

ADSORPSI ZAT WARNA REMAZOL *BRILLIANT ORANGE 3R* MENGUNAKAN NANOAPRTIKEL MAGNETIT (Fe_3O_4)



Optimization Software:
www.balesio.com

**ADSORPSI ZAT WARNA REMAZOL *BRILLIANT ORANGE 3R*
MENGUNAKAN NANOAPRTIKEL MAGNETIT (Fe_3O_4)**

WAHIDAH

H031 19 1023



**PROGRAM STUDI KIMIA
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**



Optimization Software:
www.balesio.com

**ADSORPSI ZAT WARNA REMAZOL *BRILLIANT ORANGE 3R*
MENGUNAKAN NANOAPRTIKEL MAGNETIT (Fe_3O_4)**

WAHIDAH

H031 19 1023

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Kimia

pada



Optimization Software:
www.balesio.com

**PROGRAM STUDI KIMIA
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI

**ADSORPSI ZAT WARNA REMAZOL BRILLIANT ORANGE 3R
MENGUNAKAN NANOPARTIKEL MAGNETIT (Fe_3O_4)**

**WAHIDAH
H031191023**

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Program Studi Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

Pada 4 Juni 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Program Studi Kimia
Departemen Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Bimbing Tugas Akhir,



Optimization Software:
www.balesio.com

s.Si, M.Si

1 1 010

Mengetahui:

Ketia Program Studi,



Dr. St. Fauziah, M.Si

NIP. 19720202 199903 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Adsorpsi Zat Warna *Remazol Brilliant Orange 3r* Menggunakan Nanopartikel Magnetit (Fe_3O_4)" adalah benar karya saya dengan arahan dari Dr. Djabal Nur Basir, S.Si, M.Si sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Paulina Taba, M.Phill, Ph.D sebagai Pembimbing Pertama. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang telah diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 17 Juni 2024



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Wahidah', is written over the stamp.

Wahidah

NIM. H031 19 1023



Optimization Software:
www.balesio.com

Ucapan Terimakasih

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan skripsi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan dari ayahanda Dr. Djabal Nur Basir, S.Si., M.Si sebagai pembimbing utama dan Ibunda Prof. Paulina Taba, M.Phil., Ph.D sebagai pembimbing pertama. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada mereka.

Kepada ketua Departemen Kimia, ibunda Dr. St. Fauziah, M.Si. dan sekretaris Departemen Kimia, ibunda Dr. Nur Umriani Permatasari, M.Si., serta seluruh dosen Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin yang telah membagi ilmu kepada penulis selama menempuh pendidikan. Para staf dan seluruh analis Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, terkhusus Kak Fibi selaku analis Laboratorium Kimia Analitik, Pak Iqbal selaku analis Laboratorium Kimia Terpadu (UV-Vis) serta Ibu Tini, selaku analis Laboratorium Kimia Terpadu (FTIR) yang telah sabar dan selalu membantu peneliti selama ini.

Teristimewa kedua orang tua penulis Ayahanda Muh. Yunus dan ibunda Hadira, serta keempat adik penulis Alief Dzalsali, Nur Syafieka, Imam Taufik, dan Suci Yusra. Terima kasih atas segala kasih sayang, waktu, materi, pengorbanan, serta do'a tulus yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan jenjang pendidikan tanpa kekurangan apa pun.

Teman-teman seangkatan Kimia 2019, untuk saudaraku Konf19urasi 2019 terkhusus Bila, Pio Seri, dan Rifdah, yang ikut serta dalam proses ini, selalu memberi cinta dan menghiasi masa perkuliahan. Kepada teman-teman peneliti analitik, terutama partner kerja Muhammad Azen Al Jave yang selalu dapat diandalkan. Terima kasih juga kepada rekan Muhammad Shabir A. Dilo yang terus mensupport saya pada tahap penyelesaian skripsi ini.

Penulis,

Wahidah



ABSTRAK

WAHIDAH. **Adsorpsi Zat Warna *Remazol Brilliant Orange 3R* Menggunakan Nanopartikel Magnetit (Fe_3O_4)** (dibimbing oleh Djabal Nur Basir dan Paulina Taba).

Latar Belakang. Perkembangan industri tekstil mengakibatkan meningkatnya limbah pewarna. Penanganan limbah menggunakan metode adsorpsi dengan nanopartikel magnetit (Fe_3O_4) sebagai adsorben dinilai efektif sebab mudah disintesis dan terjangkau pengaplikasiannya. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk melakukan sintesis, karakterisasi, dan uji adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant Orange 3R* menggunakan nanopartikel magnetit. **Metode.** Nanopartikel magnetit disintesis menggunakan metode kopresipitasi yang ditandai dengan terbentuknya endapan berwarna hitam dan dapat ditarik oleh medan magnet eksternal. Hasil sintesis kemudian dikarakterisasi dengan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR). **Hasil.** Pola difraktogram menunjukkan munculnya puncak serapan (311), (422), dan (511) puncak yang sesuai dengan ukuran nanopartikel 10,79 nm. Spektrum FTIR menunjukkan pita serapan yang tajam pada 597,93 dan 401,19 cm^{-1} yang menunjukkan adanya senyawa magnetit. Kondisi optimum adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant Orange 3R* oleh nanopartikel magnetit terjadi pada pH 6 selama 90 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 81,34 mg/g. **Kesimpulan.** Model isoterm dan kinetika adsorpsi *Remazol Brilliant Orange 3R* mengikuti model isoterm Langmuir dan kinetika orde dua semu yang menandakan adsorpsi terjadi secara kimia pada dan monolayer.

Kata kunci: nanopartikel; magnetit; kopresipitasi; adsorpsi; *Remazol Brilliant Orange 3R*.



ABSTRACT

WAHIDAH. **Adsorption of Remazol Brilliant Orange 3R Colour Using Magnetite (Fe_3O_4) Nanoparticles** (supervised by Djabal Nur Basir and Paulina Taba).

Background. The development of the textile industry has led to an increase in dye waste. Handling this waste using adsorption methods with magnetite nanoparticles (Fe_3O_4) as the adsorbent is considered effective because they are easily synthesized and their application is affordable. **Objective.** This study aims to synthesise, characterise, and test the adsorption of Remazol Brilliant Orange 3R dye using magnetite nanoparticles. **Methods.** Magnetite nanoparticles are synthesized using the coprecipitation method, characterized by the formation of black-colored precipitates that can be attracted by an external magnetic field. The synthesis results are then characterized using X-Ray Diffraction (XRD) and Fourier Transform Infrared (FTIR). **Results.** The diffraction pattern shows the appearance of absorption peaks (311), (422), and (511), corresponding to nanoparticle sizes of 10.79 nm. The FTIR spectrum exhibits sharp absorption bands at 597.93 and 401.19 cm^{-1} , indicating the presence of magnetite compound. The optimum adsorption conditions for Remazol Brilliant Orange 3R (RBO3R) dye by magnetite nanoparticles occur at pH 6 for 90 minutes, achieving an adsorption capacity of 81.34 mg/g. **Conclusion.** The adsorption isotherm and kinetics model for RBO3R follow the Langmuir isotherm model and pseudo-second-order kinetics, indicating that the adsorption occurs chemically on a monolayer surface.

Keywords: Nanoparticles: magnetite; coprecipitation; adsorption; Remazol Brilliant Orange 3R.



Optimization Software:
www.balesio.com

DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II METODE PENELITIAN.....	5
2.1 Bahan Penelitian.....	5
2.2 Alat Penelitian.....	5
2.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	5
2.4 Prosedur Penelitian.....	5
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....	8
3.1 Sintesis Nanopartikel Magnetit.....	8
3.2 Karakterisasi Nanopartikel Magnetit.....	9
3.3 Penentuan Kondisi Optimum.....	11
3.4 Studi Kinetika Adsorpsi Zat Warna RBO3R oleh Adsorben Nanopartikel Magneti.....	12
Adsorpsi Zat Warna RBO3R oleh Adsorben magnetit.....	14
AN DAN SARAN.....	18
.....	18



4.2 Saran.....	18
DAFTAR PUSTAKA.....	19



Optimization Software:
www.balesio.com

DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Rendemen nanopartikel magnetit.....	8
2. Parameter kinetika orde satu semu (<i>pseudo first order</i>) dan kinetika orde dua semu (<i>pseudo second order</i>) adsorpsi zat warna RBO3R oleh adsorben nanopartikel magnetit....	14
3. Parameter adsorpsi zat warna RBO3R oleh nanopartikel magnetit dari persamaan Linear.....	16
4. Parameter isotherm adsorpsi zat warna RBO3R oleh adsorben nanopartikel magnetit dari persamaan non-linear (<i>program solver</i>).....	17



DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Hasil sintesis nanopartikel magnetit	9
2. Pola difraksi sinar-X nanopartikel magnetit eksperimen.....	9
3. Spektrum inframerah nanopartikel magnetit.....	10
4. Kurva hubungan antara optimasi pH dengan jumlah zat warna RBO3R yang teradsorpsi.....	11
5. Kurva hubungan antara optimasi waktu kontak dengan jumlah zat warna RBO3R yang teradsorpsi.....	12
6. Kinetika orde satu semu adsorpsi RBO3R oleh nanopartikel magnetit.....	13
7. Kinetika orde dua semu adsorpsi RBO3R oleh nanopartikel magnetit.....	13
8. Pengaruh konsentrasi terhadap kemampuan adsorpsi nanopartikel magnetit.....	14
9. Kurva isoterm Langmuir untuk adsorpsi zat warna RBO3R oleh adsorben nanopartikel magnetit.....	15
10. Kurva isoterm Freundlich untuk adsorpsi zat warna RBO3R oleh adsorben nanopartikel magnetit.....	15
11. Kurva isoterm Sipps untuk adsorpsi zat warna RBO3R oleh adsorben nanopartikel magnetit.....	16
12. Pemodelan isoterm Langmuir, Freundlich, dan Sips dari persamaan non-linear (<i>program solver</i>) untuk adsorpsi zat warna RBO3R oleh adsorben nanopartikel magnetit.....	17



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Bagan kerja.....	22
2. Perhitungan.....	26
3. Dokumentasi.....	29
4. Karakterisasi XRD.....	30
5. Perhitungan hasil rendemen dan ukuran partikel.....	33
6. Karakterisasi FTIR.....	35
7. Panjang gelombang maksimum RBO3R.....	36
8. Data absorbansi kurva standar larutan RBO3R.....	37
9. Penentuan pH Optimum Adsorpsi Zat Warna RBO3R oleh Nanopartikel Magnetit.....	38
10. Penentuan Waktu Optimum Adsorpsi Zat Warna RBO3R oleh Nanopartikel Magnetit.....	39
11. Data Studi Kinetika Adsorpsi RBO3R oleh Nanopartikel Magnetiti.....	40
12. Penentuan Kapasitas Adsorpsi RBO3R oleh Nanopertikel Magnetit.....	41
13. Isoterm adsorpsi	42



Lambang/Singkatan	Arti dan Penjelasan
Fe_3O_4	Magnetit
RBO3R	<i>Remazol Brilliant Orange 3R</i>
pH	<i>Power of Hydrogen</i>
XRD	<i>X-Ray Diffraction</i>
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared</i>
BOD	<i>Biological Oxygen Demand</i>
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>
DO	<i>Dissolved Oxygen</i>
Ce	Konsentrasi kesetimbangan fase air dari adsorbat
Q_0	Kapasitas adsorpsi lapisan tunggal
q_e	Konsentrasi kesetimbangan fase adsorben dari adsorbat



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri tekstil merupakan salah satu sektor yang aktif di Indonesia. Industri tekstil didefinisikan sebagai industri yang menghasilkan berbagai serat, benang, pakaian jadi, dan produk rajutan dan diberi kode KLUI (Klasifikasi Lapangan Usaha Indonesia). Industri ini termasuk dalam 1 dari 10 produk unggulan di Indonesia, yang menunjukkan peran signifikan industri tekstil dalam perekonomian negara, yaitu sebagai penggerak ekonomi dengan kemampuannya menyerap tenaga kerja, memenuhi kebutuhan sandang masyarakat, menyumbang devisa, serta mendukung pertumbuhan ekonomi negara (Riyardi dkk., 2015).

Seiring dengan berkembangnya Industri tekstil yang semakin pesat, tidak diikuti dengan sistem pengolahan limbah yang baik, akibatnya resiko peningkatan kerusakan lingkungan karena pembuangan limbah pun meningkat. Hal ini karena pada proses produksinya, industri tekstil menggunakan sejumlah besar air dan bahan kimia (Rohayati dkk., 2017). Zat warna merupakan kelompok pencemar utama dari banyaknya jenis polutan air yang ada karena digunakan di berbagai industri (Khoshhesab dan Modaresnia, 2019). Sekitar 10.000 zat warna berbeda tersedia secara komersial dan lebih dari 7×10^5 ton zat warna diproduksi setiap tahunnya (Hidayati dkk., 2016). Zat warna tekstil merupakan bahan kimia dengan struktur cincin heteroatom yang kompleks dan stabil, seperti azo, diazo, benzidin dan antrakuinon, sehingga komponen tersebut sulit terdegradasi dan bersifat toksik (Buthelezi dkk., 2012).

Limbah tekstil yang dihasilkan khususnya dalam proses pencelupan memiliki potensi besar untuk mencemari lingkungan. Hal ini disebabkan oleh adanya senyawa kimia yang kompleks dan konsentrasi zat warna yang tinggi dalam limbah tekstil (Haryono dkk., 2018). Beberapa jenis zat warna tersebut memiliki dampak karsinogenik dan mutagenik terhadap ekosistem perairan dan kesehatan manusia, selain itu limbah zat warna yang masuk ke badan air menyebabkan masalah estetika dan juga mengganggu fungsi kehidupan di dalamnya, hal ini dapat terjadi karena sinar matahari terhalang untuk masuk lebih dalam ke perairan tersebut. Fungsi biota air yang terganggu dapat mengurangi suplai oksigen dalam air dan memicu aktivitas organisme anaerobik yang menghasilkan produk berbau. Limbah zat warna yang sukar terdegradasi bersifat karsinogenik dan dapat terakumulasi dalam organisme, sehingga penghilangan zat warna dari air limbah telah menjadi masalah utama sejauh ini (Ngatijo dkk, 2021).

Reactive Orange 3R (RBO3R) merupakan salah satu zat warna yang banyak digunakan dalam industri tekstil. RBO3R adalah zat warna dalam kategori zat warna azo reaktif. Adanya gugus kromofor pada zat warna ini memberikan warna cerah pada serat kain dan sehingga sangat populer dalam industri tekstil. Zat warna reaktif merupakan salah satu pewarna komersial yang penggunaannya mendapat penjualan zat warna reaktif empat kali lipat lebih tinggi dari



pewarna lainnya. Zat warna ini banyak digunakan karena warnanya yang cerah, rentang warna yang luas, ketahanan warna yang baik, kelarutan air yang tinggi dan penggunaannya yang mudah (Hidayati dkk., 2016).

Berbagai metode penghilangan zat warna pada pengolahan limbah telah dikembangkan untuk mengurangi pencemaran lingkungan dari aspek fisika, kimia dan biologi. Metode penghilangan zat warna secara fisika dapat dilakukan dengan adsorpsi, pertukaran ion (*ion exchange*), filtrasi dan koagulasi-fluokuasi. Metode penghilangan kimia meliputi penggunaan ozon dan fotokatalisis, sedangkan metode pemisahan biologi dapat dilakukan dengan menggunakan degradasi aerobik dan anaerobik (Atirza dan Soewondo, 2018). Adsorpsi merupakan metode fisika yang banyak digunakan untuk mengolah limbah yang mengandung zat warna karena mudah digunakan, lebih efisien, membutuhkan energi yang rendah dan tersedia dalam berbagai jenis adsorben (Riwayanti dkk., 2019). Hal ini dibuktikan dalam beberapa penelitian yang menggunakan metode serupa dalam memisahkan zat warna sintetik, contohnya zat warna malachite hijau dan metil jingga (Elmoubarki, dkk., 2015), zat warna *naphtol* (Atirza dan Soewondo, 2018), zat warna metilen biru (Riwayanti dkk., 2019), serta zat warna *remazol brilliant blue R* (Khoshhesab dan Modaresnia, 2019).

Pada proses adsorpsi, penggunaan karbon aktif dan resin sebagai adsorben telah umum dilakukan, namun bahan tersebut tidak mudah didapat dan relatif mahal, sehingga peneliti mulai mencari bahan alternatif lain yang dapat digunakan (Gultom, 2014). Sejumlah penelitian yang dilakukan telah menghasilkan berbagai bahan penyerap (adsorben) yang dapat diterapkan dalam proses adsorpsi (Khoshhesab dan Modaresnia, 2019). Adsorben adalah istilah yang mengacu pada suatu substansi padat yang memiliki kemampuan untuk menarik partikel dalam fase cair (Widodo dkk., 2020). Adsorben yang baik harus memenuhi tiga persyaratan: pori, rongga dan situs aktif (Astuti, 2018). Adsorben yang digunakan bisa bermacam-macam baik adsorben alami maupun sintesis. Penelitian yang dilakukan oleh Firdaus (2012) menunjukkan bahwa adsorben sintesis mempunyai performa yang lebih baik. Adsorben seperti karbon aktif, zeolit dan polimer telah banyak digunakan dalam pengolahan air, namun efisiensi adsorpsi dengan bahan tersebut relatif rendah, oleh karena itu penting untuk terus mencari adsorben yang lebih efisien (Sadegh dkk., 2017).

Pengembangan nanopartikel sebagai bahan adsorben telah menarik perhatian peneliti beberapa tahun terakhir. Nanopartikel telah banyak digunakan sebagai adsorben karena luas permukaannya yang tinggi, sehingga meningkatkan kinetika dan kapasitas adsorpsi yang tinggi (Khoshhesab dan Modaresnia, 2019).

Nanopartikel telah dikenal memiliki efisiensi dan efektivitas yang tinggi dalam digunakan berulang tanpa mengalami penurunan signifikan kapasitasnya (Ghoranneviss dkk., 2015). Beberapa penelitian yang menggunakan nanopartikel sebagai adsorben antara lain, nanopartikel *cobalt ferrite* (Atirza dan Soewondo, 2018), nanopartikel perak (Batool dkk., 2022), nanopartikel *iron oxide* (Batool dan Pandiselam, 2021), dan nanopartikel *magnetite* (Fe_3O_4) (Khoshhesab dan Modaresnia, 2019).



Nanopartikel magnetit (Fe_3O_4) merupakan material magnetik yang menarik minat dan perhatian para peneliti dalam penyelesaian masalah lingkungan. Penggunaan magnetit dalam pemurnian air memiliki hasil yang memuaskan, terutama dalam adsorpsi logam berat dan zat warna dalam air. Nanopartikel magnetit telah terbukti efektif dalam menghilangkan kontaminan tersebut, sehingga menjadi pilihan yang menjanjikan dalam aplikasi pengolahan air. Penelitian yang dilakukan Maylani dkk. (2015) serta Khoshhesab dan Modaresnia (2019) telah membuktikan bahwa nanopartikel magnetit memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi terhadap logam kadmium dan zat warna *Remazol Brilliant Blue R* dengan masing-masing nilai sebesar 16,03 dan 74,40 mg/g. Magnetit juga mampu menghilangkan kesadahan, zat garam, dan senyawa organik dalam air, selain itu penggunaan adsorben magnetit relatif sederhana, efisien, ekonomis, dan tidak menimbulkan dampak toksik bagi lingkungan serta memiliki sifat magnetik sehingga mudah dipisahkan dari adsorbat (Hariani dkk., 2013).

Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian tentang “Adsorpsi Zat Warna *Remazol Brilliant Orange 3R* Menggunakan Nanopartikel Magnetit (Fe_3O_4)”. Pada penelitian ini magnetit disintesis dari FeSO_4 dan FeCl_3 menggunakan metode kopresipitasi. Metode ini umum digunakan karena dianggap lebih mudah dan sederhana dibandingkan dengan metode lainnya. Magnetit hasil sintesis akan dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infrarer* (FTIR) untuk analisis gugus fungsi dan *X-ray Diffraction* (XRD) untuk analisis fasa dan ukuran partikel serta isoterm dan kinetiknya.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. bagaimana karakteristik nanopartikel Fe_3O_4 yang diperoleh menggunakan spektrofotometer FTIR, dan XRD?
2. berapa pH dan waktu kontak optimum serta kapasitas adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant Orange 3R* oleh nanopartikel Fe_3O_4 ?
3. bagaimana kinetika adsorpsi zat warna *remazol brilliant orange 3R* oleh nanopartikel magnetit?
4. bagaimana model isoterm (Langmuir dan Freundlich) yang berlaku pada adsorpsi zat warna *remazol brilliant orange 3R* oleh nanopartikel magnetit?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk menentukan kemampuan adsorpsi dalam mengadsorpsi *remazol brilliant orange 3R* dalam air menggunakan nanopartikel magnetit, waktu kontak dan konsentrasi adsorbat.

an

n dalam penelitian ini adalah:

karakteristik nanopartikel Fe_3O_4 yang diperoleh menggunakan spektrofotometer FTIR dan XRD,



2. menentukan pH dan waktu kontak optimum serta kapasitas adsorpsi zat warna *remazol brilliant orange 3R* oleh nanopartikel magnetit,
3. menentukan kinetika adsorpsi *remazol brilliant orange 3R* oleh nanopartikel magnetit,
4. menganalisis model isoterm (Langmuir dan Freundlich) yang berlaku pada adsorpsi zat warna *remazol brilliant orange 3R* oleh nanopartikel magnetit.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, antara lain memperoleh informasi tentang kemampuan nanopartikel magnetit dalam mengadsorpsi zat warna *remazol brilliant orange 3R* serta diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam pengolahan air limbah dalam mengurangi serta mencegah pencemaran air oleh zat warna khususnya *remazol brilliant orange 3R* sehingga dapat meningkatkan ketersediaan air bersih yang layak.



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (*Merck*), $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (*Merck*), zat warna *Remazol Brilliant Orange 3R* (toko tekstil), NH_3 (*Merck*), akuades, *aluminium foil*, *plastic wrap*, dan kertas saring *whattman* No. 40.

2.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *hotplate* dan *magnetic stirrer*, *magnetic bar*, neraca analitik, buret, statif, klem, Erlenmeyer, termometer, pH universal, *vacuum Buchner*, oven (*Spnisosfd*) dan magnet eksternal. Selain itu, digunakan instrumen untuk karakterisasi berupa spektrofotometer *Ultra Violet Visible* (UV-Vis) (*Shimadzu*, UV-2600), *Fourier Transform Infrared* (FTIR) (*Shimadzu*, IR Prestige21), dan *X-ray Diffractometer* (XRD) (*Shimadzu* 7000).

2.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober – Desember 2023 di Laboratorium Kimia Analitik, Laboratorium Kimia Fisika, dan Laboratorium Kimia Terpadu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

2.4 Prosedur Penelitian

Prosedur kerja dalam penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap yaitu sintesis dan karakterisasi nanopartikel magnetit, penentuan kondisi optimum adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant Orange 3R* menggunakan nanopartikel magnetit.

2.4.1 Sintesis Nanopartikel Magnetit

Sintesis nanopartikel magnetit dilakukan melalui metode kopresipitasi yang telah dimodifikasi berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Permana dkk. (2017) dan Wulandari dan Safaat (2021). Serbuk $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 9,9355 g dicampur dengan 27,033 g serbuk $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dalam gelas kimia 250 mL yang berisi 100 mL akuades, lalu ditutup dengan *plastic wrap* dan diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 5 menit. Campuran kemudian ditambahkan NH_3 10% tetes demi tetes sampai pH 11 sambil terus diaduk selama 2 jam hingga terbentuk endapan warna hitam. Larutan lalu disaring menggunakan *vacuum Buchner* yang terbentuk dicuci dengan etanol, diikuti oleh pencucian hingga mencapai pH netral. Endapan (nanopartikel magnetit) dikeringkan pada suhu 65 °C selama 6 jam kemudian digerus



2.4.2 Karakterisasi Nanopartikel Magnetit

Nanopartikel Magnetit dikarakterisasi dengan metode *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi sehingga mendapatkan ukuran rata-rata partikel. Nanopartikel magnetit diukur pada suhu kamar menggunakan instrumen Bruker AXS dengan radiasi Cu K α ($\lambda=1.5406 \text{ \AA}$) yang beroperasi pada 40 kV dan 40 mA antara 2θ dalam kisaran 0,5 dan 10 derajat dengan kecepatan scan 0.02°s^{-1} . Selain itu, nanopartikel magnetit juga dikarakterisasi dengan menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) untuk memprediksi senyawa kimia berdasarkan vibrasi molekul yang dihasilkan. Sampel digerus dengan KBr menggunakan perbandingan massa 1:10. Hasil campuran dimasukkan ke dalam tempat khusus berbentuk bulat untuk dijadikan pelet kemudian divakumkan untuk melepas air. Campuran ditekan beberapa menit pada tekanan 72 Torr untuk menghasilkan bulatan tipis. Spektrum dianalisis pada bilangan gelombang 450 dan 4000 cm^{-1} dengan resolusi 2 cm^{-1} dan jumlah 200 scan.

2.4.3 Pembuatan Larutan Induk RBO3R 1000 mg/L

Larutan induk *Remazol Brilliant Orange 3R* (RBO3R) 1000 mg/L dibuat dengan menimbang zat warna RBO3R sebanyak 0,1 g, kemudian diencerkan menggunakan akuades ke dalam labu takar 100 mL sampai tanda batas.

2.4.4 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Absorbansi larutan zat warna RBO3R diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 450-550 nm sehingga panjang gelombang optimum diperoleh. Kuva hubungan antara absorbansi dan panjang gelombang dibuat. Panjang gelombang maksimum merupakan panjang gelombang dengan nilai absorbansi maksimum.

2.4.5 Pembuatan Kurva Kalibrasi Larutan Standar Zat Warna RBO3R

Larutan induk 1000 mg/L dipipet sebanyak 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 mL ke dalam labu takar 50 mL, sehingga didapatkan larutan dengan konsentrasi 10; 20; 30; 40; 50; mg/L. Larutan tersebut diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum.

2.4.6 Penentuan Kondisi Optimum Penyerapan Zat Warna RBO3R

Kondisi optimum adsorpsi ditentukan dengan menggunakan adsorben Fe_3O_4 yang telah disintesis dan dikarakterisasi. Parameter yang digunakan untuk menentukan kondisi optimum adalah pH dan waktu kontak zat warna RBO3R yang



RBO3R 30 mg/L sebanyak 25 mL masing-masing dimasukkan ke dalam erlenmeyer dengan pH berbeda yaitu 4, 5, 6, 7, 8, dan 9, lalu ditambahkan adsorben sebanyak 0,1 g ke dalam masing-masing Erlenmeyer

tersebut. Larutan yang telah bercampur kemudian dikocok dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 60 menit (Basir, 2020). Adsorben dipisahkan dari larutan dengan menggunakan magnet eksternal lalu diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan konsentrasi zat warna RBO3R dalam larutan yang telah teradsorpsi.

2.4.6.2 Optimasi Waktu Kontak

Larutan RBO3R 30 mg/L dengan pH Optimum sebanyak 25 mL masing-masing dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, lalu ditambahkan magnetit hasil sintesis sebanyak 0,1 g ke dalam masing-masing erlenmeyer tersebut. Larutan lalu dikocok menggunakan *magnetic stirrer* selama 5, 10, 20, 40, 60, 90 dan 120 menit (Basir, 2020). Adsorben lalu dipisahkan dari larutan dengan menggunakan magnet eksternal lalu diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis, selain itu diukur pula absorbansi larutan awal dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan zat warna yang telah teradsorpsi.

2.4.7 Penentuan Kapasitas Adsorpsi

Larutan RBO3R 50; 75; 100; 150; 250; 350; dan 500 mg/L sebanyak 25 mL dimasukkan ke dalam enam erlenmeyer 100 mL secara terpisah. Kemudian 0,1 g nanopartikel magnetit dimasukkan ke dalam setiap Erlenmeyer tersebut. Campuran diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama waktu optimum. Adsorben lalu dipisahkan dari larutan menggunakan magnet eksternal lalu diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis.

Jumlah zat warna yang diadsorpsi oleh nanopartikel magnetit dihitung dari perbedaan kadar awal sebelum dan sesudah proses adsorpsi dengan nanopartikel magnetit dengan menggunakan rumus pada persamaan:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m} \quad (8)$$

keterangan:

q_e = Massa zat warna teradsorpsi pada kesetimbangan (mg/g)

C_0 = Konsentrasi zat warna awal (mg/L)

C_e = Konsentrasi kesetimbangan (mg/L)

V = Volume larutan (L)

m = massa adsorben (g)

psorpsi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dan Sipps seperti pada persamaan (1), (2) dan (3).

