

**PROSES BIOSORPSI PADA ZAT WARNA
SINTETIK DENGAN MENGGUNAKAN
MIKROALGA *Chlorella sp.***

CHE 184650.04 Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar

Sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

Oleh:

Angelina Cahya Daunmas

(6216086)

Dosen Pembimbing:

Ir. Y.I.P. Arry Miryanti, M.Si.

Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.

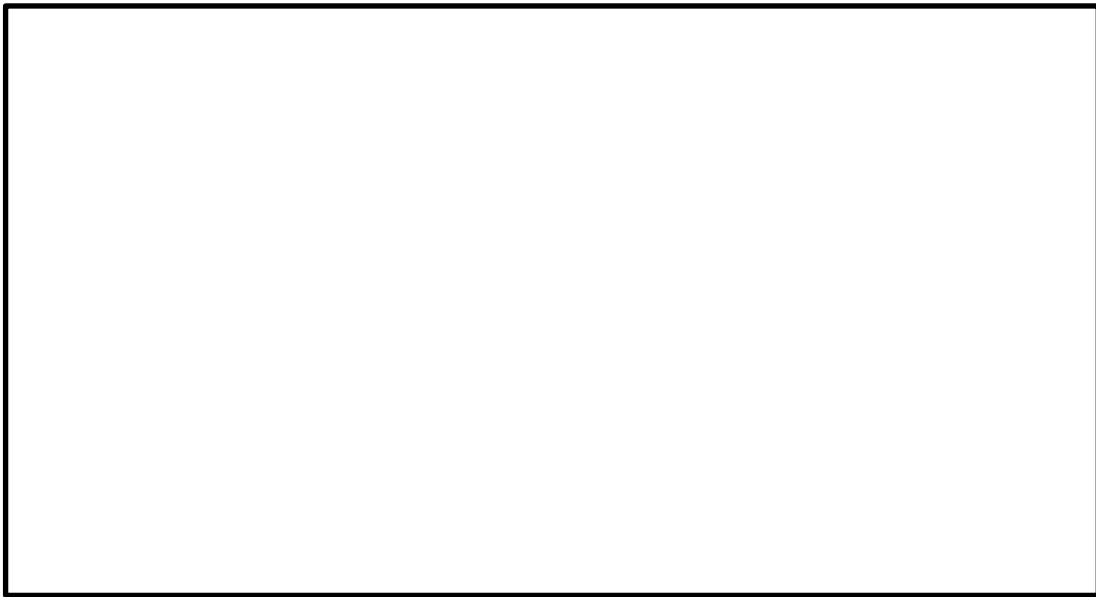


**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : PROSES BIOSORPSI PADA ZAT WARNA SINTETIK DENGAN
MENGUNAKAN MIKROALGA *Chlorella sp.***



Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 8 Januari 2020

Pembimbing 1



Ir. Y.I.P. Arry Miryanti, M.Si.

Pembimbing 2



Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

SURAT PERNYATAAN

Saya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Angelina Cahya Daunmas

NPM : 2016620086

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian dengan judul:

**PROSES BIOSORPSI PADA ZAT WARNA SINTETIK DENGAN
MENGUNAKAN MIKROALGA *Chlorella sp.***

Adalah hasil pekerjaan kami dan seluruh ide, pendapat, materi atau sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai

Pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka kami bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku

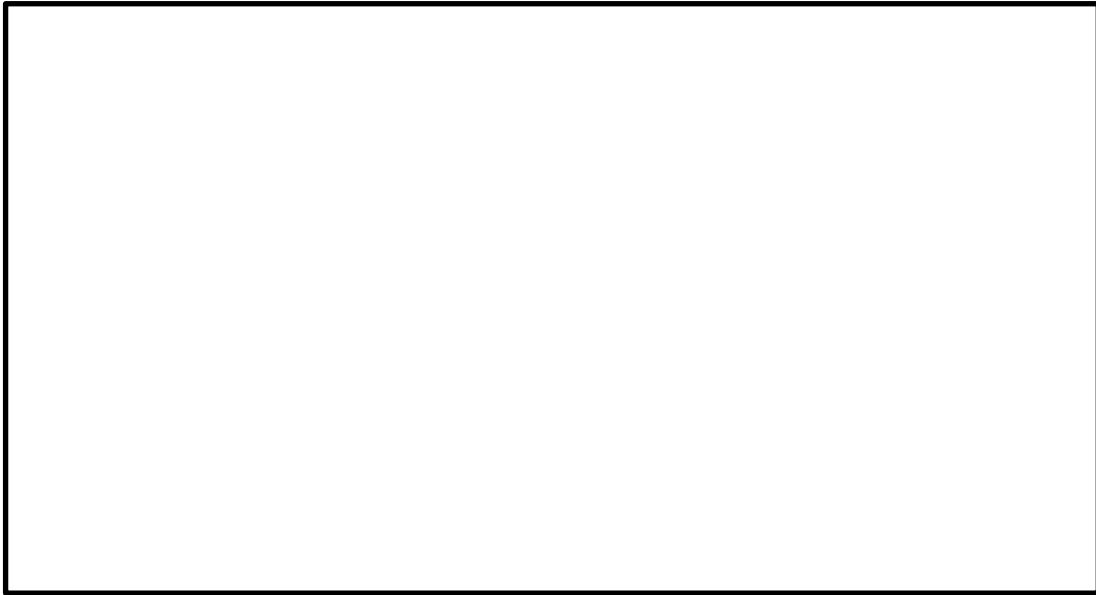
Bandung, 8 Januari 2020

Angelina Cahya Daunmas
(2016620086)

LEMBAR REVISI

**JUDUL : PROSES BIOSORPSI PADA ZAT WARNA SINTETIK DENGAN
MENGUNAKAN MIKROALGA *Chlorella sp.***

CATATAN :



Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 8 Januari 2020

Penguji 1



Dr. Ir. Judy Retti B. Witono, M.App.Sc.

Penguji 2



Anastasia Prima Kristijarti, S.Si., M.T.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa oleh karena rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Proses Biosorpsi pada zat warna Sintetik dengan Menggunakan Mikroalga *Chlorella sp.*” dengan tepat waktu. Laporan penelitian ini disusun untuk memenuhi persyaratan tugas akhir Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Dengan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun proposal penelitian ini, terutama kepada:

1. Ibu Ir. Y.I.P. Arry Miryanti, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, ilmu pengetahuan, saran dan waktu selama proses penyusunan proposal penelitian ini.
2. Bapak Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, ilmu pengetahuan, saran dan waktu selama proses penyusunan proposal penelitian ini.
3. Orang tua dan keluarga penulis atas doa dan dukungan yang telah diberikan.
4. Sahabat-sahabat penulis yang telah memberikan dukungan dan saran.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam proposal penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik, masukan, dan saran yang membangun agar dapat mengembangkan penulis dalam penyusunan proposal penelitian berikutnya. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih atas perhatian pembaca dan semoga proposal penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 8 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah	3
1.3 Identifikasi Masalah	3
1.4 Premis	3
1.5 Hipotesis	3
1.6 Tujuan.....	3
1.7 Manfaat Penelitian	4
1.7.1 Bagi Peneliti	4
1.7.2 Bagi Industri	4
1.7.3 Bagi Masyarakat	4
1.7.4 Bagi Pemerintah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Zat Warna	8
2.1.1. Klasifikasi Zat Warna.....	8

2.1.2	Zat Warna Sintetik.....	10
2.1.3	Limbah Zat Warna.....	12
2.1.4.	Teknik Penghilangan zat Warna.....	12
2.2	Biosorpsi.....	14
2.2.1	Mekanisme Biosorpsi	15
2.2.2.	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Biosorpsi	17
2.2.3.	Biosorben.....	19
2.3	Mikroalga.....	21
2.3.1	Fasa Pertumbuhan Mikroalga	21
2.3.2	Fotosintesis pada Mikroalga.....	22
2.3.4	Kulturisasi Mikroalga	23
2.4	<i>Chlorella sp.</i>	24
2.4.1	Fotosintesis dan Nutrisi yang Dibutuhkan pada <i>Chlorella</i>	25
2.5	Teknik Analisis.....	26
2.5.1	Spektrofotometer	27
2.5.2	<i>Haemocytometer</i>	29
2.6	Percobaan Biosorpsi Zat Warna dengan Menggunakan <i>Chlorella</i>	30
2.6.1	Biosorpsi pada Zat Warna Reaktif Menggunakan Alga Hijau <i>Chlorella vulgaris</i>	31
2.6.2	Bioremoval pad Zat Warna Azo <i>Congo Red</i> dengan Menggunakan Mikroalga <i>Chlorella Vulgaris</i>	32
2.6.3	Penghilangan Zat Warna Orange-G dengan Biomassa Kering dari <i>Chlorella</i> <i>Vulgaris</i>	33
BAB III METODE PENELITIAN		34
3.1	Bahan Baku.....	34
3.2	Peralatan Penelitian	34
3.2.1.	Peralatan Utama.....	34

3.2.2. Peralatan Pendukung	34
3.2.3. Skema peralatan.....	34
3.3 Prosedur Penelitian	36
3.3.1 Pembuatan Kurva Pertumbuhan Mikroalga <i>Chlorella sp.</i>	36
3.3.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	37
3.3.3 Pembuatan Kurva Standar	37
3.3.4 Proses Biosorpsi Zat Warna dengan Menggunakan Mikroalga <i>Chlorella sp.</i> ...	38
3.4 Analisis Data.....	39
3.5 Lokasi dan Jadwal Penelitian	39
BAB IV PEMBAHASAN	40
4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Kurva Standar Konsentrasi Larutan Zat Warna.	40
4.2. Kurva Pertumbuhan Mikroalga <i>Chlorella sp.</i>	42
4.3. Kestabilan Warna pada Zat Warna Sintetik	44
4.4. Percobaan Utama.....	46
4.4.1. Pengaruh pH terhadap Proses Biosorpsi Zat Warna.....	46
4.4.2. Pengaruh Perbedaan Zat Warna terhadap Proses Biosorpsi	53
4.5. Hasil Penelitian Secara Keseluruhan	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN A PROSEDUR ANALISA	64
A.1 Analisis Konsentrasi zat Warna.....	64
A.2 Analisis Kepadatan Sel	65
LAMPIRAN B LEMBAR DATA KESELAMATAN BAHAN.....	66
B.1 HCl.....	66

B.2 NaOH.....	67
B.3. Zinc Chloride	68
B.4. Cobaltous Chloride, Hexahydrate	68
B.5. Ammonium Molybdate Tetahydrate.....	69
B.6. Copper Sulfate Pentahydrate.....	70
B.7. Ethylenediaminetetraacetic Acid Tetrasodium Salt.....	71
B.8. Boric Acid.....	71
B.9. Feric Chloride Hexahydrate	72
B.10. Manganese Chloride Tetrahydrate	73
B.11. Sodium Phospate Monobasic Monohydrate	74
B.12. Thiamine HCL	74
B.13. Biotin.....	75
LAMPIRAN C DATA PENELITIAN DAN HASIL ANTARA	77
LAMPIRAN D GRAFIK.....	89
LAMPIRAN E CONTOH PERHITUNGAN.....	95
E.1. Perhitungan Persentase <i>Removal</i> pada Proses Biosorpsi	95
E.2. Perhitungan Kepadatan Sel pada <i>Chlorella sp.</i>	95
LAMPIRAN F GAMBAR PENELITIAN	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kurva Pertumbuhan Industri di Indonesia	1
Gambar 2.1 Struktur dari <i>Azo Dyes</i>	9
Gambar 2.2 Stuktur dari Anthraquinone Dyes.....	9
Gambar 2.3 Stuktur dari Indigoid Dyes	10
Gambar 2.4. Struktur Molekul dari Procion Red HE7B	10
Gambar 2.5. Struktur Molekul dari Remazol Turquoise Blue	11
Gambar 2.6. Struktur Molekul dari Remazol Yellow RGB.....	11
Gambar 2.7. Reaksi nucleophilic addition	16
Gambar 2.8. Skema Penghilangan Zat Warna (Jinqi & Houtian, 1991).....	17
Gambar 2.9. Kurva Pertumbuhan Mikroalga.....	22
Gambar 2.10. Skema fotosintesis.....	23
Gambar 2.11. Struktur <i>Chlorella</i> sp.	25
Gambar 2.12. <i>Chlorella</i> sp.pada mikroskopik.....	25
Gambar 2.13 Batasan pada penggunaan spektrofotometer	27
Gambar 2.14. Skema Spektrofotometer	29
Gambar 2.15. Skema dari Hemasitometer	30
Gambar 2.16. Skema Pembacaan pada haemocytometer	30
Gambar 3.1 Skema Rangkaian Alat.....	35
Gambar 3.2. Diagram Alir Tahp Kultivasi Mikroalga <i>Chlorella</i> sp.	36
Gambar 3.3. Diagram Alir Tahap Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	37
Gambar 3.4. Diagram Alir Tahap Pembuatan Kurva Standar	37
Gambar 3.5. Diagram Alir Tahap Proses Biosorpsi Zat Warna dengan menggunakan Mikroalga <i>Chlorella</i> sp.	38
Gambar 4.1 Grafik Penentuan Panjang Gelombang Maksimum. (a) Zat Warna Merah (b) Zat Warna Biru (c) Zat Warna Kuning	41
Gambar 4.2 Kurva Standar Larutan Zat Warna	42
Gambar 4.3 Rangkaian Alat yang digunakan dalam Kultivasi Mikroalga	42
Gambar 4.4 Kurva Pertumbuhan Mikroalga <i>Chlorella</i> sp.(a) Fasa Lag (b) Fasa Log (c) Fasa Stasioner (d) Fasa Kematian.....	43
Gambar 4.5 Kestabilan Warna pada Zat Warna Sintetik.....	45

Gambar 4.6 Perubahan Jumlah Mikroalga yang Terlihat oleh Mikroskop Perbesaran 400x (a) Sebelum Run (b) Setelah Run	46
Gambar 4.7 Persentase removal Zat Warna Merah oleh Chlorella sp.	48
Gambar 4.8 Pertumbuhan Chlorella sp.Selama Proses Biosorpsi Zat Warna Merah	48
Gambar 4.9. Persentase removal Zat Warna Biru oleh Chlorella sp.	50
Gambar 4.10. Pertumbuhan Chlorella sp. Selama Proses Biosorpsi Zat Warna Biru	50
Gambar 4.11. Persentase removal Zat Warna Kuning oleh Chlorella sp.	52
Gambar 4.12. Pertumbuhan Chlorella sp. Selama Proses Biosorpsi Zat Warna Kuning .	52
Gambar 4.13. Pengaruh Zat Warna dalam Proses Biosorpsi Zat Warna (t=78 jam)	53
Gambar 4.14. Grafik Hasil Akhir seluruh Penelitian pada t=78 jam.....	56
Gambar A.1. Diagram Alir Analisis Konsentrasi Zat warna.....	64
Gambar A.2. Diagram Alir Analisis Kepadatan Sel	65
Gambar D.1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum pada Procion Red HE7B.....	89
Gambar D.2. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum pada Remazol Turquoise Blue.	89
Gambar D.3. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum pada Remazol Golden Yellow	90
Gambar D.4. Kurva Standar Larutan Zat Warna	90
Gambar D.5. Kurva Pertumbuhan Chlorella sp.	91
Gambar D.6. Persentase Removal Zat Warna pada Proses Biosorpsi Procion Red HE7B	91
Gambar D.7. Pertumbuhan Chlorella sp. pada Proses Biosorpsi Procion Red HE7B	92
Gambar D.8. Persentase Removal Zat Warna pada Proses Biosorpsi Remazol Turquoise Blue	92
Gambar D.9. Pertumbuhan Chlorella sp. pada Proses Biosorpsi Remazol Turquoise Blue	93
Gambar D.10. Persentase Removal Zat Warna pada Proses Biosorpsi Remazol Golden Yellow	93
Gambar D.11. Pertumbuhan Chlorella sp. pada Proses Biosorpsi Remazol Golden Yellow	94
Gambar D.12. Hasil Keseluruhan Proses Biosorpsi Zat Warna dengan Chlorella sp.	94
Gambar F.1. Rangkaian Alat Selama Proses Kultivasi Chlorella sp.	96
Gambar F.2. Perubahan Jumlah Mikroalga yang Terlihat oleh Mikroskop Perbesaran 400x (a) Sebelum Run (b) Setelah Run	96
Gambar F.3. Kestabilan Warna pada Zat Warna Sintetik.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Premis	5
Tabel 2.1. Karakteristik dari limbah pabrik tekstil (Ghaly, Ananthashankar, Alhattab, & Ramakrishnan, 2014).....	12
Tabel 2.2. Kelebihan dan Kekurangan Tiap Metode Penghilangan Warna (Korucu, Giirses, Dogar, Sharma, & Acikyildiz, 2015).....	14
Tabel 2.3 Perbandingan antara Biosorpsi, Bioakumulasi dan Biodegradasi (Chojnacka, 2010).....	16
Tabel 2.4. Kekurangan dan kelebihan tiap jenis biosorben (U.Roy,2018;SharmaK,2015;Lumbanraja,2014;Soeprijanto,2007).....	19
Tabel 2.5. Rentang Panjang gelombang pada tiap warna	27
Tabel 3.1. Komposisi Pupuk Walne.....	35
Tabel 4.1. Hasil Keseluruhan Proses Biosorpsi Zat Warna pada t=78 jam.....	55
Tabel C.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum pada Procion Red HE7B.....	77
Tabel C.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum pada Remazol Golden Yellow.....	77
Tabel C.3 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum pada Remazol Turquoise Blue.....	78
Tabel C.4. Pembuatan Kurva Standar Larutan Zat Warna	78
Tabel C.5. Kurva Pertumbuhan Chlorella sp.....	79
Tabel C.6. Biosorpsi Zat Warna pada Procion Red HE7B dengan pH larutan sebesar 3 ..	80
Tabel C.7. Biosorpsi Zat Warna pada Procion Red HE7B dengan pH larutan sebesar 5 ..	80
Tabel C.8. Biosorpsi Zat Warna pada Procion Red HE7B dengan pH larutan sebesar 7 ..	81
Tabel C.9. Biosorpsi Zat Warna pada Procion Red HE7B dengan pH larutan sebesar 9 ..	81
Tabel C.10. Biosorpsi Zat Warna pada Procion Red HE7B dengan pH larutan sebesar 11 ..	82
Tabel C.11. Biosorpsi Zat Warna pada Remazol Turquoise Blue dengan pH larutan sebesar 3 ..	82
Tabel C.12. Biosorpsi Zat Warna pada Remazol Turquoise Blue dengan pH larutan sebesar 5 ..	83
Tabel C.13. Biosorpsi Zat Warna pada Remazol Turquoise Blue dengan pH larutan sebesar 7 ..	83

Tabel C.14. Biosorpsi Zat Warna pada Remazol Turquoise Blue dengan pH larutan sebesar 9	84
Tabel C.15. Biosorpsi Zat Warna pada Remazol Turquoise Blue dengan pH larutan sebesar 11	84
Tabel C.16. Biosorpsi Zat Warna pada Remazol Golden Yellow dengan pH larutan sebesar 3	85
Tabel C.17. Biosorpsi Zat Warna pada Remazol Golden Yellow dengan pH larutan sebesar 5	85
Tabel C.18. Biosorpsi Zat Warna pada Remazol Golden Yellow dengan pH larutan sebesar 7	86
Tabel C.19. Biosorpsi Zat Warna pada Remazol Golden Yellow dengan pH larutan sebesar 9	86
Tabel C.20. Biosorpsi Zat Warna pada Remazol Golden Yellow dengan pH larutan sebesar 11	87
Tabel C.21. Hasil Keseluruhan Proses Biosorpsi Zat Warna dengan Chlorella sp.	88

INTISARI

Limbah cair merupakan cairan yang sifat fisik, kimia, atau biologinya telah diubah sebagai hasil pencampuran zat-zat tertentu yang membuatnya tidak aman untuk digunakan. Karena hal itu, limbah yang dihasilkan oleh pabrik tidak langsung di buang ke lingkungan namun harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang. Salah satu zat yang terkandung dalam limbah cair adalah zat warna. Zat warna yang digunakan oleh industri biasanya merupakan zat warna sintetik berbahaya tidak seperti zat warna alami. Penggunaan zat warna sintetik dalam industri dikarenakan harganya yang murah, dan warna yang dikeluarkan lebih stabil dan tahan terhadap beberapa keadaan ekstrim. Pengolahan limbah yang mengandung zat warna dapat dilakukan secara biologis yaitu melalui proses biosorpsi. Biosorpsi merupakan suatu proses penyerapan bahan organik maupun anorganik dengan menggunakan biomassa yang hidup maupun mati. Keuntungan dari proses biosorpsi ini adalah ramah lingkungan dan murah. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari tentang pengaruh faktor-faktor yang mempengaruhi terhadap proses biosorpsi zat warna dengan menggunakan mikroalga *Chlorella sp.*

Penelitian ini dibagi menjadi 4 tahap yaitu kultivasi mikroalga *Chlorella sp.*, penentuan panjang gelombang maksimum pada zat warna, pembuatan kurva standar larutan zat warna, dan proses biosorpsi zat warna menggunakan *Chlorella sp.* Pada penelitian ini variasi yang digunakan adalah variasi jenis zat warna (*Procion Red HE7B*, *Remazol Turquoise Blue*, dan *Remazol Golden Yellow*) dan variasi pH larutan (3, 5, 7, 9, dan 11). Penelitian ini akan dilakukan selama 78 jam pada temperatur ruang, pencahayaan 12 jam terang dan 12 jam gelap, dan dengan kepadatan sel mikroalga sebesar 6.000.000 sel/ml. Larutan zat warna yang digunakan mempunyai konsentrasi sebesar 10 ppm. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah analisis konsentrasi zat warna menggunakan Spektrofotometer Vis pada panjang gelombang maksimum yang menghasilkan persentase penyerapan dan analisis kepadatan sel untuk mengetahui pertumbuhan dari mikroalga dengan menggunakan *haemocytometer*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh pH terhadap setiap zat warna yang digunakan berbeda-beda karena adanya perbedaan gugus yang terkandung sehingga membuat mekanisme penyerapan zat warna pada masing-masing zat warna berbeda-beda. Pada zat warna biru, persentase penyerapan zat warna terbaik terdapat pada pH 11 dengan persentase penyerapan sebesar 31,5%. Pada zat warna merah, persentase penyerapan zat warna terbaik terdapat pada pH 7 dengan persentase penyerapan sebesar 12,6%. Dan pada zat warna kuning, persentase penyerapan zat warna terbaik terdapat pada pH 7 dengan persentase penyerapan sebesar 13,9%

Kata Kunci: biosorpsi, zat warna, *Chlorella sp.*, persentase penyerapan.

ABSTRACT

*Liquid waste is a liquid whose physical, chemical, or biological properties have been changed as a result of mixing certain substances that make it unsafe to use. Because of that, the waste produced by the factory is not directly disposed of into the environment but must be treated first before disposal. One of the substances contained in liquid waste is a dye. Dyes used by industry are usually dangerous synthetic dyes unlike natural dyes. The use of synthetic dyes in the industry is due to the low price, and the color released is more stable and resistant to some extreme conditions. Waste treatment containing dyes can be done biologically, namely through the biosorption process. Biosorption is a process of absorbing organic and inorganic materials using living and dead biomass. The advantage of this biosorption process is that it is environmentally friendly and inexpensive. The purpose of this research is to learn about the influence of the factors that influence the process of biosorption of dyes by using microalgae *Chlorella* sp.*

*This research was divided into 4 stages, namely the cultivation of microalgae *Chlorella* sp., Determination of the maximum wavelength of the dye, the creation of a standard curve for the dye solution, and the biosorption process of the dye using *Chlorella* sp. In this study the variations used are variations in the type of dyes (Procion Red HE7B, Remazol Turquoise Blue, and Remazol Golden Yellow) and variations in the pH of the solution (3, 5, 7, 9, and 11). This research will be carried out for 78 hours at room temperature, 12 hours of bright lighting and 12 hours of darkness, and with a microalgae cell density of 6,000,000 cells / ml. The dye solution used has a concentration of 10 ppm. The analysis conducted in this study was the analysis of the concentration of dyes using a Visible spectrophotometer at the maximum wavelength that produced the percentage of absorption and analysis of cell density to determine the growth of microalgae by using a haemocytometer.*

The results showed that the effect of pH on each dye used was different because of the differences in the groups contained so as to make the mechanism of absorption of dyes in each dye different. In blue dyes, the best absorption percentage of dyes is at pH 11 with a absorption percentage of 31.5%. In the red dye, the percentage of absorption of the best dye is at pH 7 with a absorption percentage of 12.6%. And for yellow dyes, the best percentage of absorption of dyes is at pH 7 with a absorption percentage of 13.9%

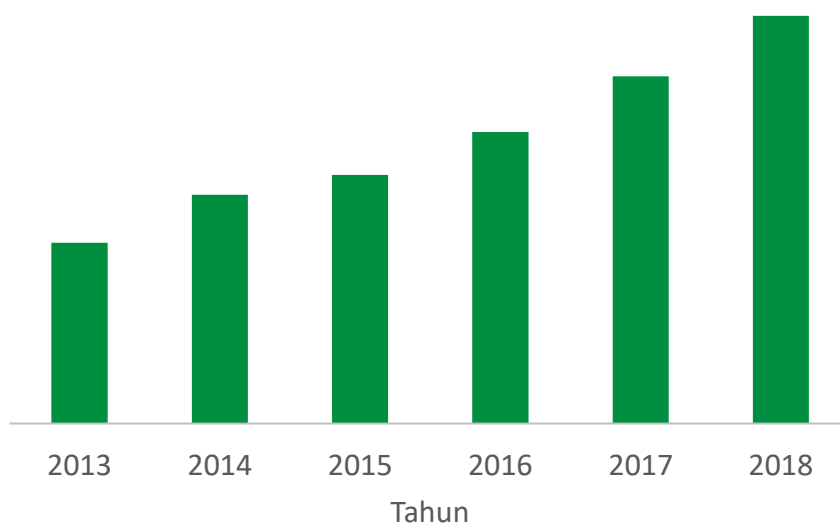
*Keywords: biosorption, synthetic dyes, *Chlorella* sp., prcentage removal*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan industri di Indonesia semakin meningkat pada beberapa tahun terakhir. Pada tahun 2014, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia menyatakan bahwa persentase pertumbuhan industri non migas (minyak dan gas) di Indonesia pada tahun itu mencapai angka 5,3%. Namun pada tahun 2015, terlihat mengalami penurunan yaitu terdapat pada angka 5,21%. Dan pada tahun 2016, persentase pertumbuhan industri non migas di Indonesia masih tetap turun dan bertepatan pada angka 4,4%. Namun pada tahun 2017, Kementrian Perindustrian Republik Indonesia menyatakan bahwa persentase pertumbuhan industri non migas di Indonesia kembali naik menjadi 5,49%. Sementara pada tahun 2018, persentase pertumbuhan industri non migas di Indonesia terus naik pad angka 5,67%. Jumlah industri non migas yang terdapat di Indonesia merupakan 90,7% dari jumlah seluruh industri yang terdapat di Indonesia. Salah satu industri yang termasuk industri non migas adalah industri tekstil. Menurut Kementrian Perindustrian Republik Indonesia, industri tekstil dan pakaian sedang mengalami peningkatan sampai 18% di kuadral pertama tahun 2019. Pertumbuhan industri non migas di Indonesia dapat dilihat pada gambar 1.1



Gambar 1.1 Kurva Pertumbuhan Industri di Indonesia

Peningkatan persentase pertumbuhan industri di Indonesia menunjukkan bahwa semakin banyak pula jumlah pabrik atau industri yang dibangun. Semakin banyak industri, maka akan semakin banyak pula limbah yang dikeluarkan oleh pabrik. Limbah yang dihasilkan pabrik ada dua macam, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah cair merupakan air yang sifat fisik, kimia atau biologisnya telah diubah sebagai hasil pencampuran zat-zat tertentu yang membuatnya menjadi tidak aman untuk digunakan. Karena sifatnya yang berbahaya atau beracun, limbah cair harus diolah terlebih dahulu sebelum di buang ke lingkungan agar tidak membahayakan masyarakat di sekitar pabrik, maupun ekosistem yang ada. Salah satu zat-zat tertentu yang membuatnya menjadi tidak aman adalah zat warna (Amoatey & Bani, 2011)

Zat warna merupakan limbah cair yang dapat terlihat yang biasa dihasilkan oleh industri tekstil, farmasi, kertas, cat, dan masih banyak lagi. Zat Warna sintetik banyak digunakan dalam industri karena harganya yang murah serta sifatnya yang lebih stabil terhadap keadaan ekstrim jika dibandingkan dengan zat warna alami. Zat warna mengandung beberapa kontaminan seperti asam atau basa, garam, padatan terlarut, padatan tersuspensi, dan komponen beracun lainnya. Selain itu, zat warna yang terdapat pada air sungai, ataupun air danau dapat menghalau sinar matahari untuk masuk ke dalam air sehingga menyebabkan penurunan aktivitas fotosintesis pada biota air (Maurya, et al., 2005). Zat warna juga dapat bereaksi dengan ion logam dan menghasilkan substansi beracun bagi ikan serta biota air (Karthikeyan, 1989).

Pengolahan zat warna dalam limbah cair biasanya didasari oleh proses fisikokimia seperti dilusi, adsorpsi, koagulasi, flokulasi, presipitasi, oksidasi, penukar ion, dan osmosis balik (Banat, et al., 1996). Namun selain proses-proses fisikokimia, pengolahan zat warna dapat dilakukan dengan menggunakan proses biosorpsi. Proses biosorpsi merupakan proses penhilangan komponen organik maupun anorganik termasuk logam, zat warna dan bau dengan menggunakan biomasa baik yang hidup maupun mati (Maurya, et al., 2005). Dibandingkan dengan proses fisikokimia, proses biosorpsi membutuhkan biaya yang lebih sedikit dengan tingkat keefektifan yang mirip. Proses biosorpsi juga dapat dilakukan dengan mudah serta lumpur aktif yang dihasilkannya dapat digunakan kembali untuk proses biosorpsi (Volesky, 1999).

Biomasa yang dapat digunakan untuk proses biosorpsi zat warna adalah bakteri, jamur, alga, lumpur aktif yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah secara biologi,

produk samping dari industri fermentasi, dan rumput laut. Pada penelitian ini, biomassa yang digunakan adalah mikroalga dengan jenis *Chlorella sp.* Keuntungan mikroalga sebagai biomassa adalah harganya yang murah dan mudah didapatkan, mempunyai afinitas pengikatan yang tinggi, serta dapat digunakan kembali. *Chlorella sp.* merupakan mikroalga yang digunakan dalam penelitian ini. *Chlorella* merupakan alga hijau berbentuk uniseluler, tidak mempunyai flagel, dan mudah ditemukan. (Dotto, et al., 2015)

1.2 Tema Sentral Masalah

Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui pengaruh dari faktor-faktor yang mempengaruhi biosorpsi zat warna dengan menggunakan mikroalga *Chlorella sp.* Faktor-faktor tersebut antara lain adalah jenis zat warna, dan pH

1.3 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengaruh dari jenis zat warna terhadap persentase *removal* dalam proses biosorpsi zat warna dengan menggunakan mikroalga *Chlorella sp.*?
2. Bagaimana pengaruh dari pH terhadap persentase *removal* dalam proses biosorpsi zat warna dengan menggunakan mikroalga *Chlorella sp.*?

1.4 Premis

Penelitian lain yang didasarkan oleh penghilangan zat warna dengan menggunakan mikroalga dapat dilihat pada tabel 1.1.

1.5 Hipotesis

1. Dalam proses biosorpsi zat warna dengan menggunakan mikroalga *Chlorella sp.*, pengaruh pH berbeda-beda sesuai dengan jenis zat warna yang diserap.
2. Pada zat warna azo, semakin banyak jumlah gugus azo yang dimiliki maka semakin kecil persentase *removal* yang didapatkan

1.6 Tujuan

1. Mempelajari pengaruh jenis zat warna terhadap persentase *removal* pada proses biosorpsi zat warna dengan menggunakan mikroalga *Chlorella sp.*
2. Mempelajari pengaruh pH terhadap persentase *removal* pada proses biosorpsi zat warna dengan menggunakan mikroalga *Chlorella sp.*

1.7 Manfaat Penelitian

1.7.1 Bagi Peneliti

Dengan penelitian ini, diharapkan peneliti dapat memahami pengaruh jenis zat warna, dan pH terhadap persentase *removal* pada proses penghilangan zat warna dengan biosorpsi.

1.7.2 Bagi Industri

Dengan penelitian ini, diharapkan dapat membantu industri dalam mempertimbangkan proses pengolahan limbah yang lebih murah dan efektif.

1.7.3 Bagi Masyarakat

Dengan penelitian ini, diharapkan agar mengurangi jumlah limbah berbahaya yang dibuang ke lingkungan sehingga meminimalkan dampak limbah terhadap masyarakat sekitar

1.7.4 Bagi Pemerintah

Dengan penelitian ini, diharapkan dapat membantu pemerintah mengatasi permasalahan limbah zat warna.

Tabel 1.1 Premis

Peneliti	Jenis Mikroalga	Zat Warna	Kondisi biosorpsi						Hasil Penelitian
			pH	Temperatur	Waktu Kontak	Kecepatan Pengadukan	Jumlah Biosorben	Konsentrasi Zat Warna	
Zumriye Aksu dan Sevilay Tezer (2005)	<i>Chlorella vulgaris</i> (inactive)	<i>Remazol Black B</i> (Azo dyes)	1,2, dan 3	25°C, 35°C, 45°C, 55°C	24 jam	150 rpm	-	-	Kapasitas = 555,6 mg/g pH = 2 Temperatur = 35°C Konsentrasi zat warna = 800 mg/L
		<i>Remazol Red RR</i> (Azo dyes)							20-800 mg/L Kapasitas = 196,1 mg/g pH = 2 Temperatur = 35°C Konsentrasi zat warna = 800 mg/L
		<i>Remazol Colden Yellow RNL</i> (Azo dyes)							10-200 mg/L Kapasitas = 71,9mg/g pH = 2 Temperatur = 25°C Konsentrasi zat warna = 200 mg/L
Luisa Carbajo Arteaga (2018)	<i>Chlorella vulgaris</i> (active)	<i>Aniline blue</i>	-	24 °C	11 hari	-	-	-	25 mg/L, 50 mg/L, 75 mg/L dan 100 mg/L %removal = 58% Konsentrasi zat warna = 25 mg/L

Tabel 1.1 Premis

Peneliti	Jenis Mikroalga	Zat Warna	Kondisi biosorpsi							Hasil Penelitian
			pH	Temperatur	Waktu Kontak	Kecepatan Pengadukan	Jumlah Biosorben	Konsentrasi Zat Warna	Cahaya	
Miriam Hernandez Zamora(2015)	<i>Chlorella vulgaris</i> (active)	<i>Congo Red</i> (Azo dyes)	-	25±3 °C	96 jam	-	11,1 mg L ⁻¹ , 24,4 mg L ⁻¹ , 51,1 mg L ⁻¹ , 73,3 mg L ⁻¹ , 108 mg L ⁻¹ , and 146,6 mg L ⁻¹	5 mg L ⁻¹ , 10 mg L ⁻¹ , 15 mg L ⁻¹ , 20 mg L ⁻¹ , and 25 mg L ⁻¹	120 μmol m ⁻² s ⁻¹	Kapasitas = 200mg/g %removal = 83% Konsentrasi zat Warna = 5 mg L ⁻¹
	<i>Chlorella vulgaris</i> (inactive)									Kapasitas = 144,67 mg/g Konsentrasi zat Warna = 5 mg L ⁻¹
Sunil Kumar (2019)	<i>Chlorella vulgaris</i> (inactie)	<i>Orange-G</i> (Azo dyes)	5-9	10°C -50°C	160 menit	130 ± 5 rpm	25-200 mg	5ppm-40 ppm	-	%removal = 44% Konsentrasi Zat Warna = 5 ppm Temperatur = 10°C pH = 5

Tabel 1.1 Premis

Peneliti	Jenis Mikroalga	Zat Warna	Kondisi biosorpsi							Hasil Penelitian
			pH	Temperatur	Waktu Kontak	Kecepatan Pengadukan	Jumlah Biosorben	Konsentrasi Zat Warna	Cahaya	
S. Dinesh Kumar (2013)	<i>Chlorella sp. (active)</i>	<i>Textile Waste</i>	10,2	37°C	24 jam	200 rpm	50 mikroalga	-	-	<i>%removal = 43,77%</i>