

**MODIFIKASI PERMUKAAN KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG PALA
(*Myristica fragrans*) DENGAN H₂O₂ DAN APLIKASINYA SEBAGAI
ADSORBEN ZAT WARNA RHODAMIN B**

HASWINA FEBRIANTI

H311 16 505



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

**MODIFIKASI PERMUKAAN KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG PALA
(*Myristica fragrans*) DENGAN H₂O₂ DAN APLIKASINYA SEBAGAI
ADSORBEN ZAT WARNA RHODAMIN B**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana sains*

Oleh:

HASWINA FEBRIANTI

H311 16 505



LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

MODIFIKASI PERMUKAAN KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG
PALA (*Myristica fragrans*) DENGAN H₂O₂ DAN APLIKASINYA SEBAGAI
ADSORBEN ZAT WARNA RHODAMIN B

Disusun dan diajukan oleh:

HASWINA FEBRIANTI

H31116505

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kimia Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
pada tanggal 9 September 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Dr. Paulina Taba, M. Phil
NIP. 19571115 198810 2 001

Pembimbing Pertama,

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

Ketua Departemen Kimia,




Dr. Abd. Karim, M.Si

NIP. 19620710 198803 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Haswina Febrianti
NIM : H311 16 505
Program Studi : Kimia
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

MODIFIKASI PERMUKAAN KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG PALA
(*Myristica fragrans*) DENGAN H_2O_2 DAN APLIKASINYA SEBAGAI
ADSORBEN ZAT WARNA RHODAMIN B

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan
tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil
karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau
keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi
atas perbuatan tersebut.

Makassar, 9 September 2021

Yang menyatakan,



Haswina Febrianti

HALAMAN PERSEMBAHAN

Wahai orang-orang yang beriman! Apabila dikatakan kepadamu, "Berilah kelapangan di dalam majelis-majelis," maka lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan, "Berdirilah kamu," maka berdirilah, niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat. Dan Allah Mahateliti apa yang kamu kerjakan.

QS. Al- mujadalah, 58 : 11

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, hidayah serta ilmu pengetahuan yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Berhasilnya penyusunan skripsi dengan judul “Modifikasi Permukaan Karbon Aktif Dari Tempurung Pala (*Myristica Fragrans*) Dengan H₂O₂ dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B” menandakan berakhirnya suatu dimensi perjuangan syarat akan makna dan penuh kenangan dalam menggapai ilmu di Strata Satu Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Kampus Merah Universitas Hasanuddin.

Keberhasilan penulis ketahap penulisan skripsi tidak lepas dari bantuan, baik berupa materi maupun spirit dari orang-orang terdekat dan yang berada dilingkungan penulis. Dengan setulus hati, pertama dari yang paling utama, melalui lembaran ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orangtua penulis Ayahanda H. Hasan Dg Matareng dan Ibunda Hj. Misna tercinta untuk perhatian, pengorbanan, kasih sayang, kesabaran, dukungan materi dan ketulusan doa yang tiada henti bagi penulis. Semoga Allah SWT membalas pengorbanan mereka dengan Jannah-Nya. Terima kasih untuk keluarga Besarku yang selalu mendukung, menyemangati, memotivasi, menasehati dan yang tiada henti memberikan doa terbaik. Semoga penulis bisa diberi kesempatan untuk bisa membahagiakan mereka.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Ibu **Dr. Paulina Taba M.Phil** selaku pembimbing utama dan ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si** selaku pembimbing pertama, yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan dengan penuh kesabaran dan pengertian dalam memberikan ilmu yang tak ternilai selama penelitian dan

penyusunan skripsi sehingga berbagai kendala dapat diatasi serta ucapan maaf atas segala kesalahan selama persiapan penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai. Ucapan terima kasih juga kepada:

1. Dosen penguji ujian sarjana kimia, yaitu Dr. Syarifuddin Liong, M.Si (Ketua), Dr. Nur Umriani Permatasari, M.Si (Sekretaris), Dr. Paulina Taba M.Phil (Ex. Officio), Dr. St. Fauziah, M.Si (Ex. Officio) dan Abdur Rahman Arif, S.Si., M.Si (Anggota).
2. 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 membantu penulis dalam perjalanan selama menempuh pendidikan di Departemen Kimia.
3. Seluruh Analis laboratorium kimia Departemen Kimia, Universitas Hasanuddin, Pak Sugeng, Kak Fiby, Kak Linda, Ibu Tini, Pak Iqbal dan kak Hanna. Terima kasih atas bantuan yang diberikan selama penelitian.
4. Saudara-saudaraku Kromofor 2016, terima kasih atas semangat, rasa persaudaraan, penghibur dikala suka dan duka, serta memberikan pengalaman yang sangat berharga dalam kehidupan kampus dan untuk kepribadianku.
5. Sahabat-Sahabat ku Rahma, Ainun, Mega, Elya, Dinda, Irham yang selalu setia menemaniku, merawat dan membantuku dikala suka dan duka di daerah rantauan.
6. Terimakasih sebesar-besarnya kepada orang yang selalu menyalurkan ilmu, membantu dan merawat di kala suka maupun duka serta pengalaman yang berharga selama ini, semoga ALLAH membalas semua kebaikannya.
7. Seluruh warga dan alumni KMK FMIPA Unhas. HMK tempat kita dibina, HMK tempat kita ditempa.
8. Semua pihak yang tidak sempat disebut namanya yang telah memberikan bantuan, dukungan dan doa kepada penulis.

Penulisan skripsi ini tidak luput dari kekhilafan, maka dari itu penulis sangat

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 dan dapat memberikan kepada kita semua. Aamiin
Allahumma Aamiin

Makassar, September 2021

Penulis

ABSTRAK

Sintesis dan karakterisasi karbon aktif tempurung pala (*Myristica fragrans*) termodifikasi H₂O₂ telah dilakukan untuk diaplikasikan sebagai adsorben zat warna rhodamin B. Karbon aktif tempurung pala dibuat melalui beberapa tahapan yaitu karbonisasi, aktivasi dengan H₃PO₄ 9% dan modifikasi dengan H₂O₂ 50%. Adsorpsi rhodamin B dilakukan dengan variasi waktu dan konsentrasi. Karakterisasi karbon dilakukan dengan analisis FTIR, SEM, uji metilen biru dan titrasi Boehm. Morfologi permukaan karbon hasil modifikasi mengalami pembentukan pori yang tampak lebih luas dan terbuka jika dibandingkan dengan karbon sebelum modifikasi berdasarkan hasil analisis SEM. Luas permukaan karbon dengan metode metilen biru mengalami peningkatan setelah modifikasi (37,687 m²/g menjadi 187,65 m²/g). Kapasitas adsorpsi karbon aktif tempurung pala dan karbon aktif termodifikasi berturut-turut sebesar 0,027 mg/g dan 0,018 mg/g dengan waktu optimum adsorpsi rhodamin adalah 30 menit. Adsorpsi rhodamin B memenuhi persamaan isoterm adsorpsi Freundlich. Zat pendesorpsi yang baik adalah H₂O dengan rasio desorpsi sebesar 15,12%.

Kata Kunci : Aktivasi, modifikasi, kapasitas adsorpsi, dan tempurung pala.

ABSTRACT

Synthesis and characterization of activated carbon shell nutmeg (Myristica fragrans) modified H₂O₂ has been done to be applied as adsorbents rhodamin B. Activated carbon shell nutmeg is made through several stages namely carbonization, activation with H₃PO₄ 9% and modification with H₂O₂ 50%. Adsorption of rhodamin B is carried out with variations in time and concentration. Carbon characterization is carried out with analysis of FTIR, SEM, methylene blue test and Boehm titration. The morphology of modified carbon surfaces undergoes the formation of pores that appear wider when compared to carbon before modification based on the results of SEM analysis. The surface area of carbon with methylene blue method has increased after modification (37,687 m²/g to 187.65 m²/g). The adsorption capacity of nutmeg shell activated carbon and modified activated carbon were 0.027 mg/g and 0.018 mg/g, with the optimum time for rhodamine B adsorption was 30 minutes. The adsorption of rhodamine B satisfies the Freundlich adsorption isotherm equation. A good desorption agent is H₂O with a desorption ratio of 15.12%.

Keywords: *activation, modification, adsorption capacity and nutmeg shell*

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Maksud Penelitian	4
1.3.2 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Adsorpsi	6
2.2 Karbon Aktif	10
2.3 Modifikasi Permukaan Karbon Aktif.....	14
2.4 Tempurung Pala	15
2.5 Zat warna	17

2.5.1 Zat Warna Alam	17
2.5.2 Zat Warna Sintesis	19
2.5.3 Zat Warna Rhodamin B	20
2.6 Desorpsi	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Bahan Penelitian	22
3.2 Alat Penelitian	22
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.3 Prosedur Penelitian	23
3.3.1 Preparasi Sampel	23
3.3.2 Karbonisasi	23
3.3.3 Aktivasi	23
3.3.4 Modifikasi Permukaan	23
3.3.5 Karakterisasi Permukaan Karbon Aktif Melalui Metode Titration Boehm	24
3.3.6 Penentuan Luas Permukaan	24
3.3.7 Pembuatan Larutan Induk Rhodamin B 1000 mg/L	25
3.3.8 Pembuatan Larutan Rhodamin B 10 mg/L	25
3.3.9 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	25
3.3.10 Penentuan Waktu Kontak Optimum	26
3.3.11 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Tempurung Pala Termodifikasi	26
3.3.12 Karakteristik Gugus Fungsi dengan FTIR	28
3.3.13 Desorpsi	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Karakterisasi Permukaan Karbon.....	29
4.1.1 Karakterisasi Gugus Fungsi dengan FTIR	29
4.1.2 Karakterisasi dengan Titration Boehm	30
4.1.3 Karakterisasi Permukaan Karbon dengan SEM.....	31
4.1. 4 Karakterisasi Luas Permukaan dengan Metilen Biru.....	32
4.2 Penentuan Waktu Optimum Rhodamin B	33
4.3 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Rhodamin B	34
4.4 Karakterisasi FTIR Karbon sesudah Adsorpsi	38
4.5 Karakterisasi SEM sesudah Adsorpsi.....	40
4.6 Desorpsi.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Tipe isothermaladsorpsi	9
2. Struktur pori karbon aktif	12
3. Tempurung dan bijipala	16
4. Struktur kimia rhodaminB.....	20
5. Spektrum FTIR Karbon Aktif dan Karbon Modiikasi Tempurung Pala	29
6. Grafik Perbandingan konsentrasi gugus dari KATP dan KAM	31
7. Hasil SEM KATP dan KAM	32
8. Grafik waktu kontak optimum KATP	33
9. Grafik waktu kontak optimum KAM	34
10. Hubungan antara rhodamin B yang diadsorpsi oleh KATP dengan konsentrasi larutan pada kesetimbangan	35
11. Hubungan antara rhodamin B yang diadsorpsi oleh KAM dengan konsentrasi larutan pada kesetimbangan	35
12. Isotermal Langmuir untuk adsorpsi rhodamin B oleh KATP	36
13. Isotermal Freundlich untuk adsorpsi rhodamin B oleh KATP	36
14. Isotermal Langmuir untuk adsorpsi rhodamin B oleh KAM	37
15. Isotermal Freundlich untuk adsorpsi rhodamin B oleh KAM	37
16. Spektum FTIR setelah adsorpsi dan zat warna rhodamin B	38
17. Hasil analisis SEM setelah adsorpsi	40
18. Hasil desorpsi	41

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Standar kualitas karbon	14
2. Ringkasan Sifat-sifat berbagai zat warna alami	18
3. Perbandingan bilangan gelombang pita serapan KATP dan KAM	30
4. Hasil analisis luas permukaan dengan metilen biru	32
5. Gugus fungsi setelah adsorpsi	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Skema Prosedur Kerja	51
2. Dokumentasi penelitian.....	58
3. Spektrum FTIR dari KATP	61
4. Spektrum FTIR dari KAM	62
5. Spektrum FTIR dari Rhodamin B	63
6. Spektrum FTIR dari KATP setelah adsorpsi.....	64
7. Spektrum FTIR dari KAM setelah adsorpsi	65
8. Data hasil titrasi Boehm	66
9. Hasil analisis dengan metode SEM.....	68
10. Penentuan Luas permukaan dengan metilen biru	71
11. Data panjang gelombang maksimum rhodamin B.....	73
12. Data kurva standar rhodamin B.....	74
13. Data waktu optimum adsorpsi rhodamin B	75
14. Data kapasitas adsorpsi rhodamin B.....	76
15. Contoh perhitungan nilai Q_0 dan b	77
16. Data desorpsi	79

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/ Singkatan	Arti
KATP	Karbon Aktif Tempurung Pala
KAM	Karbon Aktif Modifikasi
SEM	Scanning Electron Microscope
FTIR	Fourier transform infrared spectroscopy

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri tekstil meningkat di Indonesia, seiring dengan permintaan beragam produk tekstil yang selalu mengikuti tren mode. Industri tekstil menghasilkan limbah dalam jumlah yang besar berupa limbah cair. Limbah cair mengandung bahan-bahan yang terlepas dari serat atau sisa bahan kimia yang berasal pada proses penyempurnaan. Limbah cair tekstil yang dihasilkan dari proses pewarnaan memiliki nilai BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang tinggi. Hal tersebut menjadikan limbah tersebut sebagai pencemar yang kuat (Enrico, 2019). Standar baku mutu kualitas limbah cair yaitu nilai BOD kurang dari 100 mg/L dan nilai COD kurang dari 350 mg/L (Verawaty, 2015).

Limbah yang tidak diolah dengan baik lalu dibuang ke alam dapat memberikan dampak yang berbahaya. Keberadaan limbah ini memberikan dampak buruk pada kehidupan organisme dalam perairan, karena dapat mengganggu penetrasi sinar matahari. Kontaminasi kimiawi air dari berbagai polutan beracun, terutama molekul zat warna, adalah masalah lingkungan yang serius karena potensi toksisitas pada manusia dan lingkungan (Bazrafshan dkk, 2016). Zat warna merupakan bahan mayoritas dalam limbah tekstil, utamanya zat warna sintesis. Zat warna sintesis merupakan zat warna buatan yang dibuat sesuai dengan kebutuhan. Zat tersebut memberikan intensitas warna yang sangat tinggi dan bahan pencemar yang sangat kompleks (Haryono dkk., 2018). Salah satu zat warna sintesis yang banyak digunakan yaitu rhodamin B.

Tetra ethyl rhodamin, atau yang dikenal dengan nama rhodamin B, merupakan zat warna sintesis yang digunakan sebagai pewarna tekstil. Zat warna ini bersifat beracun dan karsinogenik, banyak digunakan sebagai pewarna makanan karena harganya yang murah dibandingkan dengan zat warna makanan. Oleh karena itu, keberadaannya dalam lingkungan perairan harus dikurangi .

Salah satu metode untuk mengatasi pencemaran lingkungan dalam hal ini pencemaran zat warna adalah dengan metode adsorpsi. Adsorpsi merupakan proses pemisahan komponen terjerap yang disebut adsorbat oleh zat penjerap yang disebut adsorben (Asip dkk., 2008). Pada proses adsorpsi, adsorben merupakan faktor penting yang mempengaruhi daya adsorpsi. Adsorben dapat diperoleh dari limbah hasil pertanian, peternakan maupun perikanan (Hevira dkk., 2019). Limbah hasil pertanian banyak dimanfaatkan sebagai karbon aktif. Karbon aktif merupakan bahan yang banyak digunakan sebagai adsorben (Gawande dkk., 2017).

Karbon aktif telah digunakan di berbagai negara karena fungsinya sebagai adsorben yang kuat dan dapat diandalkan. Karbon aktif banyak digunakan pada air limbah untuk menghilangkan bau, warna dan juga logam berat. Struktur karbon aktif yang berpori serta memiliki luas permukaan yang besar memiliki sifat adsorptif yang kuat. Oleh karena itu, proses adsorpsi menggunakan karbon aktif sebagai adsorben dinilai berpotensi untuk menghilangkan polutan dari perairan (Tadda dkk., 2016). Karbon aktif bersifat ekonomis dan dapat diproduksi dari limbah yang banyak mengandung karbon seperti limbah tempurung kelapa sawit (Angriana, 2018), tempurung kelapa (Aryani dkk, 2019) dan sekam padi (Rohmah dan Redjeki, 2014). Selain itu, limbah yang dapat digunakan sebagai sumber karbon aktif masih banyak terdapat di Sulawesi Selatan seperti tempurung pala.

Tempurung pala merupakan limbah yang pemanfaatannya masih kurang. Ketersediaan tempurung pala sangat banyak dan tidak akan pernah habis

(Salindeho, 2017). Indonesia merupakan pemasok buah pala terbesar ke dunia (sekitar 60 %) dengan produksi pala di Indonesia sekitar 19,9 ribu ton per tahun (Nurdjannah, 2007). Tempurung pala adalah salah satu limbah hasil pengolahan minyak pala yang mempunyai potensi besar sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif karena kadar hemiselulosa dan kadar lignin tempurung pala yang tinggi (Salindeho, 2017).

Karbon aktif yang akan digunakan sebagai adsorben pada proses adsorpsi dapat dioptimalkan dengan melakukan aktivasi dan modifikasi agar porositas dan luas permukaannya meningkat, sehingga semakin banyak adsorbat yang dapat terjerap (Hevira, dkk., 2019). Sagita dkk., (2020), Esterlitadan Herlina (2015) dan Verayana dkk(2018) telah melakukan aktivasi karbon aktif dengan aktivator H_3PO_4 , KOH dan $ZnCl_2$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pori arang yang diaktivasi dengan H_3PO_4 lebih banyak terbentuk dan memiliki kapasitas adsorpsi yang baik. Sedangkan menurut Agustinus dkk, 2013, modifikasi merupakan salah satu metode untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi karbon aktif. Selain meningkatkan luas permukaan, modifikasi juga dapat menambah gugus fungsi pada karbon aktif sehingga kapasitas adsorpsi dapat ditingkatkan. Larutan oksidator yang umum digunakan yaitu HNO_3 , H_2SO_4 dan H_2O_2 . Berdasarkan hasil penelitian Amiruddin dkk, 2016, modifikasi karbon aktif dengan menggunakan H_2O_2 dapat menambah gugus fungsi pada permukaan karbon sehingga kapasitas adsorpsi semakin meningkat.

Berdasarkan uraian di atas, modifikasi karbon aktif dari tempurung pala dengan H_2O_2 akan dilakukan dan dimanfaatkan sebagai adsorben zat warna rhodamin B. Faktor yang mempengaruhi adsorpsi yaitu waktu kontak akan dipelajari untuk mengetahui kondisi optimum adsorpsi. Studi isotermal adsorpsi juga akan dilakukan dengan menggunakan model isoterm Langmuir dan Freundlich untuk mengetahui kapasitas adsorpsi. Karakterisasi dengan FTIR akan dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terlibat dalam adsorpsi dan karakterisasi dengan SEM

dilakukan untuk mengamati morfologi permukaan karbon. Selain itu, desorpsi zat warna akan menjadi kajian apakah adsorben dapat diregenerasi atau tidak.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. bagaimana pengaruh modifikasi karbon aktif menggunakan H_2O_2 terhadap adsorpsi zat warna rhodamin B?
2. berapakah waktu optimum dan kapasitas adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif tempurung pala termodifikasi ?
3. metode isoterm adsorpsi apakah (Langmuir atau Freundlich) yang sesuai pada adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif termodifikasi?
4. zat pendesorpsi apa yang efektif dalam menarik kembali rhodamin B dari karbon aktif tempurung pala termodifikasi ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari kemampuan karbon aktif dari tempurung pala dengan modifikator H_2O_2 dalam mengadsorpsi zat warna rhodamin B dalam larutan air.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menentukan pengaruh modifikasi karbon aktif dengan H_2O_2 terhadap adsorpsi zat warna rhodamin B,
2. menentukan waktu optimum dan kapasitas adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif tempurung pala termodifikasi,

3. menganalisis metode isoterm adsorpsi apakah (Langmuir atau Freundlich) yang sesuai pada adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif termodifikasi,
4. menentukan zat pendesorpsi yang efektif dalam menarik kembali rhodamin B dari karbon aktif tempurung pala termodifikasi H₂O₂.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pemanfaatan karbon aktif dari tempurung pala hasil modifikasi sebagai adsorben zat warna rhodamin B dan dapat meminimalkan adanya pencemaran lingkungan khususnya zat warna.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses pemisahan komponen terjerap yang disebut adsorbat oleh zat penjerap yang disebut adsorben (Asip dkk., 2008). Adsorpsi merupakan metode yang sering digunakan dalam bidang industri untuk penanganan limbah cair (Haura dkk., 2017) dan logam beracun (AL-Othman dkk., 2012). Adsorpsi kini juga banyak dikembangkan untuk pemurnian pelarut, penyerapan zat warna dalam limbah, dan pemurnian gas (Nurhasni dkk., 2018). Adsorpsi merupakan salah satu metode yang banyak digunakan karena biaya yang dibutuhkan relatif murah dan dapat bekerja pada konsentrasi yang rendah (Arifuddin, 2015). Adsorben dapat diperoleh dari limbah yang diolah, seperti limbah biomassa (Haura dkk., 2017), karbon aktif dari limbah tempurung kemiri (Nasruddin dkk., 2017), kulit kacang tanah (Nurhasni dkk., 2018), dan tongkol jagung (Arifuddin, 2015).

Berdasarkan mekanismenya, adsorpsi terbagi atas tiga jenis (Brown, 1950) yakni adsorpsi kimia, adsorpsi fisika dan pertukaran ion.

1. Adsorpsi kimia

Adsorpsi kimia terjadi secara *irreversible*. Pada proses adsorpsi kimia, reaksi antara molekul adsorben dan adsorbat terjadi dan membentuk ikatan ion dan ikatan kovalen. Reaksi adsorpsi secara kimia digambarkan sebagai berikut:



Katalis menempel pada zat A dan B yang kemudian menghasilkan zat C. Lalu zat C melepas katalis yang selanjutnya mengikat fluida. Pada proses ini, hanya membentuk lapisan tunggal.

2. Adsorpsi fisika

Adsorpsi ini berlangsung cepat, tidak melibatkan reaksi kimia dan hanya melibatkan permukaan. Adsorpsi ini dapat berlangsung apabila dilakukan pengadukan atau penggoyangan.

3. Pertukaran ion

Proses adsorpsi dengan pertukaran ion terjadi dimana padatan memberikan ion pada fluida bagi tiap ion yang diadsorpsi, contohnya proses pertukaran ion Na^+ dari adsorben dengan air yang mengandung ion Mg^{2+} dan Ca^{2+} sehingga ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan mengendap. Proses ini disebut pelunakan air (*water softening*).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi laju adsorpsi, yaitu jenis adsorben, luas permukaan adsorben, jenis zat yang diserap, konsentrasi zat yang diserap dan suhu (Wijayanti dkk., 2018) dan pengadukan (Syauqiah dkk, 2011).

1. Jenis Adsorben

Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi proses adsorpsi yaitu jenis adsorben. Ada banyak bahan material yang dapat dijadikan sebagai adsorben, seperti arang bambu (Widayatno dkk, 2017), cangkang telur (Asip dkk, 2008), karbon aktif dari tempurung kelapa (Ramdja dkk, 2008). Aktivasi adsorben pun memiliki peranan penting dalam proses adsorpsi. Adsorben arang bambu yang telah diaktivasi memiliki kemampuan penjerap yang lebih optimal dibandingkan arang bambu yang tidak diaktivasi (Widayatno dkk, 2017). Kemampuan adsorben untuk mengadsorpsi berkaitan dengan kapasitas adsorpsi (Haura dkk., 2017).

2. Luas permukaan adsorben

Zat yang teradsorpsi semakin banyak seiring meningkatnya luas permukaan

adsorben karena luas permukaan adsorben berbanding lurus dengan zat yang teradsorpsi (Mulyono dan Kusuma, 2010). Hal ini ditunjukkan pada penelitian yang dilakukan Hastuti dkk, 2019. Luas permukaan ditentukan oleh ukuran partikel serta jumlah dari adsorben yang digunakan (Syauqiah dkk., 2011).

3. Konsentrasi

Konsentrasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi adsorpsi. Jika konsentrasi makin besar, maka semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi. Hal ini sesuai dengan persamaan Freundlich (Widayatno, dkk., 2017). Berdasarkan penelitian (Arifuddin, 2015), peningkatan konsentrasi ion Cr(VI) meningkatkan jumlah yang diadsorpsi oleh karbon aktif.

4. Suhu

Pengaktifan adsorben dengan pemanasan akan menyebabkan pori-pori adsorben lebih terbuka sehingga meningkatkan daya serap adsorben. Namun apabila penggunaan temperatur yang sangat tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada adsorben (Syauqiah, dkk., 2011). Berdasarkan penelitian Mulyono dan Kusuma (2010), peningkatan suhu dapat meningkatkan laju adsorpsi fenol dalam air dengan karbon aktif.

5. pH

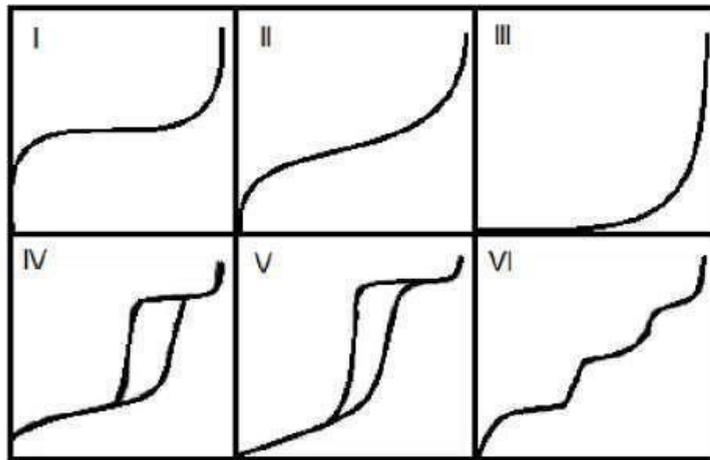
Peningkatan nilai pH mempengaruhi peningkatan jumlah yang diadsorpsi (Wijayanti dkk., 2018). Pengaruh pH dapat mempengaruhi situs aktif permukaan adsorben yang berperan aktif dalam penyerapan adsorben. Oleh karena itu pH merupakan salah satu faktor penting dalam proses adsorpsi (Hastuti dkk, 2019).

6. Pengadukan

Adsorpsi suatu zat semakin meningkat seiring dengan semakin cepatnya proses pengadukan. Hal tersebut disebabkan oleh molekul-molekul adsorbat dan

adsorben yang akan saling bertumbukan sehingga mempercepat proses adsorpsi (Syauqiah dkk, 2011).

Mekanisme laju adsorpsi dapat dipelajari dari tipe isoterm adsorpsi yang sesuai. Kapasitas adsorpsi dapat dihitung dari persamaan tipe isoterm adsorpsi yang dihasilkan. Isotermal adsorpsi merupakan grafik hubungan antara massa adsorbat dan jumlah yang teradsorpsi pada suhu tertentu. Isotermal adsorpsi merupakan grafik hubungan antara massa adsorbat dan jumlah yang teradsorpsi pada suhu tertentu. Menurut IUPAC, tipe adsorpsi dapat dibagi menjadi 6 jenis (Hendra, 2008) dan diberikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tipe Isotermal Adsorpsi (Hendra, 2008)

1. Tipe I, tipe ini disebut *Langmuir isotherm*, pada permukaan adsorben hanya mengikat satu molekul dan terjadi *monomolecular adsorption layer*. Persamaan Langmuir dirumuskan sebagai berikut (Wijayanti dkk., 2018):

$$Q = \frac{b \cdot k \cdot C_e}{1 + k \cdot C_e} \quad (2)$$

Keterangan:

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

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

k = konstanta kesetimbangan adsorpsi (L/mg)

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

2. Tipe II, bentuk normal isothermis pada adsorben tak berpori atau adsorben yang hanya memiliki makropori.
3. Tipe III, tipe ini menunjukkan kuantitas adsorben semakin tinggi saat tekanan relatif bertambah. Sama seperti tipe II, jumlah lapisan pada permukaan adsorben tidak terbatas (*multilayer*).
4. Tipe IV, tipe ini hampir sama dengan tipe II pada rentang tekanan relatif rendah sampai menengah. Kurva jenis ini dihasilkan dari padatan adsorben berukuran mesopori.
5. Tipe V, tipe ini hampir sama dengan tipe III, dihasilkan dari interaksi yang rendah antara adsorben dengan adsorbat. Tipe V ini juga ditunjukkan oleh pori dengan ukuran yang sama seperti tipe IV.
6. Tipe VI, mengindikasikan permukaan adsorben yang memiliki struktur pori yang sangat seragam.

2.2 Karbon Aktif

Karbon aktif atau sering disebut arang aktif merupakan senyawa karbon amorf dengan luas permukaan sekitar 300 sampai 2000 m²/g (Laos dkk., 2016). Karbon aktif merupakan karbon yang memiliki kemampuan adsorpsi pada zat organik maupun anorganik, baik dalam bentuk gas maupun larutan. Karbon aktif mengandung beberapa gugus oksigen dan hidrogen dalam bentuk gugus fenol, karboksil, karbonil dan gugus eter. Sifat asam atau basa suatu karbon aktif dipengaruhi oleh kondisi oksigen pada permukaan suatu karbon aktif, yaitu pada bahan baku yang mengandung oksigen maupun padaproses aktivasi karbon

(Lempang, 2014). Karbon aktif bersifat unik dan serbaguna karena luas permukaannya yang luas, kapasitas adsorpsi yang tinggi, dan tingkat reaktivitas permukaan yang tinggi (Manocha, 2003).

Karbon aktif merupakan produk kompleks yang sulit diklasifikasikan berdasarkan karakteristik permukaan dan metode perlakuannya. Manocha (2003) mengklasifikasikan karbon aktif berdasarkan karakteristik fisiknya menjadi beberapa bagian, yaitu: karbon aktif serbuk, karbon aktif granula, karbon aktif bulat, karbon impregnasi, dan polimer berlapis karbon.

a. Karbon aktif serbuk

Karbon aktif ini dibuat dalam bentuk tertentu yang berupa serbuk atau butiran halus dengan diameter rata-rata 15 hingga 25 μm . Karbon aktif ini memiliki permukaan dengan jarak difusi yang kecil.

b. Karbon aktif granula

Karbon aktif granula memiliki ukuran partikel yang lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif serbuk. Karbon ini lebih disukai untuk semua adsorpsi gas dan uap karena laju difusinya lebih cepat. Karbon ini digunakan untuk pengolahan air, penghilang bau dan pemisahan komponen sistem aliran.

c. Karbon aktif bulat

Karbon aktif ini memiliki bentuk bulat seperti bola. Karbon ini memiliki kekuatan mekanik yang tinggi dan kapasitas adsorpsi SO_2 dan NO_2 yang sangat baik.

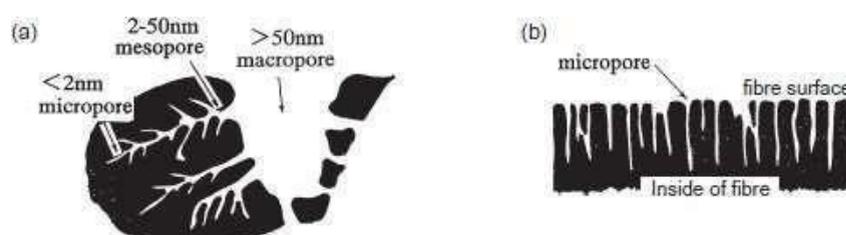
d. Karbon impregnasi

Karbon impregnasi merupakan karbon berpori yang mengandung beberapa jenis kandungan anorganik seperti iodium, perak, kation seperti Al, Mn, Zn, Fe, Li, Ca. Karbon ini biasa diaplikasikan untuk pengendalian polusi udara.

e. Polimer berlapis karbon

Jenis karbon ini merupakan jenis karbon berpori yang dapat dilapisi dengan polimer biokompatibel untuk memberikan lapisan yang halus dan permeabel tanpa menghalangi pori-pori. Karbon yang dihasilkan berguna untuk homoperfusi.

Komposisi karbon aktif yang dihasilkan dari bahan alami biasanya terdiri atas 85-90 % C; 0,5% H; 0,5% N; 5% O; dan 1% S serta 5-6% unsur-unsur anorganik (Amelia dkk., 2013). Pori diklasifikasi menjadi 3 (tiga) kelompok berdasarkan ukurannya. Ukuran diameter pori < 2 nm disebut mikropori, ukuran diameter pori antara 2 nm dan 50 nm disebut mesopori dan ukuran diameter pori di atas 50 nm disebut makropori (Fisli dkk, 2018). Struktur pori karbon aktif diberikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur pori karbon aktif: (a) granular dan (b) fibrosa (Manocha, 2003).

Dalam bidang industri, karbon aktif banyak diaplikasikan pada obat-obatan, pangan dan industri kimia (Hartanto dan Ratnawati, 2010). Karbon aktif juga kerap digunakan untuk menghilangkan pelarut dari aliran gas dan juga untuk pemurnian air (Burchacka dkk, 2019), juga digunakan bahan pembantu proses penyaringan (Kurniati, 2008). Karbon aktif dapat dibuat dari bahan-bahan yang mengandung banyak karbon, terutama bahan-bahan yang memiliki pori (Lempang, 2014).

Proses karbonisasi dan aktivasi merupakan faktor penting yang mempengaruhi kualitas karbon aktif (Kurniati, 2008). Karbonisasi merupakan proses pembakaran tidak sempurna atau proses pirolisis tanpa adanya udara dari bahan dasar. Karbon aktif hasil karbonisasi merupakan bahan penyerap yang kurang aktif (Setiawati dan Suroto, 2010). Sedangkan aktivasi merupakan proses pemecahan ikatan hidrokarbon atau

mengoksidasi molekul permukaan sehingga karbon mengalami perubahan sifat, baik fisika atau kimia, yang bertujuan untuk memperbesar pori suatu karbon aktif (Laos dkk., 2016).

Proses aktivasi dan kondisi karbonisasi mempengaruhi luas permukaan dan distribusi atom suatu karbon aktif. Arang hasil karbonisasi memiliki pori-pori yang sebagian besar tertutupi oleh komponen seperti air, abu, nitrogen maupun sulfur. Untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi karbon aktif, proses aktivasi perlu dilakukan (Lempang, 2014). Karbon yang telah diaktivasi memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi yang dapat mengadsorpsi senyawa-senyawa tertentu (Laos dan Selan, 2016). Bahan-bahan kimia yang digunakan pada proses aktivasi juga dapat mempengaruhi sifat kimia karbon yang dihasilkan (Lempang, 2014). Penelitian yang dilakukan oleh Udyani dkk, 2019 menunjukkan bahwa morfologi permukaan arang sebelum diaktivasi memiliki pori yang lebih kecil dibandingkan dengan morfologi permukaan karbon aktif yang telah diaktivasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa karbon aktif yang telah diaktivasi memiliki pori yang lebih besar dan lebih efektif dalam mengadsorpsi. Prinsip dari proses aktivasi karbon aktif terbagi dua, yaitu aktivasi secara fisika dan secara kimia.

a. Aktivasi secara fisika

Pada proses aktivasi secara fisika, tidak terjadi proses oksidasi terhadap atom-atom karbon penyusun arang, namun oksidator hanya mengoksidasi komponen-komponen yang menutupi permukaan pori-pori dari karbon. Oksidator yang kerap digunakan merupakan oksidator lemah, seperti CO_2 , N_2 , dan O_2 (Lempang, 2014).

b. Aktivasi secara kimia

Aktivasi secara kimia dalam pembuatan karbon aktif menggunakan ZnCl_2 , KOH dan H_3PO_4 sudah sering dilakukan guna meningkatkan luas permukaan karbon.

Sebagai agen aktivator, H_3PO_4 dapat menyerap kandungan mineral pada bahan sehingga mencegah terbentuknya abu pada permukaan karbon aktif (Esterlita dan Herlina, 2015). Waktu perendaman dengan aktivator mempengaruhi kualitas karbon yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian oleh Hartanto dan Ratnawati, 2010, menunjukkan bahwa semakin lama perendaman karbon dengan zat aktivator, maka kadar air relatif semakin turun sehingga menghasilkan karbon aktif yang lebih baik. Senyawa karbonat, logam alkali hidroksida, asam sulfat, asam fosfat dan natrium klorida yang merupakan penyerap air biasanya digunakan sebagai aktivator secara kimia (Setiawati dan Suroto, 2010).

Adapun parameter kualitas suatu karbon aktif berdasarkan persyaratan (SNI) dapat dilihat pada Tabel 1 (Laos dkk., 2016).

Tabel 1. Standar kualitas karbon aktif (Laos dkk., 2016).

Uraian	Prasyarat kualitas	
	Butiran	Serbuk
Kadar air (%)	Maksimal 4,5	Maksimal 15
Kadar abu (%)	Maksimal 2,5	Maksimal 10
Daya serap terhadap yodium (mg/g)	Minimal 750	Minimal 750
Daya serap metilen biru (mg/g)	Minimal 60	Minimal 120

2.3 Modifikasi Permukaan Karbon Aktif

Pada proses pembuatan karbon aktif, penghilangan gugus-gugus aktif pada karbon aktif terjadi. Hal tersebut disebabkan oleh penggunaan temperatur yang tinggi sehingga terjadi pelepasan gugus-gugus aktif. Modifikasi merupakan salah satu metode untuk mengatasi masalah tersebut. Modifikasi permukaan karbon aktif dilakukan untuk menambah gugus fungsi pada karbon aktif dan juga meningkatkan luas permukaan

spesifik karbon aktif (Susanto dkk., 2013).

Berdasarkan penelitian Harti dkk., 2014, volume karbon aktif modifikasi lebih tinggi dibandingkan karbon aktif non modifikasi, sehingga daya serap adsorpsi karbon aktif modifikasi lebih baik dibandingkan karbon aktif non modifikasi. Penggunaan adsorben seperti karbon aktif berpotensi untuk menghasilkan limbah sekunder karena akan sulit melakukan pemisahan dan penggunaan kembali adsorben setelah dilakukan adsorpsi. Namun, adsorben yang dimodifikasi dengan magnetik dapat mengatasi masalah tersebut karena adsorben yang dimodifikasi dengan bahan magnetik dapat dipisahkan dari sistem larutannya dengan menggunakan magnet eksternal (Angriana, 2018).

Modifikasi menggunakan larutan asam umumnya digunakan untuk meningkatkan karakter asam, menghilangkan unsur-unsur mineral, mengoksidasi permukaan pori karbon, dan meningkatkan sifat hidrofilik dari permukaan karbon aktif. Larutan HNO_3 dan H_2O_2 merupakan modifikator yang banyak digunakan dalam pembuatan karbon aktif. Berdasarkan penelitian Amiruddin dkk, 2016, modifikasi dengan H_2O_2 dapat menambah gugus fungsi pada karbon sehingga meningkatkan daya adsorpsi karbon.

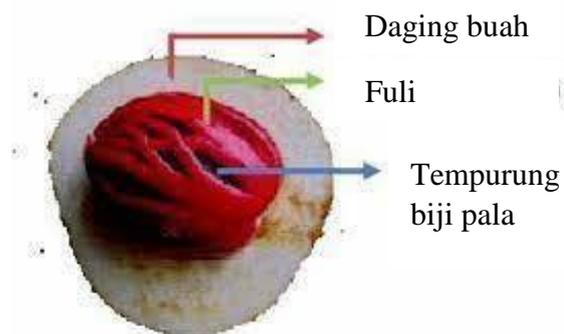
2.4 Tempurung Pala

Buah pala (*Myristica fragrans* houtt) merupakan tanaman berupa pohon tinggi berasal dari pulau Banda yang selanjutnya menyebar ke pulau Jawa melalui perjalanan Marcopolo ke Tiongkok melewati pulau Jawa. Pala merupakan jenis buah yang unggul. Tempurung pala memiliki permukaan yang licin dan berwarna coklat. Manfaat buah pala yang dikenal oleh masyarakat umum seperti pemanfaatan pala sebagai rempah dan juga sebagai bahan baku minyak pala yang banyak digunakan di industri pangan, parfum hingga obat-obatan (Nurdjannah, 2007). Tanaman pala memiliki banyak manfaat

khususnya dibidang kesehatan seperti obat mual, muntah, diare, mengatasi perut kembung, pereda nyeri perut, kontraksi usus, membantu menurunkan tekanan darah, anti inflamasi dan juga mendetoksifikasi tubuh (Agaus dan Agaas, 2019).

Klasifikasi dari tanaman pala sebagai berikut (Agoes, 2010).

Kingdom	:	Plantae (tumbuhan)
Sub kingdom	:	Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)
Super divisi	:	Spermatophyta (menghasilkan biji)
Divisi	:	Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
Kelas	:	Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)
Sub kelas	:	Magnoliidae
Ordo	:	Magnoliales
Famili	:	Myristicaceae
Genus	:	<i>Myristica</i>
Spesies	:	<i>Myristica fragrans</i> houtt



Gambar 3. Tempurung dan biji pala (Rosyali, 2016)

Beberapa bagian dari buah pala sudah dimanfaatkan oleh masyarakat. Biji dan daging buah pala merupakan bagian yang banyak dimanfaatkan karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Namun, bagian cangkang biji pala belum dimanfaatkan dengan baik. Salah satu pemanfaatan cangkang biji pala yaitu sebagai bahan bakar dalam

bentuk briket dengan metode pirolisis (Rukmana dkk., 2015).

Adapun kandungan tempurung pala memiliki kadar hemiselulosa dan kadar lignin yang tinggi, yaitu hemiselulosa 46,82 %, selulosa 21,34 %, lignin 12,93 %, serat kasar 53,67 %, abu 6,16 %, fenol 0,11 %, karbonil 0,38 %, dan total asam 0,46 %. dan kondensat asap cair cangkang pala fenol 1,91 %, karbonil 2,96 %, dan total asam 12,49 % (Salindeho, 2017).

2.5 Zat Warna

Warna merupakan estetika penting yang dapat dipahami langsung oleh indra penglihatan. Warna seringkali ditambahkan untuk lebih menambah nilai estetika suatu objek. Warna merupakan sifat cahaya yang dipancarkan yang diproyeksikan dari panjang gelombang (*wave length*). Setiap warna memiliki panjang gelombang tertentu, contohnya warna biru memiliki panjang gelombang 460 nm (Meilani, 2013).

Seiring dengan permintaan konsumen akan bahan obat-obatan, pangan maupun tekstil, penggunaan zat warna pun semakin meningkat (Agustina dan Amir, 2012). Zat warna merupakan zat yang ditambahkan pada suatu bahan tertentu. Penggunaan zat warna ini telah diaplikasikan di berbagai bidang, seperti tekstil, kosmetik hingga makanan. Molekul penyusun zat warna terdiri atas dua gugus yaitu ausokrom dan kromofor (Saba dkk., 2016). Gugus kromofor merupakan gugus tak jenuh yang bertanggung jawab terhadap absorpsi elektronik sebagai pembawa warna. Sedangkan gugus ausokrom merupakan gugus jenuh dengan elektron bebas, yang mana apabila gugus ini bergabung dengan gugus kromofor, akan mempengaruhi intensitas absorban dan juga panjang gelombang (Dachriyanus, 2004).

2.5.1 Zat Warna Alam

Zat warna alam merupakan zat warna yang diperoleh dari hewan, tumbuhan, atau dari sumber-sumber mineral. Zat warna alami lebih aman dibandingkan zat warna

sintesis, dan juga digunakan sebagai zat warna makanan sejak dulu hingga sekarang. Namun dibandingkan dengan zat warna sintesis, zat warna alam memiliki beberapa kekurangan seperti stabilitas pigmen yang rendah dan konsentrasi pigmen yang rendah, dan spektrum warna tidak seluas seperti zat warna sintetis (Koswara, 2006).

Zat warna alam terdiri atas komponen-komponen senyawa alami, sehingga penelitian toksikologi zat warna alam masih agak sulit. Contoh zat warna alam adalah yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dengan kadar dan bentuk yang berbeda-beda, dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tanah, jenis tumbuhan dan iklim, Zat warna alam digolongkan sebagai zat warna yang tidak perlu mendapat sertifikat berdasarkan *Food and Drug Administration* (FDA) (Koswara, 2006). Sifat berbagai zat warna alam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan sifat-sifat berbagai zat warna alam (Koswara,2016).

Golongan pigmen	Jumlah senyawa	Warna	Sumber	Larut dalam	Kestabilan
Antosianin	120	Oranye, merah	Tanaman	Air	Peka terhadap pH, dan panas
Flavonoid	600	Tak berwarna, kuning	Sebagian besar tanaman	Air	Agak tahan panas
Beta antosianin	20	Tak berwarna	Tanaman	Air	Tahan panas
Tanin	20	Tak berwarna, kuning	Tanaman	Air	Tahan panas
Betalain	70	Kuning, merah	Tanaman	Air	Peka terhadap panas
Kuinon	200	Kuning sampai hitam	Tanaman, bakteri, algae	Air	Tahan panas
Xanton	20	Kuning	Tanaman	Air	Tahan panas
Klorofil	25	Hijau, coklat	Tanaman	Air, lemak	Peka terhadap panas
Karotenoid	300	Tak berwarna,	Tanaman, hewan	Lemak	Tahan panas

Beberapa keunggulan dari zat warna alam adalah mudah terurai, ramah lingkungan dan tidak beracun. Zat warna alami cair, dikeringkan menjadi serbuk untuk memudahkan pemakaian. Hal tersebut menjadi alasan zat warna alam sudah mulai digunakan kembali (Paryanto dkk., 2012). Zat warna alam dapat diperoleh dari tumbuh-tumbuhan seperti tanaman jambang (Bahri dkk., 2017), biji kesumba (Paryanto dkk., 2012) dan buah manggis (Kwartiningsih dkk., 2009). Metode pembuatan zat warna alam dapat dilakukan dengan cara ekstraksi atau perebusan dan menghasilkan zat warna berbentuk larutan (Bahri dkk., 2017).

2.5.2. Zat Warna Sintesis

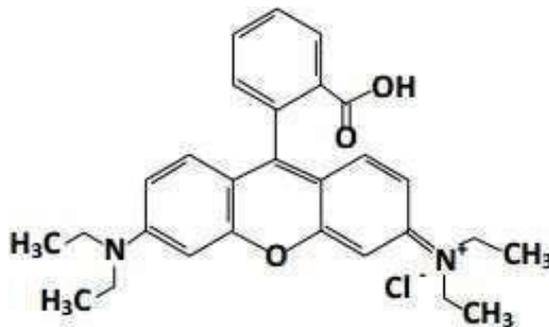
Zat warna sintesis merupakan zat warna buatan dengan bahan dasar buatan. Dalam industri batik, hampir semua zat warna yang digunakan merupakan zat warna sintesis (Agustina dan Amir, 2012). Beberapa keunggulan zat warna sintesis seperti tidak mudah luntur, murah, mudah diperoleh, mudah digunakan, stabil, cerah, dan jenis warna beragam dengan rentang warna yang luas menjadikan zat warna sintesis banyak digunakan (Pujilestari, 2015).

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) mengklasifikasikan zat warna sintesis berdasarkan rumus kimianya ke dalam beberapa golongan, yaitu azo, triarilmetana, quinolin, indigoid dan xanten. Zat warna yang golongan xanten yang paling banyak digunakan yaitu rhodamin B.

2.5.3 Zat Warna Rhodamin B

Rhodamin B merupakan zat warna berupa serbuk kristal, tidak berbau, berwarna hijau atau ungu kemerahan dan dalam larutan akan berwarna merah terang (Yamlean, 2011). Rhodamin B termasuk golongan zat warna basa xantin. Zat ini memiliki gugus klorin, poli aromatik hidrokarbon (PAH), dan senyawa pengalkil atau

alkylatil agent (CH₃-CH₃) yang bersifat radikal. Senyawa ini dapat berikatan dengan protein, lemak, dan DNA dalam tubuh, sehingga tidak boleh ada dalam produksi pangan (Aryani, 2015). Struktur kimia rhodamin B ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur kimia rhodamin B (Leksono, 2012)

Rhodamin B dengan rumus kimia C₂₈H₃₁N₂O₃Cl sangat mudah larut dalam air, dengan kelarutan sekitar 50 g/L. Rhodamin B juga mudah larut dalam alkohol, HCl, dan NaOH. Rhodamin B termasuk bahan kimia berbahaya, sehingga berbahaya bila tertelan, terhisap pernapasan ataupun terserap melalui kulit (Praja, 2015). Pada struktur rhodamin B terdapat ikatan dengan klorin (Cl). Senyawa klorin ini merupakan senyawa anorganik yang reaktif dan juga berbahaya, sehingga menyebabkan efek toksik apabila masuk ke dalam tubuh. Selain itu, juga terdapat ikatan konjugasi pada rhodamin B, yang menyebabkan rhodamin B berwarna merah (Purnamasari dkk., 2013).

Rhodamin B umumnya digunakan sebagai zat warna tekstil atau pakaian, namun sering ditemukan penggunaannya pada makanan seperti sirup, saus, kue-kue basah maupun kerupuk (Yamlean, 2011). Rhodamin B biasanya dipakai dalam laboratorium sebagai pereaksi untuk identifikasi Pb, Bi, Co, Au, Mg, dan Th. Aplikasi lain dari rhodamin B yaitu dalam aplikasi bioteknologi seperti mikroskop. Menurut peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia nomor HK.03.1.23.08.11.07517, rhodamin B termasuk salah satu zat warna yang dilarang

edigunakan sebagai bahan tambahan kosmetik karena dapat membahayakan tubuh (Berliani dan Hadi, 2019). Larangan penggunaan zat warna Rhodamin B, terkhusus dalam bahan pangan dikarenakan sifatnya yang berbahaya. Penggunaan dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan beberapa penyakit yang berbahaya dikarenakan sifat karsinogeniknya (Permatasari dkk., 2014). Rhodamine B mampu menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan dan juga kerusakan hati (Purniati dkk., 2015).

2. 6 Desorpsi

Metode adsorpsi dalam pengolahan zat warna masih dianggap kurang efektif karena adanya limbah dari adsorben yang digunakan, sehingga perlu dilakukan proses desorpsi agar adsorben dapat kembali digunakan. Desorpsi merupakan proses pengambilan kembali bahan yang diserap oleh adsorben. Zat yang telah teradsorpsi dilepaskan dengan cara penurunan tekanan, pemanasan, pendesakan dengan bahan yang dapat teradsorpsi lebih baik, pencucian dengan bahan yang dapat diadsorpsi, ataupun dengan cara ekstraksi menggunakan pelarut (Tamara, 2016). Agen pendesorpsi dapat berupa asam, netral ataupun basa (Aini dkk., 2016).

Pemilihan agen pendesorpsi berdasarkan kelarutan zat yang akan diserap kembali. Berdasarkan penelitian oleh Pagiling, 2019, desorpsi zat warna rhodamin B dilakukan menggunakan agen pendesorpsi H₂O dan HCl. Hasil penelitian menunjukkan rasio desorpsi berturut-turut sebesar 19,07 % dan 11,29. HCl sebagai agen pendesorpsi dapat terprotonasi dan melepaskan ion H⁺. Protonasi ini menyebabkan zat warna rhodamin B lebih suka berinteraksi dengan HCl. Adapun penggunaan H₂O sebagai agen pendesorpsi yaitu dengan interaksi ion H⁺ dari H₂O menyebabkan anion dari rhodamin B berinteraksi dengan H₂O. Hal tersebut menyebabkan zat warna lebih mudah terlepas dari adsorben.