

*Skripsi*

**MODIFIKASI PERMUKAAN KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG  
KENARI (*Canarium vulgare* Leenh) DENGAN  $\text{HNO}_3$  DAN APLIKASINYA  
SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA RHODAMIN B**

**RISKA FAISAL**

**H031 17 1508**



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

**MODIFIKASI PERMUKAAN KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG  
KENARI (*Canarium vulgare* Leenh) DENGAN HNO<sub>3</sub> DAN APLIKASINYA  
SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA RHODAMIN B**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Sains pada Departemen Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin*

**RISKA FAISAL**

**H031 17 1508**

**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**MODIFIKASI PERMUKAAN KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG KENARI  
(*Canarium vulgare* Leenh) DENGAN HNO<sub>3</sub> DAN APLIKASINYA  
SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA RHODAMIN B**

Disusun dan diajukan oleh

**RISKA FAISAL**  
H031 17 1508

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program Studi  
Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin  
pada 28 Januari 2022  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



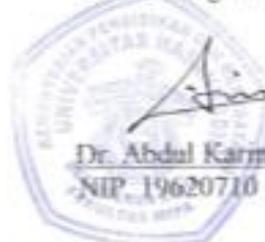
Prof. Dra. Paulina Taba, M.Phil., Ph.D  
NIP. 19571115 198810 2 001

Pembimbing Pertama



Dr. St. Fauziah, M.Si  
NIP. 19720202 199903 2 002

Ketua Program Studi,

Dr. Abdul Karim, M.Si  
NIP. 19620710 198803 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Riska Faisal  
NIM : H031171508  
Program Studi : Kimia  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul Modifikasi Permukaan Karbon Aktif dari Tempurung Kenari (*Casuarina vulgare* Leenh) dengan HNO<sub>3</sub> dan Aplikasinya sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 28 Januari 2022

Yang Menyatakan

  
*Riska Faisal*  
RISKA FAISAL

## PRAKATA

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah Subhaanahu wa Ta'ala yang tiada henti memberikan nikmat yang begitu besar, khususnya nikmat iman dan Islam yang masih melekat pada diri pribadi. Tidak lupa salawat serta salam kepada baginda Rasulullah Muhammad shallallahu 'alaihi wasallam sebagai suri tauladan terbaik,. Alhamdulillah, rasa syukur penulis panjatkan atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Modifikasi Permukaan Karbon Aktif Tempurung Kenari (*Canarium vulgare* Leenh) dengan HNO<sub>3</sub> dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B** sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana sains Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Selesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, baik berupa materi maupun doa dari orang-orang terdekat yang berada di lingkungan penulis. Penulis juga menghaturkan terima kasih dan penghargaan sedalam-dalamnya yang kepada:

1. ketua Departemen Kimia bapak **Dr. Abd. Karim, M.Si** dan Sekretaris Departemen Kimia **Dr. St. Fauziah, M.Si** beserta dosen dan staf Departemen Kimia yang telah banyak membantu selama penulis menempuh pendidikan di Departemen Kimia.
2. ibu **Dr. Paulina Taba M.Phil** selaku pembimbing utama dan Ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si** selaku pembimbing pertama, yang telah memberikan banyak saran, pertimbangan, motivasi, nasehat serta meluangkan waktu,

tenaga dan pikiran dengan penuh kesabaran dan pengertian dalam memberikan ilmu yang tak ternilai selama penelitian dan penyusunan skripsi sehingga berbagai kendala dapat diatasi.

3. Dosen penguji ujian sarjana kimia, yaitu bapak **Prof. Dr. Syarifuddin Liong, M.Si** dan bapak **Abdur Rahman Arif, S.Si, M.Si.** serta **Dr. Nur Umriani Permatasari** selaku moderator seminar terimakasih atas bimbingan dan saran-saran yang diberikan.
4. Bapak **Dr. Ir. Prastawa Budi, M.Sc** dan Ibu **Dr. Paulina Taba M.Phil** selaku Penasehat Akademik. Terima kasih telah memberikan nasehat dan bimbingan selama mengikuti proses perkuliahan di departemen Kimia.
5. Seluruh Analis Laboratorium Kimia Departemen Kimia yakni **Pak Sugeng, Ibu Tini, kak Hanna, Kak Linda, Kak Anti, Pak Iqbal** dan **Kak Fiby.** Terimakasih atas bantuan dan saran yang diberikan selama penelitian.
6. ayahanda **H. Faisal Arsyad** dan ibunda tercinta **Hj. Rappe** yang telah mendidik, membimbing dengan penuh kasih sayang serta doa yang tulus mereka yang senantiasa mengiringi perjalanan hingga dititik ini.
7. kepada Saudara-saudara ku **Novianti** dan **Nurfadillah** serta **semua keluarga besar** yang telah memberikan dukungan dan senantiasa mendoakan.
8. Rekan penelitian penulis **Hernawati** yang bersama-sama berjuang dalam penyelesaian tugas akhir di Laboratorium Kimia Fisika
9. Rekan peneliti di Laboratorium Kimia Fisika yaitu **Safira Muliani, Tenri Fachrianri, Winisty, Merlin Patabang, Charmelia Asma Sukmastuty,**

**Andi Nur Annisa, Amrullah dan Hasanuddin**, terima kasih atas kerja sama, diskusi-diskusi, dan pengalaman selama penelitian..

10. Sahabat-sahabat Bidadari Perpus yaitu **Anni Aulya Syam, Charmelia Asma Sukmastuty, Hernawati, Nur Alfiah Mufidha, Tri Melinea Ramadhani, Tenri Fachriani, Wiwinda dan Wahyudin Rauf**, terima kasih selama 4 tahun ini selalu menemani, belajar bersama, serta membagi suka duka bersama.
11. Teman-teman **Alifatik 2017 dan Kimia 2017**, terima kasih atas bantuan, kerjasama dan kebersamaan yang terjalin selama lebih dari 4 tahun ini.
12. Seluruh warga dan alumni **KMK FMIPA Unhas dan KM FMIPA Unhas** terima kasih atas bimbingan dan ilmunya selama ini, *HMK Tempat Kita di Bina HMK Tempat Kita di Tempa, Salam Use Your Mind Be The Best*
13. Teman-teman **KKN Gel 104 Kecamatan Ujung Tanah-Wajo, kota Makassar**. terima kasih atas kebersamaan dan pengalaman berharga selama pelaksanaan KKN.
14. Semua Pihak yang tidak sempat disebut namanya yang telah turu membantu penyelesaian skripsi ini, semoga Allah SWT membalas setiap kebaikan kalian

Penulis sadar bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Maka dari itu penulis menghargai apabila ada kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi dan perkembangan ilmu pengetahuan serta penelitian kedepannya. Semoga skripsi ini bernilai ibadah di sisi Allah SWT.

Makkasar, Januari 2022

Penulis

## ABSTRAK

Modifikasi permukaan karbon aktif berbahan dasar tempurung kenari (*Canarium vulgare* Leenh) telah dilakukan dengan  $\text{HNO}_3$  untuk diaplikasikan sebagai adsorben zat warna rhodamin B. Karbon aktif tempurung kenari disintesis melalui beberapa tahapan yaitu karbonisasi, aktivasi dengan KOH 25 %, dan modifikasi dengan  $\text{HNO}_3$  4 N. Sedangkan karakterisasi karbon hasil modifikasi dilakukan dengan analisis titrasi boehm, FTIR, SEM dan penentuan luas permukaan dengan menggunakan metilen biru. Adsorpsi rhodamin B dilakukan dengan variasi waktu dan konsentrasi dengan Jumlah rhodamin B yang diadsorpsi ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer sinar tampak. Persamaan Langmuir dan Freundlich digunakan dalam menentukan isoterm adsorpsi rhodamin B oleh adsorben. Hasil SEM menunjukkan karbon aktif termodifikasi (KAM) memiliki lebih banyak pori yang terbuka dan besar dibandingkan dengan karbon aktif (KATK). Hasil titrasi boehm menunjukkan adanya peningkatan gugus fungsi yang mengandung oksigen dari asam karboksil, lakton dan fenol pada KAM dibandingkan dengan KATK. Kondisi waktu optimum adsorpsi zat warna rhodamin B oleh KATK dan KAM berturut-turut adalah 30 dan 25 menit. Adsorpsi rhodamin B memenuhi persamaan isoterm Langmuir pada KATK dan KAM dengan nilai kapasitas adsorpsi berturut-turut yaitu 1,2997 dan 1,6513 mg/g. Zat pendesorpsi menggunakan metanol dengan persen desorpsi sebesar 2,12 %.

**Kata kunci:** adsorpsi, karbon aktif, modifikasi, rhodamin B, tempurung kenari

## ABSTRACT

Modification of the surface of activated carbon made from walnut shell (*Canarium vulgare* Leenh) has been carried out with  $\text{HNO}_3$  to be applied as an adsorbent for rhodamine B dye. Walnut shell activated carbon was synthesized through several steps, namely carbonization, activation with 25% KOH, and modification with  $\text{HNO}_3$  4 N. Meanwhile, the characterization of the modified carbon was carried out by boehm titration analysis, FTIR, SEM and determination of surface area using methylene blue. The adsorption of rhodamine B was carried out with variations in time and concentration. The amount of rhodamine B adsorbed was determined using a visible spectrophotometer. The Langmuir and Freundlich equations were used in determining the adsorption isotherm of rhodamine B by the adsorbent. SEM results show that modified activated carbon (MAC) has more open and large pores than activated carbon (WSAC). Boehm titration results showed an increase in functional groups containing oxygen from carboxyl acids, lactones and phenols in MAC compared to WSAC. The optimum time conditions for the adsorption of rhodamine B dye by WSAC and MAC were 30 and 25 minutes, respectively. The adsorption of rhodamine B fulfilled the Langmuir isotherm equation on WSAC and MAC with adsorption capacity values of 1.2997 and 1.6513 mg/g, respectively. The desorption agent uses methanol with a desorption percentage of 2.12%.

**Keywords:** activation, adsorption, activated carbon modification and walnut shell

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRCT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1 Maksud Penelitian.....	5
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tumbuhan Kenari ( <i>Canarium vulgare</i> Leenh).....	6
2.2 Karbon Aktif.....	8
2.3 Pembuatan Karbon Aktif.....	8
2.3.1 Karbonisasi.....	8
2.3.2 Aktivasi.....	9
2.4 Modifikasi Karbon Aktif.....	9

2.5 Adsorpsi .....	10
2.6 Isoterm Adsorpsi .....	10
2.7 Zat Warna.....	12
2.8 Rhodamin B .....	14
2.9 Desorpsi .....	15
<b>Bab III METODE PERCOBAAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Bahan Penelitian.....	16
3.2 Alat Penelitian.....	16
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian .....	16
3.4 Prosedur Penelitian.....	17
3.4.1 Preparasi Sampel.....	17
3.4.2 Karbonisasi.....	17
3.4.3 Aktivasi .....	17
3.4.4 Modifikasi Permukaan .....	18
3.4.5 Pembuatan Larutan Pereaksi .....	19
3.4.6 Metode Titrasi Boehm.....	19
3.4.7 Penentuan Luas Permukaan .....	21
3.4.8 Pembuatan Larutan Induk .....	22
3.4.9 Pembuatan Larutan Zat Warna.....	22
3.4.10 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	22
3.4.11 Penentuan Waktu Kontak Optimum .....	23
3.4.12 Penentuan Kapasitas Adsorpsi .....	23
3.4.13 Karakterisasi Gugus Fungsi dengan FTIR .....	24
3.4.14 Karakterisasi dengan SEM .....	24

3.4.14 Desorpsi.....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1 Karakterisasi Luas Permukaan Dengan Metilen Biru .....	26
4.2 Karakterisasi dengan Gugus FTIR .....	27
4.3 Karakterisasi dengan Titrasi Boehm .....	29
4.4 Karakterisasi Permukaan Karbon dengan SEM.....	30
4.5 Penentuan Waktu Optimum Adsorpsi Rhodamin B oleh Karbon Aktif Tempurung Kenari (KATK) dan Karbon Aktif Modifikasi (KAM) .....	31
4.6 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Rhodamin B oleh Karbon Aktif Tempurung Kenari (KATK) dan Karbon Aktif Modifikasi (KAM) .....	35
4.7 Karakterisasi Gugus Fungsi dengan FTIR Setelah Adsorpsi .....	39
4.8 Karakterisasi Permukaan KAM Sebelum dan Sesudah Adsorpsi ..	41
4.9 Desorpsi.....	42
<b>BAB V KESIMPULANDAN SARAN.....</b>	<b>43</b>
5.1 kesimpulan .....	43
5.2 Saran.....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>50</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>halaman</b>
1. Sifat-sifat dari rhodamin B.....	14
2. Hasil spektrum FTIR dari KTK, KATK, dan KAM .....	28
3. Hasil perhitungan nilai $R^2$ , $k_1$ , $k_2$ , dan $q_e$ dari hasil penelitian untuk adsorpsi rhodamni B oleh karbon aktif tempurung Kenari (KATK).....	35
4. Hasil perhitungan nilai $R^2$ , $k_1$ , $k_2$ , dan $q_e$ dari hasil penelitian untuk adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif modifikasi (KAM).....	35
5. Data parameter adsorpsi rhodamin B oleh KATK dan KAM berdasarkan persamaan isothermal Langmuir dan Freundlich .....	38
6. Adsorpsi zat warna rhodamin B menggunakan berbagai jenis adsorben.....	39
7. Data hasil FTIR sebelum dan sesudah adsorpsi.....	40

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Kenari ( <i>Canarium vulgare</i> Leenh).....	6
2. Rhodamin B .....	14
3. Luas permukaan KTK, KATK, dan KAM.....	26
4. Spektrum FTIR dari KTK, KATK, dan KAM.....	27
5. Perbandingan gugus fungsi KATK dan KAM.....	29
6. Hasil analisis SEM dari KATK dan KAM.....	30
7. Hubungan Anantara jumlah rhodamin B yang diadsorpsi ( $q_e$ ) oleh KATK dan KAM dengan waktu kontak .....	32
8. Kurva kinetika orde satu semu dan dua semu adsorpsi rhodamin B oleh KATK .....	33
9. Kurva kinetika orde satu semu dan dua semu adsorpsi rhodamin B oleh KAM .....	34
10. Hubungan antara jumlah rhodamin B yang diadsorpsi ( $q_e$ ) oleh KATK dan KAM dengan konsentrasi larutan ( $C_o$ ) pada kesetimbangan.....	36
11. Isoterm adsorpsi rhodamin B oleh KATK dan KAM dengan menggunakan model Langmuir .....	37
12. Isoterm adsorpsi rhodamin B oleh KATK dan KAM dengan menggunakan model Freundlich .....	37
13. Spektrum FTIR dari KAM sebelum adsorpsi dan KAM setelah adsorpsi.....	39
14. Hasil analisis SEM dari KAM sebelum adsorpsi dan KAM setelah adsorpsi.....	41

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>halaman</b>
1. Diagram alir .....	50
2. Bagan kerja .....	51
3. Dokumentasi kegiatan penelitian .....	57
4. Spektrum FTIR KAM, KATK, KTK, Rhodamin B, dan KAM setelah adsorpsi .....	61
5. Analisis dengan metode SEM .....	66
6. Data penentuan luas permukaan dengan metilen biru.....	68
7. Hasil analisis titrasi boehm .....	70
8. Penentuan Panjang gelombang maksimum rhodamin B.....	74
9. Data kurva standar larutan rhodamin B .....	75
10. Penentuan waktu optimum adsorpsi rhodamin B oleh KATK.....	76
11. Data kinetika reaksi orde satu dan orde dua semu karbon aktif tempurung kenari (KATK) .....	77
12. Penentuan waktu optimum adsorpsi rhodamin B oleh KAM .....	79
13. Data kinetika reaksi orde satu dan orde dua semu karbon aktif modifikasi (KAM).....	80
14. Kapasitas adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif tempurung kenari .....	82
15. Perhitungan nilai $Q_0$ dan $b$ pada karbon aktif tempurung kenari .....	83
16. Kapasitas adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif modifikasi .....	85
17. Perhitungan nilai $Q_0$ dan $b$ pada karbon aktif modifikasi .....	86
18. Desorpsi .....	88

## DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

<b>Simbol/Singkatan</b>	<b>Arti</b>
DTGS	Deuterated Triglycine Sulphate
KTK	Karbon Tempurung Kenari
KATK	Karbon Aktif Tempurung Kenari
KAM	Karbon Aktif Modifikasi
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan industri dewasa ini semakin pesat, semuanya bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan hidup manusia. Walaupun demikian kemajuan yang dicapai dapat berpengaruh terhadap perubahan lingkungan melalui pencemaran yang pada akhirnya akan berdampak pada manusia (Sasongko, 2010). Industri tekstil merupakan industri yang banyak terdapat di Indonesia. Industri tekstil di Indonesia memainkan peranan penting dalam meningkatkan nilai ekonomi negara yang menjadi orientasi ekspor ke negara luar dalam memenuhi kebutuhan pasar internasional. Industri tekstil juga berkontribusi sebesar 12,72% dalam perolehan devisa negara terhadap ekspor non migas (Hermawan, 2011).

Kegiatan industri dapat menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan. Sebagian besar limbah cair industri khususnya Industri tekstil mengandung zat warna. Zat warna merupakan senyawa berwarna yang banyak digunakan pada industri tekstil, plastik, kertas dan banyak industri lainnya. Beberapa zat warna dapat menyebabkan alergi, iritasi kulit serta kanker. Zat warna dapat menjadi sumber pencemaran apabila sisa zat warna langsung dibuang ke selokan atau sungai tanpa diolah terlebih dahulu. Air selokan atau air sungai menjadi berwarna dan mempengaruhi kualitas air tersebut sehingga tidak sesuai peruntukannya (Cahyadi, 2006; Riyandy dkk., 2011).

Rhodamin B merupakan salah satu jenis zat warna yang banyak digunakan oleh industri tekstil, tetapi memberikan kontribusi yang cukup tinggi terhadap pencemaran lingkungan (Charismayani dkk., 2017). Rhodamin B memiliki ion

klorida (Cl) yang reaktivitasnya tinggi dan bersifat radikal sehingga apabila masuk dalam tubuh dapat memicuh kanker (Laili dkk., 2021). Senyawa ini juga mengandung cincin benzen dan gugus amino yang bersifat basa, sehingga rhodamin B termasuk dalam senyawa yang sulit didegradasi oleh mikroorganisme secara alami. Akibat bahaya yang dapat ditimbulkan oleh zat warna rhodamin B sehingga keberadaan zat warna ini harus dikurangi atau dihilangkan (Setiyanto dkk., 2015).

Beberapa teknologi telah dikembangkan untuk mengatasi pencemaran air oleh zat warna seperti adsorpsi, pengendapan, oksidasi, koagulasi, reduksi, elektrolisis dan ekstraksi membran. Metode adsorpsi adalah suatu proses di mana molekul-molekul dari fasa gas atau cair terjerat pada permukaan padatan atau cairan. Molekul-molekul yang terikat pada permukaan disebut adsorbat sedangkan substansi yang mengikat disebut adsorben. Metode adsorpsi merupakan metode yang relatif sederhana, efektif dan efisien untuk mengatasi pencemaran air oleh zat warna (Botahala, 2019; Patmawati, 2021). Keunggulan dari metode adsorpsi yaitu, dapat menghilangkan hampir semua zat warna atau campurannya dengan mudah, Metode adsorpsi tidak berdampak terhadap kehidupan organisme pada perairan sehingga metode ini dapat diulang beberapa kali hingga adsorbatnya habis (Hindryawati, 2020).

Karbon merupakan salah satu adsorben yang banyak digunakan dalam metode adsorpsi karena dapat dibuat dari berbagai sumber antara lain batubara (Pari, 2000), limbah industri (Sudarjo dkk., 2011), limbah pertanian seperti tempurung kelapa (Suhartana, 2006), kayu (Rahayu dan Amrullah, 2020), biji aprikot (Bóta dan LÁszló, 1997), dan kulit singkong (suprabawati dkk., 2018).

Selain limbah pertanian yang telah disebutkan di atas tempurung kenari juga merupakan limbah padat pertanian yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Tempurung kenari mempunyai struktur fisik yang cukup keras karna memiliki kandungan hemiselulosa, selulosa, dan lignin yang tinggi, sehingga tempurung kenari berpotensi untuk digunakan sebagai sumber karbon aktif (Ayrilmis dkk., 2013; Djangu dkk., 2018).

Karbon yang dihasilkan dari tempurung kenari perlu diaktivasi baik secara fisika maupun kimia. Aktivasi kimia dengan menggunakan KOH yang merupakan basa kuat dapat menghilangkan zat pengotor dan membuat karbon menjadi lebih berpori (Apriani dkk., 2013). Salah satu upaya untuk memaksimalkan fungsi karbon aktif bukan hanya dari luas permukaan dan pori-porinya saja tetapi juga pada permukaan karbonnya dengan melakukan modifikasi permukaan (Harti dkk., 2014). Modifikasi permukaan karbon aktif bertujuan untuk menambah gugus fungsi pada permukaan karbon sehingga dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi (Ismanto dkk., 2010). Berbagai oksidator seperti  $H_2O_2$ ,  $HNO_3$ ,  $NaOCl$ ,  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $AgNO_3$ , dan  $H_2SO_4$  dapat digunakan untuk memodifikasi karbon aktif (Wibowo dkk., 2004)

Penelitian yang dilakukan oleh Edar (2019) yaitu modifikasi permukaan karbon aktif dari tempurung kemiri dengan menggunakan larutan  $HNO_3$ . Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa adanya penambahan luas permukaan pada karbon aktif modifikasi dengan  $HNO_3$  dari  $503,57 \text{ m}^2/\text{g}$  menjadi  $524,86 \text{ m}^2/\text{g}$ . Penelitian yang dilakukan oleh Sholehah (2018), menunjukan bahwa karbon aktif dari tempurung kluwak yang dimodifikasi menggunakan  $HNO_3$  memiliki pori-pori lebih besar, bersih dan banyak dibanding karbon aktif tidak

modifikasi. Penelitian yang dilakukan oleh Amiruddin (2016) menunjukkan bahwa karbon aktif dari tongkol jagung modifikasi mengalami peningkatan gugus-gugus yang bersifat asam yaitu karboksil, lakton, dan fenol setelah dimodifikasi menggunakan  $\text{HNO}_3$ .

Penelitian mengenai modifikasi karbon aktif sebagai adsorben zat warna rhodamin B yang bersumber dari limbah pertanian telah banyak dilakukan tetapi pemanfaatan limbah tempurung kenari sebagai karbon aktif yang dimodifikasi dengan  $\text{HNO}_3$  belum pernah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu, modifikasi permukaan karbon aktif tempurung kenari akan dilakukan dengan  $\text{HNO}_3$  dan hasil modifikasi akan digunakan sebagai adsorben zat warna rhodamin B. Studi adsorpsi dilakukan sebagai fungsi waktu kontak dan konsentrasi. Selain itu, desorpsi zat warna dari karbon aktif juga dipelajari.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. bagaimana pengaruh modifikasi permukaan karbon aktif tempurung kenari dengan menggunakan  $\text{HNO}_3$  terhadap perubahan gugus fungsi?
2. berapa waktu optimum dan kapasitas adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif tempurung kenari modifikasi  $\text{HNO}_3$ ?
3. metode isoterm adsorpsi (Langmuir atau Freundlich) yang sesuai pada adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif modifikasi  $\text{HNO}_3$ ?
4. berapa persen zat warna rhodamin B yang dapat ditarik kembali dari karbon aktif tempurung kenari modifikasi  $\text{HNO}_3$ ?

### **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1 Maksud Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari kemampuan karbon aktif dari tempurung kenari dengan aktivator KOH hasil modifikasi permukaan dengan HNO<sub>3</sub> dalam mengadsorpsi zat warna rhodamin B dalam larutan.

#### **1.3.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. menentukan pengaruh modifikasi permukaan karbon aktif tempurung kenari dengan menggunakan HNO<sub>3</sub> terhadap perubahan gugus fungsi.
2. menentukan waktu optimum dan kapasitas adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif tempurung kenari modifikasi HNO<sub>3</sub>.
3. menentukan metode isoterm adsorpsi (Langmuir atau Freundlich) yang sesuai pada adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif modifikasi HNO<sub>3</sub>.
4. menentukan persen zat warna rhodamin B yang dapat ditarik kembali dari karbon aktif tempurung kenari modifikasi HNO<sub>3</sub>.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pemanfaatan karbon aktif dari tempurung kenari hasil modifikasi HNO<sub>3</sub> sebagai adsorben rhodamin B dan dapat meminimaliskan adanya pencemaran lingkungan disebabkan zat warna.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tumbuhan Kenari ( *Canarium vulgare* Leenh )**

Kenari merupakan tanaman asli Indonesia yang banyak tumbuh di daerah Indonesia bagian timur seperti Sulawesi Utara, Maluku dan Papua. Beberapa sumber menyatakan bahwa tanaman kenari juga banyak dijumpai di beberapa negara seperti Kepulauan Solomon, Vanuatu dan Papua nugini. Pohon kenari banyak dijumpai di Kota Bogor yang berfungsi sebagai peneduh jalan (Joga dkk., 2019; Mailoa, 2015). Gambar buah kenari dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Kenari (*Canarium vulgare* Leenh) (Yusarman, 2016)

Pohon kenari dapat tumbuh mencapai 40 m dengan diameter 1 m dan pada umumnya pohon ini berbanir. Berdaun majemuk yang terdiri dari 3-7 daun dengan bentuk seperti kendi. Tipe bunga adalah majemuk besar, diamankan dalam satu kelompok yang terdiri atas 30 bunga. Buah berbentuk buah batu oval dengan ukuran 3-4 cm x 2-3 cm bewarna coklat kehitaman bila

masak (Nandika dan Mubin, 2017). Buah kenari terdiri atas kulit luar (*exocarp*), daging buah (*mesocarp*), bagian tempurung dan isinya (*endocarp*). Bagian endocarp sering disebut sebagai *nut-in-shell* (NIS), terdiri atas tempurung dan biji yang dipisahkan oleh kulit ari (*testa*). Biji yang dipisahkan dari testa adalah bagian yang dapat dimakan (*edible portion*) (Djarkasi dkk., 2007). Klasifikasi tanaman kenari menurut Yusarman (2016) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae (tumbuhan)  
Subkingdom : Trachobionta (tumbuhan berpembulu)  
Super Devisi : Spermatophyta (menghasilkan biji)  
Divisi : Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)  
Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua/dikotil)  
Sub kelas : Rosidae  
Ordo : Sapindales  
Famili : Burseraceae  
Genus : *Canarium*  
Spesies : *Canarium vulgare* Leenh

Produksi kenari di seluruh dunia pada tahun 2019-2020 adalah 965,4 ton (shahbande, 2020). Sebanyak 67% dari total bobot buah kenari adalah tempurung, sehingga sekitar 646,818 ton merupakan limbah dari tempurung kenari (Martinez dkk., 2003). Hasil analisis yang dilakukan Yusnaini dan Rodianawati (2014), menunjukkan bahwa kandungan yang terdapat pada tempurung kenari terdiri atas hemiselulosa 19,72%, selulosa 32,88%, lignin 31,45%, air 7,39%, dan abu 5,30%. Kandungan tersebut ditambah dengan ketersediaannya yang melimpah, stabilitas yang baik, dan kekakuan yang tinggi

menjadikan tempurung kenari sebagai bahan yang sesuai untuk pembuatan karbon aktif (Ayrilmis dkk., 2013).

## **2.2 Karbon Aktif**

Karbon aktif berwarna hitam, berbentuk granula, nulat, pelet atau bubuk. Karbon aktif dipakai dalam proses pemurnian udara, gas, larutan atau cairan, dalam proses perolehan kembali suatu logam dari biji logamnya, dan juga dapat dipakai sebagai penyokong. Karbon juga dipakai pada masker pengaman dan respirator, seragam militer, industri nuklir, serta penghilang senyawa-senyawa organik dalam air. Luas permukaan karbon aktif adalah 500 m<sup>2</sup>/g. Luas permukaan yang sangat besar menyebabkan karbon aktif memiliki kemampuan menyerap (adsorpsi) zat-zat yang terkandung dalam air dan udara. Oleh karena itu karbon aktif ini sangat efektif dalam menyerap zat terlarut dalam air, baik organik maupun anorganik (Kursnaedi, 2010). Bahan baku yang dapat digunakan untuk pembuatan karbon aktif yaitu limbah pertanian, limbah perkebunan, limbah kayu, limbah peternakan dan limbah pertambangan batu bara (Arsad dan Hamdi, 2010).

## **2.3 Pembuatan Karbon Aktif**

Karbon aktif dapat dibuat melalui dua tahap, yaitu tahap karbonisasi dan tahap aktivasi. Karbonisasi merupakan proses pengurangan dalam ruangan tanpa oksigen dan bahan kimia lainnya, sedangkan aktivasi diperlukan untuk mengubah hasil karbonisasi menjadi adsorben yang memiliki luas permukaan yang besar.

### **2.3.1 Karbonisasi**

Menurut Dermibas (2005) karbon dikarbonisasi pada temperatur 300, 400, dan 500 °C. Pada temperatur 300 °C, penguraian hemiselulosa dan selulosa akan membentuk larutan pirolignat (asam organik dengan titik didih rendah seperti

asam asetat, formiat dan metanol) gas kayu (CO dan CO<sub>2</sub>). Pada temperatur 400 °C, pemutusan ikatan C-O dan C-C. Pada kisaran temperatur ini, selulosa akan terdegradasi, lignin mulai terurai menghasilkan ter, larutan pirolignat dan gas CO, CH<sub>4</sub>, dan H<sub>2</sub> meningkat. Sedangkan karbonisasi pada temperatur 500 °C akan menguraikan lignin dan terbentuknya lapisan aromatik.

### **2.3.2 Aktivasi**

Jahangiri dkk. (2012) menjelaskan bahwa dua jenis proses aktivasi yaitu aktivasi kimia dan aktivasi fisik. Aktivasi kimia hanya memerlukan satu kali pemanasan pada proses karbonisasi untuk menghasilkan karbon. Proses ini membutuhkan zat pengaktif kimiawi seperti ZnCl, H<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, atau KOH untuk meningkatkan hasil karbon dan menghasilkan mikropori pada permukaan karbon. Agen ini dapat meningkatkan luas permukaan dan mengurangi kadar abu dari karbon tersebut. Aktivitas fisik melibatkan oksidasi bahan mentah pada suhu tinggi dengan adanya agen oksidasi yang biasanya uap air. Reaksi yang terjadi adalah reaksi endotermik, proses ini membutuhkan dua langkah pemanasan dan tidak melibatkan perlakuan kimia apapun.

### **2.4 Modifikasi Permukaan Karbon Aktif**

Permukaan karbon aktif dapat dimodifikasi untuk mengubah karakteristik adsorpsinya (Bansal dan Goyal, 2018). Modifikasi permukaan karbon aktif dapat dilakukan dengan cara fisika dan cara kimia. Modifikasi secara kimia dapat dilakukan dengan cara oksidasi baik dalam fase gas maupun fase cair untuk meningkatkan konsentrasi gugus oksigen permukaan seperti, karboksil, karbonil, fenol, kuinon, dan gugus lakton (Carvajal-bernal dkk., 2015).

Pereira, dkk. (2003) memodifikasi permukaan karbon aktif dengan cara mengoksidasi fasa gas dengan pemberian gas  $O_2$  dan  $N_2O$  pada suhu tinggi. Wulandari (2016) juga memodifikasi permukaan karbon aktif dengan menggunakan larutan oksidator  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$ , dan  $H_2O_2$ . Selain itu Faria, dkk. (2004) memodifikasi permukaan karbon aktif dengan pemanasan karbon aktif pada suhu  $700\text{ }^\circ\text{C}$  yang dialiri gas hidrogen.

## **2.5 Adsorpsi**

Adsorpsi adalah proses perpindahan fasa yang banyak digunakan untuk menyisahkan suatu komponen dari fasa fluida (gas atau cair). Adsorpsi juga dapat didefinisikan sebagai akumulasi atau adhesi molekul (fasa gas atau cair) pada permukaan material padat. Pada pengolahan air, adsorpsi merupakan proses penyisihan zat terlarut tunggal maupun dalam jumlah banyak. Molekul atau ion disisahkan dari larutan akuatik melalui mekanisme adsorpsi kepermukaan padat (Setianingsih, 2018).

Berdasarkan interaksi molekul antara permukaan adsorben dengan adsorbat, adsorpsi dibedakan menjadi 2 jenis yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika terjadi jika reaksi antara adsorben dan adsorbat melibatkan ikatan hidrogen atau ikatan van der Waals. Adsorpsi kimia terjadi pembentukan ikatan kimia antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben, ikatan kimia dapat berupa ikatan kovalen atau ion. Ikatan yang terbentuk sangat kuat sehingga adsorbat tidak mudah terdesorpsi (Koto dkk., 2019).

## **2.6 Isoterm adsorpsi**

Isoterm adsorpsi adalah adsorpsi suatu zat pada permukaan adsorben

sebagai fungsi konsentrasi atau tekanan pada temperatur tertentu (Triyono, 2017). Isoterm adsorpsi merupakan karakteristik suatu sistem yang spesifik pada temperatur tertentu. Isoterm adsorpsi secara luas digunakan untuk menggambarkan keadaan kesetimbangan sistem adsorpsi. Data yang dihasilkan dapat digunakan untuk penentuan volume pori, luas permukaan, distribusi ukuran pori, dan adsorbabilitas gas atau uap pada adsorben. Model adsorpsi isoterm yang sering digunakan adalah isoterm Freundlich dan Langmuir (Setianingsi, 2018).

### 1. Isoterm Adsorpsi Langmuir

Tahun 1918 Irving Langmuir menggunakan model sederhana untuk mendeskripsikan adsorpsi molekul pada permukaan padatan dan menurunkan persamaan untuk isoterm. Langmuir menganggap bahwa padatan mempunyai permukaan yang sama, molekul yang diadsorpsi ditempatkan pada tempat yang spesifik. Molekul yang diadsorpsi hanya membentuk satu lapisan (Levine, 2003).

Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat diturunkan secara teoritis dengan menganggap terjadinya kesetimbangan antara molekul-molekul zat yang diadsorpsi pada permukaan adsorben dengan molekul-molekul zat yang tidak teradsorpsi seperti di tunjukan pada persamaan (1)

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{Q_0 b} + \frac{1}{Q_0} C_e \quad (1)$$

dimana  $C_e$  adalah konsentrasi kesetimbangan (mg/L). Tetapan  $Q_0$  merupakan kapasitas adsorpsi dan  $b$  berhubungan dengan intensitas adsorpsi (Atkins dan Paula, 2006).

### 2. Isoterm Adsorpsi Freundlich

Isoterm Freundlich dapat diambil dengan mengubah anggapan langmuir

untuk memperoleh beberapa macam tempat adsorpsi pada padatan. Setiap tempat adsorpsi mempunyai panas adsorpsi yang berbeda (Levine, 2003). jika  $x$  adalah berat zat terlarut per gram adsorben,  $C_e$  adalah konsentrasi zat terlarut dalam larutan dan  $m$  adalah berat adsorben. Konsep tersebut dapat diturunkan persamaan (2) dan (3)

$$x/m = k \cdot C_e^{1/n} \quad (2)$$

$$\log (x/m) = \log k + 1/n (\log C_e) \quad (3)$$

parameter  $k$  dan  $n$  adalah konstanta yang nilainya bergantung pada jenis adsorben dan suhu adsorpsi. Kurva hubungan antara  $\log x/m$  terhadap  $C_e$  akan diperoleh persamaan linear dengan intersep  $\log k$  dengan kemiringan  $1/n$ , sehingga nilai  $k$  dan  $n$  dapat dihitung (Atkins dan Paula, 2006).

## 2.7 Zat Warna

Molekul zat warna adalah gabungan dari senyawa aromatik seperti senyawa hidrokarbon dan turunannya, fenol dan turunannya serta senyawa-senyawa hidrokarbon yang mengandung nitrogen dengan gugus yang menyebabkan molekul menjadi berwarna (punawarti, 2011). Warna merupakan salah satu aspek penting dalam hal penerimaan konsumen terhadap berbagai produk. Warna bisa diaplikasikan dalam berbagai bidang diantaranya bidang industri, farmasi, tekstil, dan lain sebagainya. Berdasarkan asalnya zat warna terdiri atas zat warna alami dan sintetis (Nasution, 2014).

Zat warna sintetis merupakan senyawa pewarna yang dihasilkan melalui proses sintetik kimia. Sebagian besar zat warna sintetis tidak dapat digunakan sebagai pewarna makanan karena dapat menyebabkan gangguan kesehatan (Mulyawan dan Suriana, 2013). Zat warna alami didapatkan dengan cara

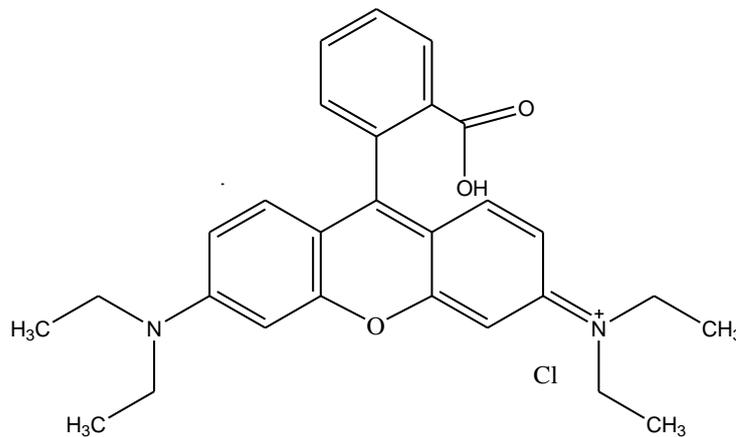
ekstraksi untuk memisahkan komponen-komponen bahan satu dengan yang lainnya dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Bahan pelarut, yang dapat digunakan merupakan pelarut organik, seperti petroleum ether, air, etanol dan lain-lain (Endang dkk., 2009). Berbagai tumbuhan dapat menghasilkan zat warna alami yang mempunyai warna-warna yang indah untuk produk tekstil (Martuti, 2019).

Berdasarkan perbedaan struktur kimianya, zat warna dibedakan menjadi enam (Suntoro, 1983) yaitu:

1. fenil metana yaitu zat warna yang merupakan derivat dari 3 atom hydrogen dari metana diganti oleh 3 cincin fenil. Contohnya: metilen biru.
2. xanten yaitu zat warna yang mempunyai molekul terdiri dari cincin quinonoid yang dihubungkan dengan cincin nonquinonoid oleh atom-atom C dan O, contohnya: rhodamin B.
3. tiazina yaitu zat warna yang molekulnya mengandung cincin quinonoid yang dihubungkan dengan nonquinonoid melalui atom-atom N dan S. Contohnya: tionin.
4. azina yaitu zat warna yang mengandung cincin ortoquinonoid yang dihubungkan dengan bentuk cincin lainnya melalui 2 atom N, contohnya: safranin.
5. azo yaitu zat warna yang mempunyai kromofor  $-N=N-$ , yang terikat pada sebuah rantai quinonoid yang terletak pada suatu tempat di dalam molekul, contohnya: orange G, bieberich scarlet dan chlorazol black E.
6. nitro yaitu zat warna yang mengandung kromofor  $-NO_2$ , Contohnya: asam pikrat

## 2.8 Rhodamin B

Rhodamin B merupakan zat warna golongan xantina. Pada tabel 1 menjelaskan bahwa rhodamin B merupakan zat warna sintesis berbentuk serbuk kristal, berwarna hijau atau ungu kemerahan, tidak berbau, berwarna merah kebiruan/berfluoresensi kuat saat larut dalam air. Rhodamin B mempunyai titik lebur 165 °C, larut dalam air, alkohol, eter, benzena, sedikit larut dalam asam klorida dan natrium hidroksida, tidak larut dalam pelarut organik (Badan POM R.I, 2008). Struktur dari rhodamin B dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rhodamin B (Praja, 2015)

Tabel 1. Sifat-sifat dari rhodamin B (Praja, 2015)

No.	Keterangan	Penjelasan
1.	Rumus molekul	$C_{28}H_{31}ClN_2O_3$
2.	Nama IUPAC	[9-(2-carboxyphenyl)-3,6-(diethylamina)xanthene-3-ylidene]-diethylzanium klorida
3.	Berat molekul	478 g/mol
4.	Titik lebur	165,0 °C
5.	Kelarutan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sangat larut dalam air dan alkohol</li><li>• Larut dalam benzen</li><li>• Sedikit larut sdalam asam klorida dan natrium hidroksida</li></ul>
6.	Deskripsi fisika	Berbentuk kristas berwarna hijau atau serbuk berwarna merahkeunguan

Rhodamin B adalah bahan kimia yang digunakan untuk zat warna merah pada industri tekstil dan plastik. Rhodamin B sering ditemui pada makanan, dimana makanan yang diberi zat warna ini biasanya berwarna lebih terang dan memiliki rasa agak pahit (Kusumardani, 2008). Rhodamin B adalah zat warna sintetis yang berasal dari *metanilinilat* dan *dipanel alanin* yang berbentuk serbuk kristal berwarna kehijauan, berwarna merah keunguan dalam bentuk terlarut pada konsentrasi tinggi dan berwarna merah terang pada konsentrasi rendah. Rhodamin B adalah bahan kimia sebagai pewarna dasar untuk berbagai kegunaan, semula zat ini digunakan untuk kegiatan histologi dan sekarang berkembang untuk berbagai keperluan yang berhubungan dengan sifatnya yang dapat berfluoresensi. Rhodamin B termasuk senyawa atau molekul yang memberikan warna akibat adanya gugus kromofor, dimana gugus kromofor tersebut yaitu quinoid. Kuantitas warna yang ditimbulkan rhodamin B sangat tajam, hal ini disebabkan oleh adanya dua gugus auksokrom, dimana gugus auksokrom tersebut adalah dimetil amin (Setiyanto dkk, 2015).

## **2.9 Desorpsi**

Desorpsi adalah proses penyingkiran atom, molekul, atau ion yang terjerat pada permukaan. Desorpsi dapat juga berarti suatu fenomena dimana suatu zat lepas dari permukaan (Muchlisyyah, 2017). Desorpsi terjadi bila proses adsorpsi yang terjadi sudah maksimal, permukaan adsorben jenuh/tidak mampu lagi menyerap adsorbat dan terjadi kesetimbangan. Desorpsi dapat dilakukan dengan menggunakan larutan tertentu untuk memulihkan kemampuan adsorben agar tidak rusak dan dapat digunakan kembali (Volesky and Diniz, 2005).