 91,8%. Dosis optimum dapat dilihat pada dosis 1,2 gram dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,184 dan %EA 88,36% , pada dosis optimum yaitu 1,2 didapatkan nilai kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi yang konstan. Semakin banyak dosis karbon yang digunakan maka akan semakin banyak kadar pengotor yang dapat diserap ke dalam pori-pori (Mimin, dkk. 2023).



Gambar 4.9 (Kiri) filtrat hasil adsorpsi karbon aktif kulit durian dengan dosis 0,15 (kanan) filtrat hasil Rhodamin- B 10 ppm

2) Penentuan konsentrasi optimum

Penentuan konsentrasi optimum dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi Rhodamin-B pada rentang 5 ppm hingga 50 ppm, selanjutnya hasil adsorpsi disaring dan filtratnya diukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer Uv-Vis. Hasil kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi karbon aktif terhadap variasi konsentrasi Rhodamin-B dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Pengaruh Variasi Konsentrasi Rhodamin-B Terhadap Kapasitas Adsorpsi (mg/g) dan Efisiensi Adsorpsi (%) Karbon Aktif Kulit Durian

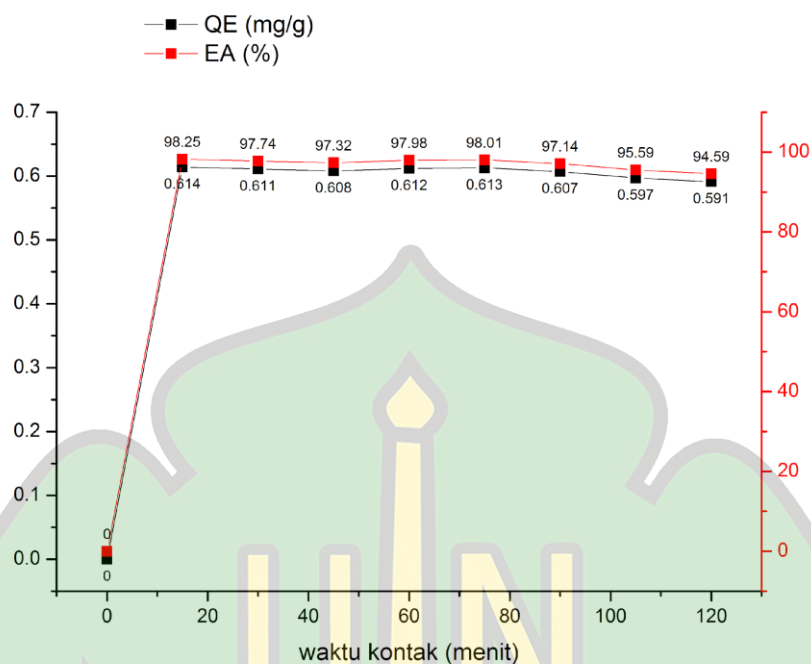
gambar 4.10 menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan yang konstan terhadap kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi. Pada konsentrasi 5 ppm dengan nilai q_e 0,094 terus meningkat hingga konsentrasi 50 ppm dengan nilai q_e 1,015. Maka dapat dikatakan bahwa kapasitas adsorpsi maksimum terdapat pada konsentrasi rhodamine-b 50 ppm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa karbon aktif kulit durian dengan dosis 1,2 dapat menyerap zat warna Rhodamin-B hingga konsentrasi yang tinggi. Konsentrasi optimum yang didapatkan yaitu pada 30 ppm dengan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 0,617 dan efisiensi adsorpsi sebesar 98,72%. Penentuan konsentrasi optimum dilakukan untuk mengetahui kemampuan optimum karbon aktif kulit durian dalam menyerap zat warna Rhodamin-B.



Gambar 4.11 (Kiri) filtrat hasil adsorpsi karbon aktif dengan Rhodamin-B terhadap konsentrasi (kanan) RhodaminB 30 ppm

3) Penentuan waktu kontak optimum

Waktu kontak optimum dilakukan dengan memvariasikan waktu kontak dari 15 menit hingga 120 menit, kemudian ditambahkan dengan dosis optimum yaitu 1,2 gram dan konsentrasi optimum yaitu 30 ppm. Perhitungan kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi karbon aktif kulit durian terhadap waktu kontak dapat dilihat pada gambar 4.12



Gambar 4.12 Pengaruh Waktu Kontak Optimum Terhadap Kapasitas Adsorpsi (mg/g) dan Efisiensi Adsorpsi (%) karbon aktif kulit durian

Berdasarkan gambar 4.12 Dapat dilihat bahwa terjadi kestabilan nilai kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi yaitu pada menit 15 dengan nilai q_e sebesar 0,614 dan %EA sebesar 98,25% hingga menit 90 dengan nilai q_e sebesar 0,607 dan %EA sebesar 97,14% kemudian mengalami penurunan pada menit 105 dan 120, jadi dapat dikatakan waktu kontak optimum berada menit 30 dengan nilai q_e sebesar 0,611 dan %EA sebesar 97,74%. Waktu kontak adalah salah satu faktor yang penting, dimana waktu kontak merupakan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk pengadukan karbon aktif sebagai adsorben dan zat warna sebagai adsorbat.

Mufrodi, dkk (2008) menyatakan bahwa semakin lama waktu kontak maka proses adsorpsi akan semakin meningkat. Namun ketika setimbang telah tercapai adsorben cenderung melepaskan kembali zat warna sehingga

persen adsorpsi berkurang (desorpsi). Pada keadaan tersebut menandakan karbon aktif telah mengalami waktu jenuh, waktu jenuh merupakan keadaan dimana konsentrasi tidak mengalami perubahan setelah waktu tertentu dan akan mengalami desorpsi (Mufrodi dan Widiastuti, 2008)

Pada gambar 4.12 dapat dilihat bahwa waktu jenuh karbon aktif kulit durian dalam menyerap zat warna Rhodamin-B terjadi pada menit 105 hingga 120, dimana pada menit 105 nilai q_e menurun menjadi 0,57 dan %EA sebesar 95,59%. Kemudian pada menit 120 nilai q_e dan %EA kembali mengalami penurunan dengan nilai q_e sebesar 0,591 dan %EA sebesar 94,59%. hal tersebut juga dapat dilihat dari segi linieritas dimana kapasitas adsorpsi meningkat konstan dari menit 15 hingga 90 kemudian terjadi penurunan pada menit 105 dan 120, yang mana dapat dikatakan pada menit 105 dan 120 sisi aktif adsorben mengalami penurunan efektifitas penyerapan.



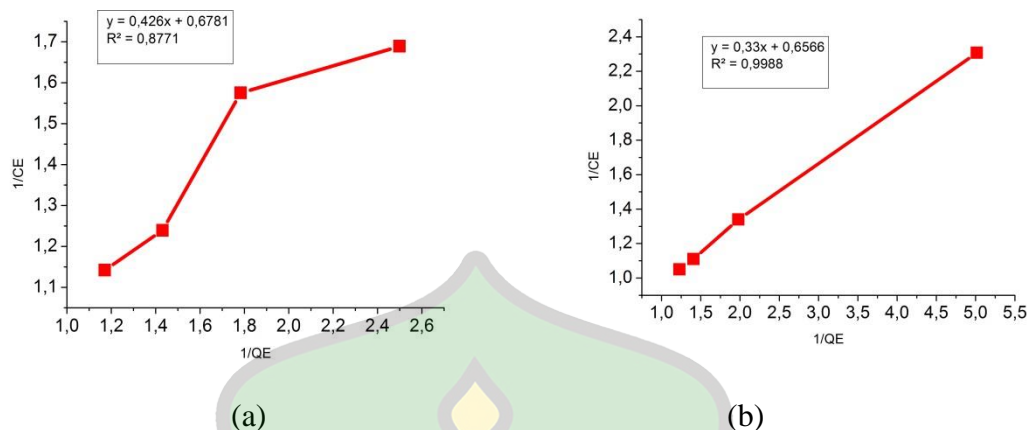
Gambar 4.13 (Kiri) filtrat hasil adsorpsi karbon aktif dengan Rhodamin-B terhadap waktu kontak (kanan) Rhodamin-B 30 ppm

E. Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi merupakan hubungan distribusi pada permukaan adsorben antara fasa-fasa teradsorpsi pada permukaan adsorben dalam keadaan setimbang dan pada suhu tertentu. Isoterm adsorpsi menggambarkan

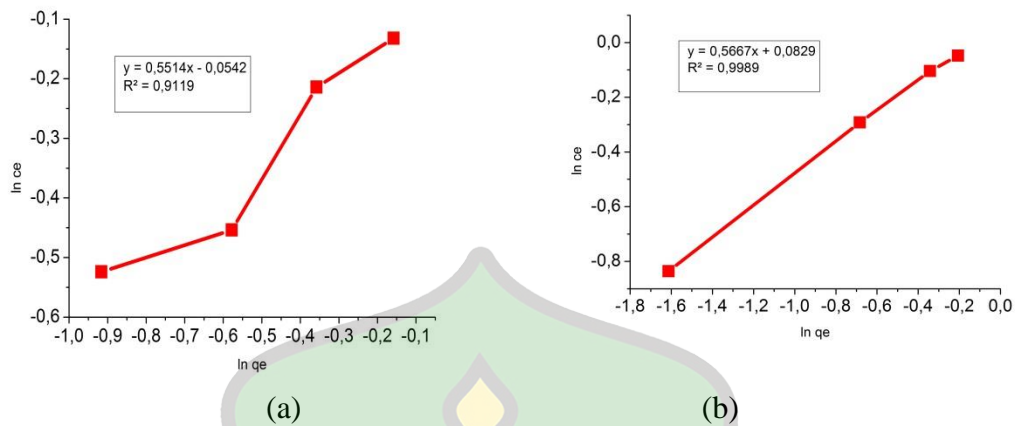
bagaimana adsorben berinteraksi dengan adsorben selama proses adsorpsi. Model isoterm yang biasa digunakan yaitu model Langmuir, Freundlich dan Temkin. Cara penentuan model isoterm yang paling tepat yaitu dengan melihat nilai koefisien determinasi (R^2) yang paling mendekati 1. Pada kesetimbangan berlaku hubungan antara konsentrasi zat terlarut dalam keadaan teradsorpsi pada adsorben. Isoterm yang akan digunakan yaitu model Langmuir, Freundlich dan Temkin, uji isoterm dilakukan untuk menentukan model adsorpsi kesetimbangan yang sesuai dengan hasil penelitian.

Model isoterm langmuir dilakukan bertujuan untuk menghitung jumlah adsorbat yang terserap pada adsorben sebagai fungsi konsentrasi pada suhu tertentu adsorpsi homogen. Isoterm adsorpsi langmuir mengasumsikan bahwa proses adsorpsi yang terjadi homogen pada permukaan adsorbat (Jakfar, 2023). Model isoterm langmuir mengasumsikan bahwa energi adsorpsi merupakan konstan dan tidak bergantung pada luas permukaan, dimana adsorpsi terjadi tanpa interaksi antara molekul adsorbat. Molekul zat warna akan terserap pada permukaan karbon aktif secara homogen membentuk monolayer (Saraswati dkk., 2022).



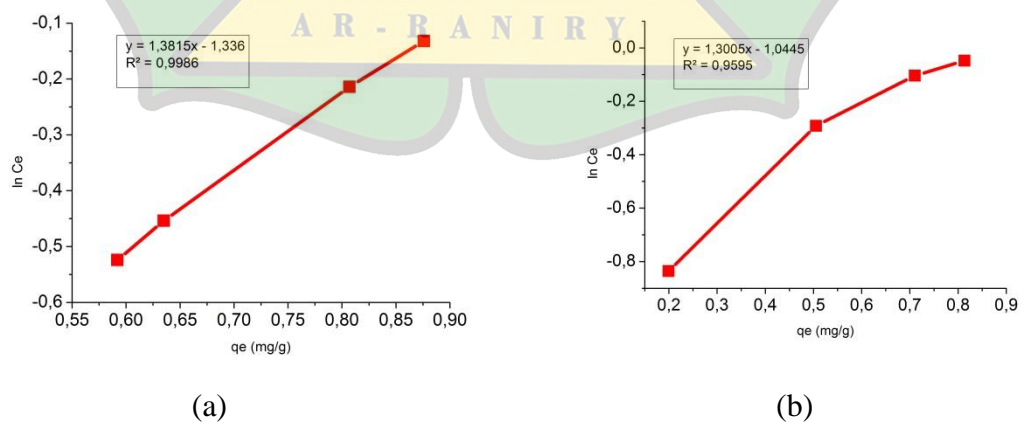
Gambar 4.14 (a) Grafik Isoterm Langmuir Karbon Aktif Sabut Pinang (b) Grafik Isoterm Langmuir Karbon Aktif Kulit Durian

Model isoterm adsorpsi freundlich adalah karakterisasi kesetimbangan penyerapan pada permukaan heterogen (Purwandono, dkk. 2020). Persamaan isoterm adsorpsi freundlich merupakan persamaan empiris yang sering digunakan untuk mewakili isoterm adsorpsi pada fase cair. Model isoterm adsorpsi freundlich tidak dapat menggambarkan isoterm adsorpsi dengan baik pada konsentrasi larutan rendah, hal tersebut dikarenakan isoterm freundlich tidak mempunyai bentuk hukum henry. Beberapa kelemahan lain dari persamaan ini yaitu tidak adanya kapasitas saturasi dan jumlah adsorbat yang terserap selalu meningkat dengan meningkatnya konsentrasi kesetimbangan sehingga titik jenuh adsorben tidak akan tercapai, sedangkan hal ini bertentangan dengan kondisi adsorpsi yang sesungguhnya (Ismadji dkk., 2021).



Gambar 4.15 (a) Grafik Isoterm Freundlich Karbon Aktif Sabut Pinang (b) Grafik Isoterm Langmuir Karbon Aktif Kulit Durian

Model isoterm Temkin adalah model isoterm adsorpsi yang mengasumsikan bahwa adsorpsi panas (suhu) semua molekul dalam lapisan teradsorpsi menurun secara linier. Model ini mengasumsikan bahwa penyerapan kimia hanya dapat menyerap sejumlah kecil adsorbat tetapi ikatannya kuat, sedangkan adsorpsi fisik memungkinkan ikatan lemah namun dapat menyerap sejumlah besar adsorbat. Persamaan isotherm adsorpsi Temkin di kembangkan untuk adsorpsi kimia., model isotherm ini mengasumsikan bahwa adsorpsi adalah proses multilayer.



Gambar 4.16 (a) Grafik Isoterm Temkin Karbon Aktif Sabut Pinang (b) Grafik Isoterm Langmuir Karbon Aktif Kulit Durian

Dari grafik diatas maka dapat disimpulkan data dari ketiga model isoterm yang digunakan pada adsorpsi karbon aktif dari sabut pinang dan kulit durian dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4. 2 Parameter adsorpsi dari ketiga model isoterm yang digunakan

Koefisien	Keterangan	Nilai	
		KASP	KAKD
Langmuir			
K_L (L/mg)	Konstanta isoterm Langmuir	1.592	1.990
Q_m (mg/g)	Kapasitas adsorpsi maksimum	1.475	1.523
R^2	Koefisien korelasi	0.8771	0.9988
Freundlich			
K_F (L/g)	Konstanta model Freundlich	1, 055	1, 086
N	Faktor heterogenitas model Freundlich	1.814	1.765
R^2	Koefisien korelasi	0.9119	0.9989
Temkin			
K_T (L/mg)	Kapasitas ikatan equilibrium	2.630	2.233
B	Konstanta energi isoterm Temkin konstan	1.3815	1.3005
R^2	Koefisien	0.9986	0.9595

Berdasarkan data yang diperoleh dari gambar dan tabel model isotherm yang paling tepat untuk karbon aktif sabut pinang adalah model isotherm Temkin dengan nilai $R^2 = 0,9988$, jika dibandingkan dengan nilai koefisien korelasi (R^2) pada model isotherm yang lainnya. Maka nilai R^2 dari model isotherm Temkin yang paling mendekati angka satu. Nilai koefisien korelasi harus mendekati angka satu dikarenakan hal tersebut akan menunjukkan

hubungan yang kuat antara dua variabel (Syamsudin. 2013). Isotherm Temkin adalah proses adsorpsi pada media yang tidak homogen dan mekanisme adsorpsi yang terjadi adalah secara kimia.

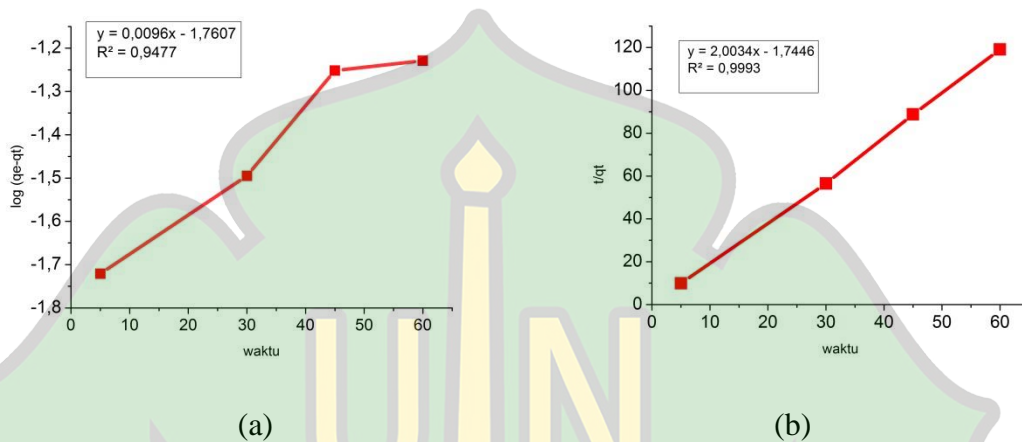
Adsorpsi karbon aktif kulit durian dapat dilihat bahwa koefisien korelasi yang paling mendekati angka satu yaitu pada model isotherm Freundlich. Isotherm Freundlich mengasumsikan bahwa adsorpsi berlangsung secara fisisorpsi multilayer yaitu proses adsorpsi yang berlangsung pada beberapa lapisan sehingga kemampuan penyerapan adsorben lebih baik, dengan grafik yang dibuat dengan menghubungkan antara $\log q_e$ dan $\log q_e$ (Anggriani, dkk. 2021).

F. Kinetika Adsorpsi

Kinetika reaksi adalah ilmu yang mempelajari atau menganalisa dan memprediksi kecepatan adsorben terhadap adsorbat. Model kinetika reaksi yang digunakan yaitu model kinetika pseudo orde satu dan pseudo orde dua. Model kinetika orde satu (Lagergren) adalah model kinetika yang menggambarkan adsorpsi molekul dari fase cair ke fase padat. Model kinetika pseudo orde satu menggunakan persamaan laju penyerapan yang bergantung pada kapasitas adsorpsi kesetimbangan (q_e) dan konstanta laju (k_1). Model ini dilakukan untuk menggambarkan proses adsorpsi yang beraturan dan tidak berpori.

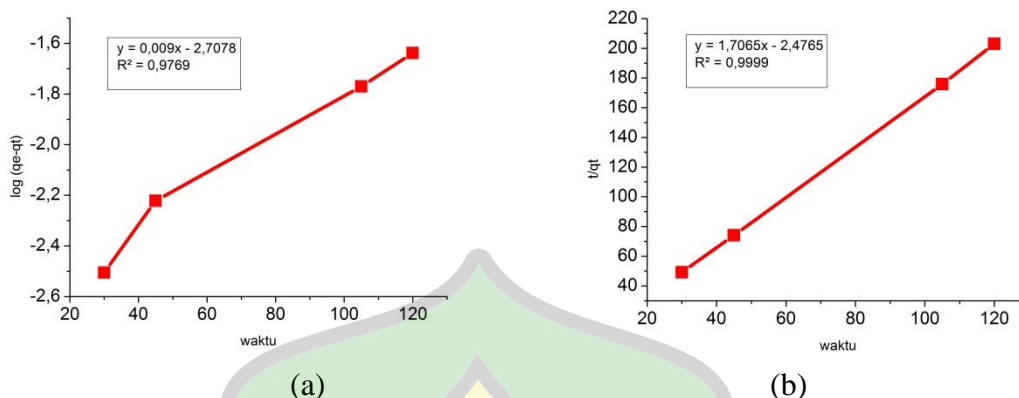
Model kinetika pseudo orde dua adalah model yang menggambarkan proses penyerapan berpori. Model kinetika pseudo orde dua menggunakan persamaan laju adsorpsi yang bergantung pada konstanta laju (k) dan

kapasitas adsorpsi kesetimbangan (q_e). Model ini digunakan untuk menjelaskan proses adsorpsi berpori. Hasil penentuan model kinetika reaksi dapat dilihat pada gambar 4.17



(a) (b)
Gambar 4.17 Model kinetika karbon aktif sabut pinang (a) pseudo orde satu
 (b) pseudo orde dua

Pada gambar 4.17 dapat dilihat bahwa nilai koefisien korelasi (R^2) model kinetika pseudo orde satu yaitu 0,9477 yang mana lebih kecil dari nilai R^2 model kinetika pseudo orde dua yaitu 0,9993. Nilai koefisien korelasi (R^2) Kinetika reaksi merupakan nilai yang menunjukkan kekuatan hubungan antara dua variabel. Dengan nilai R^2 menunjukkan bahwa adsorpsi rhodamin-b menggunakan persamaan pseudo orde dua.



Gambar 4.18 Model kinetika karbon aktif kuli durian (a) pseudo orde satu (b) pseudo orde dua

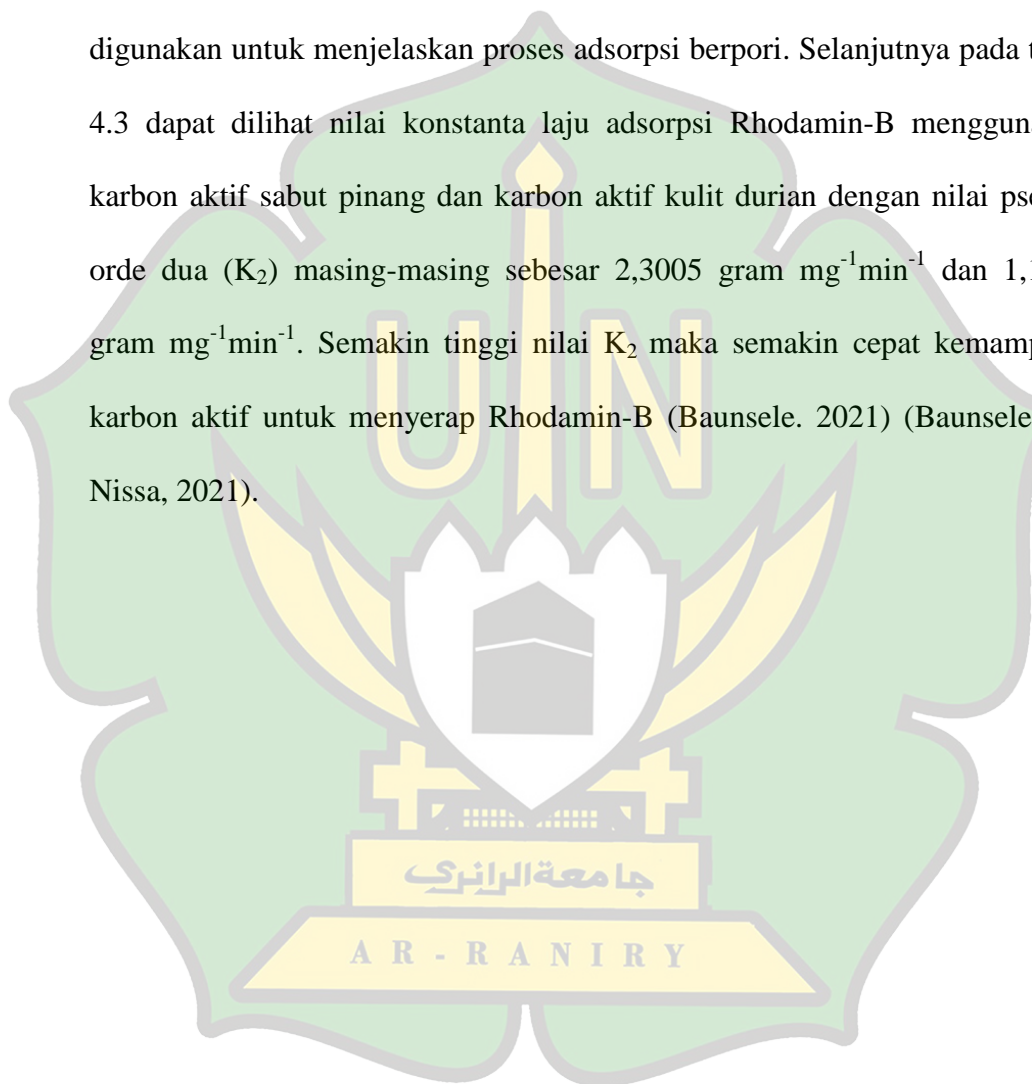
Pada gambar 4.18 dapat dilihat bahwa adsorpsi rhodamine-b menggunakan karbon aktif kulit durian juga menggunakan persamaan pseudo orde dua, hal ini dibuktikan dari nilai koefisien korelasi pada persamaan pseudo orde dua lebih besar dibandingkan dengan persamaan pseudo orde satu yaitu $R^2 = 0,9769$ dan $R^2 = 0,9999$, yang mana nilai R^2 dari persamaan pseudo orde dua paling mendekati angka satu.

Tabel 4. 3 parameter adsorpsi dari kedua model yang digunakan

Model Kinetika	Parameter	Nilai	
		KASP	KAKD
Pseudo Orde Satu	R^2	0,9477	0,9796
	Q_e (mg/g)	58,4790	510,035
	K_1	0,0221	0,0207
Pseudo Orde Dua	R^2	0,9993	0,9999
	Q_e (mg/g)	0,5859	0,5859
	K_2	2,3005	1,1759

Berdasarkan gambar dan tabel di atas model kinetika reaksi yang paling tepat untuk adsorpsi zat warna Rhodamin-B menggunakan karbon aktif sabut pinang dan karbon aktif kulit durian yaitu model kinetika reaksi orde dua, hal

ini di buktikan dengan nilai R^2 karbon aktif sabut pinang dan karbon aktif kulit durian masing-masing yaitu $R^2 = 0,9993$ dan $R^2 = 0,9999$. Model kinetika pseudo orde dua menggunakan persamaan laju adsorpsi yang bergantung pada konstanta laju (k). Model kinetika pseudo orde dua digunakan untuk menjelaskan proses adsorpsi berpori. Selanjutnya pada tabel 4.3 dapat dilihat nilai konstanta laju adsorpsi Rhodamin-B menggunakan karbon aktif sabut pinang dan karbon aktif kulit durian dengan nilai pseudo orde dua (K_2) masing-masing sebesar $2,3005 \text{ gram mg}^{-1}\text{min}^{-1}$ dan $1,1759 \text{ gram mg}^{-1}\text{min}^{-1}$. Semakin tinggi nilai K_2 maka semakin cepat kemampuan karbon aktif untuk menyerap Rhodamin-B (Baunsele. 2021) (Baunsele dan Nissa, 2021).



BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh pada penelitian studi kinetika adsorpsi Rhodamin-B oleh karbon aktif kulit durian dan sabut pinang dapat disimpulkan bahwa:

1. Kinetika adsorpsi pada karbon aktif sabut pinang dan karbon aktif kulit durian terhadap rhodamin- b mengikuti model kinetika pseudo orde dua dengan nilai K_2 kedua karbon aktif yaitu 0,999. Pada odel isoterm adsorpsi karbon aktif sabut pinang mengikuti mengikuti model Temkin $R_2 = 0,998$ dan pada karbon aktif kulit durian mengikuti model Freundlich $R_2 = 0,998$
2. Kinerja serapan optimum karbon aktif sabut pinang dan kulit durian dilihat dari beberapa parameter, yaitu dosis karbon aktif, konsentrasi larutan Rhodamin-B dan waktu kontak. Dosis optimum karbon aktif sabut pinang berturut-turut adalah 0,15 gram, 4 ppm dan waktu kontak selama 15 menit dengan nilai efesiensi adsorpsi (%EA) 84,44% dan nilai kapasitas adsorpsi (q_e) sebesar 0,563 mg/g. Dosis optimum karbon aktif kulit durian berturut-turut adalah 1,2 gram, 30 ppm dan waktu optimum selama 30 menit dengan nilai %EA sebesar 97,74% dan nilai q_e sebesar 0,611mg/g.

B. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian Studi Kinetika Adsorpsi Rhodamin-B oleh Karbon Aktif Kulit Durian dan Sabut Pinang, peneliti menyarankan untuk dapat dilakukan penelitian lebih lanjut yaitu pada uji pengaruh pH dan uji desorpsi.



DAFTAR PUSTAKA

- Adithya anugrah, dkk. (2020). KARAKTERISASI BIOETANOL TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN METODE PEMURNIAN ADSORPSI (ADSORPSI MENGGUNAKAN ADSORBEN BERUPA ZEOLIT). *Jurnal Industri Pertanian*, 2(1).
- Ahmad. (n.d.). *Fabrikasi fitogenik ZnO dan nanopartikel ZnO yang dihias emas untuk degradasi fotokatalitik Rhodamin B. vol 1(no 1)*.
- Aisyahlika, S.Z., Firdaus, M.L., dan Elvia, R. (2018). Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Cangkang Bintaro (Cerbera odollam) Terhadap Zat Warna Sintesis Reactive RED-120 Dan Reactive BLUE-198. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 2(2).
- Anggriani, U. M., Hasan, A., & Purnamasari, I. (2021). KINETIKA ADSORPSI KARBON AKTIF DALAM PENURUNAN KONSENTRASI LOGAM TEMBAGA (Cu) DAN TIMBAL (Pb) KINETIC ADSORPTION OF ACTIVATED CARBON IN DECREASING CONCENTRATIONS OF COPPER (Cu) AND LEAD (Pb) METALS. *Jurnal Kinetika*, 12(2).
- Anselmus Boy Baunsele, H. M. (2021). *Langmuir and Freundlich Equation Test on Methylene Blue Adsorption by Using Coconut Fiber Biosorbent. Walisongo Journal of Chemistry*. 4(2).
- Azwardi Imani, dkk. 2020. KARBON AKTIF AMPAS TEBU SEBAGAI ADSORBEN PENURUN KADAR BESI DAN MANGAN LIMBAH AIR ASAM TAMBANG. *jurnal teknologi*. vol 13 no 1.
- Azhma Ulya, dkk. 2022. Adsorpsi Zat Warna Rhodamine B Dengan Karbon Aktif Kulit Durian sebagai Adsorben. *jurnal kimia*. vol 11 no 2.
- Denni Kartika sari, Indar Kustiningsih, R. S. D. L. (2017). PENGARUH SUHU DAN WAKTU PENGERINGAN TERHADAP MUTU RUMPUT LAUT KERING. *Jurnal TEKNIKA*, 13(1).
- Emi Erawati, A. F. (2018). PENGARUH JENIS AKTIVATOR DAN UKURAN KARBON AKTIF TERHADAP PEMBUATAN ADSORBENT DARI SERBIK GERGAJI KAYU SENGON (PARASERIANTHES FALCATARIA). *JURNAL INTEGRASI PROSES. JURNAL INTEGRASI PROSES*, 7(2).
- Emmy Sahara, dkk. 2018. PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI ARANG AKTIF DARI BATANG TANAMAN GUMITIR (TAGETES ERECTA) DENGAN AKTIVATOR NaOH. vol 1 no 1.
- Erwin, M. (2019). *Hukum Lingkungan Sistem Kebijaksanaan Lingkungan Hidup. In Edisi Revisi II*. Refika Aditama.

- Fitriansyah, A., Amir, H., & Elvinawati, E. (2021). *KARAKTERISASI ADSORBEN KARBON AKTIF DARI SABUT PINANG (Areca catechu) TERHADAP KAPASITAS ADSORPSI ZAT WARNA INDIGOSOL BLUE 04-B*. 5(1).
- Frida. E., Darnianti, dan P. J. (2019). *Preparasi Dan Karakterisasi Biomassa Kulit Pinang Dan Tempurung Kelapa Menjadi Briket Dengan Menggunakan Tepung Tapioka Sebagai Perekat*. 3(2).
- Hadi Ismanto dan Silviana Pebruary. (2021). *APLIKASI SPSS DAN EVIEWS DALAM ANALISIS DATA PENELITIAN*. DEEPUBLISH.
- Haryanto, B., Panjaitan, F., Haloho, H., Rawa, R., & Ridho, M. (2016). Kajian kemampuan adsorpsi batang jagung (*zea mays*.) terhadap ion logam kadmium (Cd^{2+}). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 2(1).
- Indah Farodilah, Riri Novita Sunarti, Yuli Pia Intan, R. V. S. (2018). . Penentuan Konsentrasi Optimum Aluminium Sulfat dengan Metode Jar Test Pada Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Di PDAM Tirta Musi Palembang. *Jurnal Sains Dan Teknologi Terapan*, 2(1).
- Irham. (2015). STUDI PENINGKATAN DAYA ADSORPSI KARBON AKTIF TERHADAP KADAR PEROKSIDA DENGAN PENAMBAHAN AKTIVATOR. *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*, 1(2).
- Juliananda, Rakhmania, C.D, Indah, K, Bambang, I dan Nurul, F. . (2017). *Adsorpsi Ion Kalsium Menggunakan Biomassa Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Diregenerasi HCl*. Deepublish.
- Johnson N. Naat, dkk. 2021. Konsentrasi Optimum dan Model Isotherm Bovine Serum Albumin (BSA) dalam Matriks Silika Gel dengan Pemanfaatan Silika yang bersumber dari Pasir Alam. vol 1 no 2.
- Legiso, Tri Susanto, Muhammad B. Ramadhan, Kiagus A. Roni, D. W. L. dan F. (2021). *AKTIVASI KARBON AKTIF DARI KULIT DURIAN SEBAGAI ADSORBEN LIMBAH DARI KEGIATAN LAUNDRY*. *Jurnal Majalah Biam*, 16(2).
- Mufrodi, Z. N., Widiastuti, dan K. R. C. (2008). *Adsorpsi Zat Warna Tekstil dengan Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) untuk Variasi Massa Adsorben dan Suhu Operasi*.
- Mutia, D. (2023). *Optimasi Penyerapan Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Biosorben Kulit Matoa (Pometiappinnata) dengan Metode Batch*. *Chemistry Journal of State University of Padang*. 12(3).
- Nafiah, R. (2016). *KINETIKA ADSORPSI Pb (II) DENGAN ADSORBEN*

- ARANG AKTIF DARI SABUT SIWALAN. *Jurnal Farmasi Sains Dan Praktis*, 2(1).
- Ni Luh Putu Ananda Saraswati, Oka Riawan, A. A. R. (2022). *STUDI KOMPARASI ADSORPSI TIGA JENIS ZAT WARNA REMAZOL PADA PERMUKAAN KARBON AKTIF*. 10(1).
- Paulina V.Y Yamlean. (2011). . IDENTIFIKASI DAN PENETAPAN KADAR RHODAMIN B PADA JAJANAN KUE BERWARNA MERAH MUDA YANG BEREDAR DI KOTA MANADO. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2).
- Permanda, S. M. F.,Loekitowati, P. Moehadi, R. 2017. *Jurnal Penelitian. Penggunaan Karbon Aktif Dari AmpasTebu Sebagai Adsorben Zat Warna Procion Merah Limbah Cair Industri Songket. Universitas Sriwijaya.Palembang*
- Praputri E., E. S. dkk. (2018). Penggunaan Katalis Homogen dan Heterogen pada Proses Hidrolisis Pati Umbi Singkong Karet Menjadi Glukosa. *Jurnal Litbang Industri*, 8(2).
- Pramahadi Febriyanto, Jerry, Arysca Wisnu Satria, Hary Devianto. 2019. PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KARBON AKTIF BERBAHAN BAKU LIMBAH KULIT DURIAN SEBAGAI ELEKTRODA SUPERKAPASITOR. *jurnal integrasi proses*. vol 8 no 1.
- Reyra, A. S., Daud, S., & Yenti, S. R. (2017). Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Daun Nanas Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe Pada Air Gambut. *Jom FTEKNIK*, 4(2).
- Ridwan Mading, Matius Stefanus Batu, Maria Magdalena Kolo, dan A. R. S. (2024). *PEMBUATAN KARBONAKTIF DARI TEMPURUNG BUAH LONTAR (Borassus flabellifer L.)SEBAGAI ADSORBEN RHODAMIN B*. 14(2).
- Riyanti dan Hurip, B. (2018). Identifikasi Rhodamin B dalam Lipstik dengan Metode KLT dan Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Bioeduscience*, 2(1).
- Rohmat Mufti Ali, dkk. (2019). PENGARUH JENIS ADSORBEN TERHADAP EFEKTIFITAS PENURUNAN KADAR TIMBAL LIMBAH CAIR RECYCLE AKI BEKAS. *Jurnal Teknologi*, 12(1).
- Sandra, L. dkk. (2022). *Proses Pengolahan Limbah. Sumatera Barat: PT. Global Eksekutif Teknologi*. Deepublish.
- Siboro. (2020). *Arang Aktif: Penyembuh Ajaib Berbagai Penyakit, The Siboro Insitute*.
- Siti Zaya Aisyahlika,M. Lutfi Firdaus, R. (2018). KAPASITAS ADSORPSI ARANG AKTIF CANGKANG BINTARO (Cerbera odollam) TERHADAP

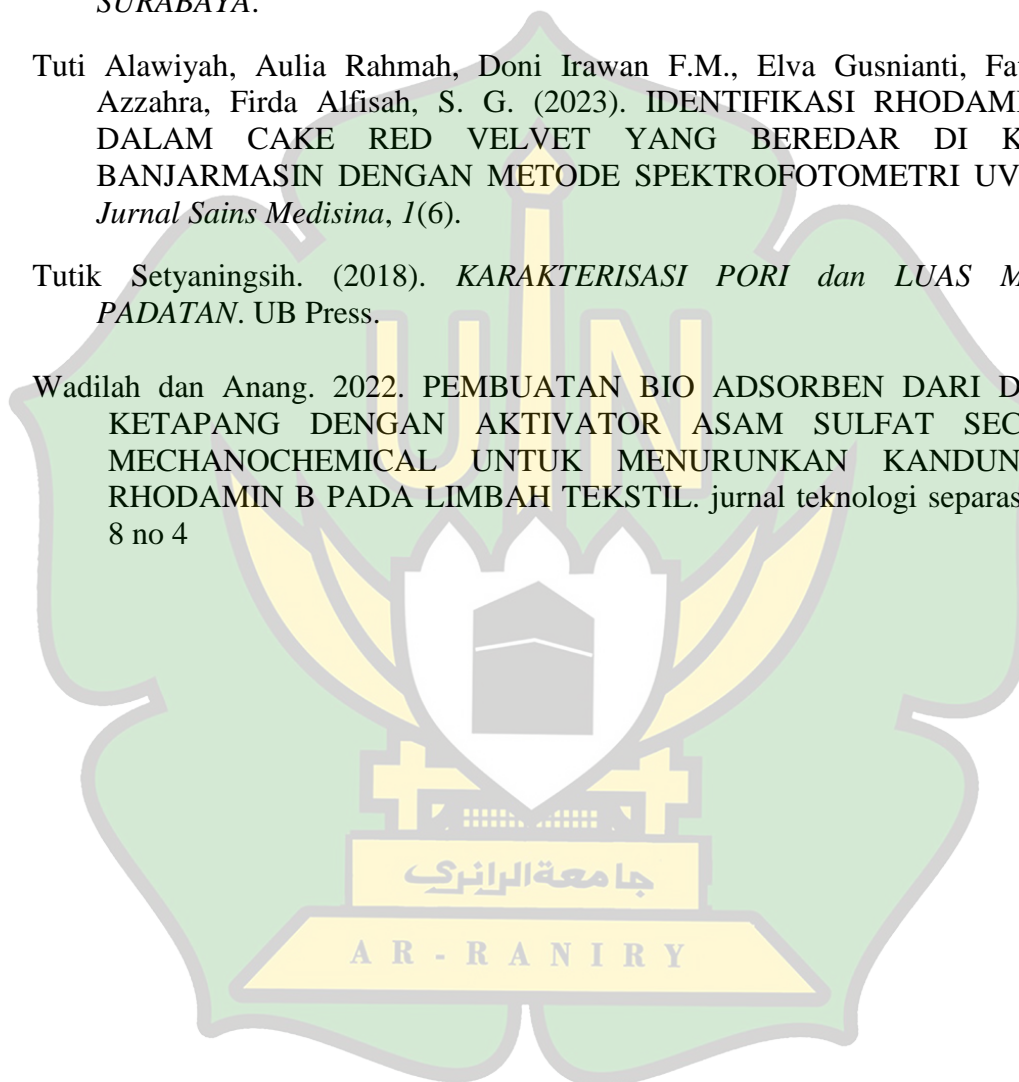
ZAT WARNA SINTETIS REACTIVE RED-120 DAN REACTIVE BLUE-198. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 2(2).

Suryani Ismadji, FelyciaEdi Soetaredjo, Shella Permatasari Santoso, Jindrayani Nyoo Putro, Maria Yuliana I, Wenni Irawati, Sandy Budi Hartono, V. B. L. (2021). *ADSORPSI PADA FASE CAIR : KESETIMBANGAN, KINETIKA DAN TERMODINAMIKA. UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA.*

Tuti Alawiyah, Aulia Rahmah, Doni Irawan F.M., Elva Gusnianti, Fatimah Azzahra, Firda Alfisah, S. G. (2023). IDENTIFIKASI RHODAMIN B DALAM CAKE RED VELVET YANG BEREDAR DI KOTA BANJARMASIN DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS. *Jurnal Sains Medisina*, 1(6).

Tutik Setyaningsih. (2018). *KARAKTERISASI PORI dan LUAS MUKA PADATAN*. UB Press.

Wadilah dan Anang. 2022. PEMBUATAN BIO ADSORBEN DARI DAUN KETAPANG DENGAN AKTIVATOR ASAM SULFAT SECARA MECHANOCHEMICAL UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN RHODAMIN B PADA LIMBAH TEKSTIL. *jurnal teknologi separasi*. vol 8 no 4



LAMPIRAN



Pembuatan larutan induk 1000 ppm



pengenceran larutan Rhodamin-B



Proses adsorpsi



Filtrat hasil uji adsorpsi

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Kania Ulayya
NIM : 190208081
Fakultas : Tarbiyah an Keguruan
Tempat/ Tanggal Lahir : Banda Aceh / 28 April 2001
Alamat : Perumnas Ujung Bate
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Status : Mahasiswa
Kewarganegaraan : Indonesia
Kode Pos : 23372
Nomor Telepon : 082349718180
Email : kaniaulayya171@gmail.com

PENDIDIKAN FORMAL

Tahun 2007 – 2013 : SD Negeri Ujung Bate
Taun 2013 – 2016 : SMP PKPU
Tahun 2016 – 2019 : SMK SMTI Banda Aceh
Perguruan Tinggi : UIN Ar-Raniry Banda Aceh

DATAORANG TUA

Nama Ayah : Muslimdin
Pekerjaan Ayah : Nelayan
Nama Ibu : Nismah
Pekerjaan Ibu : Ibu Rumah Tangga
Alamat : Perumnas Ujung Bate