SKRIPSI

ADSORPSI PEWARNA SINTETIK *REMAZOL BRILLIANT BLUE R* MENGGUNAKAN BIO-ADSORBEN TUMBUHAN MENIRAN (*Phyllanthus niruri* L.)

HIDAYATUS SHOLIHAH
NRP. 01211640000123

Dosen Pembimbing
Yatim Lailun Ni'mah, Ph.D
Suprapto, Ph.D

DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

SCRIPT

ADSORPTION OF REMAZOL BRILLIANT BLUE R SYNTHETIC DYE USING BIO-ADSORBENT FROM MENIRAN PLANT (*Phyllanthus niruri* L.)

HIDAYATUS SHOLIHAH
NRP. 01211640000123

Advisor lecturer
Yatim Lailun Ni'mah, Ph.D
Suprapto, Ph.D

CHEMISTRY DEPARTMENT
FACULTY OF SCIENCES AND DATA ANALYTICS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

ADSORPSI PEWARNA SINTETIK *REMAZOL BRILLIANT BLUE R* MENGGUNAKAN BIO-ADSORBEN TUMBUHAN MENIRAN (*Phyllanthus niruri* L.)

SKRIPSI

Disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan mata kuliah skripsi
program S-1 Departemen Kimia
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh:

Hidayatus Sholihah
NRP. 01211640000123

DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
202

HALAMAN PENGESAHAN

ADSORPSI PEWARNA SINTETIK *REMAZOL BRILLIANT BLUE R* MENGGUNAKAN BIO-ADSORBEN TUMBUHAN MENIRAN (*Phyllanthus niruri* L.)

SKRIPSI

Oleh :

Hidayatus Sholihah
NRP. 01211640000123

Surabaya, 27 Juli 2020

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Yatim Lailun Ni'mah, Ph.D	**Suprapto, Ph.D**
NIP. 19840524 200812 2 006	**NIP. 19720919 199802 1 002**

Mengetahui,
Kepala Departemen Kimia,

Prof.Dr.rer.nat. Fredy Kurniawan, S.Si., M.Si.
NIP. 19740428 199802 1 001

ADSORPSI PEWARNA SINTETIK *REMAZOL BRILLIANT BLUE R* MENGGUNAKAN BIO-ADSORBEN TUMBUHAN MENIRAN (*Phyllanthus niruri* L.)

Nama	**: Hidayatus Sholihah**
NRP.	**: 01211640000123**
Departemen	**: Kimia FSAD ITS**
Dosen Pembimbing 1	**: Yatim Lailun Ni'mah, Ph.D**
Dosen Pembimbing 2	**: Suprapto, Ph.D**

ABSTRAK

Adsorpsi *Remazol Brilliant Blue R* menggunakan karbon tumbuhan meniran (*Phyllanthus niruri* L.) sebagai bio-adsorben telah dilakukan. Penelitian dilakukan untuk mendapatkan kondisi optimum dan kapasitas adsorpsi karbon meniran. Penentuan kondisi optimum adsorpsi larutan remasol biru dilakukan dengan empat parameter, yaitu waktu kontak (60; 80; 100; 120; 130 dan 140 menit), massa adsorben (10; 20; 30; 40 dan 50 mg), konsentransi awal (50; 60; 70; 80; 90; 100 dan 110 ppm), dan pH awal (2; 4; 6; 8; 10 dan 12). Larutan hasil adsorpsi diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 595 nm. Kondisi optimum adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant Blue R* terjadi pada waktu kontak 120 menit dengan %*removal* sebesar 96,15%, massa adsorben 40 mg sebesar 96,43%, konsentrasi awal 100 ppm sebesar 96,09%, dan pH 8 dengan %*removal* sebesar 97,73%. Pada kondisi optimum adsorpsi *remazol brilliant blue* diperoleh %*removal* sebesar 97,73% dan kapasitas adsorpsi 24,15 mg/g.

Kata Kunci: Adsorpsi, Phillanthus niruri L., *Remazol Brilliant Blue R, Spektrofotometer Uv-Vis.*

ADSORPTION OF REMAZOL BRILLIANT BLUE R SYNTHETIC DYE USING BIO-ADSORBENT FROM MENIRAN PLANT (*Phyllanthus niruri* L.)

Name	**: Hidayatus Sholihah**
NRP.	**: 01211640000123**
Department	**: Kimia FSAD ITS**
Advisor Lecturer 1	**: Yatim Lailun Ni'mah, Ph.D**
Advisor Lecturer 1	**: Suprapto, Ph.D**

ABSTRACT

The adsorption of Remazol Brilliant Blue R using bio-adsorben from meniran plant (*Phyllanthus niruri* L.) carbon has been investigated. The study was conducted to obtain the optimum process conditions and the adsorption capacity of meniran carbon. Determination of the optimum adsorption of the remazol Blue solution was carried out with four parameters, is the contact time (60, 80, 100, 120, 130; 140 minutes), the dose of adsrobents (10; 20; 30; 40; 50 mg), initial concentrations (50; 60; 70; 80; 90; 100; 110 ppm), and initial pH (2; 4; 6; 8; 10 and 12). The absorbance of adsorption solution was measured using a UV-Vis spectrophotometer at a wavelength of 595 nm. The optimum condition of Remazol Brilliant Blue R adsorption occurs at 120 minutes contact time with %Removal of 96,15%, 40 mg adsorbent dose at 96,43%, initial concentration of 100 ppm at 96,09%, and at pH 8 with %Removal of 97,73%. The optimum adsorption method used produces %removal of 97,73% with a adsorption capacity of 24,15 mg/g.

Keywords : Adsorption, Phillanthus niruri L., *Remazol Brilliant Blue R, Spektrofotometer Uv-Vis.*

Karya ini saya persembahkan untuk
Ayah, Ibu, dan adik tercinta,
Yatim Lailun Ni'mah, Ph.D selaku dosen pembimbing saya,
Teman seperjuangan Lab ISA
Dan untuk Magnum Opus tercinta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga naskah yang berjudul "**Adsorpsi Pewarna Sintetik *Remazol Brilliant Blue R* menggunakan Bio-Adsorben Tumbuhan Meniran (*Phyllanthus niruri* L.)**" dapat diselesaikan dengan baik. Tulisan ini tidak akan terwujud dengan baik tanpa bantuan, doa dan dukungan dari semua pihak. Untuk itu, penulis sangat berterima kasih kepada:

1. Ibu Yatim Lailun Ni'mah, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama proses pengerjaan penelitian dan penyusunan naskah Skripsi ini.
2. Bapak Suprapto, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama proses pengerjaan penelitian dan penyusunan naskah Skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. rer. nat. Fredy Kurniawan, S.Si., M.Si., selaku Kepala Departemen Kimia yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan serta fasilitas yang telah diberikan hingga naskah Skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Ibu Dra. Ita Ulfin, M.Si. Selaku Kepala Laboratorium Instrumentasi dan Sains Analitik Departemen Kimia yang telah memberikan fasilitas selama pengerjaan skripsi.
5. Bapak Drs. Refdinal Nawfa, M.Sc., Lukman Atmaja, Ph.D., Drs. Agus Wahyudi, M.Si., Ibu Dra.Ita Ulfin, M.Si., Dr. Afifah Rosyidah, M.Si. selaku dosen penguji.
6. Ayah, Ibu dan Adik yang tidak henti-hentinya memberikan kepercayaan, semangat, perhatian, doa dan menjadi motivasi pengerjaan skripsi ini.
7. Teman Cantik Sholehah Adel, Mbak Afifah, Della, Alfa, Ninda dan Atika yang selalu ada dalam suka dan duka serta menyemangati dan memberikan dukungan pada penulis dalam pengerjaan skripsi.

8. Teman-teman S1 di Laboratorium ISA, Rio, Enggar, Gardini, Annisa, Kiki, Gayu, Puput, Vivi, Rifda, Roroh, Putri, Dinda, Dwi, Ria, Yessy, Dekur, Fatma dan Nadia atas bantuan dan bertukar pikiran atas skripsi ini.
9. Teman-teman Magnum Opus Kimia 2016 atas kebersamaan dalam susah dan senang selama masa kuliah.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan naskah Skripsi ini tidak lepas dari kekurangan. Oleh karena itu, saya terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun. Semoga Skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, 27 Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN vi
ABSTRAK v
ABSTRACT vi
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR LAMPIRAN xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Batasan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Zat Warna Tekstil *Remazol Brilliant Blue R* 7
2.2 Adsorpsi 8
2.2.1 Adsorpsi Fisika (*Physisorption*) 9
2.2.2 Adsorpsi Kimia (*Chemisorption*) 9
2.3 Adsorben 11
2.3.1 Tumbuhan Meniran (*Phyllanthus niruri* L.) 13
2.4 Spektrofotometer UV-Vis 14
2.5 Kurva Kalibrasi 17
2.6 FTIR (*Fourier Transform Infra Red Spectroscopy*) 18
2.7 Penelitian Sebelumnya 21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 23
3.1 Alat dan Bahan 23
3.1.1 Alat 23
3.1.2 Bahan 23
3.2 Prosedur Penelitian 23

3.2.1 Preparasi Bio-Adsorben. 23
3.2.2 Karakterisasi Bio-Adsorben. 24
3.2.3 Pembuatan Larutan Induk Remasol Biru 1000 ppm 24
3.2.4 Pembuatan Larutan Kerja Remasol Biru 100 ppm 24
3.2.5 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Remasol Biru.....24
3.2.6 Pembuatan Kurva Kalibrasi Larutan Remasol Biru.....24
3.2.7 Penentuan Waktu Kontak Adsorpsi Optimum 25
3.2.8 Penentuan Massa Adsorben Adsorpsi Optimum.....25
3.2.9 Penentuan Konsentrasi Awal Adsorpsi Optimum.....26
3.2.10 Penentuan pH Adsorpsi Optimum 26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....29
4.1 Preparasi Bio-Adsorben.....29
4.2 Karakterisasi Bio-Adsorben 31
4.3 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Remasol Biru 33
4.4 Pembuatan Kurva Kalibrasi Remasol Biru.....34
4.5 Studi Adsorpsi 36
4.5.1 Pengaruh Waktu Kontak Adsorpsi Optimum.....37
4.5.2 Pengaruh Variasi Massa Adsorben 39
4.5.3 Pengaruh Variasi Konsentrasi Awal Remasol Biru 41
4.5.4 Pengaruh Variasi pH Remasol Biru 43
4.6 Penentuan Kondisi Optimum Adsorpsi Larutan Remasol Biru.....45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 47
5.1 Kesimpulan.....47
5.2 Saran.....47
DAFTAR PUSTAKA.....49
LAMPIRAN A 57
SKEMA KERJA.....57
LAMPIRAN B 65
LAMPIRAN C 69

LAMPIRAN D 73
LAMPIRAN E 81
BIODATA PENULIS 83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur *R*emazol *Brilliant Blue R* 7
Gambar 2.2 Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia 8
Gambar 2.3 Tumbuhan Meniran (*Phyllanthus niruri* L.) 13
Gambar 2.4 Prinsip Kerja Spektrofotometer UV-Vis 15
Gambar 2.5 Contoh Kurva Kalibrasi 17
Gambar 2.6 Prinsip Kerja FTIR 19
Gambar 2.7 Spektra Inframerah *Phyllanthus niruri* 20
Gambar 4.1 Tumbuhan Meniran Setelah Dipanaskan dengan Furnace.....30
Gambar 4.2 Karbon Tumbuhan Meniran 31
Gambar 4.3 Spektra FTIR Karbon Meniran 32
Gambar 4.4 Kurva Panjang Gelombang Maksimum Larutan Remasol Biru 100 ppm 33
Gambar 4.5 Kurva Kalibrasi Larutan Remasol Biru 36
Gambar 4.6 Grafik %*Removal* terhadap Variasi Waktu Kontak .37
Gambar 4.7 Grafik %*Removal* terhadap Variasi Massa 39
Gambar 4.8 Grafik %*Removal* terhadap Variasi Konsentrasi 41
Gambar 4.9 Grafik %*Removal* terhadap Variasi pH 43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia 10
Tabel 2. 2 Daftar Panjang Gelombang 15
Tabel 2. 3 Daftar Bilangan Gelombang dari Berbagai Jenis Ikatan 20
Tabel 4. 1 Indikasi Ikatan pada Karbon Meniran 33
Tabel 4. 2 Data Absorbansi Larutan Remasol Biru.....35

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A 57
LAMPIRAN B 65
LAMPIRAN C 69
LAMPIRAN D 73
LAMPIRAN E..... 81

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri batik merupakan industri yang sedang berkembang pesat di Indonesia. Industri batik juga berkontribusi pada perkembangan ekonomi karena mampu menyediakan lapangan pekerjaan bagi masyarakat pada masing-masing daerah. Seperti halnya Rumah Batik Putat Jaya yang berada di kota Surabaya. Rumah Batik Putat Jaya merupakan sarana pembelajaran bagi warga Surabaya dan sekitarnya yang ingin belajar tentang batik. Rumah batik ini didirikan sebagai upaya pemerintah kota Surabaya dalam menangani masalah perekonomian warga eks lokalisasi Dolly yang kehilangan mata pencaharian mereka setelah ditutupnya lokalisasi Dolly (Utama dan Wonoseputro, 2017). Rumah Batik Putat Jaya memproduksi kain batik dengan berbagai macam motif yang indah dan khas dengan menggunakan beberapa jenis pewarna dalam proses pewarnaan batik. Pewarna yang digunakan yaitu remasol, indigosol dan naftol. Penggunaan zat warna naftol, indigosol, dan remasol secara berturut-turut untuk mendapatkan warna-warna tua, lembut/pastel dan cerah (Febiyanto dkk., 2016). Namun disisi lain Rumah Batik Putat Jaya ini belum melakukan proses pengolahan limbah pewarna yang dihasilkan dari penggunaan pewarna batik. Zat warna dalam limbah batik yang dibuang tanpa pengolahan terlebih dahulu ke perairan secara tidak langsung dapat membahayakan kesehatan (Grezechulska dan Morawski, 2002). Selain itu zat warna dalam batas konsentrasi tertentu juga dapat membuat perairan berubah warna karena sulit diuraikan secara alami oleh badan air penerima (Widyaningsih dkk., 2014).

Zat pewarna tekstil dan batik digolongkan menjadi zat warna nitroso, azo, stilben, difenil metana, trifenil metana, akridin, kinolin, indigoida, aminokinon, anin dan indofenol. Akan tetapi secara umum, zat pewarna batik digolongkan menjadi zat pewarna alami dan zat pewarna sintetik. Zat pewarna alami dapat

berupa klorofil, karotenoid, flavonoid dan kuinon. Sedangkan zat warna sintetik dibuat dengan reaksi kimia dengan bahan dasar tar, arang, batu bara atau minyak bumi yang merupakan hasil senyawa turunan hidrokarbon aromatik seperti benzen, naftalena dan antrasena. Zat warna pada umumnya bersifat toksik sehingga membahayakan bagi makhluk hidup dan menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah cair industri batik pada umumnya berwarna hitam pekat, berbusa dan berbau menyengat atau busuk. Pewarna kimiawi yang digunakan untuk mewarnai batik sama sekali tidak bisa terurai dan bisa menyebabkan kanker, gangguan pencernaan, serta melemahnya ketahanan tubuh karena serangan penyakit dan juga pencemaran lingkungan (Haedar dkk., 2019). Zat warna juga dapat mengabsorp sinar matahari dengan kuat sehingga menurunkan intensitas sinar matahari yang dapat diabsorb oleh organisme seperti tanaman dalam air dan fitoplankton dalam proses fotosintesis. Hal ini akan mengakibatkan turunnya DO (*dissolve oxygen*) dalam ekosistem perairan dan berakibat pada peningkatan COD (*Chemical Oxygen Demand*) (Sharma dkk., 2009).

Metode pengolahan limbah batik telah banyak dilakukan, baik secara konvensional maupun dengan cara proses rekayasa menggunakan teknologi. Namun banyak dari metode yang digunakan ini masih mempunyai banyak kekurangan. Contohnya, proses pengolahan secara biologis seperti sistem lumpur aktif (Lotito dkk, 2011) atau pengolahan limbah tekstil anaerobik dengan proses bioremediasi (Turgay dkk, 2011) memiliki kekurangan fleksibilitas. Hal ini disebabkan karena kandungan biologis yang terdapat dalam air limbah yang membuatnya untuk terus beregenerasi dalam limbah sehingga mengakibatkan variasi pH, suhu dan konsentrasi di air limbah menjadi tidak konstan. Selain itu, metode pengolahan biologis ini tidak membawa lengkap kontaminan pada zat pewarna. Proses lainnya seperti proses ozonisasi, proses ini membutuhkan biaya yang tidak murah secara ekonomis dan memiliki kekurangan karena mempunyai waktu paruh yang singkat (Ong dkk, 2014). Pengolahan limbah

seperti koagulasi dan klorinasi juga belum efektif karena bahan kimia yang digunakan dapat meningkatkan biaya pengolahan. Selain itu, metode tersebut cenderung untuk menghasilkan produk dan residu dalam jumlah yang besar. Hal ini dapat menyebabkan residu yang dihasilkan berkembang menjadi sumber polutan sekunder yang juga dapat mencemari lingkungan (Kevino, 2016).

Teknologi pengolahan limbah batik dengan cara adsorpsi merupakan alterntif yang potensial untuk diaplikasikan. Metode ini memiliki kelebihan daripada metode yang lain karena prosesnya lebih sederhana, biaya relatif murah, ramah lingkungan dan tidak ada efek samping seperti zat beracun (Blais dkk., 2000). Metode adsorpsi ini akan lebih efektif jika adsorben yang digunakan mudah didapatkan dan ramah lingkungan. Pemanfaatan tumbuhan meniran (*Phyllanthus niruri* L.) sebagai adsorben dinilai menguntungkan, karena tumbuhan ini merupakan tumbuhan yang hidup liar dan mudah didapatkan serta tidak memiliki nilai ekonomi sehingga pemanfaatan tumbuhan meniran dapat meningkatkan daya guna serta nilai ekonomi. Tumbuhan meniran juga belum banyak digunakan sebagai adsorben, tumbuhan meniran masih kurang popular dibandingkan dengan adsorben-adsorben lain seperti arang aktif, silika gel, alumina dan zeolit (Riyadh, 2009). Suneetha dan Ravindhranath (2012) sebelumnya telah melakukan penelitian mengenai penghapusan amonia dari air yang tercemar menggunakan biosorben yang berasal dari daun dan batang meniran (*Phyllanthus niruri* L.). penelitian tersebut berhasil dilakukan dengan hasil %*removal* yang cukup tinggi, yaitu sebesar 97%. Hal ini menjadi dasar dari penelitian ini untuk memanfaatkan tumbuhan meniran (*Phyllanthus niruri* L.) untuk dijadikan karbon yang digunakan sebagai adsorpsi pewarna *remazol brilliant blue* R.

Penelitian ini dilakukan optimasi adsorpsi salah satu zat warna sintetik batik yaitu *Remazol brilliant blue R* menggunakan

bio-adsorben tumbuhan meniran (*Phyllanthus niruri* L.). Uji adsorpsi dalam penelitian ini dilakukan dengan empat parameter, yaitu waktu kontak, massa adsorben, konsentrasi dan pH awal larutan *Remazol brilliant blue R* untuk mengetahui kondisi optimumnya. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan pada pengolahan limbah pewarna batik Rumah Batik Putat Jaya maupun industri batik lainnya yang menggunakan jenis pewarna remasol biru sehingga dapat mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan dari limbah pewarna sebelum dibuang ke lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah limbah pewarna batik remasol biru apabila tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Metode yang potensial untuk mengurangi konsentrasi limbah pewarna batik adalah metode adsorpsi. Metode ini mudah diaplikasikan dan tidak membutuhkan biaya yang mahal. Adsorpsi yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan tumbuhan meniran (*Phyllanthus niruri* L.) sebagai bio-adsorben dengan kondisi optimum adsorpsi yang meliputi waktu kontak, massa adsorben, konsentrasi awal dan pH optimum untuk mengetahui %*removal* remasol biru, sehingga hasil tersebut dapat diterapkan untuk pengolahan limbah pewarna batik di Rumah Batik Putat Jaya, di industri batik lain, maupun di industri tekstil yang menggunakan jenis pewarna yang sama.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi optimum adsorpsi (waktu kontak, massa adsorben, konsentrasi awal dan pH) serta %*removal* dan kapasitas adsorpsi maksimum melalui metode adsorpsi dengan tumbuhan meniran (*Phyllanthus niruru* L.) sebagai bio-adsorben.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan menggunakan pewarna sintetis remasol biru sama seperti pewarna sintetis yang digunakan di Rumah Batik Putat Jaya dengan optimasi adsorpsi waktu kontak (60; 80; 100; 120; 130 dan 140 menit), massa adsorben (10; 20; 30; 40; 50 mg), konsentrasi awal (50; 60; 70; 80; 90; 100 dan 110 ppm) dan pH (2; 4; 6; 8; 10 dan 12) untuk mendapatkan %*removal* serta kapasitas adorpsi maksimum pewarna remasol biru. Volume larutan yang digunakan adalah 10 mL dengan kecepatan pengadukan 450 *rpm*. Hasil adsorpsi yang dihasilkan diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 595 nm.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi optimum adsorpsi (waktu kontak, massa adsorben, konsentrasi awal dan pH) serta %*removal* dan kapasitas adsorpsi maksimum pewarna remasol biru. Hasil yang diperoleh dari penelitian dapat diaplikasikan untuk pengolahan limbah pewarna batik di Rumah Batik Putat Jaya, di industri batik lain, maupun di industri tekstil yang menggunakan jenis pewarna yang sama sebelum dibuang ke lingkungan, sehingga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan dari penggunaan pewarna batik remasol biru.

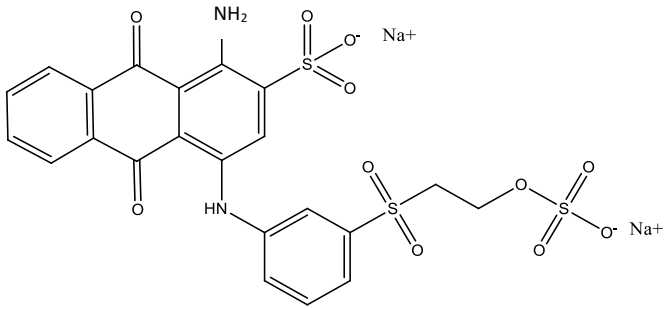
"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Zat Warna Tekstil *Remazol Brilliant Blue R*

Remazol brilliant blue R merupakan zat warna bersifat reaktif yang sudah umum digunakan dalam industri pencelupan tekstil. Zat warna ini banyak digunakan sebagai pewarna tekstil karena kemampuan gugus fungsi molekul zat ini mampu terikat kuat pada serat tekstil. Zat warna ini memiliki gugus kromofor yang mudah memberikan warna-warna cerah serta tidak mudah luntur. Selain itu, *remazol brilliant blue R* sangat tahan terhadap proses oksidasi kimia karena kestabilan struktur aromatik *anthraquinon*. *Anthraquinone* muncul sebagai warna alami di alam, terdiri dari cincin benzena dengan gugus hidroksil yang disebut *phenol* (Murugesan, 2006). Struktur *remazol brilliant blue* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



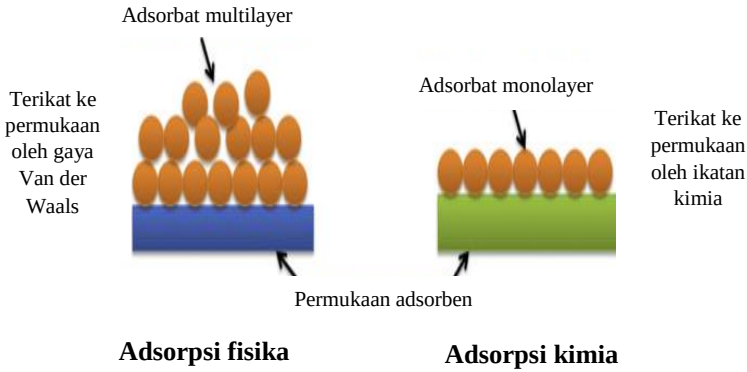
Gambar 2.1 Struktur *Remazol Brilliant Blue R* (Mafra dkk., 2012)

Zat warna *remazol brilliant blue* merupakan senyawa *non biodegradable*, Zat warna ini apabila dibuang tanpa pengolahan terlebih dahulu akan menyebabkan pencemaran air. Limbah zat warna *remazol brilliant blue* bersifat merangsang tumbuhnya

kanker, dapat membahayakan bagi kesehatan, mempengaruhi kandungan oksigen dalam air dan mempengaruhi pH air lingkungan yang menjadikan gangguan bagi mikroorganisme dan hewan air (Nirmasari dkk., 2008).

2.2 Adsorbsi

Adsorpsi merupakan peristiwa menempelnya atom atau molekul suatu zat pada permukaan zat lain karena ketidakseimbangan gaya dalam permukaan. Zat yang teradsorp disebut adsorbat sedangkan zat pengadsorpi disebut adsorben. Adsorpsi dapat terjadi karena adanya energi permukaan dan gaya tarik-menarik permukaan. Sifat dari masing-masing permukaan berbeda, tergantung pada susunan dalam molekul-molekul zat. Setiap molekul dalam interior dikelilingi oleh molekul-molekul lainnya, sehingga gaya tarik menarik antar molekul akan sama besar, setimbang ke segala bagian. Sedangkan untuk molekul di permukaan hanya mempunyai gaya tarik kearah dalam (Asip dkk., 2008). Gambar perbedaan adsorpsi fisika dan kimia dapat ditunjukkan pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia (Sarkar dan Paul, 2016)

Proses adsorpsi digambarkan sebagai proses molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat penyerap akibat ikatan fisika dan kimia. Gaya tarik-menarik dari suatu padatan dibedakan menjadi dua jenis gaya, yaitu gaya fisika dan gaya kimia yang masing-masing menghasilkan adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia (Oscik, 1982).

2.2.1 Adsorpsi fisika (*physisorption*)

Adsorpsi fisika merupakan bentuk paling umum dari adsorpsi. Adsorpsi ini terjadi karena adanya gaya Van der Waals yaitu gaya tarik menarik yang relatif lemah terjadi pada adsorbat dengan permukaan adsorben (Pabhassaro, 2008). Adsorpsi ini umumnya bersifat reversibel sehingga substansi yang telah teradsorpsi relatif mudah dilepaskan kembali dengan cara menurunkan tekanan gas atau konsentrasi zat terlarut. Energi yang menyertai fisisorpsi tergolong rendah yaitu berkisar antara 10 kJ/mol dan lebih rendah dari energi adsorpsi kimia. Lapisan yang terbentuk pada permukaan adsorben dapat berbentuk multilayer (Adamson dan Gast, 1997).

2.2.2 Adsorpsi kimia (*chemisorption*)

Pada adsorpsi kimia terjadi pembentukan dan pemutusan ikatan, sehingga energi adsorpsinya berada pada kisaran yang sama dengan reaksi kimia. Ikatan antara adsorben dan adsorbat cukup kuat sehingga tidak terjadi spesiasi karena zat teradsorpsi menyatu dengan adsorben membentuk lapisan tunggal dan relatif irreversibel. Batas minimal suatu adsorpsi dikategorikan sebagai kemisorpsi memiliki harga energi adsorpsi sebesar 20,92 kJ/mol (Adamson and Gast, 1997). Energi yang menyertai adsorpsi kimia relatif tinggi yaitu berkisar 42-420 kJ/mol. Secara umum material yang teradsorpsi membentuk lapisan di atas permukaan berupa molekul-molekul yang tidak bebas bergerak dari permuakaan satu ke permukaan lainnya. Bentuk lapisan pada adsorpsi kimia

biasanya berbentuk monolayer, Jika permukaan tertutup oleh lapisan monomolekuler maka kapasitas adsorben telah habis. Perbedaan adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia

Parameter	**Adsorpsi Fisika**	**Adsorpsi Kimia**
Adsorben	Semua padatan	Beberapa padatan
Adsorbat	Semua gas pada temperatur kritis	Beberapa gas secara kimiawi, reaktif
Rentang temperatur	Temperatur ruang	Secara umum temperatur tinggi
Laju energi aktivasi	Sangat cepat, energi rendah	Non aktif energi rendah, aktif energi tinggi
Lapisan	Lapisan jamak (*multilayer*)	Lapisan tunggal (*monolayer*)
Reversibilitas	Reversibel	Irreversibel
Kegunaan	Untuk penentuan luar permukaan dan ukuran pori	Untuk penentuan daerah pusat aktif dan penjelasan kinetika reaksi permukaan
Panas adsorpsi	Rendah	Tinggi, mencapai suhu reaksi

(Pabhassaro, 2008)

Beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan adsorpsi, antara lain (Bernasconi, 1995).

1. Konsentrasi

   Proses adsorpsi sangat sesuai untuk memisahkan bahan dengan konsentrasi yang rendah dari campuran yang mengandung bahan lain dengan konsentrasi tinggi.
2. Luas permukaan

Proses adsorpsi tergantung pada banyaknya tumbukan yang terjadi antar partikel-partikel adsorbat dan adsorben. Tumbukan efektif antara partikel itu akan meningkat dengan meningkatnya luas permukaan karena terbukanya pori.

3. Suhu

   Adsorpsi akan lebih cepat berlangsung pada suhu tinggi. Akan tetapi, pengaruh suhu adsorpsi zat cair tidak sebesar pada adsorpsi gas.

4. Ukuran Partikel

   Semakin kecil ukuran partikel yang diadsorpsi maka proses adsorpsinya akan berlangsung lebih cepat.

5. pH larutan

   pH larutan memiliki pengaruh pada proses adsorpsi. pH optimum dari suatu proses adsorpsi ditetapkan melalui uji laboratorium.

6. Waktu Kontak

   Waktu kontak mencapai keadaan setimbang pada proses serapan ion logam oleh adsorben berkisar antara beberapa menit hingga beberapa jam.

2.3 Adsorben

Adsorben adalah bahan padat dengan luas permukaan dalam yang sangat besar. Permukaan yang luas ini terbentuk karena banyaknya pori pori yang halus pada padatan tersebut (Asip dkk., 2008). Adsorben dapat didefinisikan sebagai zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Secara alamiah semua zat padat dapat mengadsorpsi fluida karena permukaan suatu padatan memiliki afinitas yang kuat terhadap fluida sehingga fluida tersebut dapat terikat pada permukaan padatan, namun kadang-kadang tidak terdeteksi karena sedemikian kecilnya adsorbat yang terserap (Pabhassaro, 2008).

Klasifikasi adsorben berdasarkan bahannya dibagi menjadi dua, yaitu :

a. Adsorben Anorganik

   Adsorben ini mulai dipakai pada awal abad ke-20. Dalam perkembangannya, pemakaian dan jenis dari adsorben ini semakin beragam dan banyak digunakan. Penggunaan adsorben ini dipilih karena berasal dari bahan-bahan non pangan, sehingga tidak terpengaruh oleh ketersediaan pangan dan kualitasnya cenderung sama.

b. Adsorben Organik

   Adsorben organik adalah adsorben yang berasal dari bahan-bahan yang mengandung pati. Adsorben ini sudah mulai digunakan sejak tahun 1979 untuk mengeringkan berbagai macam senyawa. Beberapa tumbuhan yang biasa digunakan untuk adsorben diantaranya adalah singkong, jagung, dan gandum. Kelemahan dari adsorben ini adalah sangat bergantung pada kualitas tumbuhan yang akan dijadikan adsorben. Salah satu contoh adsorben organik adalah karbon aktif.

Pada penelitian ini adsorben yang digunakan juga berasal dari adsorben organik, yaitu menggunakan tumbuhan meniran (*Phyllanthus niruri L*) sebagai bio-adsorben. Tumbuhan ini dipreparasi menjadi karbon yang selanjutnya diaplikasikan sebagai bio-adsorben untuk menurunkan konsentrasi limbah pewarna *Remazol Brilliant Blue R* di Rumah Batik Putat Jaya agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan ketika dibuang ke perairan.

2.3.1 Tumbuhan Meniran (*Phylanthus niruri* L.)

Meniran adalah tanaman herba yang berasal dari genus *Phyllanthus* dengan nama ilmiah *Phylanthus niruri linn* (Heyne, 1987). Tumbuhan ini berasal dari daerah tropis yang tumbuh liar

di tempat lembab dan berbatu seperti di hutan, ladang, kebun maupun pekarangan halaman rumah. Pada umumnya tanaman ini tidak dipelihara kerena dianggap tumbuhan rumput biasa (Thomas, 2007). Tumbuhan meniran dapat ditunjukkan pada Gambar 2.3.

Klasifikasi tumbuhan Meniran (*Phyllanthus niruri L.*) sebagai berikut :

Kerajaan	: *Plantae*
Divisi	: *Magnoliophyta*
Kelas	: *Magnoliopsida*
Bangsa	: *Euphorbiales*
Suku	: *Euphorbiaceae*
Marga	: *Phyllanthus*
Jenis	: *Phyllanthus niruri* L.

Gambar 2.3 Tumbuhan Meniran (*Phyllanthus niruri L.*) (Suneetha dan Ravindhranath, 2012)

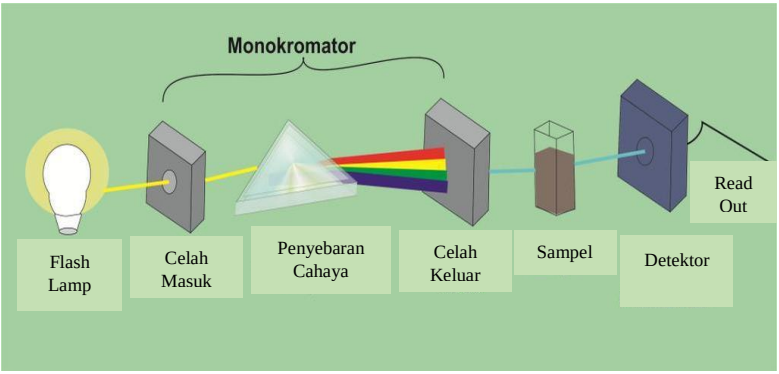
Ciri dari tumbuhan meniran yaitu tumbuh tegak, batangnya tidak bergetah, berbentuk bulat, bercabang dan berwarna hijau. Tinggi batangnya kurang dari 50 cm. Daunnya bersirip dengan berjumlah genap. Setiap tangkai terdiri dari daun majemuk berukuran kecil yang berbentuk bulat telur (Thomas, 2007). Panjang daun sekitar 5 mm, sedangkan lebarnya 3 mm, di bagian

bawah daun terdapat bintik berwarna kemerahan. Bunganya berwarna putih kehijauan, melekat pada ketiak daun dan menghadap ke bawah. Buah meniran berbentuk bulat pipih, berdiameter 2 – 2,5 cm dan bertekstur licin, bijinya seperti bentuk ginjal, keras, berwarna coklat, akarnya berbentuk tunggang dan berwarna putih kekuningan. Berbagai kajian fitokimia telah menemukan kandungan kimia herba meniran yang lebih rinci, antara lain golongan flavonoid, alkaloid, terpenoid, lignan, polifenol, tanin, kumarin dan saponin (Bagalkotkar dkk., 2006).

2.4 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis merupakan salah satu teknik analisis spektroskopi yang menggunakan sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (200-400 nm) dan sinar tampak (400-800 nm) dengan memakai instrument spektrofotometer (Mulja dan Suharman, 1995). Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif (Mulja dan Suharman, 1995).

Prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis adalah sinar tampak atau suatu sumber cahaya dipancarkan melalui monokromator. Monokromator menguraikan sinar yang masuk dari sumber cahaya tersebut menjadi pita-pita panjang gelombang yang diinginkan untuk pengukuran suatu zat tertentu. Cahaya atau energi radiasi dari monokromator tersebut diteruskan dan diserap oleh suatu larutan yang dimasukkan di dalam kuvet. Kemudian jumlah cahaya yang diserap oleh larutan akan menghasilkan sinyal elektrik pada detektor, dimana sinyal elektrik ini sebanding dengan cahaya yang diserap oleh larutan tersebut. Besarnya sinyal elektrik yang dialirkan ke pencatat dapat dilihat sebagai angka. Prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis dapat dijelaskan dalam Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Prinsip Kerja Spektrofotometer UV-Vis
(Wahyudi, 2018)

Pengukuran absorbansi sinar tampak selain sinar yang digunakan harus monokromatis, sinar yang dipakai juga harus warna komplemen dari warna larutan supaya larutan sampel dapat menyerap secara maksimum. Pasangan warna komplemen dan panjang gelombang dari sinar tampak ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Daftar Panjang Gelombang

Warna	**Panjang gelombang (nm)**	**Warna komplementer**
Violet	400-435	Kuning-hijau
Biru	435-480	Kuning
Hijau-biru	480-490	Jingga
Biru-hijau	490-500	Merah
Hijau	500-560	Ungu
Kuning-hijau	560-580	Violet
Kuning	580-595	Biru
Jingga	595-610	Hijau-biru
Merah	610-750	Biru-hijau

(Day dan Underwood, 1986)

Jumlah radiasi yang diserap oleh sampel dinyatakan dalam Hukum Lambert-Beer dan dijadikan dasar pada analisis kuantitatif spektrofotometri. Hukum Lambert-Beer secara sederhana dapat dinyatakan dalam Persamaan 2.1 (Skoog dkk., 2007).

$$A = -\log T = log \frac{I_0}{I_t} \quad (2.1)$$

Dimana :
A : Absorbansi
T : Transmitan
I_0 : Intensitas radiasi yang datang
I_t : Intensitas radiasi yang diteruskan

Besarnya absorbansi suatu larutan sebanding dengan panjang larutan yang ditempuh oleh radiasi dan konsentrasi spesies yang mengadsorpsi, sehingga dapat dituliskan dalam Persamaan 2.2.

$$A = a \times b \times c \quad (2.2)$$

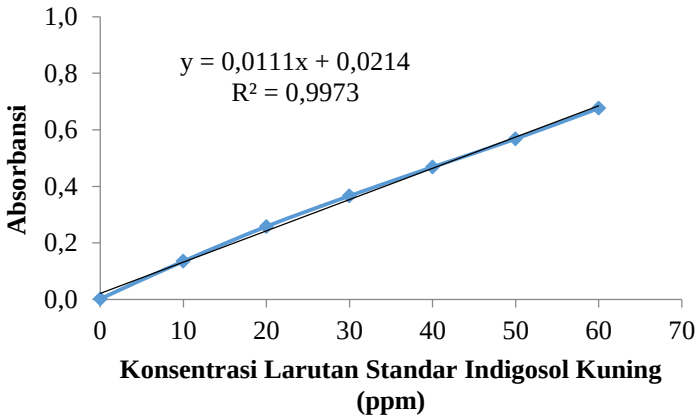
Dimana :
A = Absorbansi
a = Konstanta perbandingan dan disebut absortivitas
b = Tebal media (cm)
c = Konsentrasi (g/L)

Interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik dapat terjadi apabila suatu berkas radiasi elektromagnetik dilewatkan melalui suatu zat kimia maka sebagian dari radiasi elektromagnetik tersebut akan diserap (Khopkar, 1990). Molekul dalam zat tersebut akan menyerap radiasi elektromagnetik pada daerah panjang gelombang yang energinya sesuai dengan beda energi antara keadaan dasar dan keadaan eksitasi dalam molekul (Roth dan Blaschke, 1918). Molekul dapat menyerap radiasi elektromagnetik karena adanya elektron valensi yang akan mengalami transisi elektron dari tingkat energi rendah ke tingkat

energi tinggi yaitu tingkat eksitasi (Khopkar, 1990). Elektron molekul organik yang menyerap meliputi elektron yang digunakan pada ikatan antara atom-atom dan elektron *nonbonding* atau elektron tak berpasangan yang pada umumnya terlokalisasi.

2.5 Kurva Kalibrasi

Kurva kalibrasi merupakan metode statistik yang digunakan untuk mengetahui perbandingan pengaruh kadar analit dengan respon alat (instrumen). Sejumlah besar metode analitik membutuhkan kalibrasi dari sebuah instrumen. Hal ini biasanya melibatkan persiapan satu set standar yang mengandung sejumlah analit yang tidak diketahui, mengukur respon instrumen untuk setiap standar dan membuat hubungan antara respon instrumen dan konsentrasi analit. Hasil tersebut kemudian dapat digambarkan dalam suatu kurva yang disebut kurva kalibrasi yang kemudian digunakan untuk mengubah pengukuran yang dilakukan pada sampel uji menjadi perkiraan jumlah analit yang terkandung di dalamnya (Barwick, 2003). Contoh kurva kalibrasi dapat ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Contoh Kurva Kalibrasi (Rohmawati, 2019)

Gambar 2.5 merupakan contoh kurva kalibrasi dari larutan pewarna indigosol kuning, dimana dari kurva kalibrasi tersebut diperoleh koefisien regresi linier (R^2) sebesar 0,9973 dengan persamaan linier y = 0,0111x + 0,0214. Persamaan regresi tersebut dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi dari pewarna, dimana konsentrasi pewarna sebagai x, nilai absorbansi sebagai y, nilai 0,0111 merupakan *slope* dan nilai 0.0214 merupakan intersep (Rohmawati, 2019). Tujuan pembuatan linearitas adalah untuk mengetahui seberapa baik kurva kalibrasi yang menghubungkan antara absorbansi (y) dan konsentrasi (x). Linearitas ditentukan berdasarkan nilai koefisien korelasi (R^2) dari persamaan regresi y = a+bx (Gandjar dan Rohman, 2013).

2.6 FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy)*

FTIR merupakan salah satu teknik spektroskopi optik yang secara efektif dapat memberikan informasi mengenai komposisi kimia bahan pada tingkat molekular. FTIR digunakan untuk menentukan gugus fungsi kimia dari senyawa organik dan anorganik (Bunaciu dkk., 2015). Hampir semua senyawa menunjukkan karakteristik penyerapan atau emisi di daerah spektrum IR. Dengan demikian FTIR dapat digunakan untuk menganalisis senyawa secara kualitatif maupun kuantitatif.

Sampel yang akan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR akan diperoleh data berupa bilangan gelombang (cm^{-1}) dan transmitansi (%). Bilangan gelombang (cm^{-1}) merupakan jumlah panjang gelombang per cm sehingga dapat dinyatakan bahwa bilangan gelombang berbanding terbalik dengan panjang gelombang yang diserap detektor (Miftahatul dkk., 2013). Hal ini dapat ditunjukkan pada Persamaan 2.3.

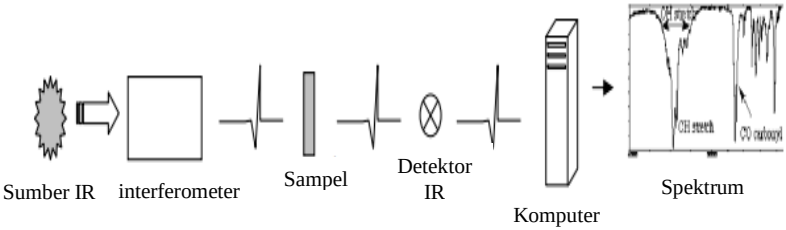
$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} \qquad (2.3)$$

Dimana :

$\bar{\nu}$ = Bilangan gelombang (cm^{-1})

λ = Panjang gelombang (μm)

Prinsip kerja FTIR yaitu interferometer mengubah cahaya IR yang polikromatik menghasilkan beberapa berkas cahaya membentuk sinyal interferogram. Gelombang tersebut dilewatkan pada sampel dan ditangkap oleh detektor yang terhubung ke komputer sehingga dihasilkan gambaran spektrum sampel yang diuji. Spektrum tersebut menunjukkan hubungan antara intensitas serapan sampel dan bilangan gelombang (Sabrina, 2011). Prinsip kerja FTIR dapat ditunjukkan pada Gambar 2.6.



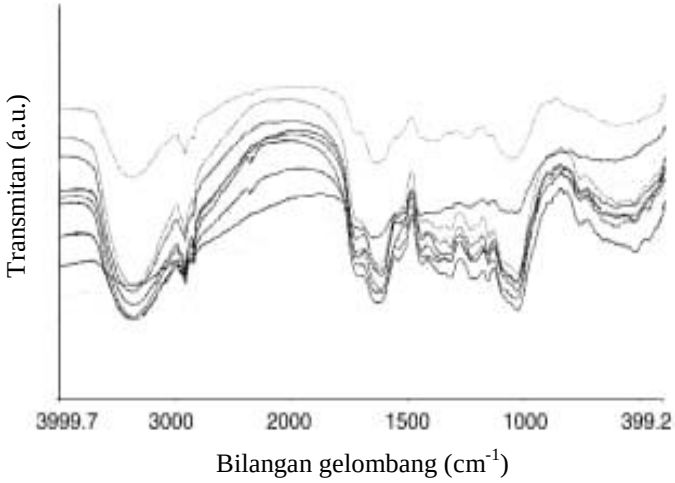
Gambar 2.6 Prinsip Kerja FTIR (Suseno dan Firdausi, 2008)

Sampel yang diuji masing-masing memiliki senyawa yang menyerap energi dari cahaya inframerah sehingga molekul tersebut akan tereksitasi ke tingkatan energi yang lebih tinggi. Penyerapan energi tersebut mengakibatkan perubahan energi vibrasi yang terjadi pada molekul tersebut. Vibrasi molekul dapat dogolongkan menjadi vibrasi regangan (*stretching*) dan vibrasi bengkokan (*bending*) (Noor, 2010). Keuntungan dari penggunaan FTIR diantaranya tidak menyebabkan kerusakan pada sampel yang dianalisis, dapat menganalisa senyawa organik maupun anorganik pada berbagai bentuk fisik (padat, cair dan gas), serta memiliki referensi standar untuk berbagai senyawa kimia yang telah diterbitkan di seluruh dunia sehingga dapat dijadikan rujukan dalam menganalisis spektrum.

Tabel 2.3 Daftar Bilangan Gelombang dari Berbagai Jenis Ikatan

Bilangan gelombang (cm^{-1})	**Jenis ikatan**
3750 – 3000	Regang O-H, N-H
3000 – 2700	Regang $–CH_3$, $-CH_2-$, C-H, C-H aldehid
2400 – 2100	Regang -C≡C-, C≡N
1900 – 1650	Regang C=O (asam, aldehid, keton, amida, ester, anhidrida)
1675 – 1500	Regang C=H (aromatik dan alifatik), C=N
1475 – 1300	C-H *bending*
1000 – 650	C=C-H, Ar-H *bending*

(Dachriyanus, 2004)



Gambar 2.7 Spektra inframerah *Phyllanthus niruri* (Dharmaraj, 2006)

Pada Gambar 2.7 menunjukkan contoh spektra inframerah dari 9 sampel *Phyllanthus niruri* yang diambil dari lokasi yang berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh Dharmaraj (2006) tersebut dilakukan dengan mengeringkan sampel daun meniran pada suhu 40°C kemudian sampel diuji dengan menggunakan FTIR pada bilangan gelombang 400-4000 cm^{-1}.

2.7 Penelitian Sebelumnya

Remazol brilliant blue adalah salah satu zat warna yang banyak digunakan dalam industri tekstil. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk pengolahan limbah cair zat warna adalah adsorpsi. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Mustikawati dkk (2018) yang berjudul Adsorpsi Zat Warna Tekstil *Remazol Brilliant Blue* oleh Limbah Canang Daun Kelapa. Pada penelitian tersebut, adsorpsi zat warna tekstil *Remazol Brilliant Blue* menggunakan 2 macam adsorben yaitu adsorben daun kelapa dan adsorben daun kelapa terdelignifikasi (selulosa) yang berasal dari limbah canang daun kelapa. Dalam penelitian dilakukan tiga tahap, yaitu preparasi, optimasi, dan karakterisasi. Preparasi untuk mendapatkan adsorben daun kelapa dan selulosa, dan kemudian optimasi dilakukan untuk mengetahui kondisi optimum kedua adsorben dengan variasi massa adsorben, waktu kontak, dan pH larutan. Terakhir, karakterisasi dilakukan untuk mengetahui luas permukaan adsorben secara *Methylene Blue method*, jumlah situs aktif kedua adsorben dengan metode titrasi asam-basa, serta gugus fungsi dengan *Fourier transform infrared* (FTIR). Pada optimasi, diketahui bahwa kondisi optimum kedua adsorben adalah waktu optimum menit ke 15 dengan massa optimum adsorben 0,1 gram dan pH 4, dengan jumlah adsorbat yang teradsorpsi 10,6 mg/g untuk adsorben daun kelapa dan 10,7 mg/g untuk adsorben daun kelapa terdelignifikasi. Pada penentuan luas permukaan dihasilkan

berturut-turut adsorben daun kelapa dan daun kelapa terlignifikasi 34,796 m^2/g dan 31,867 m^2/g, sedangkan jumlah situs aktif adalah 29,7258 x 10^{20} molekul/gram dan 28,0522 x 10^{20} molekul/gram. Spektra FTIR menunjukan bahwa daun kelapa terdelignifikasi memiliki gugus OH yang sama dengan selulosa murni.

Penelitian mengenai adsorpsi pewarna sintetik *Remazol Brilliant Blue R* pada limbah batik di Rumah Batik Putat Jaya juga pernah dilakukan oleh Yuningsih (2020). Penelitian tersebut menggunakan karbon aktif sebagai adsorben. Parameter yang digunakan dalam penelitian tersebut meliputi variasi waktu kontak (10, 20, 30, 40, 45 dan 50 menit), variasi massa adsorben (2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0; 20,0 dan 25,0 mg), variasi konsentrasi awal (10, 20, 40, 60, 80, 100 dan 120 ppm) serta variasi pH larutan (2, 4, 6, 8, 10 dan 12). Hasil adsorpsi diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 592 nm. Kondisi optimum adsorpsi diperoleh pada waktu kontak 40 menit, massa adsorben 20 mg, konsentrasi awal 100 ppm serta pada pH 2 dengan %removal masing-masing sebesar 72,54%; 90,94%; 90,79% dan 99,39%. Metode adsorpsi yang diterapkan menghasilkan %removal maksimum sebesar 99,39% dengan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 123,05 mg/g. Pada penelitian ini menggunakan tipe isoterm Freundlich dengan nilai R^2 sebesar 0,9822.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kaca arloji, spatula, neraca analitik, labu ukur volume 100 mL; 250 mL dan 1000 mL, gelas kimia volume 50 mL, 100 mL dan 250 mL, pipet volume 10 mL, bola hisap, *magnetic stirrer*, kertas saring Whatman 125 µm, corong, pH Meter (Hanna), Oven (Freas 605), Furnace (Nabenthern®), spektrofotometer UV-Vis (Genesys 10S) dan FTIR (Shimadzu).

3.1.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi aqua DM (demineralisasi), akuades, pewarna *Remazol brilliant blue R* (diperoleh dari Toko Warna Indah, Surabaya), batang dan daun tumbuhan meniran segar (*Phyllanthus niruri* L.), NaOH (Merck) dan HCl (Merck).

3.2 Prosedur Penelitian

3.2.1 Preparasi Bio-Adsorben

Tumbuhan meniran segar (batang dan daun) dicuci dengan air suling lalu dibilas dengan akuades, kemudian dipotong kecil-kecil dan dikeringkan di bawah sinar matahari sampai berwarna kecoklatan. Meniran kering dimasukkan ke dalam *crucible* 250 ml untuk dipanaskan dengan oven pada suhu 105℃ selama 4 jam (Suneetha dan Ravindhranath, 2012). Setelah itu, meniran kering dimasukkan ke dalam furnace dan dipanaskan pada suhu 700℃ untuk proses karbonisasi. Selanjutnya karbon dihaluskan dengan mortar dan alu hingga menjadi serbuk lalu diayak menggunakan

ayakan mesh ukuran 45 µm dan siap digunakan sebagai bio-adsorben.

3.2.2 Karakterisasi Bio-Adsorben

Karakterisasi dilakukan pada adsorben meniran sebelum dilakukan adsorpsi. Serbuk karbon meniran yang telah diayak dianalisis gugus fungsinya menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) pada interval bilangan gelombang 400-4000 cm^{-1}.

3.2.3 Pembuatan Larutan Induk Remasol Biru 1000 ppm

Pewarna remasol biru ditimbang sebanyak 0,500 gram dengan neraca analitik, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL. Aqua DM ditambahkan sampai tanda batas dan dihomogenkan.

3.2.4 Pembuatan Larutan Kerja Remasol Biru 100 ppm

Larutan induk remasol biru sebanyak 100 mL dimasukkan kedalam labu ukur 1 L, kemudian ditambahkan aqua DM sampai tanda batas dan dihomogenkan.

3.2.5 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Remasol Biru

Larutan kerja remasol biru 100 ppm diukur absorbansi maksimumnya pada panjang gelombang 400-800 nm dengan spektrofotometer UV-Vis dengan aqua DM sebagai blanko (Vijayan dkk., 2015).

3.2.6 Pembuatan Kurva Kalibrasi Larutan Remasol Biru

Larutan induk remasol biru 100 ppm diencerkan menjadi 0; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80 dan 90 ppm dalam labu ukur 25 mL. Masing-masing variasi konsentrasi kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang

gelombang 595 nm (panjang gelombang maksimum remasol biru yang telah didapatkan), kemudian diplot masing-masing variasi konsentrasi terhadap absorbansi yang diperoleh untuk membuat kurva kalibrasi larutan remasol biru (Yuningsih, 2020).

3.2.7 Penentuan Waktu Kontak Adsorpsi Optimum

Karbon tumbuhan meniran ditimbang sebanyak 40 mg dengan neraca analitik, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 mL. Larutan remasol biru 100 ppm dipipet sebanyak 10 mL menggunakan pipet volume, kemudian ditambahkan ke dalam gelas kimia yang telah berisi karbon. Campuran tersebut diaduk selama 60 menit menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 450 *rpm*, kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan campuran dengan karbon aktif. Filtrat diambil dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum pewarna dengan spektrofotometer UV-Vis. Aqua DM digunakan sebagai blanko untuk mengukur absorbansi remasol biru. Perlakuan tersebut diulangi sebanyak 2 kali untuk mendapatkan data duplo. Perlakuan dilakukan dengan cara yang sama untuk variasi waktu lainnya yaitu 80; 100; 120; 130 dan 140 menit (Yuningsih, 2020).

3.2.8 Penentuan Massa Adsorben Adsorpsi Optimum

Karbon tumbuhan meniran ditimbang sebanyak 10 mg dengan neraca analitik, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 mL. Larutan remasol biru 100 ppm dipipet sebanyak 10 mL menggunakan pipet volume, kemudian ditambahkan ke dalam gelas kimia yang telah berisi karbon. Campuran tersebut diaduk menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 450 rpm selama 120 menit (waktu kontak optimum yang telah diperoleh sebelumnya). Campuran yang telah diaduk kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan campuran dengan

karbon. Filtrat diambil dan diukur absorbansi masing-masing pewarna dalam campuran pada panjang gelombang maksimum pewarna menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Perlakuan dilakukan dengan cara yang sama untuk variasi massa adsorben lainnya yaitu 20; 30; 40 dan 50 mg (Yuningsih, 2020).

3.2.9 Penentuan Konsentrasi Awal Adsorpsi Optimum

Larutan remasol biru 50 ppm dipipet sebanyak 10 mL menggunakan pipet volume, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 mL dan ditambahkan karbon aktif sebanyak 40 mg (massa adsorben optimum yang telah diperoleh sebelumnya). Campuran diaduk menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 450 *rpm* selama 120 menit (waktu kontak optimum yang telah diperoleh sebelumnya). Campuran yang telah diaduk kemudian disaring menggunakan kertas saring Whatman untuk memisahkan campuran dengan karbon. Filtrat diambil dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum pewarna menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Perlakuan dilakukan dengan cara yang sama untuk variasi konsentrasi awal lainnya yaitu 60; 70; 80; 90; 100 dan 110 ppm (Yuningsih, 2020).

3.2.10 Penentuan pH Adsorpsi Optimum

Larutan kerja remasol biru 100 ppm diukur pH-nya menggunakan pH meter. Larutan kerja remasol biru 100 ppm dipipet sebanyak 10 mL menggunakan pipet ukur, ditambahkan HCl atau NaOH untuk mengatur nilai pH 2 dengan bantuan pH meter. Sebanyak 40 mg (massa adsorben optimum yang telah diperoleh sebelumnya) kemudian dilakukan adsorpsi. Larutan pewarna diaduk menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 450 rpm selama 120 menit (waktu kontak optimum yang telah diperoleh sebelumnya). Larutan yang telah diaduk kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan larutan pewarna

dengan karbon aktif. Filtrat diambil dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum pewarna menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Perlakuan dilakukan dengan cara yang sama untuk variasi pH lainnya yaitu 4; 6; 8; 10 dan 12 (Yuningsih, 2020).

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Bio-Adsorben

Preparasi Bio-Adsorben dilakukan dengan cara memotong kecil-kecil tumbuhan meniran (*Phyllanthus niruri* L.) kemudian dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan tanah dan polutan lain yang menempel pada tumbuhan meniran, setelah itu dibilas dengan akuades untuk menghilangkan zat-zat pengotor yang masih tersisa di dalam tumbuhan meniran. Tahap selanjutnya adalah proses dehidrasi yaitu proses penghilangan air yang terkandung dalam meniran yang dilakukan dengan cara menjemur meniran di bawah sinar matahari. Tumbuhan meniran kering dimasukkan ke dalam *crucible* 250 mL lalu dipanaskan dengan oven pada suhu 105℃ selama 4 jam untuk menghilangkan kandungan air yang masih terdapat dalam tumbuhan meniran dan untuk mempermudah proses karbonisasi. Kemudian meniran dipanaskan dengan furnace selama 3 jam untuk proses karbonisasi yang dilakukan pada suhu 700℃ agar dapat menghasilkan karbon dengan luas permukaan yang lebih besar (Erdem dkk., 2016). Proses yang terjadi dalam tahap ini adalah pirolisis, dimana hasil dari proses tersebut akan menghasilkan karbon sebagai hasil akhirnya.

Karbonisasi merupakan proses pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Pembentukan karbon terjadi pada temperatur 400-600℃, akan tetapi pada temperatur ini karbon yang terbentuk masih dapat mengalami pelebaran pori seiring dengan kenaikan temperature (Erdem dkk., 2016). Pada penelitian yang dilakukan oleh Erdem dkk (2016), temperatur 700℃ memberikan luas permukaan dan volume pori yang lebih besar dibandingkan temperatur 500℃ dan 600℃. Hasil serupa juga diperoleh pada penelitian Angin dkk (2014) yang membuat karbon aktif dari biji ceri dengan temperatur antara 500 sampai

900°C. Temperatur 700°C memberikan luas permukaan yang paling besar dibandingkan temperatur lainnya. Hal ini disebabkan terbentuknya volatil selama pemanasan yang meningkatkan porositas dari struktur karbon, akan tetapi pemanasan pada temperatur yang lebih tinggi memberikan efek sintering dari volatil dan penyusutan pori-pori yang menyebabkan pori-pori menyempit dan menutup (Angin, 2014). Pada proses karbonisasi terdapat penyusutan sampel. Hal ini dikarenakan pemanasan yang diberikan saat proses karbonisasi berlangsung dapat menghilangkan komponen-komponen yang terkandung di dalam sampel, sehingga hanya tersisa arang atau karbonnya saja. Proses karbonisasi ini terkadang juga didapatkan hasil berupa abu jika proses karbonisasi tidak berlangsung dalam keadaan lingkungan yang terbatas oksigen (Nurdiansah dan Susanti, 2013). Hal ini seperti hasil yang didapat dari proses karbonisasi pada tumbuhan meniran yang juga berupa arang dan terdapat sedikit abu di atas arang. Hasil karbonisasi dapat ditunjukkan pada Gambar 4.1.

Gambar 4.1 Tumbuhan Meniran Setelah Dipanaskan dengan furnace

Karbon dihaluskan dengan mortar dan alu hingga menjadi serbuk lalu diayak menggunakan ayakan mesh ukuran 45 µm untuk menyeragamkan ukuran agar luas permukaan sama sehingga adsorpsi menjadi lebih optimum (Erprihana dan

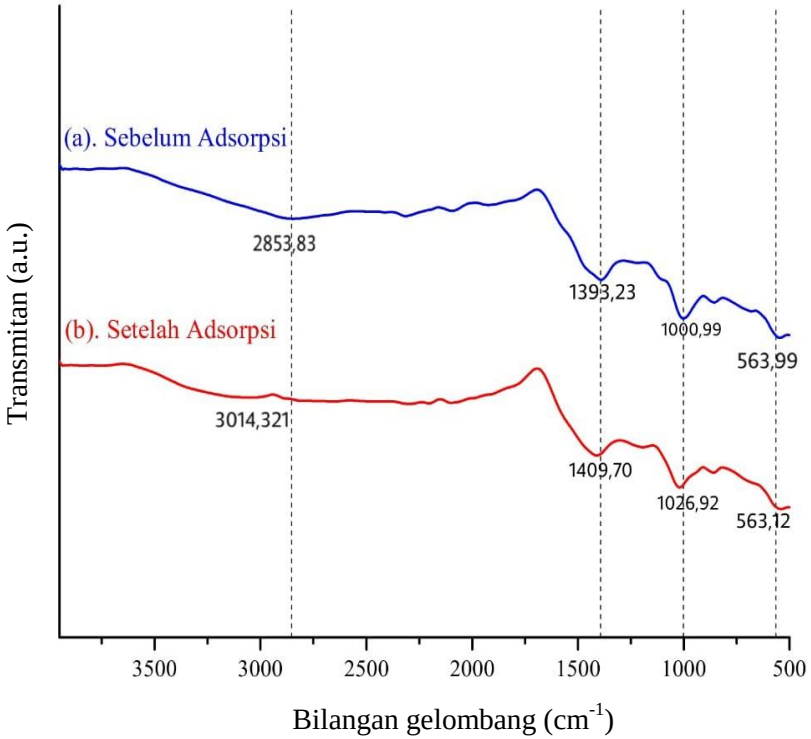
Hartantao, 2014). Secara teoritis semakin kecil ukuran partikel maka luas permukaan adsorben semakin luas sehingga senyawa organik akan lebih banyak terserap pada permukaan adsorben (Atkins, 1999). Ukuran pori adsorben akan mempengaruhi proses penyerapan zat warna. Adsorben yang memiliki ukuran pori yang lebih besar cenderung mengadsorpsi lebih banyak zat warna. Karbon tumbuhan dapat dilihat pada Gambar 4.2

Gambar 4.2 Karbon Tumbuhan Meniran (*Phyllanthus niruri*)

4.2 Karakterisasi Bio-Adsorben Meniran (*Phyllanthus niruri)*

Penentuan gugus fungsi yang terkandung dalam karbon meniran dapat dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR. Pengukuran pada penelitian ini dilakukan pada bilangan gelombang antara 4000-400 cm^{-1}. Hasil spektrum yang terlihat pada Gambar 4.3 diperoleh informasi mengenai ikatan gugus fungsi yang terdapat pada adsorben karbon meniran sebelum dan setelah adsorpsi yang dapat dilihat pada Tabel 4.1. Tren kurva yang terjadi pada spektra adsorben karbon meniran sebelum dan setelah adsorpsi hampir tidak terjadi perubahan tren grafik. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahmat dkk (2016) yang menggunakan bio-adsorben daun nanas untuk mengadsorpsi *Remazol Brilliant Blue R.* Puncak-puncak yang terbentuk cenderung mirip dan hanya terdapat pergeseran bilangan gelombang yang tidak terlalu besar. Pergeseran tersebut

terjadi pada pita serapan untuk gugus C-H *stetching* yaitu dari 2853,83 cm^{-1} menjadi 3014,321 cm^{-1}, pergeseran gugus C-H *rocking* yaitu dari 1393,23 cm^{-1} menjadi 1409,70 cm^{-1}, pergeseran gugus C-N *stretching* yaitu dari 1000,99 cm^{-1} menjadi 1026,92 cm^{-1}, pergeseran gugus C=C *bending* yaitu dari 871,66 cm^{-1} menjadi 871,77 cm^{-1} dan pada gugus C-OH *twisting* terjadi perubahan bilangan gelombang sebesar 563,99 cm^{-1} menjadi 563,12 cm^{-1}. Hal ini menunjukkan bahwa setelah proses adsorpsi tidak ada pembentukkan gugus fungsional baru pada adsorben.



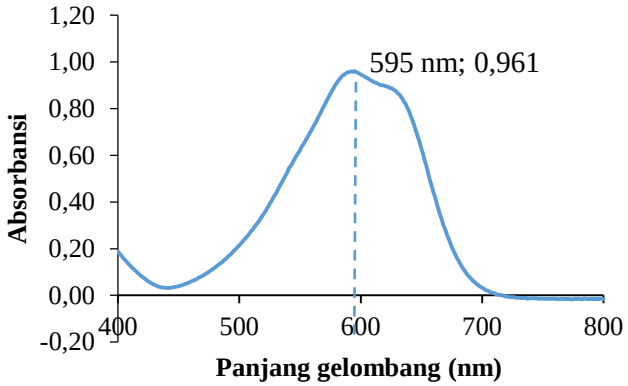
Gambar 4.3 Spektra FTIR Karbon Meniran

Tabel 4.1 Indikasi Ikatan pada Karbon Meniran

Indikasi Ikatan	**Bilangan Gelombang (cm^{-1})**	
	Sebelum Adsorpsi	**Setelah Adsorpsi**
C-H *stretching*	2853,83	3014,321
C-H *rocking*	1393,23	1409,70
C-N *stretching*	1000,99	1026,92
C=C *Bending*	871,66	871,77
C-OH *twisting*	563,99	563,12

4.3 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Remasol Biru

Pemilihan panjang gelombang yang tepat untuk pengukuran sampel bertujuan untuk memperoleh serapan maksimum, serapan maksimum diperoleh jika pengukuran dilakukan pada panjang gelombang maksimum. Pengukuran pada panjang gelombang tersebut akan memberikan kepekaan dan ketelitian pengukuran yang paling tinggi dengan spektrofotometer (Wardalia dan Rusdi, 2017). Hasil pengukuran berupa kurva hubungan antara absorbansi dan panjang gelombang remasol biru ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Kurva Panjang Gelombang Maksimum Larutan Remasol Biru 100 ppm

Pengukuran panjang gelombang maksimum pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Genesys 10S) pada rentang panjang gelombang 400-800 nm. Panjang gelombang 400-800 nm merupakan spektrum daerah *visible* atau cahaya tampak yang dapat dilihat oleh mata manusia, hal ini sesuai dengan pewarna remasol biru yang memiliki panjang gelombang di sekitar 590 nm. Panjang gelombang tersebut yang diserap oleh spektroskopi UV-Vis yaitu warna kuning yang merupakan komplementer dari warna biru (Day dan Underwood, 2002).

Pada prinsipnya, untuk mengetahui besarnya serapan oleh larutan yang bukan analat digunakan blanko, blanko sendiri berfungsi sebagai pembanding. Blanko yang digunakan pada penelitian ini adalah aqua DM. Aqua DM dipilih karena memenuhi syarat sebagai pelarut yang baik yaitu mampu melarutkan sampel dengan sempurna, tidak megandung ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur molekulnya, tidak berwarna, dan memiliki kemurnian yang tinggi (Pridatama, 2020). Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan diperoleh data berupa nilai absorbansi dan panjang gelombang untuk larutan remasol biru yang diukur. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa panjang gelombang maksimum terdapat pada panjang gelombang 595 nm dengan nilai absorbansi 0,961. Dengan demikian tahap penelitian selanjutnya menggunakan panjang gelombang 595 nm untuk pengukuran.

4.4 Pembuatan Kurva Kalibrasi Remasol Biru

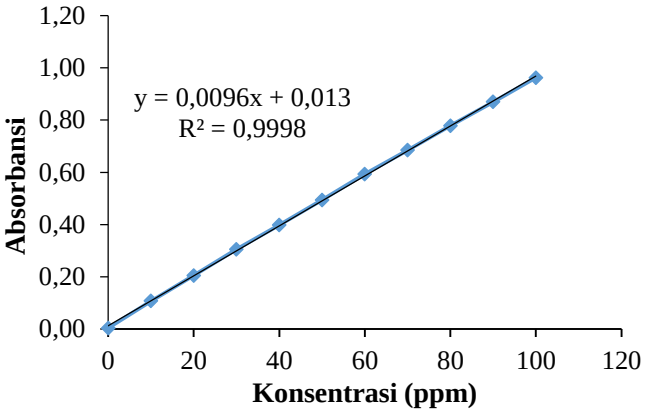
Kurva kalibrasi dibuat dengan mengukur absorbansi dari larutan standar dari berbagai konsentrasi, yaitu 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 ppm pada panjang gelombang maksimum yang telah ditentukan sebelumnya yaitu sebesar 595 nm. Data larutan standar dan absorbansinya dapat dilihat pada Tabel 4.2. Nilai absorbansi yang diperoleh kemudian diplot terhadap konsentrasi larutan standar dimana nilai absorbansi sebagai sumbu y dan konsentrasi larutan standar sebagai sumbu x, sehingga dapat diperoleh kurva kalibrasi larutan remasol biru

(Skoog dan West, 2013). Kurva kalibrasi larutan remasol biru yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 4.5.

Persamaan regresi linier yang dihasilkan dari kurva kalibrasi tersebut menunjukkan hubungan antara absorbansi (sumbu y) dan juga konsentrasi larutan standar masing-masing pewarna (sumbu x) dalam persamaan y = bx + c. Persamaan regresi tersebut dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi pewarna, dimana konsentrasi pewarna sebagai x, nilai absorbansi sebagai y, b merupakan *slope*, dan c merupakan intersep. Berdasarkan Gambar 4.5 diperoleh persamaan garis y = 0,0096x + 0,013 dan gradien linieritas sebesar R^2 = 0,9998. Koefisien regresi (R^2) merupakan ukuran derajat korelasi antara nilai absorbansi pada sumbu y dan nilai konsentrasi pada sumbu x. Nilai R^2 ini dapat berupa nilai antara +1 dan -1, semakin dekat nilai R^2 dengan 1 maka semakin kuat korelasinya (Barwick, 2003).

Tabel 4. 2 Data Absorbansi Larutan Remasol Biru

Konsentrasi (ppm)	**Absorbansi**
0	0,00
10	0,11
20	0,20
30	0,31
40	0,40
50	0,49
60	0,59
70	0,68
80	0,78
90	0,87
100	0,96



Gambar 4.5 Kurva Kalibrasi Larutan Remasol Biru

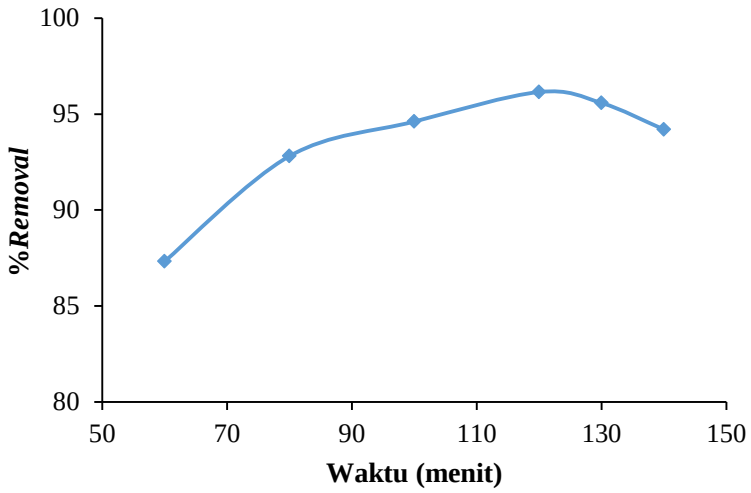
4.5 Studi Adsorpsi

Proses adsorpsi pada penelitian ini dilakukan dengan metode *batch*, dimana larutan remasol biru sebagai adsorbat dengan adsorben berupa karbon dari tumbuhan meniran (*Phillanthus niruri* L.) yang sebelumnya sudah dilakukan perlakuan. Pewarna yang digunakan dalam penelitian ini bukan merupakan pewarna P.A (*pro analysis*) yang memiliki kemurnian yang tinggi, hal ini dikarenakan penelitian ini menyesuaikan dengan jenis pewarna yang digunakan di Rumah Batik Putat Jaya. Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi adsorpsi optimum dengan variasi (waktu kontak, massa adsorben, konsentrasi awal dan pH) dari remasol biru, sehingga dapat memudahkan proses pengolahan limbah pewarna di Industri Batik Putat Jaya.

Proses adsorpsi dilakukan dengan volume adsorbat 10 mL dengan kecepatan pengadukan 450 *rpm*. Proses adsorpsi dilakukan dengan pengulangan sebanyak dua kali (duplo) dengan standar deviasi <2% untuk menunjukkan bahwa prosedur yang dilakukan telah presisi (Harmita, 2004). Setelah proses adsorpsi selesai dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring untuk memisahkan campuran dengan karbon.

4.5.1 Pengaruh Waktu Kontak Adsorpsi Optimum

Salah satu variabel untuk menentukan banyaknya adsorbat yang dapat diadsorpsi oleh adsorben adalah waktu kontak. Dalam menentukan waktu kontak optimum adsorpsi dilakukan dengan menggunakan uji-t antara dua data yang mendekati angka optimum. Pada uji statistik dibuat hipotesis dimana H_0 diterima apabila tidak terdapat perbedaan secara signifikan (terjadi jika $t_{hitung} < t_{kritis}$), sedangkan H_0 ditolak apabila terdapat perbedaan secara signifikan (terjadi jika $t_{hitung} > t_{kritis}$). Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi zat warna *remazol brilliant blue R* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik %*Removal* Terhadap Variasi Waktu Kontak

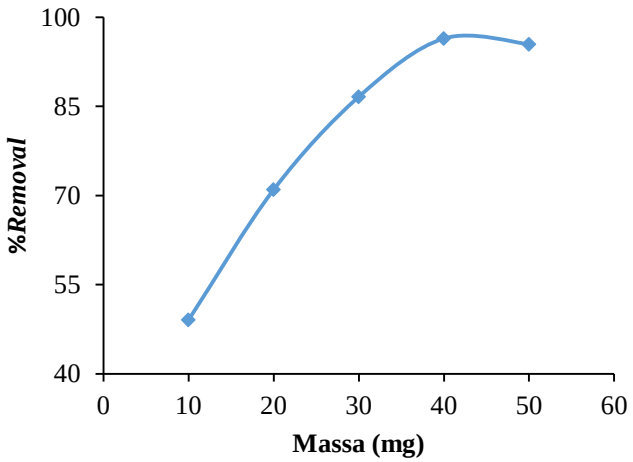
Variasi waktu kontak adsorpsi dilakukan pada 60; 80; 100; 120; 130 dan 140 menit dengan massa adsorben sebesar 40 mg. Setelah proses adsorpsi selesai, dilakukan perhitungan konsentrasi akhir remasol biru dengan memasukkan nilai absorbansi yang diperoleh dari pengukuran spektrofotometer UV-Vis ke dalam persamaan regresi linier yang diperoleh dari kurva kalibrasi.

Perhitungan konsentrasi akhir dan %*removal* remasol biru dapat dilihat pada Lampiran C. Gambar 4.6 menunjukkan bahwa dari waktu 60 menit hingga 120 menit persentase adsorpsi terus mengalami peningkatan, dimana pada waktu 120 menit persentase adsorbat teradsorpsi sebesar 96,15%, setelah 120 menit persentase adsorpsi cenderung mengalami penurunan yaitu pada 130 menit persentasenya sebesar 95,58% dan pada waktu 140 menit sebesar 94,20%. Berdasarkan hasil uji-t didapatkan nilai t_{hitung} pada waktu kontak 100 dan 120 menit sebesar 76,5 sedangkan pada waktu 120 dan 140 menit sebesar 1,16 dengan nilai t_{kritis} yang sama yaitu 12,71. Hal tersebut menunjukkan bahwa antara data waktu kontak 100 dan 120 menit terdapat perbedaan secara signifikan (H_0 ditolak), sedangkan data 120 dan 130 menit tidak terdapat perbedaan yang signifikan (H_0 diterima), sehingga waktu kontak optimum terdapat pada waktu 120 menit dengan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 17,61 mg/g. Waktu optimum tercapai apabila peningkatan persentase adsorbat yang teradsorpsi mencapai titik maksimal sehingga penambahan waktu kontak tidak akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pengurangan kadar zat warna dalam sampel.

Semakin lama waktu kontak maka kemungkinan proses adsorpsi juga semakin meningkat, tetapi ketika kondisi setimbang telah tercapai adsorben cenderung melepas (desorpsi) zat warna sehingga persentase adsoprsi menjadi berkurang, ini menandakan karbon tumbuhan meniran mengalami waktu jenuh. Waktu jenuh adalah keadaan dimana konsentrasi tidak mengalami perubahan bahkan setelah waktu tertentu karbon meniran mengalami desorpsi yaitu melepaskan kembali zat warna yang telah diadsorp karena pori-pori abu terbangnya telah jenuh oleh zat warna (Mufrodi dkk, 2008).

4.5.2 Pengaruh Variasi Massa Adsorben

Variasi massa adsorben merupakan langkah selanjutnya yang dilakukan setelah penentuan waktu optimum. Semakin banyak massa adsorben yang digunakan maka semakin efektif proses adsorpsi yang terjadi, hal ini karena kuantitas sisi aktif serapan akan meningkat dengan bertambahnya jumlah adsorben. Pada penelitian ini dilakukan variasi massa adsorben karbon meniran sebanyak 10; 20; 30; 40; 50 mg dengan tujuan untuk mengetahui massa adsorben optimum dalam mengadsorpsi zat warna *remazol blue*. Adsorpsi zat warna ini menggunakan waktu kontak optimum selama 120 menit dalam konsentrasi larutan *remazol blue* sebesar 100 ppm dengan kecepatan pengadukan 450 rpm. Proses adsorpsi dilakukan dengan pengulangan sebanyak dua kali (duplo) dengan standar deviasi <2% untuk menunjukkan bahwa prosedur yang dilakukan telah presisi (Harmita, 2004). Perhitungan konsentrasi akhir dan %*removal* remasol biru dilihat pada Lampiran C. Pengaruh massa adsorben terhadap adsorpsi zat warna *remazol brilliant blue R* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik %*Removal* Terhadap Variasi Massa Adsorben

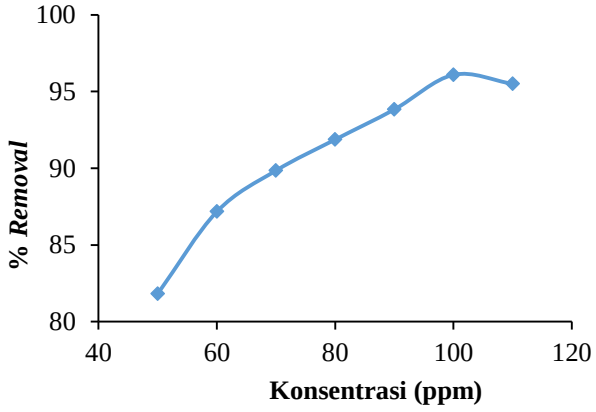
Gambar 4.7 menunjukkan bahwa %*removal* meningkat dari massa adsorben 10 mg hingga 40 mg yaitu sebesar 49,04% hingga 96,43% dengan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 23,83 mg/g. semakin bertambah massa adsorben yang digunakan, maka nilai efisiensi adsorpsinya semakin tinggi. Bertambahnya massa adsorben sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan sehingga sisi aktif pada adsorben bertambah banyak untuk mengikat dan menyerap adsorbat yang menyebabkan efisiensi penyerapan zat warna lebih maksimal sampai titik optimum (Messayu, 2009). Berbeda dengan massa adsorben setelah kondisi optimum (50 mg) mengalami penurunan %*removal* sebesar 95,46%. Hal tersebut dikarenakan karbon meniran dalam larutan telah lewat jenuh. Pada permukaan adsorben terdapat situs aktif yang jumlahnya sebanding terhadap luas permukaan adsorben, sehingga apabila situs aktif pada permukaan adsorben telah jenuh oleh adsorbat dan mencapai kemampuan adsorpsi optimum, maka penambahan massa karbon meniran tidak lagi dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi dari adsorben tersebut (Sembiring, 2003).

Penentuan massa adsorben optimum dalam proses adsorpsi dilakukan uji statistik berupa uji-t "*Paired Two Sample for Means*" antara dua massa adsorben sebelum dan sesudah massa adsorben yang diduga optimum. Pada uji statistik dibuat hipotesis dimana H_0 diterima apabila tidak terdapat perbedaan secara signifikan (terjadi jika $t_{hitung} < t_{kritis}$), sedangkan H_0 ditolak apabila terdapat perbedaan secara signifikan (terjadi jika $t_{hitung} > t_{kritis}$). Dari hasil uji-t didapatkan nilai t_{hitung} pada massa adsorben 30 dan 40 mg sebesar 28,85 sedangkan pada massa 40 dan 50 mg sebesar 3,82 dengan nilai t_{kritis} yang sama yaitu 12,71. Artinya antara data massa adsorben 30 dan 40 mg terdapat perbedaan signifikan (H_0 ditolak), sedangkan data 40 dan 50 mg tidak terdapat perbedaan signifikan (H_0 diterima). Hal ini menunjukkan bahwa massa adsorben optimum yang dibutuhkan remasol biru teradsorb oleh

karbon meniran sebanyak 40 mg dengan %*removal* sebesar 96,43%.

4.5.3 Pengaruh Variasi Konsentrasi Awal Remasol Biru

Jumlah penurunan konsentrasi zat warna sangat tergantung pada konsentrasi awal zat warna dalam proses adsorpsi. Uji adsorpsi remasol biru pada tahap ini adalah sebanyak 10 mL dengan variasi konsentrasi 50; 60; 70; 80; 90; 100 dan 110 ppm, waktu kontak 120 menit, kecepatan pengadukan 450 rpm, dan massa adsorben 40 mg. Proses adsorpsi dilakukan dengan pengulangan sebanyak dua kali (duplo) dengan standar deviasi <2% untuk menunjukkan bahwa prosedur yang dilakukan telah presisi. Setelah proses adsorpsi selesai, dilakukan perhitungan konsentrasi akhir remasol biru dengan memasukkan nilai absorbansi yang diperoleh dari pengukuran spektrofotometer UV-Vis ke dalam persamaan regresi linier yang diperoleh dari kurva kalibrasi. Perhitungan konsentrasi akhir dan %*removal* remasol biru dilihat pada Lampiran C. Pengaruh variasi konsentrasi awal larutan terhadap adsorpsi zat warna *remazol brilliant blue R* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



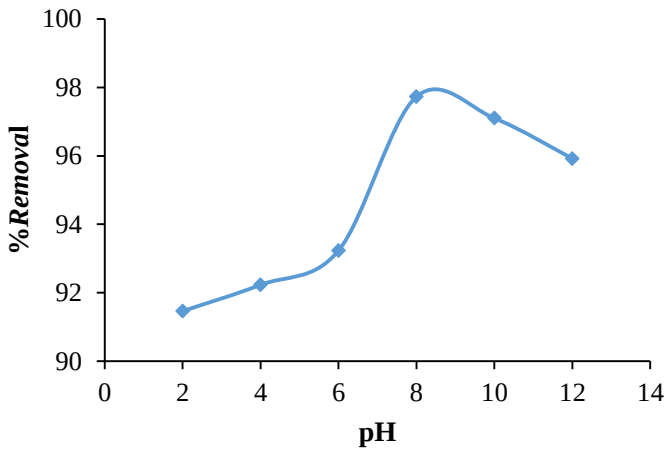
Gambar 4.8 Grafik %*removal* Terhadap Variasi Konsentrasi

Hasil pengaruh variasi konsentrasi awal larutan dapat ditunjukkan pada Gambar 4.8 yang menunjukkan %*removal* zat warna mengalami peningkatan sesuai dengan kenaikan konsentrasi zat warna remasol biru yang digunakan. %*removal* meningkat dari konsentrasi awal larutan 50 ppm hingga 100 ppm yaitu sebesar 81,82% hingga 96,09% dengan kapasitas adsorpsi maksimum yaitu 23,47 mg/g. Peningkatan adsorpsi diakibatkan belum jenuhnya situs aktif pada permukaan adsorben sehingga semakin tinggi konsentasi zat warna remasol biru maka akan semakin banyak molekul zat warna yang teradsorpsi. Sementara itu, pada konsentrasi awal 110 ppm terjadi penurunan %*removal* yakni sebesar 95,50%. Hal ini menandakan jika permukaan adsorben telah melewati titik jenuh sehingga sisi aktif pada adsorben tidak mampu lagi mengikat molekul adsorbat yang masih tersisa pada larutan (Sahara dkk., 2018).

Penentuan konsentrasi awal larutan optimum dalam proses adsorpsi dilakukan uji statistik berupa uji-t "*Paired Two Sample for Means*" antara dua massa adsorben sebelum dan sesudah massa adsorben yang diduga optimum. Pada uji statistik dibuat hipotesis dimana H_0 diterima apabila tidak terdapat perbedaan secara signifikan (terjadi jika $t_{hitung} < t_{kritis}$), sedangkan H_0 ditolak apabila terdapat perbedaan secara signifikan (terjadi jika $t_{hitung} > t_{kritis}$). Hasil uji-t didapatkan nilai t_{hitung} pada konsentrasi awal larutan 90 dan 100 ppm sebesar 12,89 sedangkan pada konsentrasi awal larutan 100 dan 110 ppm sebesar 4,46 dengan nilai t_{kritis} yang sama yaitu 12,71. Artinya antara data konsentrsi awal larutan 90 dan 100 ppm terdapat perbedaan signifikan (H_0 ditolak), sedangkan data 100 dan 110 ppm tidak terdapat perbedaan signifikan (H_0 diterima). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi awal larutan optimum yang dibutuhkan remasol biru teradsorb oleh karbon meniran sebesar 100 ppm dengan %*removal* sebesar 96,09%.

4.5.4 Pengaruh Variasi pH Remasol Biru

pH merupakan suatu parameter yang berpengaruh pada proses adsorpsi. pH suatu larutan dapat mendorong atau menghambat terjadinya proses adsorpsi pada suatu larutan, hal ini dikarenakan kondisi pH yang terdapat pada larutan mempengaruhi bentuk ion dari zat warna yang diadsorp, jenis adsorbat dan muatan pada permukaan adsorben yang digunakan. Variasi pH digunakan untuk mengetahui pada pH berapa karbon meniran dapat mengadsorp larutan secara optimum. Adsorpsi dilakukan dengan mengamati parameter pH adsorbat. Pengaturan pH adsorbat dilakukan dengan cara menambahkan larutan HCl/NaOH ke dalam larutan *remazol brilliant blue R* 100 ppm hingga pH larutan menjadi 2; 4; 6; 8; 10; 12. Kondisi adsorpsi pada variasi pH adsorbat adalah menggunakan massa adsorben sebesar 40 mg dan waktu kontak 120 menit dengan kecepatan pengadukan 450 rpm. Proses adsorpsi dilakukan dengan pengulangan sebanyak dua kali (duplo) dengan standar deviasi <2% untuk menunjukkan bahwa prosedur yang dilakukan telah presisi. Pengaruh variasi pH larutan terhadap adsorpsi zat warna *remazol brilliant blue R* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik %*Removal* Terhadap Variasi pH

Perhitungan konsentrasi akhir remasol biru dilakukan setelah proses adsorpsi selesai dengan memasukkan nilai absorbansi yang diperoleh dari pengukuran spektrofotometer UV-Vis ke dalam persamaan regresi linier yang diperoleh dari kurva kalibrasi. Perhitungan pH dan %*removal* remasol biru dilihat pada Lampiran C.

Pengaturan pH larutan berpengaruh terhadap muatan permukaan adsorben, derajat ionisasi, stabilitas dan intensitas warna dari senyawa dalam larutan (Lucinaldo dkk., 2015). Gambar 4.8 menunjukkan bahwa %*removal* meningkat dari 91,46% hingga 97,73% dengan peningkatan nilai pH dari 2 hingga 8. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Ningrum (2008), pada permukaan karbon terdapat gugus aktif yang bermuatan parsial positif, sehingga pada waktu penambahan basa zat warna *Remazol Brilliant Blue* cenderung menjadi bermuatan parsial negatif yang akan menyebabkan terjadinya interaksi antara dipol-dipol dipermukaan karbon sehingga adsorpsi akan meningkat. Pada kondisi asam dengan penambahan H^+ akan mengakibatkan zat warna cenderung bermuatan parsial positif, yang akan menyebabkan terjadinya tolakan elektrostatik antara zat warna dengan permukaan karbon yang juga bermuatan parsial positif sehingga adsorpsi yang terjadi relatif rendah. pH optimum diperoleh pada pH 8 dimana terjadi kesetimbangan antara zat warna dengan ion hidroksil di dalam larutan, sehingga zat warna mampu menangkap ion hidroksil yang ditambahkan. Pada pH 10 hingga 12 terjadi penurunan kapasitas adsorpsi yaitu sebesar 97,10% hingga 95,92%, hal ini dikarenakan ion OH^- yang terlalu banyak dalam larutan tidak mampu ditangkap oleh zat warna, sehingga masih banyak ion OH^- bebas didalam larutan yang menyebabkan terjadinya kompetisi antara zat warna dengan ion OH^- bebas untuk menempati permukaan karbon yang akan menurunkan daya adsorpsi zat warna dengan adsorben (Ningrum dkk., 2008).

Penentuan pH optimum dalam proses adsorpsi dilakukan uji statistik berupa uji-t "*Paired Two Sample for Means*" antara pH sebelum dan sesudah pH awal larutan yang diduga optimum. Pada

uji statistik dibuat hipotesis dimana H_0 diterima apabila tidak terdapat perbedaan secara signifikan (terjadi jika $t_{hitung} < t_{kritis}$), sedangkan H_0 ditolak apabila terdapat perbedaan secara signifikan (terjadi jika $t_{hitung} > t_{kritis}$). Dari hasil uji-t didapatkan nilai t_{hitung} pada pH larutan 6 dan 8 sebesar 225 sedangkan pada pH larutan 8 dan 10 sebesar 1,34 dengan nilai t_{kritis} yang sama yaitu 12,71. Artinya antara data pH larutan 6 dan 8 terdapat perbedaan signifikan (H_0 ditolak), sedangkan pada pH 8 dan 10 tidak terdapat perbedaan signifikan (H_0 diterima). Hal ini menunjukkan bahwa pH awal larutan optimum yang dibutuhkan remasol biru teradsorb oleh karbon meniran adalah 8 dengan %*removal* sebesar 97,73% dan kapasitas adsorpsi maksimum yaitu sebesar 24,15 mg/g.

4.6 Penentuan Kondisi Optimum Adsorpsi Larutan Remasol Biru

Penurunan konsentrasi pewarna *remazol brilliant blue R* yang dilakukan melalui proses adsorpsi dengan adsorben karbon meniran mencapai %*removal* dan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 97,73% $\pm$ 0,60% dan 24,15 mg/g. Kondisi optimum untuk menghasilkan %*removal* tertinggi yaitu dengan mencampurkan 10 mL larutan remasol biru konsentrasi 100 ppm dan 40 mg karbon meniran. Larutan remasol biru yang digunakan diatur pada pH 8. Proses adsorpsi dilakukan pada suhu ruang dengan kecepatan pengadukan 450 rpm selama 120 menit. Setelah proses pengadukan berakhir, dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring untuk memisahkan karbon meniran dengan filtrat yang diperoleh menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 595 nm.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penurunan konsentrasi *Remazol brilliant blue R* telah berhasil dilakukan dengan menggunakan karbon tumbuhan meniran (*Phyllanthus niruri L.*) sebagai bio-adsorben. Adsorpsi optimum terjadi pada waktu kontak selama 120 menit dengan massa adsorben 40 mg serta kosentrasi awal larutan *Remazol brilliant blue R* 100 ppm dalam kondisi basa (pH 8) dengan %*removal* sebesar 97,73% dan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 24,15 mg/g.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut dalam mengaplikasikan karbon meniran (*Phyllanthus niruri* L.) untuk adsorpsi pewarna lain. Selain itu hasil dari penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan untuk mengolah limbah zat warna sintetik *Remazol brilliant blue R* di Rumah Batik Putat Jaya sebelum dibuang ke lingkungan.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

Adamson, A.W. dan A.P. Gast., 1997, "Physical Chemistry of Surface. **6**th edition", John Willy and Sons Inc, New York.

Angin, D., 2014, "Production and characterization of activated carbon from sour cherry stones by zinc chloride", *Fuel*., **115**: 804–811.

Asip, F., Mardhiah, R., dan Husna., 2008, "Uji Efektifitas Cangkang Telur dalam Mengadsorbsi Ion Fe dengan Proses Batch", *Jurnal Teknik Kimia*., **15**(**2**).

Atkins, P.W., 1997, "Kimia Fisika (Alih bahasa : Dra. Irma, I.K)", Erlangga, Jakarta.

Bagalkotkar, G., Sagineedu, S.R., Saad, M.S., dan Stanslas, J., 2006, "Phytochemicals from *Phyllanthus niruri* Linn. and their pharmacological properties: a review", *J. Pharm. Pharmac*., **58**(**12**): 1559-1570.

Barwick, V., 2003, "Preparation of Calibration Curves", Valid Analytical Measurement., LGC Limited.

Bernasconi, G., Lienda, H., 1995, Teknologi Kimia. Jakarta: Pradnya Paramita.

Blais, J.F, Dufresne, B., Mercier, G., 2000, "State of The Art of Technologies for Metal Removal from Industrial Effluents", *Rev Sci Eau*, **12**(**4**): 687-711.

Bunaciu, A.A., Hoang, V.D., Enein, H.Y.A., 2015, "Applications of FT-IR Spectrophotometry in Cancer Diagnostics", Critical Reviews in Analytical Chemistry., **2**(**45**): 156-165.

Dachriyanus, 2004, "Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Analisis", Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas, Padang.

Dharmaraj, S., A. Jamaludin, S., Razak, M.H., Valliappan, R., Ahmad, N.A., Harn, G.L., Ismail, Z., 2006, "The classification of *Phyllanthus niruri* Linn. according to location by infrared spectroscopy", *Vibrational Spectroscopy*., **41**: 68–72.

Eprihana, A.A dan Hartanto, D., 2014, "Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Jeruk (*Citrus reticulata*) untuk Adsorbsi Pewarna *Remazol Brilliant Blue* R", Jurnal Bahan Alam Terbarukan., **3**(**2**): 2303-0623.

Erdem, M., Orhan R., Şahin, M. dan Aydın E., 2016, "Preparation and Characterization of a Novel Activated Carbon from Vine Shoots by $ZnCl_2$ Activation and Investigation of Its Rifampicine Removal Capability", *Water Air Soil Pollut*, 227-226.

Febiyanto, Soleh, A., Afif M., 2016, "Elektrodekolorisasi Limbah Cair Zat warna Batik Dengan Memanfaatkan Batang Karbon Dari Limbah Baterai Bekas", *Jurnal MIPA*, **39**(**2**): 135-142.

Gandjar, I.G., Rohman, A., 2013, "Kimia Farmasi Analisis". Pustaka Pelajar, Yogyakarta.

Grezechulska dan Morawskin., 2002, "Photocatalytic Decomposition of Azo-Dye Acid Black in Water Over Modified Titanium Dioxide", *App. Catal B: Environmental*., **36**: 45.

Haedar, N., Fahruddin., Abdullah, A., Syam, N.A., Talessang, N.H., 2019, "Dekolorisasi dan Degradasi Limbah Zat Warna Naftol oleh Jamur dari Limbah Industri Batik", *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*., **10**(**2**):1-8.

Harmita., 2004, "Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya", *Majalah Ilmu Kefarmasian*., **1**(**3**): 117-135.

Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid 3*. Jakarta: Yayasan Sarana Wana Jaya.

Kevino, 2016, "Pengolahan Limbah Tekstil dengan Teknologi Membran", Program studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung.

Khopkar, S.M., 1990, "Konsep Dasar Kimia Analitik", Universitas Indonesia Press, Jakarta.

Lotito, A.M., Fratino, U., Mancini, A., Bergna, G., Di Iaconi, C., 2011, "Effective Aerobic Granular Sludge Treatment of a Real Dyeing Textile Wastewater", *Int. Biodeterior. Biodegrad*., **69**: 62-68.

Mafra, M.R., L. Igarashi-Mafra, D.R. Zuim, E.C. Vasques dan M. A. Ferreira., 2013, "Adsorption of Remazol brilliant blue on an Orange Peel Adsorbent", *Brazilian Journal of Chemical Engineering*., **30**(**3**): 657-665.

Messayu, P., 2009, "Limbah Arang Sekam Padi sebagai Adsorben Ion Cr(III) dan Cr(VI)", *Skripsi*, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Miftahatul, A.L., Hikmawati, D., Siswanto, 2013, "Sintesis Membran Penyaring Logam Berat Timbal (Pb) di Udara Berbasis Selulosa Asetat dari Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)", *Jurnal Fisika dan Terapannya*., **1**(**3**): 1-3.

Mufrodi, Z., Nur W., dan Ranny C. K., 2008, "Adsorpsi Zat Warna Tekstil Dengan Menggunakan Abu Terbang (*Fly Ash*) Untuk Variasi Massa Adsorben Dengan Suhu Operasi", Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan.

Murugesan, K., Arulmani, M., Nam, I.H., Kim, Y.M., Chang, Y.S., dan Kalaichelvan, P.T., 2006, "Purification and

Characterization of Laccase Produced by A White Rot Fungus Pleurotus sajor-caju Under Submerged Culture Condition and its Potential in Decolorization of Azo Dyes", *Applied Microbiology and Biotechnology.*, **72**(**5**): 939-946.

Mustikawati, S.R., Simpen, I.N. dan Ratnayani, O., 2018. "Adsorpsi Zat Warna Tekstil Remazol Brilliant Blue oleh Limbah Canang Daun Kelapa", *Jurnal Kimia*., **12**(**2**): 195-200.

Ningrum, L.P., Lusiana, L.A., Nuryanto, R., 2008, "Dekolorasi Remazol Brilliant Blue dengan menggunakan Karbon Aktif", Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro.

Nirmasari, A.D., Didik S.W., dan Abdul H., 2008, "Dekolorisasi pH terhadap Elektrodekolorisasi Zat Warna Remazol Black B dengan Elektroda PbO_2", Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia FMIPA Universitan Doponegoro, Semarang.

Noor, I., 2010, "Isolasi dan Karakterisasi β-Glukan dari Tubuh Buah Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) dengan Metode Spektroskopi UV-Visibel dan FTIR", *Skripsi*., Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Negeri Syarif Hidayatullah.

Nurdiansyah, H dan Susanti, D., 2013, "Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitansi *Electric Double Layer Capacitor* (EDLC)", *Jurnal Teknik Pomits*., **2**(**1**): 2301-9271.

Ong, Y.K., Li, F.Y., Sun, S.P., Zhao, B.W., Liang, C.Z., Chung, T.S., 2014, "Nanofiltration Hollow Fiber Membrans for

Textile Wastewater Treatment: labscale and pilotscale studies", *Chem. Eng. Sci*., **114**: 51-57.

Pabhassaro, D., 2008, "Pengembangan Model Adsorpsi Tekanan Tinggi Terhadap Gas Metana untuk memprediksi Potensi *Coalbed Methane* Indonesia sebagai Sumber Energi Baru", *Skripsi*, Universitas Indonesia, Depok.

Pridatama, R., 2019, "Optimasi Adsorpsi Zat Warna Sintetik Indigosol *Pink* Ir menggunakan Adsorben Karbon Aktif", *Skripsi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Rahmat, N.A., Ali, A.A., Salmiati, Hussain, N., Muhamad, M.S., Kristanti, R.A., Hadibarata, T., 2016, "Removal of Remazol Brilliant Blue R from Aqueous Solution by Adsorption Using Pineapple Leaf Powder and Lime Peel Powder", *Water Air Soil Pollut*., **227**: 105.

Riyadh, M., 2009,"Analisa Proses Adsorpsi dengan Variasi Bentuk Silika Gel sebagai Adsorben dan Air sebagai Adsorbat untuk Aplikasi Pendingin Alternatif", *Skripsi*, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.

Rohmawati, I., 2019, "Adsorpsi Campuran Pewarna (Remasol, Indigosol, Dan Naftol) menggunakan Karbon Aktif", *Skripsi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Roth, H.J. dan Blaschke, G., 1981, "*Pharmazeutische Analytic*, diterjemahkn oleh Sarjono Kisman dan Slamet Ibrahim", Gadjah Mada University Press, Yogyakarta., 354-355.

Sabrina, Q. 2011. "Kajian Sifat Optis pada Glukosa Darah", *Skripsi*., Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

Sarkar, A., Paul, B. 2016. “The Global Menace of Arsenic and its Conventional Remediation-A Critical Review”, *Chemosphere*., **158**: 37-49.

Sharma, P., Singh, L., Dilbaghi, N., 2009, “Optimization of Process Variable for Decolorization of Disperse Yellow 211 by *Bacillus subtilis* using Box-Behnken Design”, *Journal of Hazardous Materials*., **164**: 1024-1029.

Skoog, D. A., Holler, E. J., Crouch, S. R., 2007, “Principles of Instrumental Analysis”, *Thomson Higher Education*. USA., 848-851.

Suneetha, M. dan Ravindhranath, K., 2012, “Removal of ammonia from polluted waters using biosorbents derived from powders of leaves, stems or barks of some plants”, *Der Pharma Chemica*., **4**(**1**): 214-227.

Suseno, J.E dan Firdausi, K.S., 2008, “Rancang Bangun Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk Penentuan Kualitas Susu Sapi”, Berkala Fisika., **11**(**1**): 23-28.

Thomas, 2007, “Tanaman Obat Tradisional 2”, Yogyakarta: Kanisius, Yogyakarta., 81-85.

Türgay, O., Ers€oz, G., Atalay, S., Forss, J., Welander, U., 2011, “The Treatment of Azo Dyes Found in Textile Industry Wastewater by Anaerobic Biological Method and Chemical Oxidation”, *Sep. Purif. Technol*., **79**: 26-33.

Underwood, A.L dan R.A Day, Jr. 1986. *Analisa Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga.

Utama, M.D.K., dan Wonoseputro, C., 2017, “Galeri Kerajinan Batik Putat Jaya di Surabaya.”, *Jurnal eDimensi Arsitektur*., **5**(**1**) : 617-624.

Vijayan, C., M. Pandiaraman, N., Soundararajan., 2014, "Photoluminac-ence studies on $Ag_2Se_{0.2}Te_{0.8}$ thin film", *J. ChemTech. Res*. **6**: 3343-3345.

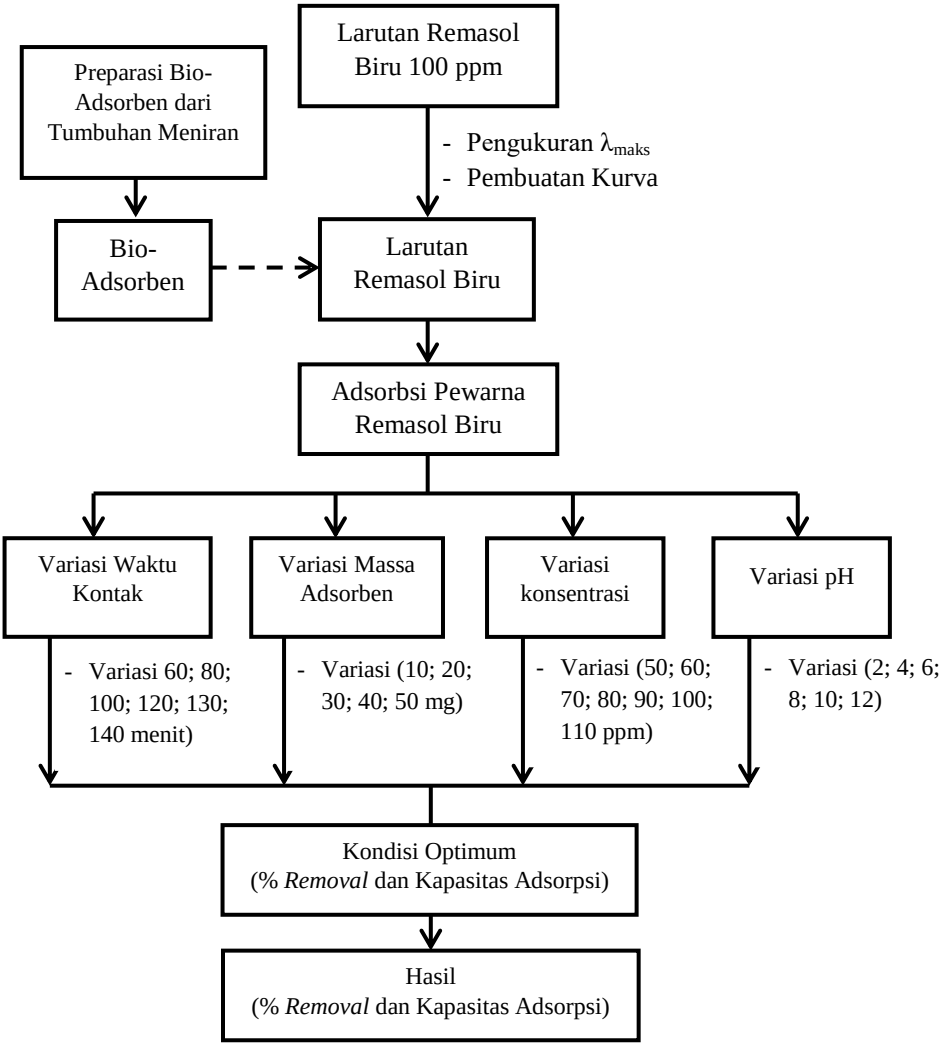
Wahyudi, R. 2018, "Studi Penggunaan Metode Analisis Berbasis Uv-Vis *Spectroscopy* dan Metode Regresi PLS Untuk Penentuan Konsentrasi Kopi Campuran Lanang-Biasa (*Peaberry* Dan Normal)", *Skripsi*., Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Widyaningsih, S., Dwiasi, D.W., Hidayati, D., 2014, "Penurunan Konsentrasi Zat Warna Dalam Limbah Batik Menggunakan Membran dari Sargassum Sp.", *Molekul*., **9**(**2**): 166-174.

Yuningsih, N.E. "Adsorpsi Pewarna Sintetik *Remasol Brilliant Blue R* menggunakan Adsorben Karbon Aktif", *Skripsi*., Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

"Halaman sengaja dikosongkan"

LAMPIRAN A
SKEMA KERJA PENELITIAN



A.1 Preparasi Bio-Adsorben

Tumbuhan Meniran

- Dicuci dengan air suling lalu dibilas dengan akuades
- Dipotong kecil-kecil
- Dikeringkan dibawah sinar matahari sampai kecoklatan
- Dipanaskan pada suhu 105°C selama 4 jam dengan oven
- Dipanaskan pada suhu 700°C selama 3 jam dengan furnace
- Dihaluskan dengan mortar dan alu
- Diayak menggunakan ayakan mesh 45µm

Serbuk Bio-Adsorben $_{(s)}$

A.3 Pembuatan Larutan Induk Remazol Biru 1000 ppm

Remazol Brilliant Blue R $_{(s)}$

- Ditimbang sebanyak 0,50 gram
- Dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL
- Ditambahkan aqua DM hingga tanda batas dan dihomogenkan

Larutan Induk Remazol Biru 1000 ppm $_{(aq)}$

A.4 Pembuatan Larutan Kerja Remazol Biru 100 ppm

Larutan Induk Remasol Biru 1000 ppm $_{(aq)}$

- Diambil sebanyak 100 mL
- Dimasukkan ke dalam labu ukur 1 L
- Ditambahkan aqua DM hingga tanda batas dan dihomogenkan

Larutan Kerja Remasol Biru 100 ppm $_{(aq)}$

A.5 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Remasol Biru

Larutan Induk Remazol Biru 100 ppm $_{(aq)}$

- Diambil beberapa mL dan dimasukkan ke dalam kuvet
- Diukur absorbansi maksimum pada rentang panjang gelombang 400-800 nm

Hasil λ_{maks} Larutan Remasol Biru (595 nm)

A.6 Pembuatan Kurva Kalibrasi Larutan Remasol Biru

Larutan Induk Remasol Biru 100 ppm $_{(aq)}$

- Dipipet dengan pipet ukur berturut-turut 0; 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5; 15; 17,5; 20; 22,5 dan 25 mL untuk membuat konsentrasi larutan standar 0; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90 dan 100 ppm
- Dimasukkan masing-masing ke dalam labu ukur 25 mL
- Ditambahkan Aqua DM hingga tanda batas dan dihomogenkan
- Dianalisa menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada $\lambda = 595$ nm
- Dibuat kurva konsentrasi terhadap absorbansi

Kurva Kalibrasi Larutan Remasol Biru

A.7 Penentuan Waktu Kontak Adsorpsi Optimum

Larutan Remasol Biru 100 ppm $_{(aq)}$

- Diambil sebanyak 10 mL menggunakan pipet volume

Karbon Meniran $_{(s)}$

- Ditimbang sebanyak 40 mg menggunakan neraca analitik

- Dimasukkan ke dalam gelas kimia
- Diaduk menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 450 rpm selama waktu tertentu*
- Disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan filtrat dengan adsorben
- Diukur absorbansi filtrat dengan spektrofotometer UV-Vis pada λ 595 nm
- Diulangi perlakuan sebanyak 2 kali untuk mendapatkan data duplo dengan standar deviasi < 2%

Hasil Absorbansi

***Variasi waktu kontak :**
- 60 menit
- 80 menit
- 100 menit
- 120 menit
- 140 menit

A.8 Penentuan Massa Adsorben Adsorpsi Optimum

Larutan Remasol Biru 100 ppm $_{(aq)}$

- Diambil sebanyak 10 mL menggunakan pipet volume

Karbon Meniran $_{(s)}$

- Ditimbang sebanyak massa tertentu* menggunakan neraca analitik

- Dimasukkan ke dalam gelas kimia
- Diaduk menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 450 rpm selama waktu optimum
- Disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan filtrat dengan adsorben
- Diukur absorbansi filtrat dengan spektrofotometer UV-Vis pada λ 595 nm
- Diulangi perlakuan sebanyak 2 kali untuk mendapatkan data duplo dengan standar deviasi < 2%

Hasil Absorbansi

***Variasi massa adsorben :**
- 10 mg
- 20 mg
- 30 mg
- 40 mg
- 50 mg

A.9 Penentuan Konsetrasi Awal Adsorpsi Optimum

Larutan Remasol Biru Konsentrasi Tertentu*$_{(aq)}$

- Diambil sebanyak 10 mL menggunakan pipet volume

Karbon Meniran $_{(s)}$

- Ditimbang sebanyak massa optimum menggunakan neraca analitik

- Dimasukkan ke dalam gelas kimia
- Diaduk menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 450 rpm selama waktu optimum
- Disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan filtrat dengan adsorben
- Diukur absorbansi filtrat dengan spektrofotometer UV-Vis pada λ 595 nm
- Diulangi perlakuan sebanyak 2 kali untuk mendapatkan data duplo dengan standar deviasi < 2%

Hasil Absorbansi

***Variasi konsentrasi awal:**
- 50 ppm
- 60 ppm
- 70 ppm
- 80 ppm
- 90 ppm
- 100 ppm
- 110 ppm

A.10 Penentuan pH Adsorpsi Optimum

Larutan Remasol Biru Konsentrasi Optimum $_{(aq)}$

Larutan HCl 0,1 N $_{(aq)}$ / NaOH 0,1 N $_{(s)}$

- diambil sebanyak 10 mL menggunakan pipet volume
- Ditambahkan ke dalam larutan tetes demi tetes untuk mengatur asam/basa
- Diukur pH larutan menggunakan pH meter

Larutan Remasol Biru pH tertentu*$_{(aq)}$

Karbon Meniran $_{(s)}$

- Ditimbang sebanyak massa optimum menggunakan neraca analitik
- Dimasukkan ke dalam gelas kimia
- Diaduk menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 450 rpm selama waktu optimum
- Disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan filtrat dengan adsorben
- Diukur absorbansi filtrat dengan spektrofotometer UV-Vis pada λ 595 nm
- Diulangi perlakuan sebanyak 2 kali untuk mendapatkan data duplo dengan standar deviasi < 2%

***Variasi pH:**
- 2
- 4
- 6
- 8
- 10
- 12

Hasil Absorbansi

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN

B.1 Penimbangan Massa Remasol Biru

$$\text{Konsentrasi (ppm)} = \frac{\text{Massa Zat (mg)}}{\text{Volume pelarut (L)}}$$

$$1000 \text{ ppm} = \frac{\text{Massa Zat (mg)}}{0{,}5 \text{ L}}$$

Massa Zat = 500 mg atau 0,5 gram

B.2 Pembuatan Larutan Kerja Remasol Biru

B.2.1 Remasol Biru 100 ppm

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$
1000 ppm x V1 = 100 ppm x 1000 mL
1000 ppm x V1 = 100000 ppm.mL
V1 = 100000 ppm.mL / 1000 ppm
V1 = 100 mL

B.2.2 Remasol Biru 90 ppm

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$
1000 ppm x V1 = 90 ppm x 100 mL
1000 ppm x V1 = 9000 ppm.mL
V1 = 9000 ppm.mL / 1000 ppm
V1 = 9 mL

B.2.3 Remasol Biru 80 ppm

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$
1000 ppm x V1 = 80 ppm x 100 mL
1000 ppm x V1 = 8000 ppm.mL
V1 = 8000 ppm.mL / 1000 ppm
V1 = 8 mL

B.2.4 Remasol Biru 70 ppm

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$
1000 ppm x V1 = 70 ppm x 100 mL
1000 ppm x V1 = 7000 ppm.mL
V1 = 7000 ppm.mL / 1000 ppm
V1 = 7 mL

B.2.5 Remasol Biru 60 ppm

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$
1000 ppm x V1 = 60 ppm x 100 mL
1000 ppm x V1 = 6000 ppm.mL
V1 = 6000 ppm.mL / 1000 ppm
V1 = 6 mL

B.2.6 Remasol Biru 50 ppm

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$
1000 ppm x V1 = 50 ppm x 100 mL
1000 ppm x V1 = 5000 ppm.mL
V1 = 5000 ppm.mL / 1000 ppm
V1 = 5 mL

B.2.7 Remasol Biru 40 ppm

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$
1000 ppm x V1 = 40 ppm x 100 mL
1000 ppm x V1 = 4000 ppm.mL
V1 = 4000 ppm.mL / 1000 ppm
V1 = 4 mL

B.2.8 Remasol Biru 30 ppm

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$
1000 ppm x V1 = 30 ppm x 100 mL
1000 ppm x V1 = 3000 ppm.mL
V1 = 3000 ppm.mL / 1000 ppm

$V1 = 3$ mL

B.2.9 Remasol Biru 20 ppm

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$
1000 ppm x V1 = 20 ppm x 100 mL
1000 ppm x V1 = 2000 ppm.mL
V1 = 2000 ppm.mL / 1000 ppm
V1 = 2 mL

B.2.10 Remasol Biru 10 ppm

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$
1000 ppm x V1 = 10 ppm x 100 mL
1000 ppm x V1 = 1000 ppm.mL
V1 = 1000 ppm.mL / 1000 ppm
V1 = 1 mL

Keterangan :
V_1 = Volume larutan induk Remasol Biru 1000 ppm
V_2 = Volume labu ukur yang digunakan
M_1 = Konsentrasi larutan induk Remasol Biru 1000 ppm
M_2 = Konsentrasi larutan kerja Remasol Biru

B.3 Konsentrasi Larutan Remasol Biru Sebelum dan Sesudah Adsorpsi

Penentuan konsentrasi remasol biru sebelum dan Sesudah adsorpsi dapat dilakukan dengan memasukkan hasil absorbansi yang didapatkan pada masing-masing pengukuran spektrofotometer UV-Vis ke dalam persamaan regresi berdasarkan kurva kalibrasi. Persamaan garis lurus yang diperoleh dari kurva kalibrasi yaitu $y = 0.0096x + 0.013$. Oleh karena itu, untuk mencari konsentrasi (x) dengan subtistusi nilai absorbansi yang diperoleh dari hasil pengukuruan ke dalam y.

$$x\ (ppm) = \frac{y - 0{,}013}{0{,}0096}$$

B.4 %*Removal* Adsorpsi Remasol Biru

%*Removal* adalah penurunan kosentrasi zat warna per konsentrasi awal dalam persen. Perhitungan %*Removal* dapat diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$\%Removal = \frac{\text{Konsentrasi Awal-Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

Contoh :

$$\%Removal = \frac{(99{,}44\ mg/L - 3{,}05\ mg/L)}{99{,}44\ mg/L} \times 100\%$$

$$= 96{,}93\%$$

B.5 Kapasitas Adsorpsi Remasol Biru

Penentuan kapasitas adsorpsi ditentukan dengan menentukan konsentrasi akhir remasol biru. Penentuan konsentrasi akhir dengan memasukkan harga absorbansi ke dalam persamaan regresi berdasarkan kurva kalibrasi.

$$q_e = \frac{(C0 - Ce)}{m} \times V$$

Dimana : Co = konsentrasi awal pewarna (ppm)
Ce = konsentrasi akhir pewarna (ppm)
m = massa adsorben (g)
V = volume larutan (L)

LAMPIRAN C
DATA HASIL ADSORPSI

C.1 Data Hasil Adsorpsi Remasol Biru Variasi Waktu Kontak (konsentrasi awal 100ppm, massa adsorben 40mg, dan kecepatan pengadukan 450rpm).

Hasil Adsorpsi Variasi Waktu Kontak					
waktu (menit)	Abs awal	Abs akhir	%*Removal*	Std. dev	%*Removal* rata-rata
60	0,96	0,14	86,77%	0,77%	87,32%
	0,96	0,13	87,86%		
80	0,96	0,08	92,67%	0,19%	92,81%
	0,96	0,08	92,94%		
100	0,96	0,06	94,92%	0,43%	94,61%
	0,96	0,06	94,31%		
120	0,96	0,04	96,47%	0,46%	96,15%
	0,96	0,05	95,82%		
130	0,96	0,04	96,39%	1,14%	95,58%
	0,96	0,06	94,77%		
140	0,96	0,06	94,57%	0,52%	94,20%
	0,96	0,06	93,84%		

C.2 Data Hasil Adsorpsi Remasol Biru Variasi Massa Adsorben (konsentrasi awal 100ppm, waktu kontak 120 menit, dan kecepatan pengadukan 450rpm).

Hasil Adsorpsi Variasi Massa Adsorben					
massa (mg)	Abs awal	Abs akhir	%*Removal*	Std. dev	%*Removal* rata-rata
10	0,96	0,49	49,63%	0,84%	49,04%
	0,96	0,50	48,44%		
20	0,96	0,30	70,05%	1,31%	70,98%
	0,96	0,28	71,91%		
30	0,96	0,14	86,61%	0,02%	86,62%
	0,96	0,14	86,64%		
40	0,96	0,05	96,08%	0,50%	96,43%
	0,96	0,04	96,79%		
50	0,96	0,06	95,36%	0,14%	95,46%
	0,96	0,06	95,56%		

C.3 Data Hasil Adsorpsi Remasol Biru Variasi Konsentrasi Awal Remasol Biru (waktu kontak 120 menit, massa adsorben 40mg, dan kecepatan pengadukan 450rpm)

Hasil Adsorpsi Variasi Konsentrasi					
Konsentrasi (ppm)	Abs awal	Abs akhir	%*Removal*	Std. dev	%*Removal* rata-rata
50	0,50	0,10	81,82%	0,64%	81,82%
	0,50	0,10	82,28%		
60	0,59	0,09	86,83%	0,48%	87,17%
	0,59	0,09	87,50%		
70	0,68	0,08	90,58%	1,04%	89,85%
	0,68	0,09	89,12%		
80	0,77	0,08	91,29%	0,82%	91,87%
	0,77	0,07	92,45%		
90	0,86	0,07	93,58%	0,35%	93,83%
	0,86	0,06	94,08%		
100	0,95	0,05	96,01%	0,11%	96,09%
	0,95	0,05	96,16%		
110	1,05	0,06	95,56%	0,08%	95,50%
	1,05	0,06	95,45%		

C.4 Data Hasil Adsorpsi Remasol Biru Variasi pH Awal (konsentrasi awal 100ppm, waktu kontak 120 menit, massa adsorben 40mg, kecepatan pengadukan 450rpm)

Hasil Adsorpsi Variasi pH					
pH	Abs awal	Abs akhir	%*Removal*	Std. dev	%*Removal* rata-rata
2	0,96	0,10	91,30%	0,23%	91,46%
	0,96	0,09	91,62%		
4	0,96	0,08	92,58%	0,49%	92,23%
	0,96	0,09	91,89%		
6	0,96	0,07	93,68%	0,63%	93,23%
	0,96	0,08	92,79%		
8	0,96	0,03	98,16%	0,60%	97,73%
	0,96	0,04	97,31%		
10	0,96	0,04	97,05%	0,07%	97,10%
	0,96	0,04	97,15%		
12	0,96	0,05	95,79%	0,19%	95,92%
	0,96	0,05	96,06%		

LAMPIRAN D
DATA HASIL UJI-t

D.1 Data Hasil Uji-t *"Paired Two Sample for Means"* Pada Variasi Waktu Kontak

Uji-t antara waktu kontak 100 menit dan 120 menit

	t =100	t = 120
Mean	94,62	96,93
Variance	0,19	0,21
Observations	2	2
Pearson Correlation	1	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	1	
t Stat	-76,50	
P(T<=t) one-tail	0,00	
t Critical one-tail	6,31	
P(T<=t) two-tail	0,01	
t Critical two-tail	12,71	

Keterangan:

$|t_{hitung}| > |t_{tabel}| = 76{,}50 > 12{,}71$

Sehingga H_0 ditolak yang berarti terdapat perbedaan signifikan.

Uji-t antara waktu kontak 120 menit dan 130 menit

	t =120	t = 130
Mean	96,15	95,58
Variance	0,21	1,31
Observations	2	2
Pearson Correlation	1	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	1	
t Stat	1,16	
P(T<=t) one-tail	0,23	
t Critical one-tail	6,31	
P(T<=t) two-tail	0,45	
t Critical two-tail	12,71	

Keterangan:

$|t_{hitung}| < |t_{kritis}| = 1{,}16 < 12{,}71$

Sehingga H_0 diterima yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan.

D.2 Data Hasil Uji-t *"Paired Two Sample for Means"* Pada Variasi Massa adsorben

Uji-t antara massa adsorben 30 mg dan 40 mg

	30 mg	40 mg
Mean	86,63	96,44
Variance	0	0,25
Observations	2	2
Pearson Correlation	1	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	1	
t Stat	-28,85	
P(T<=t) one-tail	0,01	
t Critical one-tail	6,31	
P(T<=t) two-tail	0,02	
t Critical two-tail	12,71	

Keterangan:

$|t_{hitung}| > |t_{tabel}|$ = 28,85 > 12,71

Sehingga H_0 ditolak yang berarti terdapat perbedaan signifikan.

Uji-t antara massa adsorben 40 mg dan 50 mg

	40 mg	50 mg
Mean	96,44	95,46
Variance	0,25	0,02
Observations	2	2
Pearson Correlation	1	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	1	
t Stat	3,82	
P(T<=t) one-tail	0,08	
t Critical one-tail	6,31	
P(T<=t) two-tail	0,16	
t Critical two-tail	12,71	

Keterangan:

$|t_{hitung}| < |t_{kritis}| = 3{,}82 < 12{,}71$

Sehingga H_0 diterima yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan.

D.3 Data Hasil Uji-t *"Paired Two Sample for Means"* Pada Variasi Konsentrasi Awal Remasol Biru

Uji-t antara konsentrasi awal 90 ppm dan 100 ppm

	90 ppm	100 ppm
Mean	93,83	96,09
Variance	0,13	0,01
Observations	2	2
Pearson Correlation	1	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	1	
t Stat	-12,89	
P(T<=t) one-tail	0,02	
t Critical one-tail	6,31	
P(T<=t) two-tail	0,05	
t Critical two-tail	12,71	

Keterangan:

$|t_{hitung}| > |t_{tabel}| = 12{,}89 > 12{,}71$

Sehingga H_0 ditolak yang berarti terdapat perbedaan signifikan.

Uji-t antara konsentrasi awal 100 ppm dan 110 ppm

	100 ppm	110 ppm
Mean	96,09	95,51
Variance	0,01	0,01
Observations	2	2
Pearson Correlation	-1	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	1	
t Stat	4,46	
P(T<=t) one-tail	0,07	
t Critical one-tail	6,31	
P(T<=t) two-tail	0,14	
t Critical two-tail	12,71	

Keterangan:

$|t_{hitung}| < |t_{kritis}| = 4{,}46 < 12{,}71$

Sehingga H_0 diterima yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan.

D.4 Data Hasil Uji-t *"Paired Two Sample for Means"* Pada Variasi pH Awal Remasol Biru

Uji-t antara pH awal larutan 6 dan 8

	pH 6	pH 8
Mean	93,24	97,74
Variance	0,40	0,36
Observations	2	2
Pearson Correlation	1	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	1	
t Stat	-225	
P(T<=t) one-tail	0,00	
t Critical one-tail	6,31	
P(T<=t) two-tail	0,00	
t Critical two-tail	12,71	

Keterangan:

$|t_{hitung}| > |t_{tabel}| = 225 > 12{,}71$

Sehingga H_0 ditolak yang berarti terdapat perbedaan signifikan.

Uji-t antara pH awal larutan 8 dan 10

	pH 8	pH 10
Mean	97,74	97,10
Variance	0,36	0,01
Observations	2	2
Pearson Correlation	-1	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	1	
t Stat	1,34	
P(T<=t) one-tail	0,20	
t Critical one-tail	6,31	
P(T<=t) two-tail	0,41	
t Critical two-tail	12,71	

Keterangan:

$|t_{hitung}| < |t_{kritis}| = 1{,}34 < 12{,}71$

Sehingga H_0 diterima yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan.

LAMPIRAN E
DOKUMENTASI PENELITIAN

Meniran kering

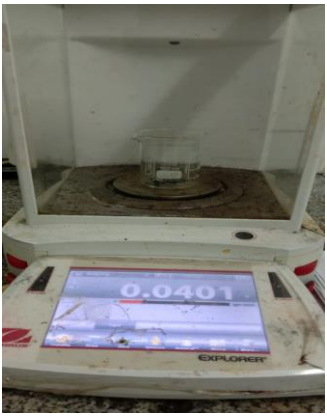
Karbon meniran

Remazol brilliant blue R

Larutan induk remasol biru

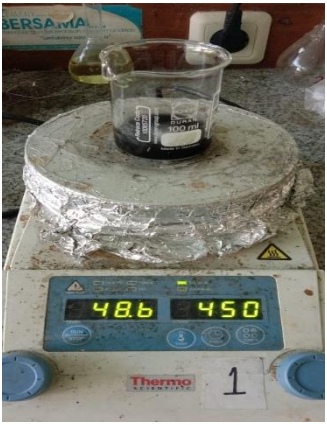
Larutan kerja remasol biru

Proses penyaringan

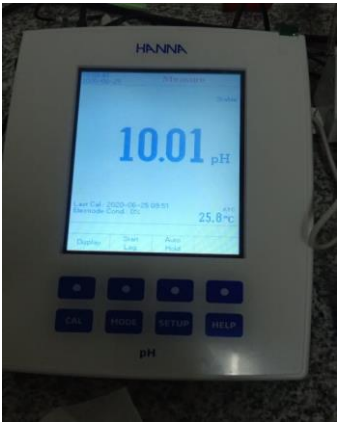


Penimbangan karbon

Spektrofotometer UV-Vis (Genesys 10s)



Proses pengadukan dengan *hotplate*



Pengukuran pH

BIODATA PENULIS

Penulis bernama Hidayatus Sholihah dilahirkan di Tuban, 11 Juli 1998 dan merupakan anak sulung dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di RA Yanbu'ul Ulum Tuban, MI Futuh Tuban, SMP Islam Sunan Bejagung Tuban, dan MAN 1 Tuban. Penulis diterima di Departemen Kimia FSAD Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2016 yang terdaftar dengan NRP 01211640000123. Selama menempuh pendidikan sebagai mahasiswa, penulis aktif megikuti pelatihan, organisasi, dan kepanitiaan. Pelatihan pengembangan diri dan keprofesian yang pernah diikuti oleh penulis di antaranya adalah LKMM PRA TD FMIPA ITS 2016 dan LKTI HIMKA 2017. Selain pelatihan, penulis juga aktif diberbagai organisasi dan kepanitiaan di antaranya sebagai Staf NCC Chemistry Week 9 dan 10, Fasilitator Gerigi ITS 2017, Staf Perekonomian BEM FS ITS 2018, staf perekonomian HIMKA ITS 2019. Di Departemen Kimia ITS, penulis mengambil bidang Instrumentasi dan Sains Analitik dalam menyelesaikan skripsi jenjang S1 di bawah bimbingan Ibu Yatim Lailun Ni'mah, Ph.D. dan Bapak Suprapto, Ph.D. Segala kritik dan saran bagi penulis atas naskah skripsi ini dapat disampaikan melalui hidataza98@gmail.com.