

# **PENGARUH JENIS ZAT WARNA DAN PH CAMPURAN TERHADAP PERSENTASE *REMOVAL* DALAM PROSES BIOSORPSI ZAT WARNA SINTETIK MENGGUNAKAN MIKROALGA *CHLORELLA PYRENOIDOSA***

## **Laporan Penelitian**

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar  
sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

oleh :

**Dea Gryselfa Riphin**

(2017620115)

Pembimbing :

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

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



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL : PENGARUH JENIS ZAT WARNA DAN PH CAMPURAN TERHADAP  
PERSENTASE *REMOVAL* DALAM PROSES BIOSORPSI ZAT  
WARNA SINTETIK MENGGUNAKAN MIKROALGA *CHLORELLA  
PYRENOIDOSA***

**CATATAN :**

Telah diperiksa dan disetujui,  
Bandung, 31 Agustus 2021

Pembimbing 1



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

Pembimbing 2



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

**LEMBAR REVISI**

**JUDUL : PENGARUH JENIS ZAT WARNA DAN PH CAMPURAN TERHADAP  
PERSENTASE *REMOVAL* DALAM PROSES BIOSORPSI ZAT  
WARNA SINTETIK MENGGUNAKAN MIKROALGA *CHLORELLA  
PYRENOIDOSA***

**CATATAN :**

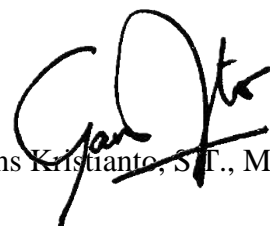
Telah diperiksa dan disetujui,  
Bandung, 31 Agustus 2021

Penguji 1

Penguji 2



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



Hans Kristianto, S.T., M.T.

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dea Gryselda Riphin

NRP : 2017620115

dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian dengan judul :

**Pengaruh Jenis Zat Warna dan PH Campuran Terhadap Persentase *Removal* dalam Proses Biosorpsi Zat Warna Sintetik Menggunakan Mikroalga *Chlorella pyrenoidosa***

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

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

Bandung, 30 Agustus 2021



Dea Gryselda Riphin

(2017620115)

## INTISARI

Zat warna sintetik merupakan zat warna yang terbuat dari bahan kimia atau biasa dikenal dengan zat warna buatan. Zat warna sintetik banyak digunakan dalam industri yang berdampak menghasilkan limbah cair zat warna. Limbah cair ini berbahaya bagi lingkungan karena dapat menghasilkan senyawa karsinogenik dan beracun, mencegah penetrasi sinar matahari, dan lain sebagainya. Berbagai cara telah dilakukan untuk mengolah limbah cair ini, salah satunya dengan metode biologi yaitu biosorpsi. Biosorpsi adalah proses penghilangan polutan organik maupun anorganik dengan menggunakan biosorben seperti bakteri, jamur, ataupun alga. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh jenis zat warna dan pH terhadap persentase *removal* pada proses biosorpsi zat warna sintetik menggunakan mikroalga *Chlorella pyrenoidosa*.

Penelitian ini terdiri dari 4 tahap, yaitu kultivasi *Chlorella pyrenoidosa*, penentuan panjang gelombang maksimum zat warna, pembuatan kurva standar zat warna, dan proses biosorpsi zat warna sintetik menggunakan *Chlorella pyrenoidosa*. Kultivasi *Chlorella pyrenoidosa* dilakukan dengan menumbuhkan dan mengembangbiakkan mikroalga menggunakan air RO dan pupuk walne non-vitamin. Pada tahap ini juga dilakukan pembuatan kurva pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* untuk mengetahui fase pertumbuhannya. Perhitungan jumlah sel *Chlorella pyrenoidosa* dilakukan menggunakan *hemacytometer* dan metode *optical density* (OD) dengan panjang gelombang 683 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Selanjutnya penentuan panjang gelombang maksimum zat warna dan pembuatan kurva standar zat warna. Tahap terakhir yaitu proses biosorpsi zat warna sintetik menggunakan *Chlorella pyrenoidosa* dengan variasi jenis zat warna yaitu *Procion Red HE7B*, *Remazol Turquoise Blue*, dan *Remazol Golden Yellow*, serta variasi pH yaitu 3, 5, 7, 9, dan 11. Tahap biosorpsi ini dilakukan dan dianalisis persentase *removal* menggunakan spektrofotometer UV-Vis serta analisis jumlah sel menggunakan *hemacytometer* setiap hari (pagi dan sore) selama 4 hari.

Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan jenis zat warna dan pH berpengaruh terhadap persentase *removal* pada proses biosorpsi zat warna sintetik menggunakan *Chlorella pyrenoidosa*. Proses biosorpsi yang berlangsung terjadi secara *passive uptake* dan *active uptake*. Pada mekanisme *passive uptake* terjadi reaksi elektrostatis, reaksi *Michael-type nucleophilic addition*, dan *nucleophilic substitution* yang dipengaruhi oleh pH. Sedangkan untuk mekanisme *active uptake* terjadi reaksi *azo reductase* yang berjalan optimal pada pH 5-9. Oleh karena itu, semakin banyak gugus azo pada zat warna maka semakin kecil persentase *removal* biosorpsinya. Pada zat warna merah (*Procion Red HE7B*), persentase *removal* tertinggi terjadi pada pH 9 yaitu sebesar 23,7%. Pada zat warna biru (*Remazol Turquoise Blue*) dan zat warna kuning (*Remazol Golden Yellow*), persentase *removal* tertinggi pada pH 5 yaitu masing-masing sebesar 35,98% dan 41,34%.

Kata kunci: biosorpsi, zat warna, *Chlorella pyrenoidosa*, persentase *removal*

## ABSTRACT

*Synthetic dyes are dyes made from chemicals or commonly known as artificial dyes. Synthetic dyes are widely used in industries that have an impact on producing dye liquid waste. This liquid waste is harmful to the environment because it can produce carcinogenic and toxic compounds, prevent the penetration of sunlight, and so on. Various ways have been done to treat this liquid waste, one of which is the biological method, namely biosorption. Biosorption is the process of removing organic and inorganic pollutants using biosorbents such as bacteria, fungi, or algae. The purpose of this study was to study the effect of the type of dye and pH on the percentage of removal in the biosorption process of synthetic dyes using the microalgae *Chlorella pyrenoidosa*.*

*This research consisted of 4 stages, namely cultivation of *Chlorella pyrenoidosa*, determination of the maximum wavelength of the dye, a standard dye curve making, and the biosorption process of synthetic dyes using *Chlorella pyrenoidosa*. Cultivation of *Chlorella pyrenoidosa* is done by growing and breeding microalgae using RO water and non-vitamin walne fertilizer. At this stage, a growth curve for *Chlorella pyrenoidosa* was also made to determine the growth phase. The number of *Chlorella pyrenoidosa* cells was calculated with a hemacytometer and the optical density (OD) method with a wavelength of 683 nm using UV-Vis spectrophotometer. Furthermore, continued by determining the maximum wavelength of the dye and the constructing of a standard curve of the dye. The last stage was the biosorption process of synthetic dyes using *Chlorella pyrenoidosa* with variations in the types of dyes, namely Procion Red HE7B, Remazol Turquoise Blue, and Remazol Golden Yellow, as well as variations in pH, namely 3, 5, 7, 9, and 11. This biosorption stage was carried out and analyzed the percentage of removal with UV-Vis spectrophotometer and analysis of the number of cells using a hemacytometer every day (morning and evening) for 4 days.*

*The results obtained showed that the type of dye and pH affect the percentage removal in the biosorption process of synthetic dyes using *Chlorella pyrenoidosa*. The biosorption process that takes place occurred in passive uptake and active uptake. In the passive uptake mechanism, several reactions were affected by pH such as electrostatic reactions, Michael-type nucleophilic addition reactions, and nucleophilic substitution. As for the active uptake mechanism, an azo reductase reaction occurred which runs optimally at pH 5-9. Therefore, the more azo groups in the dye, the smaller the percentage of biosorption removal. For red dye (Procion Red HE7B), the highest removal percentage occurred at pH 9, which was 23.7%. For blue dye (Remazol Turquoise Blue) and yellow dye (Remazol Golden Yellow), the highest removal percentage was at pH 5, which were 35.98% and 41.34%, respectively.*

*Keywords: biosorption, dyes, *Chlorella pyrenoidosa*, percentage of removal*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Pengaruh Jenis Zat Warna dan PH Campuran Terhadap Persentase *Removal* dalam Proses Biosorpsi Zat Warna Sintetik Menggunakan Mikroalga *Chlorella pyrenoidosa*” dengan tepat waktu. Laporan penelitian ini ditulis dan disusun untuk memenuhi syarat mata kuliah CHE-183640-04 dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia Universitas Katolik Parahyangan. Dalam proses penulisan laporan penelitian ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Dengan kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih secara khusus kepada:

1. Ibu Ir. Y.I.P. Arry Miryanti, M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran selama proses penyusunan laporan penelitian ini.
2. Bapak Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran selama proses penyusunan laporan penelitian ini.
3. Orang tua serta keluarga penulis yang telah memberikan dukungan secara moral dan material kepada penulis.
4. Teman-teman penulis yang telah memberikan dukungan dan masukan kepada penulis.
5. Serta semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyusunan laporan penelitian ini.

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

Bandung, 30 Agustus 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN .....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
INTISARI	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tema Sentral Masalah .....	2
1.3. Identifikasi Masalah.....	2
1.4. Premis .....	3
1.5. Hipotesis .....	3
1.6. Tujuan .....	3
1.7. Manfaat Penelitian .....	3
1.7.1. Bagi Peneliti .....	3
1.7.2. Bagi Industri .....	3
1.7.3. Bagi Masyarakat.....	4
1.7.4. Bagi Pemerintah .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1. Zat Warna .....	8
2.1.1 Klasifikasi Zat Warna.....	8
2.1.2 Zat Warna Sintetik .....	10
2.1.3 Teknik Penghilangan Zat Warna.....	12
2.2. Mikroalga.....	13
2.2.1. Fase Pertumbuhan Mikroalga.....	13
2.2.2. Fotosintesis pada Mikroalga.....	14
2.2.3. Kultivasi Mikroalga.....	15



2.3.	<i>Chlorella sp.</i> .....	17
2.3.1.	Reproduksi <i>Chlorella sp.</i> .....	18
2.4.	Biosorpsi .....	19
2.4.1.	Biosorben.....	19
2.4.2.	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Biosorpsi .....	20
2.5.	Mekanisme Biosorpsi Zat Warna dengan Menggunakan <i>Chlorella sp.</i> .....	22
2.5.1.	Mekanisme Biosorpsi Zat Warna Azo dengan Menggunakan <i>Chlorella sp.</i> .....	23
2.5.2.	Mekanisme Biosorpsi Zat Warna Reaktif dengan Menggunakan <i>Chlorella sp.</i> .....	23
2.6.	Percobaan Biosorpsi Zat Warna dengan Menggunakan <i>Chlorella sp.</i> .....	24
2.6.1.	Biosorpsi Zat Warna Reaktif dengan <i>Chlorella vulgaris</i> .....	25
2.6.2.	Biosorpsi Zat Warna Azo Congo Red dengan <i>Chlorella vulgaris</i> .....	26
2.6.3.	Biosorpsi Zat Warna Orange-G Menggunakan Biomassa Kering <i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck .....	27
2.6.4.	Biosorpsi Zat Warna Sintetik Menggunakan Mikroalga <i>Chlorella sp.</i> .....	28
2.7.	Teknik Analisis .....	29
2.7.1.	Spektrofotometer .....	29
2.7.2.	<i>Hemocytometer</i> .....	31
BAB 3 METODE PENELITIAN .....		33
3.1.	Bahan Baku .....	33
3.2.	Peralatan Penelitian.....	33
3.3.	Prosedur Penelitian .....	34
3.3.1.	Pembuatan Kurva Pertumbuhan Mikroalga <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	34
3.3.2.	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna.....	35
3.3.3.	Pembuatan Kurva Standar Zat Warna .....	36
3.3.4.	Proses Biosorpsi Zat Warna Menggunakan Mikroalga <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	36
3.4.	Analisis Data.....	37
3.4.1.	Analisis Konsentrasi Zat Warna .....	37
3.4.2.	Analisis Kepadatan Sel.....	38
3.5.	Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	38
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		40

4.1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Kurva Standar Larutan Zat Warna .....	40
4.2. Kurva Pertumbuhan Mikroalga <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	42
4.3. Percobaan Utama .....	44
4.3.1. Pengaruh Perbedaan Zat Warna terhadap Proses Biosorpsi.....	44
4.3.2. Pengaruh pH terhadap Proses Biosorpsi Zat Warna.....	47
a. Zat Warna Merah ( <i>Procion Red HE7B</i> ).....	47
b. Zat Warna Biru ( <i>Remazol Turquoise Blue</i> ).....	50
c. Zat Warna Kuning ( <i>Remazol Golden Yellow</i> ).....	53
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	56
5.1. Kesimpulan .....	56
5.2. Saran .....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN A MATERIAL SAFTEY DATA SHEET.....	63
A.1. Asam Klorida ( <i>Hydrochloric Acid</i> ) .....	63
A.2. Natrium Hidroksida ( <i>Sodium Hydroxide</i> ).....	64
A.3. <i>Zinc Chloride</i> .....	65
A.4. <i>Cobaltous Chloride, Hexahydrate</i> .....	67
A.5. <i>Ammonium Molybdate Tetrahydrate</i> .....	68
A.6. <i>Copper (II) Sulfate, Pentahydrate</i> .....	69
A.7. <i>Ferric Chloride, Hexahydrate</i> .....	71
A.8. <i>Manganese (II) Chloride Tetrahydrate</i> .....	72
A.9. <i>Boric Acid</i> .....	73
A.10. <i>EDTA (Disodium salt)</i> .....	75
A.11. <i>Sodium Dihydrogenphosphate Dihydrate</i> .....	76
A.12. <i>Sodium Nitrate</i> .....	77
LAMPIRAN B HASIL PERCOBAAN DAN DATA ANTARA .....	79
B.1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	79
B.2. Pembuatan Kurva Standar.....	80
B.3. Pembuatan Kurva Tumbuh <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	80
B.4. Biosorpsi zat warna <i>Procion Red HE7B</i> menggunakan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> ..	81
B.5. Biosorpsi zat warna <i>Remazol Turquoise Blue</i> menggunakan <i>Chlorella</i> <i>pyrenoidosa</i> .....	82

B.6. Biosorpsi zat warna <i>Remazol Golden Yellow</i> menggunakan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	84
B.7. Rekap hasil proses biosorpsi zat warna sintetik menggunakan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	86
LAMPIRAN C GRAFIK.....	87
C.1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Kurva Standar Larutan Zat Warna.....	87
C.2. Kurva Pertumbuhan Mikroalga <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	88
C.3. Biosorpsi zat warna <i>Procion Red HE7B</i> menggunakan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> ..	89
C.4. Biosorpsi zat warna <i>Remazol Turquoise Blue</i> menggunakan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	89
C.5. Biosorpsi zat warna <i>Remazol Golden Yellow</i> menggunakan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	90
C.6. Rekap hasil proses biosorpsi zat warna menggunakan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> ....	91
LAMPIRAN D CONTOH PERHITUNGAN .....	92
D.1. Perhitungan Kepadatan Sel pada <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	92
D.2. Perhitungan Persentase Removal pada Proses Biosorpsi .....	92
D.3. Perhitungan Tingkat Pertumbuhan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> pada Proses Biosorpsi.....	92
LAMPIRAN E GAMBAR PENELITIAN .....	93
E.1. Kultivasi <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	93
E.2. Proses biosorpsi zat warna menggunakan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	94

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Struktur kimia zat warna azo (Gregory, 1990) .....	9
<b>Gambar 2.2</b> Struktur kimia zat warna <i>anthraquinone</i> (Mahapatra, 2016).....	9
<b>Gambar 2.3</b> Struktur kimia zat warna <i>phthalocyanine</i> (Mahapatra, 2016).....	9
<b>Gambar 2.4</b> Struktur kimia zat warna indigoid (Benkhaya dkk., 2018) .....	10
<b>Gambar 2.5</b> Gugus bis- <i>monochlorotriazine</i> (Sultana dkk., 2016) .....	10
<b>Gambar 2.6</b> Struktur kimia zat warna Procion Red HE7B (Santos dkk., 2013).....	11
<b>Gambar 2.7</b> Gugus <i>vinyl sulfone</i> (Meadows & Gervay-Hague, 2006) .....	11
<b>Gambar 2.8</b> Struktur kimia zat warna <i>Remazol Turquoise Blue</i> (Marchis dkk., 2011).....	11
<b>Gambar 2.9</b> Struktur kimia zat warna <i>Remazol Golden Yellow</i> (Tamirat dkk., 2014) .....	12
<b>Gambar 2.10</b> Kurva pertumbuhan mikroalga (Prescott & Klein, 2002).....	14
<b>Gambar 2.11</b> Skema fotosintesis mikroalga (Richmond, 2003) .....	15
<b>Gambar 2.12</b> <i>Chlorella sp.</i> pada mikroskopik (Hamada dkk., 2017) .....	17
<b>Gambar 2.13</b> Siklus hidup <i>Chlorella sp.</i> (Kumar & Singh, 1979) .....	18
<b>Gambar 2.14</b> Mekanisme <i>azo reductase</i> (Jinqi & Houtian, 1992) .....	23
<b>Gambar 2.15</b> Reaksi <i>Michael-type nucleophilic addition</i> (Won dkk., 2008) .....	24
<b>Gambar 2.16</b> Reaksi <i>nucleophilic substitution</i> (Won dkk., 2008).....	24
<b>Gambar 2.18</b> Dimensi <i>hemacytometer</i> (Hansen, 2000) .....	32
<b>Gambar 2.19</b> Prosedur menghitung jumlah sel dengan metode A (panel kiri) dan metode B (panel kanan) (Hansen, 2000).....	32
<b>Gambar 3.1</b> Skema rangkaian alat .....	34
<b>Gambar 3.2</b> Rangkaian alat kultivasi <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	34
<b>Gambar 3.3</b> Diagram alir kultivasi mikroalga <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	35
<b>Gambar 3.4</b> Diagram alir penentuan panjang gelombang maksimum zat warna .....	35
<b>Gambar 3.5</b> Diagram alir pembuatan kurva standar zat warna.....	36
<b>Gambar 3.6</b> Diagram alir proses biosorpsi zat warna menggunakan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	37
<b>Gambar 4.1</b> Hasil panjang gelombang maksimum warna merah .....	40
<b>Gambar 4.2</b> Hasil panjang gelombang maksimum warna biru .....	41
<b>Gambar 4.3</b> Hasil panjang gelombang maksimum warna kuning .....	41
<b>Gambar 4.4</b> Hasil kurva standar zat warna merah, biru, dan kuning.....	42

<b>Gambar 4.5</b> Kurva pertumbuhan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> (a) Fase Lag (b) Fase Log (c) Fase Kematian (d) Fase Stasioner.....	43
<b>Gambar 4.6</b> Kurva pertumbuhan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> menggunakan metode OD (a) Fase Lag (b) Fase Log (c) Fase Stasioner (d) Fase Kematian .....	43
<b>Gambar 4.7</b> Persentase <i>removal</i> pada jam ke-96 selama proses biosorpsi pada setiap warna di berbagai pH .....	45
<b>Gambar 4.8</b> Tingkat pertumbuhan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> selama proses biosorpsi pada setiap warna di berbagai pH.....	46
<b>Gambar 4.9</b> Hasil biosorpsi zat warna merah menggunakan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> setelah 96 jam (a) awal (b) pH 3 (c) pH 5 (d) pH 7 (e) pH 9 (f) pH 11 .....	47
<b>Gambar 4.10</b> Kondisi <i>Chlorella pyrenoidosa</i> dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x pada proses biosorpsi <i>Procion Red HE7B</i> dengan pH 3 waktu ke 96 jam.....	48
<b>Gambar 4.11</b> Pertumbuhan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> selama proses biosorpsi <i>Procion Red HE7B</i> .....	49
<b>Gambar 4.12</b> Persentase <i>removal</i> selama proses biosorpsi <i>Procion Red HE7B</i> .....	49
<b>Gambar 4.13</b> Hasil biosorpsi zat warna biru menggunakan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> setelah 96 jam (a) awal (b) pH 3 (c) pH 5 (d) pH 7 € pH 9 (f) pH 11 .....	51
<b>Gambar 4.14</b> Kondisi <i>Chlorella pyrenoidosa</i> dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x pada proses biosorpsi <i>Remazol Turquoise Blue</i> dengan pH 3 waktu ke 96 jam.....	51
<b>Gambar 4.15</b> Pertumbuhan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> selama proses biosorpsi <i>Remazol Turquoise Blue</i> .....	52
<b>Gambar 4.16</b> Persentase <i>removal</i> selama proses biosorpsi <i>Remazol Turquoise Blue</i> .....	52
<b>Gambar 4.17</b> Hasil biosorpsi zat warna kuning menggunakan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> setelah 96 jam (a) awal (b) pH 3 (c) pH 5 (d) pH 7 (e) pH 9 (f) pH 11 .....	53
<b>Gambar 4.18</b> Kondisi <i>Chlorella pyrenoidosa</i> dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x pada proses biosorpsi <i>Remazol Golden Yellow</i> dengan pH 3 waktu ke 96 jam.....	54
<b>Gambar 4.19</b> Pertumbuhan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> selama proses biosorpsi <i>Remazol Golden Yellow</i> .....	54
<b>Gambar 4.20</b> Persentase <i>removal</i> selama proses biosorpsi <i>Remazol Golden Yellow</i> .....	55

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Premis penghilangan zat warna menggunakan mikroalga <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	5
<b>Tabel 1.2</b> Premis medium terbaik untuk kultivasi <i>Chlorella pyrenoidosa</i> .....	7
<b>Tabel 2.1</b> Perbandingan metode penghilangan zat warna.....	12
<b>Tabel 2.2</b> Kelebihan dan kekurangan berbagai biosorben .....	19
<b>Tabel 2.3</b> Batasan spektrum elektromagnetik pada spektrofotometer (Behera, 2012) .....	29
<b>Tabel 2.4</b> Rentang panjang gelombang penyerapan cahaya pada pewarna organik.....	30
<b>Tabel 3.1</b> Komposisi Pupuk Walne non-vitamin (Daunmas, 2020) .....	33
<b>Tabel 3.2</b> Jadwal kerja penelitian.....	39

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Di industri sudah tidak asing lagi penggunaan zat warna sintetik, khususnya di industri pangan dan industri tekstil. Penggunaan zat warna sintetik disukai karena harganya murah, menghasilkan warna yang terang dan warnanya tahan lama. Tetapi penggunaan zat warna sintetik ini berdampak buruk bagi lingkungan. Beberapa pewarna dapat terdegradasi dan menghasilkan senyawa yang bersifat karsinogenik dan beracun (Widjajanti dkk., 2011). Selain itu, jika limbah pewarna ini bercampur dengan material koloid dapat meningkatkan kekeruhan dan menjadikan air berpenampilan buruk, berbau, dan mencegah penetrasi sinar matahari. Dampak yang terjadi adalah penipisan oksigen terlarut, kualitas perairan menurun dan kematian makhluk hidup yang tinggal di dalamnya akibat kekurangan oksigen atau terkontaminasi senyawa beracun. Selain berdampak pada air, limbah pewarna juga berdampak bagi tanah. Apabila limbah tersebut dibiarkan mengalir akan menyumbat pori-pori tanah yang akan mengakibatkan hilangnya produktivitas tanah, tekstur tanah mengeras dan mencegah penetrasi akar tumbuhan (Pujilestari, 2016).

Berbagai cara telah dilakukan untuk menghilangkan zat warna pada limbah, dari metode fisika (adsorpsi, penukar ion, filtrasi, dll.) yang merupakan metode paling mudah hingga metode kimia (koagulasi dan flokulasi) yang merupakan metode paling cepat. Namun, metode pengolahan limbah secara fisika dan kimia ini memiliki kelemahan-kelemahan tertentu. Jika menggunakan metode fisika meskipun metode ini paling sederhana dan paling umum, tetapi biaya yang dibutuhkan mahal seperti untuk mengganti adsorben, membran, dll. Jika menggunakan metode kimia, selain harganya mahal metode ini juga menghasilkan masalah polusi baru seperti penggunaan bahan kimia yang berlebihan dan menghasilkan lumpur terkonsentrasi atau lumpur pekat (Ejder-Korucu dkk., 2015). Penggunaan biaya yang terlalu besar untuk mengolah limbah dan munculnya polusi baru yang dihasilkan ini ingin dikurangi. Oleh karena itu, mulai dicari alternatif baru yang lebih ramah lingkungan yaitu dengan metode biologi. Salah satu metode biologi yang sedang banyak dikembangkan adalah biosorpsi.

Biosorpsi merupakan proses penghilangan polutan organik maupun anorganik seperti logam dan zat warna dengan menggunakan biosorben. Proses biosorpsi ini memiliki beberapa keunggulan seperti, biaya operasi yang murah, meminimalisir penggunaan bahan kimia, prosesnya sangat efisien untuk konsentrasi logam rendah, dan tidak ada masalah toksisitas logam (Kotrba dkk., 2011). Selain itu, Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alamnya, sehingga sumber daya biosorben seperti bakteri, jamur, *yeast* ataupun alga tersedia banyak. Penggunaan bakteri sebagai biosorben paling banyak digunakan tetapi biosorben ini dapat mengandung kontaminan serta membutuhkan imobilisasi biomassa sebelum digunakan. Kemudian penggunaan jamur dan *yeast* juga mulai banyak digunakan tetapi biosorben ini juga membutuhkan imobilisasi biomassa sebelum digunakan. Oleh karena itu, biosorben mikroalga menjadi suatu daya tarik sendiri karena tidak membutuhkan imobilisasi biomassa, tidak menghasilkan produk samping, dan memiliki kemampuan menyerap zat warna yang tinggi. Pada penelitian ini mikroalga yang digunakan adalah *Chlorella pyrenoidosa*, yaitu mikroalga genus ganggang hijau bersel tunggal yang berbentuk bulat, memiliki kloroplas berbentuk cangkir, dan alat reproduksi aseksual berupa autospora (Rogers, 2011).

## **1.2. Tema Sentral Masalah**

Banyaknya jenis zat warna yang digunakan serta besarnya pH pada limbah dalam industri memungkinkan terjadinya perbedaan mekanisme biosorpsi yang terjadi pada setiap zat warna. Selain itu, ada ketidakjelasan dan ketidakpastian faktor-faktor yang mempengaruhi proses biosorpsi zat warna sintetik menggunakan *Chlorella pyrenoidosa*, yang direfleksikan tiadanya keseragaman landasan teori tentang jenis zat warna sintetik dan pH yang memberikan persentase *removal* tertinggi dalam proses biosorpsi.

## **1.3. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan tema sentral masalah tersebut, dapat ditentukan identifikasi masalah yang akan dikaji lebih lanjut, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh jenis zat warna (*Procion Red HE7B*, *Remazol Turquoise Blue*, dan *Remazol Golden Yellow*) terhadap persentase *removal* pada proses biosorpsi zat warna sintetik menggunakan mikroalga *Chlorella pyrenoidosa*?



2. Bagaimana pengaruh pH (3, 5, 7, 9, dan 11) terhadap persentase *removal* pada proses biosorpsi zat warna sintetik menggunakan mikroalga *Chlorella pyrenoidosa*?

#### **1.4. Premis**

Penelitian lain yang didasarkan oleh penghilangan zat warna sintetik menggunakan mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* dapat dilihat pada **tabel 1.1** dan penelitian medium terbaik untuk kultivasi *Chlorella pyrenoidosa* dapat dilihat pada **tabel 1.2**.

#### **1.5. Hipotesis**

1. Pada proses biosorpsi zat warna sintetik menggunakan *Chlorella pyrenoidosa* semakin banyak zat warna memiliki gugus azo semakin sedikit persentase *removal*.
2. Pada proses biosorpsi zat warna sintetik menggunakan *Chlorella pyrenoidosa*, sampai batas tertentu semakin kecil pH atau semakin asam maka semakin besar persentase *removal* yang diperoleh.

#### **1.6. Tujuan**

1. Mempelajari pengaruh jenis zat warna terhadap persentase *removal* pada proses biosorpsi zat warna sintetik menggunakan *Chlorella pyrenoidosa*
2. Mempelajari pengaruh pH terhadap persentase *removal* pada proses biosorpsi zat warna sintetik menggunakan *Chlorella pyrenoidosa*

#### **1.7. Manfaat Penelitian**

##### **1.7.1. Bagi Peneliti**

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan peneliti dapat memahami faktor-faktor yang mempengaruhi persentase *removal* zat warna pada proses biosorpsi zat warna sintetik menggunakan *Chlorella pyrenoidosa* khususnya faktor jenis zat warna dan pH.

##### **1.7.2. Bagi Industri**

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat membantu industri untuk mempertimbangkan penggunaan mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* sebagai biosorben dalam pengolahan limbah zat warna sintetik.

### **1.7.3. Bagi Masyarakat**

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan limbah berbahaya yang dibuang ke lingkungan dapat diminimalisir sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan dan masyarakat sekitar.

### **1.7.4. Bagi Pemerintah**

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat membantu pemerintah dalam mengatasi limbah zat warna sintetik.

**Tabel 1.1** Premis penghilangan zat warna menggunakan mikroalga *Chlorella pyrenoidosa*

Peneliti	Jenis Mikroalga	Zat Warna	Kondisi Biosorpsi								Hasil Penelitian
			Medium	pH	Suhu	Waktu Kontak	Kecepatan Pengadukan	Jumlah Biosorben	Konsentrasi Zat Warna	Cahaya	
A. C. Daunmas (2020)	<i>Chlorella pyrenoidosa</i> (active)	<i>Procion Red HE7B</i>									<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persentase <i>bioremoval</i> = 12,56%</li> <li>• pH = 7</li> </ul>
		<i>Remazol Golden Yellow</i>	Pupuk Walne	3, 5, 7, 9, dan 11	-	78 jam	-	6.000.000 sel/ml	10 ppm	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persentase <i>bioremoval</i> = 13,92%</li> <li>• pH = 7</li> </ul>
		<i>Remazol Turquoise Blue</i>									<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persentase <i>bioremoval</i> = 31,48%</li> <li>• pH = 11</li> </ul>
Hernández-Zamora dkk. (2015)	<i>Chlorella vulgaris</i> (inactive)	<i>Congo Red</i>	<i>Bold basal</i>	-	25±3°C	96 jam	Menggunakan aliran udara sebesar 200ml/min	11,1 ; 24,4 ; 51,1 ; 73,3 ; 108 dan 146,6 mg/L	5, 10, 15, 20, dan 25 mg/L	120µmol/m <sup>2</sup> s	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsentrasi zat warna = 5 mg/L</li> <li>• Kapasitas = 144,67 mg/g</li> </ul>
	<i>Chlorella vulgaris</i> (active)										<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persentase <i>bioremoval</i> = 83%</li> <li>• Konsentrasi zat warna = 5 mg/L</li> <li>• Kapasitas = 200 mg/g</li> </ul>
Kumar dkk. (2019)	<i>Chlorella vulgaris</i> (inactive)	<i>Orange-G</i>	BG-11	5-9	10-50°C	10-160 menit	130±5 rpm	25-200 mg	5-40 ppm	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persentase biosorpsi = 38-44%</li> <li>• Konsentrasi zat warna = 5 ppm</li> <li>• Jumlah biosorben = 50 mg</li> <li>• Waktu reaksi = 10 menit</li> <li>• pH = 5</li> </ul>

**Tabel 1.1** Premis penghilangan zat warna menggunakan mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* (lanjutan)

Peneliti	Jenis Mikroalga	Zat Warna	Kondisi Biosorpsi							Hasil Penelitian	
			Medium	pH	Suhu	Waktu Kontak	Kecepatan Pengadukan	Jumlah Biosorben	Konsentrasi Zat Warna		Cahaya
Aksu dan Tezer (2005)	<i>Chlorella vulgaris</i> (inactive)	<i>Remazol Black B</i>	<i>Liquid medium</i> (glukosa 5g/L, ekstrak yeast 0,5 g/L, peptone 0,5 g/L, tryptone 1 g/L, FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O 0,01 g/L, dan MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O 0,05 g/L)	1, 2, dan 3	25°C, 35°C, 45°C dan 55°C	24 jam	150 rpm	-	mg/L	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapasitas maksimum = 555,6 mg/g</li> <li>• pH = 2</li> <li>• suhu = 35°C</li> <li>• konsentrasi zat warna = 80 mg/L</li> </ul>
		<i>Remazol Red RR</i>									<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapasitas maksimum = 196,1 mg/g</li> <li>• pH = 2</li> <li>• suhu = 25°C</li> <li>• konsentrasi zat warna = 80 mg/L</li> </ul>
		<i>Remazol Golden Yellow RNL</i>									

Tabel 1.2 Premis medium terbaik untuk kultivasi *Chlorella pyrenoidosa*

Peneliti	Jenis Mikroalga	Medium	Kondisi kultivasi				Hasil Penelitian		
			Suhu	Cahaya	Kecepatan Pengadukan	Durasi	Jumlah Sel Awal	OD <sub>683</sub> reading (Day 12)	Overall Specific Growth Rate $\mu$ (d <sup>-1</sup> ) (as Optical Density)
Wong dkk. (2017)	<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Bold Basal</i>	25±3°C	Lampu LED putih (T5 15 W 6400 K, 80µmol/m <sup>2</sup> .s)	150 rpm	12 hari	1,18x10 <sup>8</sup> sel/ml	3,389 ± 0,023 <sup>a</sup>	0,278 ± 0,001 <sup>a</sup>
		M-8						2,699 ± 0,43 <sup>b</sup>	0,259 ± 0,001 <sup>b</sup>
		<i>Modified BG-11</i>						2,387 ± 0,017 <sup>c</sup>	0,249 ± 0,001 <sup>c</sup>
		<i>Modified Spirulina</i>						1,948 ± 0,025 <sup>d</sup>	0,232 ± 0,001 <sup>d</sup>
		N-8						1,756 ± 0,005 <sup>e</sup>	0,223 ± 0,000 <sup>e</sup>
		BG-11						1,602 ± 0,038 <sup>f</sup>	0,215 ± 0,002 <sup>f</sup>
		RM						1,458 ± 0,013 <sup>g</sup>	0,207 ± 0,001 <sup>g</sup>
		F-Si						0,548 ± 0,016 <sup>h</sup>	0,126 ± 0,001 <sup>h</sup>
		<i>Modified Chu's No. 10</i>						0,424 ± 0,027 <sup>i</sup>	0,104 ± 0,005 <sup>i</sup>
		<i>Johnson</i>						0,344 ± 0,014 <sup>j</sup>	0,087 ± 0,003 <sup>j</sup>
		F/2						0,223 ± 0,006 <sup>k</sup>	0,051 ± 0,004 <sup>k</sup>
<i>Fog</i>	0,200 ± 0,008 <sup>k</sup>	0,042 ± 0,003 <sup>k</sup>							
<i>Fogg's Nitrogen free</i>	0,101 ± 0,005 <sup>l</sup>	-0,015 ± 0,004 <sup>l</sup>							