

**BIOSORPSI ZAT WARNA RHODAMIN B OLEH BIOSORBEN
BIJI LENGKENG (*Euphoria longan lour*) DENGAN METODE
BATCH**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh :

VINA EVILYANI

17036037/2017

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

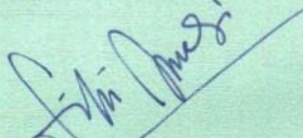
PERSETUJUAN SKRIPSI

BIOSORPSI ZAT WARNA RHODAMIN B OLEH BIOSORBEN BIJI LENGKENG (*Euphoria longan lour*) DENGAN METODE *BATCH*

Nama : Vina Evilyani
NIM : 17036037
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 2 Juni 2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan Kimia


Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19800819 200912 2 002

Disetujui Oleh:
Pembimbing


Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si
NIP. 19751122 200312 2 003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Vina Evilyani
NIM : 17036037
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

BIOSORPSI ZAT WARNA RHODAMIN B OLEH BIOSORBEN BIJI LENGKENG (*Euphoria longan lour*) DENGAN METODE BATCH

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Padang

Padang, 2 Juni 2021

Tim Penguji

Tanda tangan

	Nama
Ketua	: Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M. Si
Anggota	: Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D
Anggota	: Ananda Putra, M.Si., Ph.D



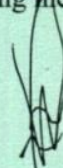
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul “Biosorpsi Zat Warna Rhodamin B Oleh Biosorben Biji Lengkeng (*Euphoria longan lour*) Dengan Metode *Batch*”, adalah asli karya sendiri.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya, tanpa bantuan pihak lain, kecuali pembimbing.
3. Di dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 2 Juni 2021

Yang membuat pernyataan



Vina Hyilyani
17036037

BIOSORPSI ZAT WARNA RHODAMIN B OLEH BIOSORBEN BIJI LENGKENG (*Euphoria longan* lour) DENGAN METODE *BATCH*

Vina Evilyani

ABSTRAK

Zat Warna Rhodamin B tergolong kontaminan bersifat karsinogenik buangan limbah industri tekstil yang pada lingkungan terutama perairan dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan manusia. Metode biosorpsi salah satu alternatif yang efisien dan efektif dalam menangani masalah pengurangan zat warna Rhodamin B pada perairan dengan penggunaan biomassa biji lengkeng yang terdapat gugus fungsi karbonil, karboksil dan hidroksil yang mampu menyerap Rhodamin B. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan keadaan optimum dan kapasitas serapan Rhodamin B menggunakan metode *batch* dengan variasi pH, konsentrasi larutan Rhodamin B, kecepatan pengadukan, waktu kontak dan ukuran partikel adsorben biji lengkeng yang akan diuji dengan instrument spektrometri dan FTIR. Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum pada setiap variasi yaitu pH 4, konsentrasi 350 mg/L, kecepatan pengadukan 200 rpm, waktu kontak 180 menit dan ukuran partikel adsorben 106 μm dengan kapasitas serapan maksimum 45, 60 mg/g. Pendekatan isoterm yang dilakukan diperoleh cenderung mengikuti isoterm Freundlich dengan koefisien korelasi ($R^2 = 0,997$).

Kata Kunci : Biosorpsi, biji lengkeng, metode *batch*, Rhodamin B

BIOSORPTION OF RHODAMINE B DYES BY BIOSORBENT LENGKENG SEEDS (*Euphoria longan* lour) USING BATCH METHOD

Vina Evilyani

ABSTRACT

Rhodamine B Dyestuff is classified as a carcinogenic contaminant in textile industry waste which in the environment, especially waters, can have a negative impact on human health. The biosorption method is one of the most efficient and effective alternatives in dealing with the problem of reducing Rhodamine B dye in waters with the use of longan seed biomass which contains carbonyl, carboxyl and hydroxyl functional groups that are able to absorb Rhodamine B. This study aims to determine the optimum conditions and absorption capacity of Rhodamine B uses a *batch* method with variations in pH, solution concentration. Rhodamin B, stirring speed, contact time and particle size of longan seed adsorbent to be tested using spektronik and FTIR instruments. The results showed that the optimum conditions for each variation were pH 4, concentration 350 mg / L, stirring speed 200 rpm, contact time 180 minutes and adsorbent particle size 106 μm with a maximum absorption capacity of 45, 60 mg / g. The isotherm approach taken tends to follow the Freundlich isotherm with a correlation coefficient ($R^2 = 0.997$).

Keywords: Biosorption, lengkeng seeds. *batch* method, Rhodamine B

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Biosorpsi Zat Warna Rhodamin B Oleh Biosorben Biji Lengkeng (*Euphoria longan* Lour) Dengan Metode *Batch*”**. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan, dorongan dan semangat kepada :

1. Ibu Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si, sebagai Dosen Pembimbing.
2. Ibu Fitri Amelia, S.Pd., M.Si, Ph.D, sebagai Penasihat Akademik dan selaku Ketua Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNP dan selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Bapak Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D, selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
5. Rekan seperjuangan mahasiswa/i Kimia'17 yang telah memberikan semangat dan dorongan kepada penulis untuk menyelesaikan proposal ini.

Semoga rahmat dan kasih sayang Allah SWT selalu tercurahkan pada kita semua serta usaha dan kerja kita bernilai ibadah dihadapan Allah SWT, Aamiin Ya Rabbal 'Alamin. Untuk kesempurnaan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan serta saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, 21 Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Lengkeng.....	5
2.2 Biosorpsi	8
2.3 Rhodamin B.....	13
2.4 Penggunaan Instrument.....	15
2.4.1 Fuorier Transform InfraRed (FTIR)	15
2.4.2 Spektrofotometer UV-Vis	17
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat.....	20
3.2 Objek Penelitian	20
3.3 Variabel Penelitian.....	20
3.4 Alat dan Bahan	20
3.4.1 Alat	20
3.4.2 Bahan	21
3.5 Prosedur Penelitian	21
3.5.1 Pembuatan Reagen	21
3.5.2 Preparasi Sampel	21
3.5.3 Perlakuan Penelitian Dengan Sistem Batch	22

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Karakterisasi FTIR.....	25
4.2 Kurva Standar Rhodamin B	25
4.3 Perlakuan Penelitian Metode Batch.....	26
4.3.1 Penentuan λ maksimum penyerapan Rhodamin B	26
4.3.2 Pengaruh pH.....	26
4.3.3 Pengaruh Konsentrasi	29
4.3.4 Pengaruh Kecepatan Pengadukan.....	32
4.3.5 Pengaruh Waktu Kontak	33
4.3.6 Pengaruh Ukuran Partikel	36
BAB V PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Struktur Senyawa Kimia dalam Biji Lengkeng	7
Tabel 2. Daerah Gugus Fungsi pada FTIR.....	16

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Buah lengkeng	6
Gambar 2. Struktur Senyawa Rhodamin B	13
Gambar 3. Rhodamin B	14
Gambar 4. Skema FTIR	16
Gambar 5. Skema Instrumental Spektrofotometer <i>UV-Visible (Single Beam)</i>	18
Gambar 6. Skema Instrumental Spektrofotometer <i>UV-Visible (Double Beam)</i>	18
Gambar 7. Ilustrasi Hukum <i>Lambert – Beer</i>	19
Gambar 8. Spektrum FTIR biosorben sebelum aktivasi.....	22
Gambar 9. Spektrum FTIR biosorben setelah aktivasi.....	23
Gambar 10. Spektrum FTIR biosorben setelah dikontakan dengan Rhodamin B.....	24
Gambar 11. Kurva Standar larutan zat warna Rhodamin B	25
Gambar 12. Kurva panjang gelombang maksimum Rhodamin B.....	26
Gambar 13. Pengaruh pH larutan terhadap penyerapan Rhodamin B menggunakan biji lengkeng (<i>Euphoria longan lour</i>) sebagai biosorben.	27
Gambar 14. Interaksi muatan permukaan dengan Rhodamin-B	28
Gambar 15. Pengaruh Konsentrasi larutan terhadap penyerapan Rhodamin B menggunakan biosorben biji lengkeng (<i>Euphoria longan lour</i>).....	29
Gambar 16. Kurva Isoterm Langmuir	31
Gambar 17. Kurva Isoterm Freundlich	31
Gambar 18. Pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap penyerapan Rhodamin B oleh biosorben biji lengkeng (<i>Euphoria longan lour</i>)...	32
Gambar 19. Pengaruh variasi waktu kontak terhadap penyerapan Rhodamin B dengan biosorben biji lengkeng (<i>Euphoria longan lour</i>).....	34
Gambar 20. Pengaruh Variasi ukuran partikel biosorben biji lengkeng (<i>Euphoria longan lour</i>) terhadap penyerapan Rhodamin B.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Prosedur Penelitian	48
Lampiran 2. Perhitungan Pembuatan Reagen	52
Lampiran 3. Spektrum FTIR Sebelum Aktivasi (Biji Lengkeng Murni), Setelah Aktivasi, Setelah Pengontakan Rhodamin B dan Rhodamin B Murni	55
Lampiran 4. Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B (500-560 nm)	58
Lampiran 5. Kurva Standar Rhodamin B.....	60
Lampiran 6. Pengukuran Pengaruh Ph Larutan Rhodamin B	61
Lampiran 7. Pengukuran Pengaruh Konsentrasi Larutan Rhodamin B	62
Lampiran 8. Pengukuran Pengaruh Kecepatan Pengadukan Larutan Rhodamin B dan Biosorben Biji Lengkeng	63
Lampiran 9. Pengukuran Pengaruh Waktu Kontak Larutan Rhodamin B dan Biosorben Biji Lengkeng	64
Lampiran 10. Pengukuran Pengaruh Ukuran Partikel Biosorben Biji Lengkeng .	65
Lampiran 11. Perhitungan Persamaan Isoterm Adsorpsi	66
Lampiran 12. Dokumentasi Penelitian.....	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri tekstil dan produk tekstil di Indonesia mengalami peningkatan konstan secara relatif dari tahun ke tahun. Kecenderungan kenaikan diiringi data dari BPS yang menunjukkan bahwa terjadi pertambahan jumlah produk tekstil dari tahun 2016 ke 2017 sebesar 32% (Badan Pusat Statistika, 2018). Peningkatan jumlah produksi industri tekstil juga melibatkan bertambahnya pemasokan limbah cair ke perairan. Limbah cair keluaran pabrik berasal dari tiap tahap proses produksi pada industri tekstil yang tidak diolah terlebih dahulu sebelum dialirkan ke selokan dan sungai sehingga dapat menurunkan tingkat degradasi air. Secara umum, air limbah industri tekstil mengandung komponen aromatis, hidrokarbon, halogen, dan logam. Komponen aromatis yang terdapat dalam limbah cair ini biasanya termasuk dalam golongan zat warna (Ernawati, 2020).

Salah satu zat warna yang relatif banyak dipakai dalam industri tekstil pada proses pewarnaan yaitu Rhodamin B yang diaplikasikan pada industri wol, kertas, sutera dan cat. Rhodamin B tergolong dalam jenis zat warna basa sintetik yang sulit didegradasi dan bersifat kuat terhadap cahaya. Adapun efek dari zat warna Rhodamin B apabila masuk ke perairan yaitu dapat mengubah pH perairan sehingga dapat mengganggu ekosistem perairan, sedangkan apabila masuk ke dalam tubuh akan terakumulasi dan menyebabkan timbulnya dampak negatif seperti keracunan, kanker hati, iritasi saluran pencernaan, iritasi saluran

pernapasan, dan iritasi kulit (Trestianti, 2003).

Penurunan kadar zat warna Rhodamin B telah dilakukan dengan berbagai metode seperti pemisahan dengan menggunakan membran, pembentukan senyawa kompleks, oksidasi, presipitasi, pertukaran ion, ekstraksi pelarut, serta flotasi. Saat ini, metode yang relatif banyak digunakan yaitu metode adsorpsi. Metode adsorpsi memiliki keunggulan yaitu murah, efisiensi tinggi, mudah, dapat diregenerasi dan tidak menciptakan limbah sekunder (Gupta, et al, 2000; Mahatmanti, 2017). Limbah bahan alam yang dapat dimanfaatkan dalam proses pengendalian kadar zat warna Rhodamin B. Di dalam limbah bahan alam terkandung gugus fungsi seperti karboksil dan hidroksil yang mampu melakukan pengikatan dengan Rhodamin B melalui metode adsorpsi yang mana salah satu limbah bahan alam yakni biji lengkung.

Biji lengkung merupakan limbah yang pemanfaatannya kurang optimal dengan nilai guna yang masih rendah, sehingga perlu ditelusuri kandungan senyawa kimia biji lengkung untuk dijadikan alternatif biosorben Rhodamin B dalam limbah cair. Dalam biji lengkung, terkandung banyaknya kuantitas senyawa polifenol serta flavonoid yakni asam elagat, korilagin dan asam galat (Irsan, 2013). Penelitian sebelumnya terkait penggunaan metode adsorpsi dengan biomassa biji lengkung telah dilakukan oleh (Kurniawati et al., 2015) serta (Kurniawati et al., 2016) memberikan hasil penelitian berupa kapasitas adsorpsi optimum logam Cu(II) menggunakan biji dan kulit serta kapasitas adsorpsi optimum logam Pb(II) menggunakan biji dan kulit lengkung.

Adsorpsi zat warna Rhodamin B telah diteliti dengan beberapa biosorben

seperti adsorpsi Rhodamin B dan *metanil yellow* dengan memanfaatkan bonggol jagung sebagai biosorben (Munawaroh, 2012) dan penyerapan Rhodamin B dengan humin (Nurmasari *et al*, 2014) serta adsorpsi zat warna Rhodamin B dan Congo Red menggunakan serabut kelapa dan ampas tebu sebagai biosorben (Widjanarko *et al*, 2006). Namun sampai saat ini, belum ditemukan data penelitian untuk proses pengikatan zat warna Rhodamin B oleh biosorben biji lengkung, oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terhadap adsorpsi Rhodamin B dengan menggunakan biomassa biji lengkung sebagai biosorben dengan menentukan kondisi optimum penyerapan yang terdiri dari pH, konsentrasi Rhodamin B, ukuran partikel, waktu kontak, serta kecepatan pengadukan. Proses adsorpsi yang dilakukan melibatkan metode batch untuk menentukan kapasitas penyerapan dan interaksi yang terjalin pada Rhodamin B dan biji lengkung.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka identifikasi masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Limbah zat warna Rhodamin B dapat mencemari perairan.
2. Limbah biji lengkung dimanfaatkan sebagai biosorben.

1.3 Batasan Masalah

Supaya permasalahan dalam penelitian tidak terlalu lebar dan keluar dari tujuan yang ingin dicapai sehingga peneliti membatasi penelitian ini. Adapun yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Kondisi optimum untuk pH (2, 3, 4, 5, 6, 7), konsentrasi larutan (50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450) mg/L, kecepatan putaran pengadukan (50, 100, 150, 200, 250) rpm, waktu kontak (30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240) menit dan ukuran partikel (106, 150, 250, 425) μm
2. Kapasitas penyerapan zat warna Rhodamin B untuk biji lengkung dianalisa dengan menggunakan Spektroskopik dan Karakterisasi FTIR.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan di atas, peneliti dapat merumuskan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi optimum penyerapan zat warna Rhodamin B terhadap pengaruh variasi pH, konsentrasi, kecepatan pengadukan, waktu kontak dan ukuran partikel terhadap daya serap biji lengkung?
2. Berapa nilai kapasitas adsorpsi zat warna Rhodamin B menggunakan biji lengkung?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menentukan keadaan optimum dari parameter pH, konsentrasi, kecepatan pengadukan, waktu kontak, dan ukuran partikel.
2. Menentukan nilai kapasitas penyerapan zat warna Rhodamin B menggunakan biji lengkung dengan metoda *batch*.

3.1 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dapat menyampaikan informasi kepada pembaca mengenai kandungan pada biji lengkung sebagai biosorben untuk menyerap zat warna Rhodamin B.
2. Dapat memanfaatkan limbah biji lengkung.
3. Dapat mengatasi masalah pencemaran limbah zat warna Rhodamin B.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lengkeng

Lengkeng berasal dari Cina Selatan yang berkembang ke daerah Thailand, Vietnam, Malaysia, dan Indonesia (Usman, 2006). Lengkeng adalah salah satu tanaman yang bisa dipanen sepanjang tahun dengan batang berkayu keras, dapat hidup lebih dari 50 tahun serta tinggi pohon dapat mencapai 15 meter bahkan lebih. Buah lengkung memiliki bentuk bulat memanjang sampai bulat pendek. Pada bagian buah terbagi atas tiga susunan yakni kulit, daging dan biji buah lengkung. Kulit lengkung berwarna hijau kecoklatan hingga coklat. Daging buah lengkung memiliki rasa manis, berwarna putih bening dengan aroma manis khas buah lengkung. Biji buah lengkung memiliki bentuk bulat dengan warna coklat sampai hitam mengkilap (Rukmana, 2014). Dengan klasifikasi lengkung (*Euphoria longan lour*) yaitu: (Usman, 2006).

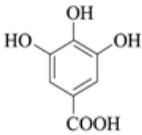
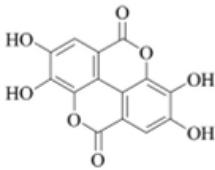
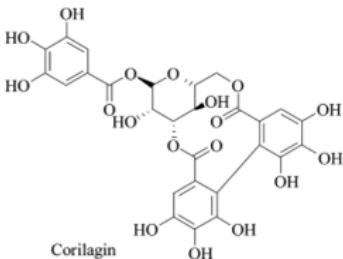
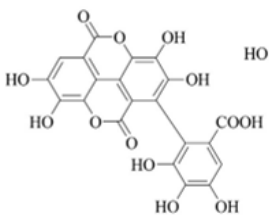
Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheophyta
Devisi	: Spermatophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Dicotylodenae
Ordo	: Sapindales
Famili	: Sapindeceae
Genus	: <i>Dimocarpus</i>
Spesies	: <i>Dimocarpus longan</i> Lour. (syn. <i>Euphoria longana</i> Lam.)



Gambar 1. Buah lengkeng
(Sumber : Google)

Rangkadilok et.al (2005) mengidentifikasi senyawa polifenolik yang ada pada kulit, biji, dan daging buah lengkeng (*Euphoria longana* L.) menggunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Hasilnya menunjukkan pada biji lengkeng terdapat tiga senyawa aktif yang mendominasi yaitu asam galat, asam elagat, dan korilagin. Pada penelitian Panyathep et.al (2013), tiga fraksi di dapat dari ekstrak biji lengkeng (*Euphoria longana* L.) kering dengan menggunakan kromatografi kolom Sephadex LH-20. Hasilnya menunjukkan fraksi pertama terdapat banyak asam galat sedangkan fraksi kedua dan ketiga terdapat banyak asam elagat. Setiap fraksi yang di dapat diuji aktivitas penghambat matriks-metaloproteinasenya menggunakan analisis *fluorometric assay* dan menunjukkan fraksi ketiga yang aktivitasnya paling besar. Selain itu, biji lengkeng mengandung metabolit sekunder golongan fenolik yaitu senyawa flavonoid (Barlow dan Soong, 2005).

Tabel 1. Struktur Senyawa Kimia dalam Biji Lengkeng

Senyawa	Struktur
Asam Galat	
Asam Elagat	
Korilagin	
Asam Flavogallonic	

(Sumber : Zhang, 2020)

Daun lengkung mengandung senyawa kimia kuersetin (Morton, 1987). Kulit lengkung terdapat kandungan senyawa asam galat, flavon, glikosida dan hidroksinamat (komponen utama flavon terdiri atas senyawa kuertin dan kaemperol) (Jaitrong et al, 2006). Adapaun kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam batang lengkung yakni skopoletin dan stigmasterol (Rahman et al, 2007). Dalam buah lengkung mengandung vitamin A, vitamin B, glukosa 27%, lemak, sukrosa, tanin, asam tartarat dan saponin. Gugus fungsional yang terdapat

pada komponen senyawa tersebut seperti: N–H, O–H, C=O, dan COOH (Guo, Tang, Song, & Nan, 2018).

2.2 Biosorpsi

Biosorpsi adalah metode adsorpsi dengan menggunakan bahan alami sebagai bahan penyerap zat pencemar yang dikenal sebagai biomassa. Biomassa yang diaplikasikan sebagai media pengikat atau penyerap zat pencemar dalam proses biosorpsi dikenal dengan nama biosorben, untuk zat pencemar terserap disebut adsorbat. Biomassa/bahan penyerap alami mempunyai kemampuan yang unik sebagai material penyerap dimana biosorpsi dilakukan melewati pengikatan aktif dan pasif. Proses pengikatan aktif berlangsung melalui keterlibatan pada reaksi metabolisme, adapun pengikatan pasif cuma berlangsung dalam biomassa yang sudah mati. Keuntungan pada penggunaan metode biosorpsi adalah penanganan limbah lebih mudah, tingkat keefisienan tinggi, tidak membutuhkan banyak bahan kimia, tidak membutuhkan bahan tambahan, biaya murah, regenerasi cepat dan tidak ada hasil samping berupa limbah sekunder (Rakhmawati, 2006).

Pada proses biosorpsi terdapat dua metode perlakuan, yaitu kolom (*fixed bed*) dan perendaman (*batch*). Metode perlakuan *batch* dilakukan pencampuran larutan dan dikocok dengan bahan penyerap hingga terjadi kesetimbangan. Metode kolom dilakukan dengan meletakkan biosorben dalam kolom dan mengalir adsorbat melewati kolom yang telah berisi biosorben hingga jenuh (Agustiningtyas, 2012). Syarat-syarat biosorben yang baik antara lain: tidak bereaksi kimia dengan campuran yang akan dimurnikan, zat padat dengan luas

permukaan yang besar, dapat diregenerasi kembali dengan mudah, tidak larut dalam zat yang akan diadsorpsi, dan mempunyai daya serap yang besar sehingga dapat menghasilkan tarik menarik antara biosorben dan adsorbat (Ibrahim, 2011).

Gaya tarik menarik pada suatu padatan yang dibedakan atas dua jenis, yaitu gaya kimia dan fisika yang akan menghasilkan biosorpsi kimia (*chemisorption*) dan biosorpsi fisika (*physisorption*). Biosorpsi kimia adalah metode adsorpsi saat adanya hubungan timbal balik diantara zat penyerap dan zat yang terserap yang akan menghasilkan ikatan kimia. Adapun biosorpsi fisika merupakan proses terjadinya interaksi antara adsorbat dan biosorben yang akan mengikutsertakan gaya antarmolekul, sebagaimana gaya *van der Waals*. Pada saat terjadinya metode biosorpsi akan mengaitkan dalam beberapa jalinan untuk membentuk penyerapan dalam larutan, diantaranya gaya elektrostatis, ikatan kovalen, gaya *van der Waals*, serta ikatan hidrogen (Hancock and Martell, 1996). Pada proses biosorpsi yang terjadi secara kimia akan terjadi pemutusan dan pembentukan ikatan, yang dapat mengakibatkan energi reaksi kimia akan berada pada kisaran yang sama dengan energi biosorpsi yang terjadi. Ikatan yang terbentuk diantara zat penyerap (biosorben) serta zat terserap (adsorbat) relatif kuat yang menyebabkan tidak mengalami spesiasi sebab zat yang terserap akan mengalami penyatuan pembentukan *single layer* yang bersifat *reversible*.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi:

1. Derajat Keasaman

Derajat keasaman atau pH adalah salah satu faktor utama pada proses adsorpsi. Hal ini dikarenakan pH dapat mempengaruhi kemampuan berikatan ion

zat warna pada adsorben dan muatan pada biomassa. Pada pH yang rendah akan terdapat ion hidrogen (H^+) yang tinggi sehingga mengakibatkan adanya persaingan antara ion H^+ dan ion zat warna, semakin meningkatnya pH mengakibatkan sisi aktif pada biosorben akan semakin bermuatan negatif, maka akan memudahkan proses biosorpsi, namun semakin tinggi pH akan mengakibatkan terjadinya kejenuhan pada adsorben akibat banyaknya ion OH^- pada permukaan adsorben (Wardani & Wulandari, 2017).

2. Konsentrasi adsorbat

Kapasitas penyerapan meningkat dengan naiknya konsentrasi adsorbat. Namun pada konsentrasi yang optimum penyerapan akan menjadi konstan. Hal itu dikarenakan sisi aktif pada biosorben yang digunakan telah mengalami kejenuhan.

3. Ukuran Adsorben

Semakin kecil ukuran adsorben yang digunakan maka semakin besar penyerapan yang terjadi oleh ion zat warna. Hal ini terjadi karena semakin kecil ukuran adsorben, maka semakin luasnya permukaan sehingga penyerapan ion zat warna akan semakin besar.

4. Waktu kontak

Penyerapan juga dipengaruhi oleh lama waktu interaksi antara adsorben dan adsorbat. Semakin lama waktu interaksi yang dilakukan maka mengakibatkan sisi aktif dari adsorben banyak berikatan dengan larutan adsorbat, sehingga penyerapan semakin meningkat sampai akhirnya tercapai kesetimbangan adsorpsi. Adsorben yang telah jenuh berikatan dengan ion zat warna sehingga tidak terjadi perubahan kenaikan penyerapan zat warna.

Metode yang terjadi ketika kesetimbangan konsentrasi antara *adsorbent* dan *adsorbate* sebanding pada kecepatan penyerapannya disebut sebagai *adsorption isotherm*. Isoterm adsorpsi umumnya diaplikasikan dengan tujuan mengetahui sistem penyerapan serta kapasitas adsorpsi adsorben terhadap kontaminan. Adsorpsi fasa padat-cair biasanya menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich (Mulyana, 2003).

1. Isoterm Langmuir

Isoterm Langmuir mengasumsikan bahwasanya di permukaan biosorben memiliki kuantitas spesifik situs aktif (*active site*) yang setara pada luasnya biosorben. Untuk tiap *active site* satu buah molekul saja yang bisa diadsorpsi. Adsorpsi menurut kimiawi, akan berlangsung ketika terbentuknya ikatan kimia antarmolekul teradsorpsi dan *active site* penyerap, serta menciptakan *single layer* di bidang zat penyerap (*adsorpsi monolayer*). Ikatan yang terbentuk haruslah memiliki sifat yang relatif kuat untuk mencegah lepasnya molekul yang sudah teradsorpsi selama proses penyerapan pada permukaan *adsorbent*. Adapun persamaan sebagai berikut (Mulyana, 2003):

$$c_e / q_e = c_e / q_m + 1 / KI \cdot q_m$$

diketahui:

C_e = konsentrasi kesetimbangan zat warna dalam larutan (mg/L)

q_e = jumlah zat warna terserap saat kesetimbangan (mg/g)

q_m = kapasitas serapan optimum teoritis (mg/g)

KI = konstanta Langmuir (L/mg).

2. Isoterm Freundlich

Isoterm Freundlich memperlihatkan hubungan antara konsentrasi zat dalam larutan dengan jumlah zat yang terserap (Mawardi, 2002), dan dijelaskan dalam bentuk persamaan:

$$\ln q_e = \ln K_f + 1/n C_e$$

dimana:

q_e = jumlah zat warna terserap saat kesetimbangan (mg/g)

C_e = konsentrasi kesetimbangan zat warna dalam larutan (mg/L)

K_f = parameter kesetimbangan (mg/g)

n = parameter empiris

Isoterm adsorpsi Freundlich mengasumsikan adsorpsi yang terjadi yaitu multilayer pada permukaan heterogen. Persamaan Freundlich dapat menjelaskan penyerapan atau koefisien distribusi dan memberikan jumlah banyaknya adsorbat untuk mencapai kesetimbangan konsentrasi (Yasim, Ismail, Zaki, & Azis, 2016).

Rumus Penentuan Kapasitas penyerapan selain dipakai untuk logam berat juga dipakai pada zat warna. Kuantitas *dye* yang terserap pada variasi waktu, q_t (mg/gram), dapat diketahui dengan:

$$q_t = \frac{(C_o - C_t) V}{w}$$

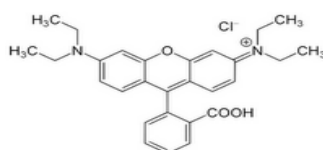
Diketahui, C_o dan C_t merupakan konsentrasi fase cairan *dye* saat permulaan dan saat waktu t , V merupakan volume larutan (L), serta w ialah massa *adsorbent* (gram), Kuantitas *dye* yang mengalami penyerapan dapat diketahui melalui:

$$\text{Serapan (\%)} = \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \times 100$$

Diketahui C_0 adalah konsentrasi sebelum terserap, sedangkan C_e ialah konsentrasi setelah mengalami penyerapan. Proses penyerapan dipengaruhi oleh sifat kimia maupun fisika biosorben (Han, Wang, & Ma, 2011; Tehrani-Bagha, Nikkar, Mahmoodi, Markazi, & Menger, 2011).

2.3 Rhodamin B

Rhodamin B merupakan golongan pewarna kationik yang apabila larut dalam air akan menghasilkan ion bermuatan positif dalam molekulnya, dimana pewarna Rhodamin B umumnya digunakan dalam pewarnaan wol, nilon dan sutera. Pewarna Rhodamin B salah satu dari jenis pewarna sintetik yang relatif sering dipakai untuk zat warna tekstil serta dinyatakan sebagai pewarna berbahaya sehingga dilakukan pelarangan pemakaiannya pada produk pangan berdasarkan ketetapan yang berlaku yakni Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) No.239/Menkes/Per/V/85. Pelarangan ditetapkan dikarenakan sifat dari zat warna Rhodamin B sendiri seperti karsinogenik kuat yang bisa menyebabkan gangguan hati sampai dapat mengalami kanker hati (Syah et al, 2005). Efek lain yang dapat ditimbulkan Rhodamin B yaitu memicu iritasi terhadap kulit, jalan pernapasan, mata, serta saluran pencernaan. Pada perairan yang terdapat Rhodamin B akan mengalami penurunan kadar oksigen sehingga dapat mempengaruhi kehidupan ekosistem perairan, dimana ambang batas konsentrasi Rhodamin B dalam perairan yaitu 1 mg/L.



Gambar 2. Struktur Senyawa Rhodamin B
(Sumber : google)

Rhodamin B adalah garam klorida organik yang memiliki rumus molekul $C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$, berat molekul sejumlah 479.02 gram/mol, titik didih $165.0^{\circ}C$, serta mempunyai nilai pH 3-4 (10 g/L, H_2O , $20^{\circ}C$). Pewarna Rhodamin B memiliki sifat fisika berwujud bubuk ungu kemerahan ataupun kristal hijau, tidak memiliki bau serta berwarna merah terang pada bentuk larutan. Rhodamin B sangat larut dalam air dan alkohol, sedikit larut dalam HCl dan NaOH, serta larut dalam benzena. Kelarutan Rhodamin B dalam air sebesar 50 g/L, dan dalam asam asetat sebanyak 400 g/L. Rhodamin B memiliki panjang gelombang sebesar 554,0 nm.



Gambar 3. Rhodamin B
(Sumber: Dokumentasi)

Pada senyawa Rhodamin B terkandung ikatan klorin (Cl^-) yang mana tergolong senyawaan anorganik yang bersifat berbahaya serta reaktif. Adanya ikatan klorin dalam Rhodamin B merupakan ikatan konjugasi. Ikatan konjugasi ini yang menyebabkan Rhodamin B berwarna merah. Klorin dan Rhodamin B memiliki sifat yang berbahaya sehingga dapat dikatakan bahwa atom klorin yang terdapat dalam zat warna Rhodamin B akan memberikan efek toksik saat terakumulasi pada badan. Atom Cl^- yang terdapat dalam senyawa Rhodamin B tergolong dalam senyawa halogen, yang mana karakteristik dari senyawa halogen yang terkandung dalam senyawaan organik akan menimbulkan toksik dan karsinogenik pada tubuh (Gupta, 2007).

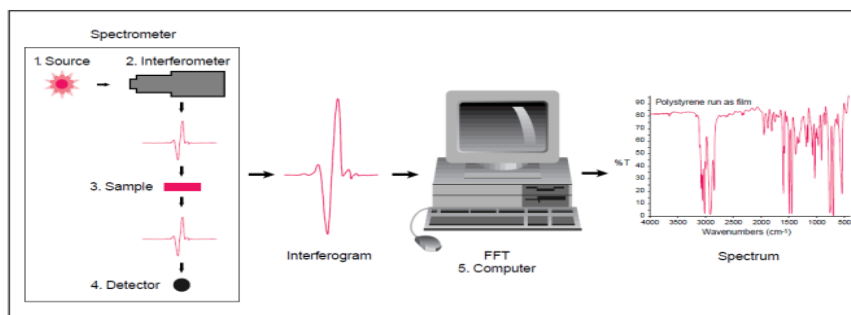
2.4 Penggunaan Instrument

2.4.1 Fourier Transform InfraRed (FTIR)

Fourier Transform Infrared (FTIR) adalah instrumen yang difungsikan dalam menentukan struktur molekul senyawa berdasarkan pada spektra adsorpsi radiasi sinar infra merah melalui identifikasi gugus fungsi yang menyusun senyawa (Chaber, 2017). Pengujian melalui spektroskopi FTIR mempunyai kelebihan diantaranya dapat digunakan untuk mengukur sampel dalam wujud padat, cair dan gas serta tidak adanya preparasi sampel yang rumit. Metode spektroskopi adsorpsi adalah metode spektroskopi yang diterapkan pada spektroskopi FTIR dengan prinsip dasar adsorpsi radiasi IR molekul penyusun bahan pada tingkat energi tertentu. Terdapat dua syarat utama yang harus dipenuhi agar tercapainya proses adsorpsi infra merah oleh molekul dalam material yaitu perubahan momen dipol selama bervibrasi dan adanya kesesuaian antara frekuensi vibrasional molekul sampel dengan frekuensi radiasi infra merah (Sulistiyani, 2015).

Dalam pengukuran sampel FTIR terbagi tiga teknik yang biasanya dipakai untuk pengukuran *spectrum* yakni *Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform* (DRIFT), *Attenuated Total Reflectance* (ATR) dan *Photo Acoustic Spectroscopy* (PAS). Pada tiap teknik pengukuran mempunyai sifat *spectrum* getaran molekul yang berbeda (Beasley, et al.; 2014). Dua macam cara interpretasi data *spectrum* getaran molekul dalam FTIR, yakni cara transmisi dan cara reflektansi. Untuk pembacaan dengan cara transmisi diperlukan teknik khusus pada tahap preparasi sampel yakni sampel yang digunakan dalam bentuk pellet disk. Pada spektroskopi inframerah beberapa pancaran IR diadsorpsi

sampel dan yang lainnya hanya melalui sampel (ditransmisikan). Adapun cara kerja untuk FTIR yaitu:



Gambar 4. Skema FTIR
(Sumber: Thermo nicolet corporation, 2001)

Jika suatu sampel dilewati oleh radiasi infra merah maka molekulnya akan menyerap sejumlah energi tertentu dan mengalami transisi/ peralihan dari tahap vibrasi dasar ke tingkat vibrasi tereksitasi. Spektrum yang terbentuk pada FTIR akan memberikan informasi tentang gugus fungsi suatu molekul (Puspitasari, 2013).

Tabel 2. Daerah Gugus Fungsi pada FTIR

Ikatan	Senyawa	Daerah Frekuensi (cm ⁻¹)	Intensitas
C-H	Alkana	2850-2970	Kuat
C-H	Alkena	1340-1470 3010-3095 675-995	Kuat Sedang Kuat
C-H	Alkuna	3300	Kuat
C-H	Cincin Aromatik	3010-3100 690-900	Sedang Kuat
O-H	Fenol, Monomer Alkohol, Alkohol Ikatan Hidrogen, Fenol	3590-3650 3200-3600	Berubah-ubah Baerubah-ubah, terkadang melebur
	Monomer Asam Karboksilat, Ikatan Hidrogen Asam Karboksilat	3500-3650 2500-2700	Sedang Melebur
N-H	Amina, Amida	3300-3500	Sedang
C=C	Alkena	1610-1680	Berubah-ubah
C=C	Cincin Aromatik	1500-1600	Berubah-ubah
C≡C	Alkuna	2100-2260	Berubah-ubah
C-N	Amina, Amida	1180-1360	Kuat
C≡N	Nitril	2210-2280	Kuat
C-O	Alkohol, Eter, Asam Karboksilat, Ester	1050-1300	Kuat
C=O	Aldehid, Keton, Asam Karboksilat, Ester	1690-1760	Kuat
NO ₂	Senyawa Nitro	1500-1570 1300-1370	Kuat Kuat

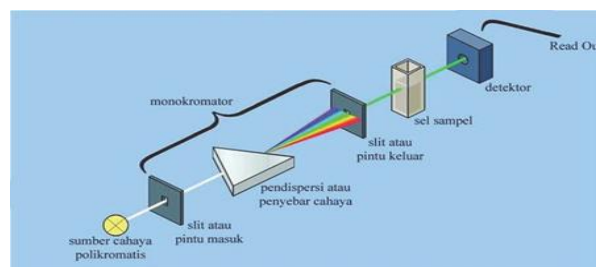
(Sumber : Principle of Instrumental Analysis, Skoog, Holler, Nieman. 1998).

2.4.2 Spektrofotometer UV-Vis

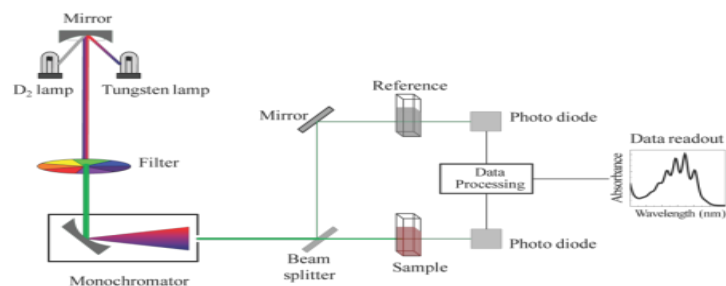
Instrument *spectrophotometer* ialah kolaborasi instrument *spectrometer* dan fotometer. *Spectrometer* akan menciptakan spectrum pada panjang gelombang yang spesifik. Adapun fotometer merupakan instrumen yang digunakan dengan tujuan pengukuran intensitas cahaya yang diserap maupun hanya dilewatkan saja oleh sampel (Khopkar, 1990). Instrumen spektrofotometer UV-Visible memiliki prinsip dasar yakni pengukuran adsorbansi atau % transmitan pada tingkat energi atau panjang gelombang yang spesifik untuk satu atom/molekul. Molekul dalam sampel spektrofotometer pada tingkat energi spesifik akan terjadi transisi/perpindahan *electron* (Clark, 1993).

Mekanisme pengukuran dalam instrument spektrofotometer yakni sampel yang berwarna akan dimasukkan ke dalam tabung reaksi tertentu yang kemudian akan ditempatkan pada bagian *sampler* dalam instrument *spectrophotometer* dan $A/\%T$ bisa terbaca dalam skala interpretasi. Pancaran sinar polikromatik pada *spectrophotometer* bersumber dari lampu tungsten yang berperan sebagai sumber cahaya. Sesudah melakukan pengaturan interval *lambda* (λ) cuma sinar yang monokromatislah yang dapat melewati sampel dan terdeteksi dengan *photodetector* (Handayana, 1994). Panjang gelombang yang mampu dilakukan pengukuran dengan *spectrophotometer* yakni dengan interval $200-400\text{ cm}^{-1}$ pada bagian *ultraviolet* atau $400-780\text{ cm}^{-1}$ pada bagian *visible* (Khopkar, 1990). Instrument spektrofotometer UV-Visibel memiliki beberapa bagian penyusun untuk melakukan pengukuran yakni sumber energi elektromagnetik, *monochromator* serta *detector*. Spektrofotometer *UV-Visible* terbagi atas dua macam yakni *Double beam* dan *Single beam*

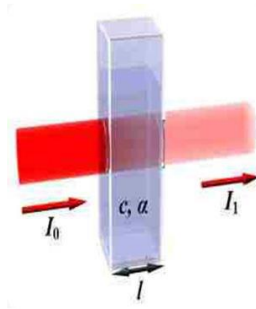
Single beam bisa diaplikasikan pada pengukuran adsorbansi secara kuantitatif menggunakan panjang gelombang *singular*. Panjang gelombang yang dihasilkan pada *single beam* yaitu antara 90-1000 nm. Keuntungan dari *single beam* adalah sederhana, harga murah dan mengurangi biaya. Adapun *double beam* diaplikasikan untuk pengukuran dengan interval panjang gelombang 190-750 cm^{-1} . *Instrument double beam* memiliki dua sinar yang melalui cermin yang dipotong membentuk V yang dinamakan sebagai *beam breaker*. Sinar pertama dilewatkan pada blanko sedangkan sinar kedua dengan bersamaan dilewatkan pada sampel dengan mengalami pencocokan fotodetektor yang dihasilkan. Membandingkan pembacaan yang dihasilkan secara elektronik serta ditampilkan pada alat pembaca. Skema instrumental *spectrophotometer UV-Visible (single beam)* dan spektrofotometer UV-Vis (*double beam*) dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. Skema Instrumental Spektrofotometer UV-Visible (*Single Beam*)



Gambar 6. Skema Instrumental Spektrofotometer UV-Visible (*Double Beam*)
(Sumber: Google.com)



Gambar 7. Ilustrasi Hukum *Lambert – Beer*
(Sumber: Sabrina, 2012)

Menurut Sabrina (2012), adsorpsi sinar oleh larutan mengikuti hukum *lambert-Beer*, yaitu:

$$A = \log (I_0/I_t) = a b c$$

Keterangan :

I_0 = Intensitas sinar datang

I_t = Intensitas dari sinar yang diteruskan,

a = Absorptivitas,

b = Panjang sel atau kuvet,

c = Konsentrasi (g/L),

A = Absorbansi

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Biji lengkung (*Euphoria longan lour*) yang merupakan limbah pertanian dapat dimanfaatkan sebagai biosorben untuk menyerap zat warna Rhodamin B.
2. Didapatkan kondisi optimum dari variasi yang dilakukan berupa pH 4, konsentrasi Rhodamin B 350 mg/L, kecepatan pengadukan 200 rpm, waktu kontak 180 menit dan ukuran partikel biosorben biji lengkung 106 μm .
3. Kapasitas serapan optimum dari semua variasi biosorpsi zat warna Rhodamin B oleh biosorben biji lengkung (*Euphoria longan lour*) dengan metode batch yakni 45, 60 mg/g.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Melakukan penelitian untuk menyerap zat warna kationik lain selain Rhodamin B dan zat warna anionik menggunakan biosorben biji lengkung dengan metode *batch*
2. Melakukan penelitian dengan memodifikasi biosorben biji lengkung sehingga dapat meningkatkan penyerapan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningtyas, Z. (2012). Optimisasi Adsorpsi Ion Pb (II) Menggunakan Zeolit Alam Termodifikasi Ditizon, (Ii). Apriliani, Ade. 2010. *Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion logam Cd, Cr, Cu, dan Pb Dalam Air Limbah*. Skripsi. Hal. 1-91.
- Azizah, N., Astuti, E.D. Dan Heny Puspita. 2008. *Uji Kemampuan Karbon Aktif Dari Limbah Kayu Industri Mebel Kota Semarang Sebagai Absorben Untuk Penyisihan Fenol*. Universitas Negeri Semarang
- Badan Pusat Statistik, 2018. *Pertumbuhan Produksi Industri Manufaktur Triwulan*.
- Beasley, M.M., E.J. Bartelink, L. Taylor & R.M. Miller. 2014. *Comparison of Transmission FT-IR, ATR, and DRIFT Spectra: Implications for Assessment of Bone Bioapatite Diagenesis*. Journal of Archaeological Science, 46(1): 16-22.
- Beni, A. A., & Esmaeili, A. (2020). Biosorption, an efficient method for removing heavy metals from industrial effluents: A Review. In *Environmental Technology and Innovation* (Vol.17). <https://doi.org/10.1016/j.eti.2019.100503>.
- Chaber, Radoslaw., Lach, K., Depciuch, J., Szmuc, Kamil., Michalak, E., Raciborska, A., Koziorowska, A., And Cebulski, J. 2017. *Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy of Paraffin and Deparaffinized Bone Tissue Samples as A Diagnostic Tool For Ewing Sarcoma of Bone*. Journal of Infrared Physics & Technology, INFPHY-2340.
- Chergui, A., Bakhti, M. Z., Chahboub, A., Haddoum, S., Selatnia, A., & Junter, G. A. (2007). Simultaneous biosorption of Cu²⁺, Zn²⁺ and Cr⁶⁺ from aqueous solution by *Streptomyces rimosus* biomass. *Desalination*, 206(1–3), 179–184. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2006.03.566>
- Chi, T. D., Trang, D. T., & Minh, T. Le. (2017). The Removal of Pb (II) and Cr (VI) From Aqueous Solution by Longan Skin Adsorbent. *International Journal of Innovative Studies in Sciences and Engineering Technology*, 3(12), 9–15.
- Clark. B.J. 1993. *UV Spectroscopy Techniques Instrumentations*, Data Handling. London: Chapman dan Hall.
- Day, R. dan Underwood, A. L. 2002. *Analisa Kuantitatif Kimia (Terjemahan Sopyan, I.)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Ernawati, Lusi, Et Al. 2020, *Fotodegradasi Zat Pewarna Tekstil (Rhodamin B) Menggunakan Adsorben Berbasis Material Komposit Kalsium Titanate (CaTiO₃)*. Jurnal Teknik Kimia Vol.14, No2