

**PENGARUH PEMBERIAN LINDI HASIL PENYARINGAN  
DENGAN DOSIS BERBEDA  
TERHADAP KELIMPAHAN *Chlorella* sp**

**OLEH**

**RIVANDHIKA WAHYU FADILLA**

**NPM 164310222**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan*



**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2022**

**PENGARUH PEMBERIAN LINDI HASIL PENYARINGAN  
DENGAN DOSIS BERBEDA  
TERHADAP KELIMPAHAN *Chlorella* sp**

**SKRIPSI**

**NAMA : RIVANDHIKA WAHYU FADILLA  
NPM : 164310222  
PROGRAM STUDI : BUDIDAYA PERAIRAN**

KARYA ILMIAH INI TELAH DIPERTAHANKAN DALAM UJIAN  
KOMPREHENSIF YANG DILAKSANAKAN PADA TANGGAL 27 JANUARI 2022  
DAN TELAH DISEMPURNAKAN SESUAI SARAN YANG TELAH DISEPAKATI  
KARYA ILMIAH INI MERUPAKAN SYARAT PENYELESAIAN STUDI  
PADA FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS ISLAM RIAU

**MENYETUJUI :  
DOSEN PEMBIMBING**

**Ir. H. ROSYADI, M.Si  
NIDN : 0013106003**

**DEKAN FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

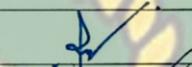
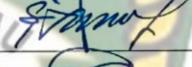
  
**Dr. Ir. Hj. SITI ZAHRAH, MP  
NIDN : 0013086004**

**KETUA PROGRAM STUDI  
BUDIDAYA PERAIRAN**

  
**Dr. JAROD SETIAJI, S.Pi, M.Sc  
NIDN : 1016066802**

KARYA ILMIAH INI TELAH DIPERTAHANKAN DALAM UJIAN  
KOMPREHENSIF FAKULTAS PERTANIAN  
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU

TANGGAL : 27 JANUARI 2021

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Ir. H. Rosyadi, M.Si	Ketua	
2.	Dr. Ir. H. Agusnimar, M.Sc	Anggota	
3.	Ir. Fakhrunnas MA. Jabbar, M.I.Kom	Anggota	
4.	Hisra Melati, S.Pi, M.Si	Notulen	

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Islam Riau

  
**Dr. Ir. Hj. SITI ZAHRAH, MP**  
NIDN : 0013086004

## BIOGRAFI PENULIS



Rivandhika Wahyu Fadilla dengan nama panggilan Rivan atau Mas Ivan lahir di Pekanbaru pada tanggal 28 September 1998. Anak pertama dari tiga orang bersaudara yang merupakan putra dari pasangan Khusaeni dan Betti Wahyuningsih. Penulis menyelesaikan pendidikan formal di Sekolah Dasar Negeri 006 Terpadu Kubang Jaya pada tahun 2010. Kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Pertama Negeri 001 Kubang Jaya selesai pada tahun 2013. Lalu melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau yang selesai pada tahun 2016. Kemudian pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan kejenjang perguruan tinggi Strata-1 (S1) dengan mengambil jurusan Perikanan, Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau. Dengan izin Allah SWT pada tanggal 27 Januari 2022 penulis berhasil menyelesaikan pendidikan Strata-1 (S1) yang dipertahankan dalam Ujian Komprehensif pada sidang meja hijau dan sekaligus berhasil meraih gelar Sarjana Perikanan Strata-1 (S1) dengan judul penelitian “Pengaruh Pemberian Lindi Hasil Penyaringan Dengan Dosis Berbeda Terhadap Kelimpahan *Chlorella* sp.” yang dibimbing oleh Bapak Ir. H. Rosyadi, M.Si.

RIVANDHIKA WAHYU FADILLA, S.Pi

## UCAPAN TERIMA KASIH

### *Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Saya mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan kepada penulis. Selama menyusun skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan motivasi dan dukungan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan khusus kepada :

1. Ayahanda Khusaeni dan Ibunda Betti Wahyuningsih tercinta serta Adik Roni Dwi Kusnadi, Rahayu Tri Indriartini tersayang, yang selama ini telah membantu penulis baik dalam bentuk kasih sayang, perhatian, semangat serta do'a yang senantiasa diberikan demi kelancaran dan kesuksesan kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, S.H., M.CL selaku Rektor Universitas Islam Riau.
3. Ibu Dr. Ir. Hj. Siti Zahrah, MP selaku Dekan Fakultas Pertanian.
4. Bapak Dr. Jarod Setiaji, S.Pi., M.Sc selaku ketua jurusan dan ibu Hj. Sri Ayu Kurniati, SP., M.Si selaku sekretaris Program Studi Budidaya Perairan beserta Staf Dosen dan Tata Usaha.
5. Bapak Ir. T. Iskandar Johan, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak Ir. H. Rosyadi M.Si selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan Skripsi.
7. Bapak Dr. Ir. H. Agusnimar, M.Sc dan Ir. Fakhrunnas MA. Jabbar, M.I.Kom Selaku Dosen dan Penguji Skripsi yang memberikan masukan dan mengoreksi dalam penulisan.

8. Bapak Muhammad Hasby, S.Pi, M.Si selaku Dosen Program Studi Budidaya Perairan.
9. Ibu Hisra Melati, S.Pi, M.Si selaku Staff Laboratorium Perikanan dan Ibu Riska Avif Putri Hsb, S.Pi selaku Staff Laboratorium Mikroalga Nutrisi dan Pakan Ikan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau yang telah memberikan ilmu dan masukan kepada penulis.
10. Abang Ahlun S.Pi, Abang Faza, S.Pi, Abang Rahman Fauzi S.Pi serta Abang dan Kakak Alumni yang telah banyak membantu dengan memberi motivasi dan masukan serta saran kepada penulis.
11. Teman-teman Se-Angkatan 2016, Abang dan Kakak, Serta Adik tingkat Prodi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau yang selalu memberikan partisipasi dan dorongan serta do'a.
12. Teman Tongkrongan Suhaimi, Rudy, Agus, Wahyu, Rahmat, Dwi, Singgih, Nanang, Nurhida, Annissa, Fajar, Deo, Rian, Hanafi, Ahmed, Supri, Pandu, Apri, Jeea, Ketty, Fitri, Fadli yang telah memberikan canda tawanya selama Kuliah.
13. Untuk teman seperjuangan Justin dan Adik Khairul yang selalu ikut berpartisipasi dalam melakukan penelitian.
14. Seseorang yang udah menjadi masa lalu yaitu Aii Lestari yang pernah berjuang bersama.
15. Seseorang yang juga sangat berperan penting sekaligus teman bercanda dan kelahi serta calon istri yaitu Safitriani Latief S.Pi, M.Si yang telah membantu dan selalu sabar mendengar keluh kesah selama ini dan selama mengerjakan skripsi ini.

16. Seluruh pihak yang terlibat selama perkuliahan yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas segalanya.

Demikian ucapan terima kasih ini penulis sampaikan. Mohon maaf kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya. Penulis menyadari masih terdapat kekurangan, penulis berharap mendapatkan kritikan dan saran untuk penyempurnaan skripsi ini.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*



## ABSTRAK

**RIVANDHIKA WAHYU FADILLA, NPM : 164310222, “PENGARUH PEMBERIAN LINDI HASIL PENYARINGAN DENGAN DOSIS BERBEDA TERHADAP KELIMPAHAN *CHLORELLA SP.*”** dengan pembimbing Ir. H. Rosyadi M. Si. Penelitian ini dilakukan selama 16 hari yang dimulai dari tanggal 21 Juni 2021 sampai 8 Juli 2021, bertempat di Laboraturium Mikroalga Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. Penelitian ini bersifat eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap terdiri atas 5 perlakuan, yaitu pemberian dosis 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Dilakukannya penelitian ini untuk mengetahui dosis yang optimal sebagai pertumbuhan *Chlorella sp.* dan melihat ketersediaan unsur Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), Fosfat ( $\text{PO}_4$ ),  $\text{BOD}_5$  (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), Besi (Fe), dan Mangan (Mn). Hasil penelitian kelimpahan dari *Chlorella sp.* yang tertinggi terdapat pada P2 sebanyak  $2250 \times 10^3$  sel/ml pada hari ke-10 dan untuk kelimpahan *Chlorella sp.* terendah terdapat pada P5 sebanyak 1650 sel/ml pada puncak hari ke-10. Untuk LPS pertumbuhan selnya yang tertinggi terdapat pada P2 dengan dosis limbah lindi (10%) sebanyak  $2.250 \times 10^3$  sel/ml, diikuti oleh perlakuan P1 (5%) sebanyak  $1.950 \times 10^3$  sel/ml, P3 (15%) sebanyak  $1867 \times 10^3$  sel/ml, P4 (20) sebanyak  $1667 \times 10^3$  sel/ml, dan P5 (25%) sebanyak  $1650 \times 10^3$  sel/ml. Jumlah biomassa *Chlorella sp.* yaitu P1 (0,79 g/L), P2 (0,95 g/L), P3 (0,66 g/L), P4 (0,65 g/L), dan P5 (0,48 g/L). Untuk pengukuran kualitas air selama penelitian seperti suhu berkisar 26-29°C, pH 7,08-8, nitrat (15,62-40,84 mg/L), fosfat (1,92-3,60 mg/L), BOD (2,95-2,45 mg/L), COD (76,13-126,31 mg/L), besi (5,20-13,51 mg/L), mangan (0,36-0,66 mg/L).

Kata Kunci : Kelimpahan, *Chlorella sp.*, Lindi.

## ABSTRACT

**RIVANDHIKA WAHYU FADILLA, NPM : 164310222, ‘Influence of Leachate Filtering Results With Different Dosages on Abundance of Chlorella sp.’** with supervisor Ir. H. Rosyadi M. Si. This research was conducted for 16 days starting from June 21, 2021 to July 8, 2021, at the Microalgae Laboratory, Faculty of Agriculture, Islamic University of Riau. This study was experimental using a completely randomized design consisting of 5 treatments, namely the administration of doses of 5%, 10%, 15%, 20%, and 25%. This research was conducted to determine the optimal dose for the growth of Chlorella sp. and look at the availability of Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), Phosphate ( $\text{PO}_4$ ), BOD5 (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), Iron (Fe), and Manganese (Mn). The results of the abundance study of Chlorella sp. the highest was found in P2 as much as  $2250 \times 10^3$  cells/ml on day 10 and for the abundance of Chlorella sp. The lowest was found at P5 as much as 1650 cells/ml at the peak of day 10. For LPS, the highest cell growth was found in P2 with a dose of leachate waste (10%) of  $2,250 \times 10^3$  cells/ml, followed by treatment of P1 (5%) of  $1,950 \times 10^3$  cells/ml, P3 (15%) of  $1867 \times 10^3$  cells/ml, P4 (20) was  $1667 \times 10^3$  cells/ml, and P5 (25%) was  $1650 \times 10^3$  cells/ml. Total biomass of Chlorella sp. namely P1 (0.79 g/L), P2 (0.95 g/L), P3 (0.66 g/L), P4 (0.65 g/L), and P5 (0.48 g/L). For water quality measurements during the study such as temperatures ranging from 26-29°C, pH 7.08-8, nitrate (15.62-40.84 mg/L), phosphate (1.92-3.60 mg/L), BOD ( 2.95-2.45 mg/L), COD (76.13-126.31 mg/L), iron (5.20-13.51 mg/L), manganese (0.36-0.66 mg/L).

**Keywords:** Abundance, Chlorella sp., Leachate.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Pengaruh Pemberian Lindi Hasil Penyaringan dengan Dosis Berbeda Terhadap Kelimpahan *Chlorella Sp*”.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. H. Rosyadi, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis sehingga Hasil Penelitian ini dapat diwujudkan dengan baik.

Penulis sudah berusaha semaksimal mungkin dalam penyusunan Skripsi ini, namun jika ada kesalahan dan kekurangan baik isi maupun penulisannya, penulis mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun dari semua pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih.

Mudah-mudahan maksud dan tujuan dari penulis menyusun Skripsi ini dapat tercapai dan bermanfaat bagi pembacanya.

Pekanbaru, 15 Februari 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

Isi	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	5
1.3. Batasan Masalah .....	6
1.4. Tujuan Penelitian .....	6
1.5. Manfaat Penelitian .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1. Klasifikasi dan Morfologi <i>Chlorella</i> sp. ....	7
2.2. Habitat dan Ekologi .....	8
2.3. Reproduksi .....	9
2.4. Fase Pertumbuhan Mikroalga .....	10
2.5. Kultur <i>Chlorella</i> sp .....	11
2.6. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan <i>Chlorella</i> sp .....	12
2.6.1. Suhu .....	13
2.6.2. Derajat Keasaman (pH) .....	13
2.6.3. Unsur Hara .....	14
2.6.4. Intensitas Cahaya .....	15
2.7. Lindi .....	15
2.8. Parameter Kualitas Air Lindi .....	17
2.8.1. Suhu .....	17
2.8.2. pH .....	17
2.8.3. Nitrat (NO <sub>3</sub> ) .....	17
2.8.4. Fosfor .....	18
2.8.5. Karbondioksida .....	18
2.8.6. Ammonia .....	19
2.8.7. COD .....	19
2.8.8. BOD .....	20
2.8.9. Fe .....	20
2.8.10. Mangan .....	21

<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	22
3.2. Bahan dan Alat Penelitian .....	22
3.2.1. Air Lindi .....	22
3.2.2. Mikroalga <i>Chlorella</i> sp. ....	22
3.2.3. Alat .....	22
3.3. Analisis Lindi .....	23
3.4. Metode Penelitian .....	24
3.5. Prosedur Penelitian .....	25
3.5.1. Persiapan Penelitian .....	25
3.5.1.1. Sterilisasi Alat dan Media Kultur <i>Chlorella</i> sp. ..	26
3.5.1.2. Penyiapan Lindi .....	26
3.5.1.3. Media Penyaringan Lindi .....	26
3.5.1.4. Penyiapan Bibit <i>Chlorella</i> sp. ....	27
3.5.1.5. Penyusunan Alat Penelitian .....	28
3.5.2. Pengamatan Pola Pertumbuhan <i>Chlorella</i> sp. ....	28
3.5.3. Pengamatan Kualitas Air .....	31
3.5.3.1. Suhu .....	31
3.5.3.2. Derajat Keasaman (pH) .....	31
3.5.3.3. Nitrat (NO <sub>2</sub> ) .....	31
3.5.3.4. Fosfor .....	32
3.5.3.5. CO <sub>2</sub> Bebas .....	33
3.5.3.6. Ammonia .....	34
3.5.3.7. COD .....	35
3.5.3.8. BOD .....	35
3.5.3.9. Fe (Besi) .....	36
3.5.3.10. Mangan .....	36
3.6. Hipotesis dan Asumsi .....	37
3.7. Analisis Data .....	37
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1. Laju Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. ....	38
4.2. Laju Pertumbuhan Spesifik .....	42
4.3. Biomassa Mikroalga <i>Chlorella</i> sp. ....	44
4.4. Kualitas Air .....	47
4.4.1. Suhu .....	47
4.4.2. Derajat Keasaman (pH) .....	49
4.4.3. Nitrat (NO <sub>3</sub> ) .....	52
4.4.4. Fosfat (FO <sub>4</sub> ) .....	55
4.4.5. Ammonia (NH <sub>3</sub> ) .....	58

4.4.6. COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) .....	61
4.4.7. BOD ( <i>Biological Oxygen Demand</i> ) .....	63
4.4.8. Besi (Fe) .....	66
4.4.9. Mangan (Mn) .....	68
4.5. Perbandingan Penelitian (saring dan tidak saring) .....	70
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>72</b>
5.1. Kesimpulan .....	72
5.2. Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>74</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>82</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1. Alat-alat yang Digunakan untuk Penelitian .....	23
3.2. Pembuat Larutan Standar Nitrat .....	32
4.1. Rata-rata Pertumbuhan Sel <i>Chlorella</i> sp. ....	38
4.2. Hasil Pengukuran Rata-rata Biomassa <i>Chlorella</i> sp. ....	44
4.3. Hasil Pengukuran Rata-rata Suhu Tiap Perlakuan .....	48
4.4. Hasil Pengukuran pH .....	50
4.5. Hasil Analisis Kandungan Nitrat .....	52
4.6. Rata-rata Pengukuran Fosfat .....	55
4.7. Hasil Pengukuran Ammonia .....	59
4.8. Hasil Pengukuran COD .....	61
4.9. Hasil Pengukuran BOD .....	63
4.10. Hasil Pengukuran Zat Besi (Fe) .....	66
4.11. Hasil Pengukuran Mangan (Mn).....	68

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Bentuk Sel <i>Chlorella</i> sp. ....	7
3.1. Model Saringan .....	27
3.2. Bibit <i>Chlorella</i> sp. ....	28
3.3. Haemacytometer Tipe Neubauer .....	29
4.1. Rata-rata Pertumbuhan <i>Chlorella</i> sp. ....	40
4.2. Laju Pertumbuhan Spesifik Sel <i>Chlorella</i> sp. ....	42
4.3. Pengukuran Biomassa <i>Chlorella</i> sp. ....	46
4.4. Rata-rata Pengukuran Suhu Tiap Perlakuan .....	49
4.5. Rata-rata Pengukuran pH pada Tiap Perlakuan .....	51
4.6. Rata-rata Penurunan Nitrat .....	53
4.7. Rata-rata Kandungan Fosfat .....	57
4.8. Kandungan Ammonia (NH <sub>3</sub> ) .....	60
4.9. Pengukuran Kandungan COD .....	62
4.10. Pengukuran Kandungan BOD .....	64
4.11. Kandungan Zat Besi (Fe) .....	67
4.12. Kandungan Mangan (Mn) .....	69

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Perhitungan Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. Pada Penelitian Utama .....	83
2. Hasil Uji ANAVA Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp. ....	85
3. Laju Pertumbuhan Spesifik <i>Chlorella</i> sp. ....	86
4. Hasil Pengukuran Biomassa <i>Chlorella</i> sp. ....	87
5. Data Hasil Pengukuran Suhu .....	87
6. Data Hasil Pengukuran pH .....	87
7. Data Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (mg/L) .....	88
8. Hasil Pengecekan Kandungan Nitrat (mg/L) .....	88
9. Hasil Pengecekan Kandungan Fosfor (mg/L) .....	89
10. Hasil Pengecekan BOD (mg/L) .....	90
11. Hasil Pengecekan COD (mg/L) .....	91
12. Hasil Pengukuran Zat Besi (mg/L) .....	92
13. Hasil Pengecekan Unsur Mangan (mg/L) .....	93
14. Peralatan Penelitian .....	94
15. Air Lindi yang Digunakan .....	97
16. Tempat atau Susunan Rak Penelitian .....	98
17. Dokumentasi Selama Penelitian .....	99
18. Surat Keterangan Selesai Penelitian .....	103

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pakan alami merupakan pakan yang sangat dibutuhkan dalam sistem atau budidaya pembenihan ikan, pakan alami sangat penting bagi keberlanjutan suatu budidaya yang dilakukan petani di lapangan. Karena pakan alami mempunyai suatu kandungan nutrisi yang sangat baik bagi budidaya ikan, tetapi kendala yang sering dihadapi petani budidaya saat ini yaitu jumlah kematian pada larva ikan yang banyak berada di lapangan saat ini. Terutama pada saat larva ikan sudah mulai habis kuning telur umur tiga hari, sehingga menyebabkan kurangnya asupan nutrisi yang didapat oleh larva ikan tersebut melalui ketersediaan pakan alami secara baik.

Menurut Sutono, (2010) suatu budidaya ikan sangat membutuhkan pakan alami, karena pakan alami merupakan suatu proses alur untuk pembenihan. Salah satu jenis pakan alami yang sering dimanfaatkan dan mudah dikonsumsi secara baik dalam usaha budidaya, mempunyai nilai nutrisi yang tinggi, serta bukaan mulut yang sesuai dengan kapasitas larva ikan tersebut dan memiliki kemampuan perkembangbiakan yang sangat cepat dibandingkan pakan alami yang lain seperti *Chlorella* sp. yang sering digunakan saat ini.

Selain digunakan sebagai bahan baku pembuatan pakan dan pakan alami (Iba *et al.*, 2014) *Chlorella vulgaris* juga dimanfaatkan sebagai makanan alami atau suplemen tambahan karena kandungannya sangat lengkap (Royan *et al.*, 2010). Menurut Nakayama (1992) di negara maju saat ini penggunaan *Chlorella* sp. sudah tidak asing lagi untuk masyarakat dan telah menjadi makanan yang sangat digemari. *Chlorella* sp. sudah dimanfaatkan sebagai *food additives*,

*taste presparatives* dan obat-obatan lainnya. Lamb (2010) dalam Murningsih *et al.*, (2012) menambahkan bahwa dalam bidang industri, *Chlorella* sp. menjadi salah satu bahan alternatif sumber energi baru yang sangat potensial dan sebagai pewarna alami bagi makanan.

Menurut Wirosaputro dalam Murningsih *et al.*, (2012) *Chlorella* sp. memiliki kandungan klorofil sebesar 2,8 %, protein 59,8 %, karbohidrat 16,7 %, lemak 11,6 %, serta mengandung vitamin A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, C, E dan K. *Chlorella* sp. diperoleh dengan cara dikultur baik *batch*, *semi continuous* maupun secara berkelanjutan. Hal tersebut disebabkan *Chlorella* sp. mengandung berbagai nutrisi seperti protein, karbohidrat, asam lemak tak jenuh, vitamin, klorofil, enzim, dan serat yang tinggi (Kawaroe, 2010).

*Chlorella* sp. pertumbuhannya sangat ditentukan oleh ketersediaan nutrisi dan kondisi lingkungan sekitar yang ada (Rostini, 2007). Seperti mikroalga pada umumnya, *Chlorella* sp. juga sangat membutuhkan unsur makro pada N dan P untuk sebagai peningkatan untuk laju pertumbuhan (Hirata, 2010). Perkembangbiakan *Chlorella* sp. sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan disekitar, diantaranya yaitu jumlah unsur hara dalam media kultur serta kualitas air seperti salinitas, pH, suhu dan intensitas cahaya yang optimum (Meritasari, 2012).

Kawaroe, (2010) menambahkan bahwa jenis pupuk yang dalam penggunaannya belum sepenuhnya dimanfaatkan dengan baik, dari segi ekonomi sudah tidak ada nilai harganya lagi, dari segi lingkungan dapat menyebabkan suatu pencemaran atau gangguan kelestarian lingkungan alam, yaitu dengan menggunakan lindi.

Lindi (*leachate*) adalah cairan yang merembes melalui tumpukan sampah dengan membawa bahan materi terlarut atau tersuspensi terutama hasil proses dekomposisi materi sampah Lindi sendiri dapat meresap ke dalam tanah yang dapat menyebabkan pencemaran tanah secara langsung karena dalam lindi terdapat berbagai senyawa kimia organik dan anorganik serta sejumlah patogen. Untuk menanggulangi permasalahan lindi diperlukan upaya pengolahan lindi di lokasi TPA (Tempat Pembuangan Akhir).

Karakteristik air lindi ditentukan oleh beberapa parameter seperti konduktivitas listrik, temperatur, pH, kebutuhan oksigen biologi *Biological Oxygen Demand* (BOD), kebutuhan oksigen kimia *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan kandungan bahan-bahan di dalamnya. Bahan-bahan di dalam air dapat berwujud padatan maupun cairan. Zat padat di dalam air secara umum dapat dibedakan menjadi dua yaitu Total Dissolved Solid (TDS) dan Total Suspended Solid (Herlambang, 2006). Oleh sebab itu banyak permasalahan yang terjadi seputar limbah industri ini salah satunya kurang termanfaatkannya limbah tersebut sebagai sarana untuk penanggulangannya. Salah satu cara yang bisa dimanfaatkan oleh beberapa peneliti atau sumber kajian yaitu dimanfaatkan sebagai media campuran untuk perkembangan atau pertumbuhan mikroalga salah satunya adalah *Chlorella* sp.

Proses pembuatan pupuk lindi sendiri memiliki kekurangan, yaitu pada lamanya proses pengomposan lindi itu sendiri, maka pembuatan lindi ini dilakukan dengan menambahkan bahan aktivator dalam mikroorganisme. Jenis aktivator yang sering digunakan dalam penambahan ini adalah *Effective Microorganism 4* (EM4) (Rahmawati, 2018). EM4 sendiri merupakan suatu

kultur campuran dari mikroorganisme yang sangat menguntungkan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman jenis dan populasi mikroorganisme itu sendiri (Sutono, 2016). Mikroorganisme yang terdapat dalam EM4 ini sangat memberikan pengaruh yang sangat baik bagi kualitas pupuk lindi yang akan digunakan, sedangkan ketersediaan unsur hara dalam pupuk lindi sangat dipengaruhi oleh lamanya waktu yang dimanfaatkan bakteri untuk mendegradasi atau beradaptasi sebagai pupuk lindi (Dini, 2008).

Permadi (2018) menyatakan bahwa fermentasi ini terjadi karena adanya aktivitas dalam mikroorganisme sebagai penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai, proses ini dapat menyebabkan perubahan sifat bahan tersebut. Lamanya fermentasi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang secara langsung maupun tidak langsung sangat berpengaruh dalam proses fermentasi itu sendiri. Proses fermentasi terjadi secara dekomposisi terhadap bentuk fisik unsur padatan dan pembebasan sejumlah unsur penting yang ada dalam senyawa-senyawa kompleks maupun senyawa sederhana ke dalam larutan fermentasi tersebut.

Penjelasan mengenai penyaringan untuk lindi dilakukan yaitu sebagai berikut, penyaringan lindi ini dilakukan guna untuk memisahkan kotoran yang tersuspensi dalam resapan lindi di lingkungan yang tercemar tersebut. Kemudian penyaringan ini dilakukan juga untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. agar perkembangbiakan dapat berfluktuasi secara bertingkat baik. Karena dalam lindi ini banyak zat-zat tersuspensi yang harus diperhatikan sehingga harus dilakukan penyaringan terlebih dahulu agar terhindar dari zat-zat tercemar. Konsentrasi

logam pada lindi yang diambil dari kolam penampungan ini bersifat toksit yang teradsorpsi sel tinggi sehingga sel tidak mampu untuk menetralkannya dan mempengaruhi tingkat kerusakan sel *Chlorella* sp. sehingga mempengaruhi proses pembelahan sel (Farikhah dan Rahim, 2019).

Berdasarkan hal di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang Pemanfaatan Limbah Lindi Terhadap Kelimpahan *Chlorella* sp. sehingga ilmu yang didapatkan nantinya dapat diterapkan kepada masyarakat.

## 1.2. Perumusan Masalah

Di lokasi tempat pembuangan akhir sampah yang berada di Muara Fajar dapat menghasilkan aliran limbah lindi yang dimana airnya telah melalui beberapa proses kimia serta tersuspensi dengan zat-zat atau material yang ada dalam tempat penimbunan (*landfill*) tersebut dengan kandungan senyawa organik yang tinggi. Tingginya kandungan senyawa organik disini dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan perairan apabila tidak adanya pengelohan terlebih dahulu, yang dimana akan mempengaruhi kehidupan organisme akuatik. Kandungan senyawa organik dalam limbah akan terdekomposisi menjadi senyawa anorganik seperti nitrat dan fosfat yang dapat direduksi dengan memanfaatkan *Chlorella* sp. Hal ini membuat limbah lindi diperkirakan cocok untuk media pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. baik skala laboratorium maupun skala lapangan.

Berdasarkan realita yang ada maka dapat dirumuskan permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini yaitu :

1. Berapakah nilai dosis lindi yang dilakukan penyaringan untuk kelimpahan mikroalga *Chlorella* sp. ?

2. Bagaimanakah pengaruh dosis lindi hasil disaring dengan dosis yang berbeda untuk kelimpahan mikroalga *Chlorella* sp. ?

### 1.3. Batasan Masalah

Hanya membahas pengaruh lindi yang disaring dan menentukan dosis yang optimum terhadap kelimpahan *Chlorella* sp.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk :

1. Mengetahui pengaruh pemberian limbah lindi yang disaring untuk media hidup untuk perkembangan mikroalga *Chlorella* sp.
2. Mengetahui dosis limbah lindi yang optimal untuk kelimpahan mikroalga *Chlorella* sp.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini untuk :

1. Menambah pengetahuan penulis dan para pengembang usaha perikanan.
2. Menjadi acuan untuk berbagai macam kegiatan pengembangan perikanan khususnya tentang pakan alami.
3. Menjadi salah satu landasan bagi penelitian selanjutnya berkaitan dengan pengembangan mikroalga *Chlorella* sp.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Klasifikasi dan Morfologi *Chlorella* sp

*Chlorella* sp. berasal dari zat berwarna hijau (chlorophyll) yang juga berfungsi sebagai katalisator dalam proses fotosintesis (Steenblock, 2000). Menurut Bold dan Wynne (1985) *Chlorella* sp. dikategorikan ke dalam kelompok alga hijau yang memiliki jumlah genera sekitar 450 dan jumlah spesies lebih dari 7500.



Gambar 2.1. Bentuk Sel *Chlorella* sp.

(Sumber: <https://planktonologiunpad.wordpress.com>, 15 Oktober 2021)

Klasifikasi *Chlorella* sp. menurut Merizawati (2008) adalah sebagai

berikut:

Filum : *Chlorophyta*

Kelas : *Chlorophyceae*

Ordo : *Chlorococcales*

Famili : *Oocystaceae*

Genus : *Chlorella*

Spesies : *Chlorella* sp.

*Chlorella* sp. merupakan jenis mikroalga yang memiliki kandungan pigmen dan klorofil untuk melakukan kegiatan fotosintesis. Kata *Chlorella* sp. berasal dari bahasa latin yakni "Chloros" yang memiliki arti hijau dan "ella" yang memiliki arti kecil. *Chlorella* sp. adalah pakan dasar biota yang ada di perairan termasuk ikan. *Chlorella* sp. merupakan produsen dalam rantai makanan makhluk hidup yang kaya akan gizi. Bentuk sel *Chlorella* sp. bulat atau bulat telur, merupakan alga bersel tunggal (uniseluler) dan kadang-kadang bergerombol (Merizawati, 2008). Warna hijau pada alga ini disebabkan selnya mengandung klorofil a dan b dalam jumlah yang besar selain itu juga mengandung karoten dan xantofil (Rostini, 2007).

*Chlorella* sp. adalah mikroalga uniseluler yang berwarna hijau dan berukuran mikroskopis, diameter selnya berukuran 3-8 mikrometer, berbentuk bulat seperti bola atau bulat telur, tidak mempunyai flagella sehingga tidak dapat bergerak aktif, dinding selnya terdiri dari selulosa dan pektin, tiap-tiap selnya terdapat satu buah inti sel dan satu kloroplas. *Chlorella* sp. merupakan alga yang kosmopolit, terdapat di air payau, air laut dan air tawar (Kumar *et al.*, 2010). *Chlorella* sp. merupakan organisme eukariotik (memiliki inti sel) dengan dinding sel yang terdiri atas selulosa dan pektin, sedangkan protoplasmanya berbentuk cawan (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

## 2.2. Habitat dan Ekologi

Umumnya *Chlorella* sp. bersifat planktonis yang melayang di dalam perairan, namun beberapa jenis *Chlorella* sp. juga ditemukan mampu bersimbiosis dengan hewan lain misalnya Hydra dan beberapa ciliata air tawar seperti *Paramecium bursaria* (Dolan, 1992 dalam Prabowo, 2009).

*Chlorella* sp. mampu tumbuh dan berkembang pada semua tempat atau lingkungan (kosmopolit), terkecuali pada tempat atau lingkungan yang sangat ekstrim atau kritis untuk kehidupan makhluk hidup. Mikroalga ini dapat hidup pada salinitas 0-35 ppt. Pada salinitas 10-20 ppt adalah salinitas optimum bagi pertumbuhan mikroalga ini. *Chlorella* sp. masih mampu hidup pada suhu 40°C. Rentang suhu *Chlorella* sp. adalah diantara 25° – 30° C yang merupakan kisaran suhu optimum bagi pertumbuhannya. *Chlorella* sp. melakukan reproduksi secara aseksual dengan cara membelah sel serta memisahkan autospora dari sel induknya (Merizawati, 2008).

*Chlorella* sp. dapat hidup dan tumbuh pada kondisi yang kurang cahaya atau bahkan tidak terkena cahaya dengan cara mengambil bahan-bahan organik secara langsung dari media tumbuhnya. Pada spesies *Chlorella* sp. mampu tumbuh baik di air laut maupun air tawar. Secara umum *Chlorella* sp. adalah organisme air tawar, tapi beberapa spesies dapat beradaptasi pada salinitas dan suhu yang memiliki rentang lebar dan bisa dikultur dengan air laut yang telah diberi campuran pupuk (Shah *et al.*, 2003).

### 2.3. Reproduksi

Reproduksi *Chlorella* sp. dengan cara aseksual, yakni dengan pembentukan autospora yang mirip dengan dari sel induknya. Setiap satu sel induk akan membelah diri menjadi 4, 8, atau 16 autospora yang nantinya akan menjadi sel-sel anak, yang kemudian akan melepaskan diri dari induknya (Kawaroe *et al.*, 2010).

Karakteristik pertumbuhan *Chlorella* sp. memiliki beberapa tahapan. Tahapan pertumbuhan *Chlorella* sp. dapat dibagi menjadi 4 tahap (Priyambodo, 2001) yaitu:

1. Tahap pertumbuhan, pada tahap ini sel *Chlorella* sp. tumbuh menjadi lebih besar.
2. Tahap pemasakan awal, pada tahap ini terjadi peningkatan aktivitas sel yang merupakan persiapan awal pembentukan autospora atau sel anak.
3. Tahap pemasakan akhir, pada tahap ini terjadi pembentukan autospora atau sel induk muda.
4. Tahap pelepasan autospora atau pelepasan sel, pada tahap ini dinding sel induk akan pecah dan terlepas yang akan tumbuh menjadi sel baru.

#### 2.4. Fase Pertumbuhan Mikroalga

Fase pertumbuhan *Chlorella* sp. terbagi menjadi 5 tahapan yakni, fase adaptasi, fase eksponensial, fase penurunan laju pertumbuhan, fase stasioner, dan fase kematian (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Berikut adalah 5 tahapan fase *Chlorella* sp.

##### 1. Fase Lag

Fase ini ditandai dengan peningkatan populasi yang tidak signifikan. Fase ini disebut juga sebagai fase adaptasi karena sel mikroalga sedang beradaptasi terhadap media tumbuhnya. Lamanya fase lag tergantung pada umur inokulum yang dimasukkan. Sel-sel yang diinokulasikan pada awal fase lag akan mengalami fase lag yang singkat. Inokulum yang berasal dari kultur yang sudah tua akan mengalami fase lag yang lama, karena membutuhkan waktu untuk menyusun enzim-enzim yang tidak aktif.

##### 2. Fase Eksponensial

Fase Eksponensial ditandai dengan meningkatnya pembelahan sel secara intensif. Apabila kondisi kultur memadai maka akan terjadi laju pertumbuhan

yang maksimal. Fase Eksponensial adalah fase yang paling baik untuk melakukan proses pemanenan *Chlorella* sp. sebagai kebutuhan pakan alami atau pakan hidup benih ikan atau untuk keperluan industri.

### 3. Fase Penurunan

Fase penurunan laju pertumbuhan dimulai saat proses pembelahan sel terjadi tidak secara intensif seperti fase sebelumnya serta laju pertumbuhan juga mengalami penurunan.

### 4. Fase Stasioner

Fase Stasioner, merupakan fase puncak dari fase pertumbuhan. Ditandai dengan laju penambahan sel dan laju kematian sel relatif sama serta seimbang jumlahnya.

### 5. Fase Kematian

Fase Kematian ditandai dengan berkurangnya jumlah sel karena kematian, serta laju kematian sel lebih besar dari pada laju penambahan sel, sehingga jumlah sel menjadi menurun secara geometrik. Penurunan jumlah sel ditandai dengan berubahnya kondisi optimum yang dikarenakan oleh berubahnya cahaya, suhu, pH, ketersediaan akan unsur hara, serta factor faktor lain.

## 2.5. Kultur *Chlorella* sp.

Keberhasilan teknik kultur bergantung pada kesesuaian antara jenis mikroalga yang dibudidayakan dan dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, di antaranya unsur hara dalam media kultur serta kualitas air seperti salinitas, pH, suhu, intensitas cahaya yang optimum. Salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah faktor derajat keasaman (pH) agar metabolisme sel mikroalga tidak terganggu. Derajat keasaman (pH) media menentukan kelarutan dan ketersediaan

ion mineral sehingga mempengaruhi penyerapan nutrisi oleh sel. Perubahan nilai pH yang drastis dapat mempengaruhi kerja enzim serta dapat menghambat proses fotosintesis dan pertumbuhan beberapa mikroalga (Fachrullah, 2011). Unsur nutrisi yang dibutuhkan alga hijau dalam jumlah besar (makronutrien) adalah C, H, O, N, S, P, K, dan Mg yang dibutuhkan untuk pembentukan sel *Chlorella* sp., sedangkan unsur mikronutrien seperti Fe, Mn, Co, Na, Cu, dan Ca digunakan sebagai katalis biosintesis (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Kultivasi mikroalga dipengaruhi oleh beberapa faktor umum seperti faktor eksternal (lingkungan) yang biasa dikenal. Faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap laju pertumbuhan dan metabolisme dari makhluk hidup mikro tersebut terbagi atas faktor kimia antara lain ; Derajat Keasaman (pH), karbondioksida dan nutrisi. Faktor fisika dipengaruhi oleh; salinitas, suhu, cahaya, dan aerasi.

Aerasi dalam kultivasi mikroalga digunakan dalam proses pengadukan media kultur. Pengadukan sangat penting dilakukan bertujuan untuk mencegah terjadinya pengendapan sel, nutrisi tersebar dengan baik sehingga mikroalga dalam kultur mendapatkan nutrisi yang sama, mencegah stratifikasi suhu, dan meningkatkan pertukaran gas dari udara ke media mikroalga (Taw, 1990 dalam Fachrullah, 2011).

## **2.6. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan *Chlorella* sp.**

Kultur mikroalga dalam skala laboratorium memerlukan kondisi lingkungan yang terkontrol. Pertumbuhan mikroalga sangat erat kaitannya dengan ketersediaan unsur hara makro dan mikro serta dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Faktor-

faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroalga antara lain cahaya, suhu, pH air, dan salinitas (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

### 2.6.1. Suhu

Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) *Chlorella* sp. mempunyai kisaran suhu optimal untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. ialah diantara suhu 25-30°C. Kemudian menurut Taw (1990) dalam Facrullah (2011) pada kultur *Chlorella* sp. diperlukan suhu pada kisaran 25-35°C. Suhu dapat berpengaruh terhadap terjadinya proses-proses, biologi, kimia, dan fisika yang ada di dalam sel mikroalga.

### 2.6.2. Derajat Keasaman (pH).

Derajat keasaman atau pH digambarkan sebagai keberadaan ion hidrogen. Variasi pH dalam media kultur dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan kultur mikroalga antara lain mengubah keseimbangan karbon anorganik, mengubah ketersediaan nutrisi dan mempengaruhi fisiologi sel (Fachrullah, 2011). Derajat keasaman (pH) media kultur merupakan faktor pengontrol yang menentukan kemampuan biologis mikroalga dalam memanfaatkan unsur hara. Kadar pH pada media kultur adalah salah satu faktor yang mampu mengontrol serta menentukan seberapa besar kemampuan biologis suatu mikroalga pada saat pemanfaatan unsur-unsur hara. Kadar pH yang sangat tinggi misalnya, dapat pula mempengaruhi proses penurunan aktifitas fotosintesis pada *Chlorella* sp. Kisaran nilai pH yang optimum bagi pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar pada 7,2-8,4. (Mohammed *et al.*, 2013).

Batas toleransi mikroorganisme air terhadap pH bervariasi dan dipengaruhi antara lain oleh suhu, oksigen terlarut, alkalinitas maupun jenis dan stadia organisme. *Chlorella* sp. sangat tahan terhadap kondisi lingkungan yang asam dan masih dapat tumbuh pada pH 2, sedangkan medium yang optimum adalah medium yang memiliki pH 6,6-7,3 (Fogg, 1975). Kemudian *Chlorella* sp. masih mampu untuk tumbuh dengan baik sampai dengan nilai pH 10,5 (Gong *et al.*, 2014). Selain itu menurut Prihantini *et al.*, (2005) bahwa nilai pH yang baik serta sesuai bagi pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar antara 4,5–9,3.

### 2.6.3. Unsur Hara

Unsur hara yang dibutuhkan mikroalga terdiri atas unsur hara makro (N, P, K, S, Fe, Mg, Si, dan Ca) dan unsur hara mikro (Mn, Zn, Co, Bo, Mo, B, Cu, dan lain-lain). Unsur hara mikro dibutuhkan untuk menjalankan berbagai fungsi dalam pertumbuhan mikroalga, misalnya mangan (Mn), zinc (Zn) diperlukan untuk fotosintesis, unsur molibdenum (Mo) diperlukan untuk metabolisme nitrogen. Unsur hara mikro dibutuhkan dalam jumlah kecil tetapi harus ada dan untuk menstabilkan fungsi hara mikro biasanya ditambahkan EDTA sebagai pengkelat logam (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Setiap unsur hara mempunyai fungsi-fungsi khusus yang ditunjukkan pada pertumbuhan dan kepadatan yang dicapai. Unsur N, P, dan S penting untuk pembentukan protein. Nitrogen yang dibutuhkan untuk media kultur dapat diperoleh dari  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , dan lain-lain. Fosfor juga merupakan bahan dasar pembentukan asam nukleat, enzim dan vitamin. Unsur fosfor dapat diperoleh dari  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Ca}_3\text{PO}_4$ , dan unsur sulfur dapat diperoleh dari  $\text{NH}_4\text{SO}_4$  dan  $\text{CuSO}_4$  (Tjahjo *et al.*, 2002). Unsur kalium berfungsi dalam

metabolisme karbohidrat dan juga sebagai kofaktor untuk beberapa koenzim. Unsur kalium dapat diperoleh dari KCl, KNO<sub>3</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. Unsur besi (Fe) berperan dalam pembentukan klorofil dan sebagai komponen esensial dalam proses oksidasi. Unsur ini dapat diperoleh dari FeCl<sub>3</sub>, FeSO<sub>4</sub>, FeCaH<sub>5</sub>O<sub>7</sub> (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

#### 2.6.4. Intensitas Cahaya

Mikroalga merupakan organisme autotrof yang mampu membentuk senyawa organik dari senyawa anorganik melalui proses fotosintesis. Keberadaan cahaya menentukan bentuk kurva pertumbuhan bagi mikroalga yang melakukan fotosintesis. Mikroalga akan menyerap energi cahaya dan merubahnya menjadi energi kimia melalui proses fotosintesis. Cahaya matahari dapat diganti dengan sinar lampu TL (Tjahjo *et al.*, 2002).

Menurut Basmi, (1995) intensitas cahaya yang baik bagi pertumbuhan dan kelimpahan *Chlorella* sp. adalah berkisar antara 4000-5000 lux proses fotosintesis tidak lagi mengalami peningkatan sehubungan dengan peningkatan jumlah intensitas cahaya yang ada pada kultur *Chlorella* sp.). Sedangkan He *et al.*, (2010) bahwa pada kondisi intensitas cahaya tinggi, sel yang tumbuh mampu menghasilkan kelimpahan yang tinggi, sehingga terjadi peningkatan jumlah kepadatan sel *Chlorella* sp. pada saat meningkatnya jumlah intensitas cahaya dengan menggunakan sebuah alat fotobioreaktor yang pipih.

#### 2.7. Lindi

Berdasarkan Permen PU No 03/2013, lindi adalah cairan yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam urugan atau timbunan sampah, melarutkan dan

membilas materi terlarut termasuk materi organik hasil proses dekomposisi biologis. Menurut Friadi *et al.*, (2012) lindi diakibatkan oleh terjadinya presipitasi cairan ke TPA yang berasal dari resapan air hujan maupun kandungan air dari dalam sampah yang ditimbun. Sedangkan Renou *et al.*, (2008) bahwa lindi umumnya mengandung bahan organik biodegradable dan non biodegradable seperti amonia; logam berat; sulfat; logam kationik; BOD5; COD; garam anorganik; fenol; nitrogen dan fosfor.

Sutanto (2002) dalam Aslan *et al.*, (2020) menyatakan bahwa pemakaian air lindi pada dasarnya memiliki kelebihan yang lebih unggul yaitu selain kandungan unsur N, P, K, air lindi juga mengandung unsur hara lain yang melengkapi kebutuhan akan unsur. Unsur tersebut antara lain, organik Nitrogen (10-600 mg/l), Amonium Nitrogen (10-800 mg/l), Nitrat (5-40 mg/l), Fosfor Total (1-70 mg/l), Total besi (50-600 mg/l).

Lindi adalah cairan yang memiliki bau tidak sedap dan warna gelap yang kaya akan kandungan organik dan anorganik (Moravia *et al.*, 2013). Warna air lindi menggambarkan besarnya kandungan konsentrasi bahan organik pada lindi. Semakin pekat warna lindi maka semakin tinggi kandungan bahan organik didalamnya (Renou *et al.*, 2008). Karakteristik lindi bervariasi dipengaruhi proses yang terjadi didalam landfill, yaitu proses fisik, kimia, dan biologis (Ali, 2011).

Lindi merupakan air limbah dengan konsentrasi tinggi yang komposisinya sangat dipengaruhi oleh umur landfill (Kulikowsa dan Klimiuk, 2008). Kualitas lindi bervariasi dari waktu ke waktu dan dapat dikategorikan berdasarkan umur TPA (Pajoo *et al.*, 2017).

## 2.8. Parameter Kualitas Air Lindi

### 2.8.1. Suhu

Suhu mempengaruhi proses-proses fisika, kimia, biologi yang berlangsung dalam sel fitoplankton. Peningkatan suhu hingga batas tertentu akan merangsang aktifitas molekul, meningkatnya laju difusi dan juga laju fotosintesis (Sachlan, 1982). Suhu di bawah 16°C dapat menyebabkan kecepatan perkembangbiakan *Chlorella* sp. turun, sedangkan suhu diatas 36°C dapat menyebabkan kematian (Taw, 1990).

### 2.8.2. pH

Nilai pH media kultur merupakan faktor pengontrol yang menentukan kemampuan biologis fitoplankton dalam memanfaatkan unsur hara. Nilai pH yang terlalu tinggi misalnya, akan mengurangi aktivitas fotosintesis fitoplankton (De La Noue dan De Pauw, 1988). Nielsen (1955) menyatakan bahwa pH yang sesuai untuk perkembangbiakan *Chlorella* sp. berkisar antara 4,5-9,3 dan kisaran optimum untuk *Chlorella* sp. laut berkisar antara 7,8-8,5. Secara umum kisaran pH yang optimum untuk kultur *Chlorella* sp. adalah antara 7-9.

### 2.8.3. Nitrat (NO<sub>3</sub>)

Nitrat (NO<sub>3</sub>) adalah bentuk utama untuk nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil (Effendi, 2003). Akibat nitrogen yang berlebihan akan menghasilkan senyawa nitrat, dimana senyawa ini dalam jumlah besar di air akan menyebabkan methaemoglobinemia yakni suatu kondisi dimana haemoglobin di dalam darah kekurangan oksigen hal ini dapat mengakibatkan

pengaruh fatal serta dapat menyebabkan kematian khususnya pada ikan (Subarijanti, 1994). Senyawa ini dihasilkan dari oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrat menyebabkan kualitas air menurun yakni menurunnya DO, menurunkan populasi ikan, bau busuk (Alaerts dan Santika, 1987).

#### 2.8.4. Fosfor

Fosfor merupakan salah satu unsur makro primer yang dibutuhkan oleh tanaman (Tisdale dan Nelson, 1975). Fosfor merupakan salah satu unsur yang berperan dalam proses penyusunan karbohidrat dan senyawa kaya nitrogen. Gula terfosforilasi yang kaya energi muncul dalam proses fotosintesis (Bold dan Wynne, 1985). Menurut Buckman dan Brady, (1982), Fosforilasi adenosin menghasilkan adenosine monofosfat, difosfat, trifosfat (AMP, ADP dan ATP) dimana tanaman menyimpan energinya untuk kelangsungan proses kimia lainnya. Fosfor berpengaruh baik pada proses pembelahan sel dan pembentukan lemak pada organisme. Sedangkan pendapat Nursyafa'ah (2016), Fosfor (P), diberikan dalam bentuk  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , berfungsi untuk metabolisme energi, sebagai stabilitor membran sel, pengaturan metabolisme alga, pengaturan produksi pati/amilum, pembentukan karbohidrat, sangat penting dalam transfer energi, protein, dan sintesis asam amino.

#### 2.8.5. Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ )

Karbondioksida merupakan gas yang dibutuhkan oleh tumbuh-tumbuhan air renik maupun tingkat tinggi untuk melakukan fotosintesis. Karbondioksida bebas perairan berasal dari proses respirasi organisme air, proses pembusukan bahan-bahan organik dan difusi dari udara (Boyd, 1979).

Karbon dioksida merupakan unsur paling penting dalam proses fotosintesis, oleh karena itu tersedianya karbon dioksida yang cukup di dalam media otomatis akan mendukung pertumbuhan dari *Chlorella* sp. Ketersediaan CO<sub>2</sub> dapat dilakukan dengan menginjeksinya kemudian mengoyang-goyangkan media. Dengan aerasi, konsentrasi unsur hara dalam media dapat menyebar secara merata. CO<sub>2</sub> ini digunakan sebagai *carbon source* untuk melakukan fotosintesis metabolisme yang menunjang kebutuhan *Chlorella* sp. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, konsentrasi CO<sub>2</sub> yang optimal untuk pertumbuhan mikroalga yaitu 5-10% (Bold dan Wynne, 1985).

#### **2.8.6. Ammonia (NH<sub>3</sub>)**

Ammonia adalah senyawa kimia dengan rumus NH<sub>3</sub> yang merupakan salah satu indikator pencemaran udara pada bentuk kebauan. Gas ammonia adalah gas yang tidak berwarna dengan bau menyengat, biasanya ammonia berasal dari aktifitas mikroba, industri ammonia, pengolahan limbah dan pengolahan batu bara. Ammonia di atmosfer akan bereaksi dengan nitrat dan sulfat sehingga terbentuk garam ammonium yang sangat korosif (Yuwono, 2010).

Ammonia (NH<sub>3</sub>) dan garam-garamnya merupakan senyawa yang bersifat mudah larut dalam air. Ion ammonium merupakan transisi dari ammonia, selain terdapat dalam bentuk gas ammonia juga dapat berbentuk kompleks dengan beberapa ion logam. Ammonia banyak digunakan dalam proses produksi urea, industri bahan kimia, serta industri bubur dan kertas (Effendi, 2003).

### 2.8.7. COD

Menurut Reciy, (2017) COD merupakan oksigen ( $\text{mg O}_2$ ) yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimawi, yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam 1 liter air dengan menggunakan oksidator kalium dikromat selama 2 jam pada suhu  $150^\circ\text{C}$ . sedangkan Rosuo, (2016) hasil analisis COD menunjukkan bahwa kandungan senyawa organik yang terdapat dalam limbah. Pengoksidasi ion bikromat  $\text{K}_2\text{R}_2\text{O}_7$  yang digunakan sebagai sumber oksigen (*Oxidizing Agent*), COD menjadi angka yang menjadi sumber pencemaran bagi zat-zat organis secara alamiah dan dapat dioksidasi dengan proses mikrobiologis yang menyebabkan oksigen terlarut berkurang didalam air.

### 2.8.8. BOD

Menurut Fachrurozi, (2010) BOD (*Biological Oxygen Demand*) didefinisikan sebagai oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk memecahkan bahan-bahan organik yang ada di dalam air dan uji BOD dibutuhkan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk maupun perindustrian.

Sedangkan Sasongko, (1990) bahwa pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik dibutuhkan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya dari proses oksidasi oksigen yang dikonsumsi dalam uji BOD ini dapat diketahui dengan menginkubasi air pada suhu  $20^\circ\text{C}$  selama lima hari kemudian agar bahan-bahan organik dapat pecah secara sempurna pada suhu  $20^\circ\text{C}$  dibutuhkan waktu lebih dari 20 hari, tetapi agar lebih praktis diambil waktu lima hari sebagai standar. Inkubasi 5 hari tersebut hanya dapat mengukur kira-kira 68% dari total BOD.

### 2.8.9. Besi (Fe)

Menurut Eaton *et.al.*, 2005 bahwa besi (Fe) adalah logam-logam yang berwarna putih keperakan dapat di bentuk dan logam yang dihasilkan dari bijih besi, jarang dijumpai dalam keadaan bebas, untuk mendapatkan unsur besi campuran lain harus dipisahkan melalui kimia. Sedangkan Anonim, (2006) besi merupakan elemen kimiawi yang dapat ditemukan hampir di setiap tempat di bumi pada semua lapisan-lapisan, namun besi juga merupakan salah satu logam berat yang berbahaya apabila kadarnya melebihi ambang batas besi.

### 2.8.10. Mangan

Dasputi, (2013) mangan (Mn) adalah metal kelabu kemerahan dan keracunan akibat mangan seringkali bersifat kronis akibat adanya inhalasi debu dan uap logam. Gejala yang timbul akibat mangan dapat berupa gejala susunan urat syaraf Insomnia, lemah pada kaki dan otot muka. Menurut Yudo, (2006) apabila paparan berlanjut maka dapat mengakibatkan lambat dan monoton dalam perkembangbiakan suatu mikroalga, mangan didalam air dapat menimbulkan warna ungu/hitam.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian bertempat di Laboratorium Mikroalga Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. Penelitian ini dilakukan selama 16 hari yang dimulai pada tanggal 21 Juni sampai 8 Juli 2021.

#### 3.2. Bahan dan Alat Penelitian

##### 3.2.1. Air Lindi

Air Lindi diperoleh dari Tempat Pengelolaan Akhir (TPA) sampah di Muara Fajar Rumbai Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pekanbaru.

##### 3.2.2. Mikroalga *Chlorella* sp.

Bibit *Chlorella* sp. berasal dari Laboratorium Mikroalga Nutrisi dan Pakan Ikan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. Adapun bibit *Chlorella* sp. yang diperlukan sebanyak 6 liter.

##### 3.2.3. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai wadah atau keperluan saat penelitian dilakukan, agar memudahkan peneliti untuk mengerjakan dan memulainya, oleh karena dapat dilihat pada pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Alat-alat yang digunakan untuk Penelitian

No	Nama Alat	Jumlah	Keterangan
1	Set Aerasi	1	Sumber oksigen
2	Galon (19 L)	15	Wadah untuk penelitian
3	Gelas ukur 1 L	1	Untuk mengukur volume air
4	Gelas ukur 0,5 L	1	Untuk mengukur volume air
5	Pipet tetes	3	Mengambil sampel
6	Mikroskop	1	Untuk mengamati objek sel <i>Chlorella</i> sp
7	Haemocytometer	1	Untuk menghitung sel <i>Chlorella</i> sp
8	Cover glass	1	Memadatkan cairan sampel menjadi datar
9	Sentrifus	1	Memisahkan air dengan <i>Chlorella</i> sp
10	Oven listrik	1	Mengeringkan <i>Chlorella</i> sp yang telah di sentrifus
11	Petridish	6	Wadah untuk <i>chlorella</i> sp yang telah kering
12	Timbangan analitig	1	Untuk menimbang <i>Chlorella</i> sp
13	Botol sampel	30	Sebagai wadah sampel yang akan di analisis
14	pH meter	1	Mengecek pH
15	Amonia meter	1	Mengecek amonia
16	Aluminium foil	1	Untuk melindungi <i>Chlorella</i> sp. dari debu, dan bakteri

### 3.3. Analisis Lindi

Parameter yang akan dianalisis berkaitan dengan zat polutan yakni Nitrat, Fosfat, Chemical Oxygen Demand (COD) dan Biochemical Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>) dilakukan pengamatan di Laboratorium Kimia Laut Fakultas Perikanan dan Keluatan Universitas Riau. Selain itu, dilakukan pula pengukuran Suhu, pH, Amonia, dan DO dilakukan pengukuran di Laboratorium *Chlorella* sp. Balai Benih Ikan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, sedangkan Mangan dan Besi pengamatan dilakukan pada PT. Central Alam Resources Lestari Pekanbaru Riau, untuk mengetahui bagaimana nilai dan metode yang digunakan dalam pengukuran limbah lindi.

### 3.4. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Model matematis RAL satu faktor menurut Sudjana (1992) adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

$Y_{ij}$  : Variabel yang diukur

$\mu$  : Efek rata-rata

$\tau_i$  : Efek dari perlakuan ke  $-i$  yang sebenarnya

$\epsilon_{ij}$  : Efek kesalahan pada perlakuan  $-i$  dan ulangan ke- $j$

$i$  : Taraf perlakuan

$j$  : 1,2 dan 3 (ulangan)

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini merujuk dari penelitian Trio (2019). Penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu :

Hasil pengkulturan *Chlorella* sp. pada penelitian terdahulu dilakukan di ruangan tertutup berdasarkan perbedaan perlakuan limbah lindi yang diberikan kelimpahan sel *Chlorella* sp.

Bahwa periode puncak tercepat terdapat pada P1 (5%) yaitu pada hari ke-14 disusul oleh P2 (10%) pada hari ke-15, P3 (15%) pada hari ke-16, P4 (20%) pada hari ke-16 dan P5 (25%) pada hari ke-16.

Pada penelitian ini menggunakan rentang konsentrasi yang sama pada penelitian rujukan, tetapi dengan menggunakan wadah media kultur yang lebih besar yaitu 16 liter dari penelitian terdahulu:

P1: 5% (800 ml Limbah Lindi + 400 ml *Chlorella* sp. + 14800 ml air)

P2: 10% (1600 ml Limbah Lindi + 400 ml *Chlorella* sp. + 14000 ml air)

P3: 15% (2400 ml Limbah Lindi + 400 ml *Chlorella* sp. + 13200 ml air)

P4: 20% (3200 ml Limbah Lindi + 400 ml *Chlorella* sp. + 12400 ml air)

P5: 25% (4000 ml Limbah Lindi + 400 ml *Chlorella* sp. + 11600 ml air)

Pengamatan pada masing-masing perlakuan dilakukan setiap hari sekali dalam pengecekan sampel selama 16 hari kultur. Pengkulturan *Chlorella* sp. ini dilakukan dengan menetapkan lima perlakuan dengan tiga kali ulangan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) seperti pada penelitian terdahulu. Pada penelitian utama volume total kultur *Chlorella* sp. yang diinginkan pada masing-masing galon kultur adalah 16 liter.

Fokus pengamatan pada penelitian ini adalah mengetahui kelimpahan, pertumbuhan spesifik dan biomassa *Chlorella* sp. Selain itu juga melihat penurunan kandungan nitrat, fosfat, BOD, COD, dan Fe serta pengamatan parameter Ammonia, DO, pH, suhu. Nitrat dan fosfat selama proses pengkulturan. Pengukuran parameter ini dilakukan dalam setiap 5 hari sekali selama 16 hari dan sampel diambil sebanyak 100 ml, kemudian sampel dianalisis di Laboratorium Kimia Universitas Riau.

### **3.5. Prosedur Penelitian**

#### **3.5.1. Persiapan Penelitian**

Metode penelitian dilakukan agar seluruh alat, bahan dan kondisi kultur dapat mendukung setiap tahap penelitian dengan optimal. Persiapan penelitian ini terdiri atas beberapa tahap, yaitu sterilisasi alat dan media kultur, penyiapan

limbah lindi yang telah disaring, penyiapan bibit *Chlorella* sp. serta penyusunan peralatan kultur. Tahapan persiapan penelitian dijelaskan sebagai berikut:

#### **3.5.1.1. Sterilisasi Alat dan Media Kultur *Chlorella* sp.**

Sterilisasi bertujuan untuk menghilangkan keberadaan mikroorganisme atau zat pengganggu pada alat dan media kultur yang akan digunakan selama penelitian. Alat yang akan digunakan terlebih dahulu disterilkan dengan cara dicuci dengan menggunakan sabun dan dibilas di air bersih, kemudian dibilas kembali menggunakan alkohol 96% untuk membunuh bakteri dan terakhir dibilas dengan akuades hingga bau alkohol hilang. Kemudian dilakukan pengeringan peralatan dengan meniriskannya di atas rak yang telah dibersihkan sebelumnya.

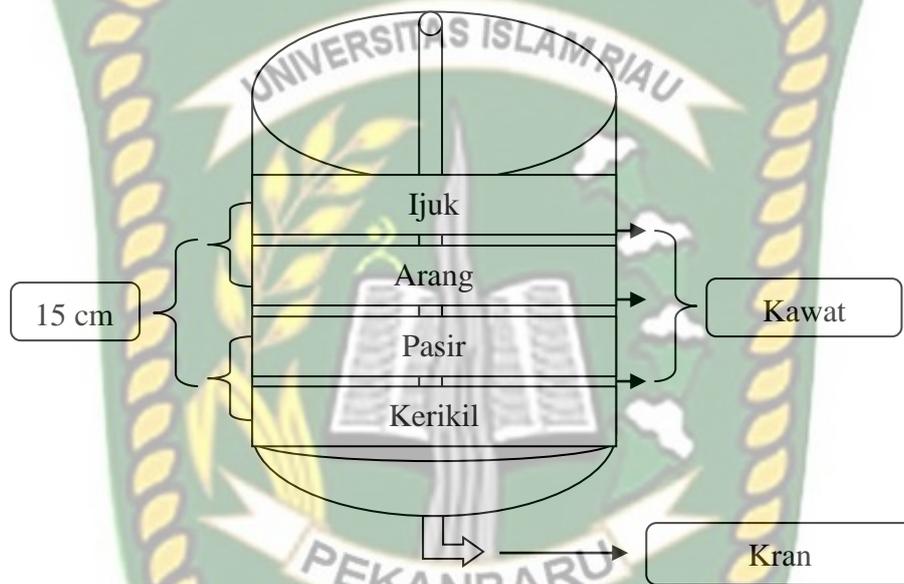
#### **3.5.1.2. Penyiapan Lindi**

Lindi diambil langsung dari Tempat Pengelolaan Akhir (TPA) sampah Muara Fajar Rumbai Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pekanbaru. Limbah lindi disaring terlebih dahulu kemudian dibiarkan terlebih dahulu selama lima hari sebelum dimasukkan dalam kultur. Hal ini bertujuan agar bakteri yang terdapat dalam limbah lindi melakukan proses dekomposisi terhadap bahan-bahan organik yang akan dimanfaatkan oleh mikroalga *Chlorella* sp. untuk melakukan fotosintesis.

#### **3.5.1.3. Media Penyaringan Lindi**

Media Penyaringan yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsep Saringan (*Dahril Filter*). Saringan Dahril tersebut terbuat dari drum plastik yang di dalamnya terdapat saringan yang berasal dari beberapa bahan yaitu ijuk, pasir, arang dan kerikil. Lapisan atas saringan berupa ijuk kemudian arang, pasir dan lapisan paling bawah merupakan kerikil dengan ketebalan masing-masing lapisan

sekitar 15 cm. pada bagian bawah drum diberi ruang kosong untuk menampung pupuk cair yang telah tersaring. Pada bagian yang kosong ini dibuat kran air untuk saluran keluar pupuk cair. Setiap lapisan bahan penyaringan dibatasi kawat kasa yang bertujuan untuk mencegah agar bahan tidak bercampur. Tujuan penyaringan ini adalah untuk menghilangkan zat-zat padat tersuspensi atau proses pemisahan antara padatan/koloid dengan cairan.



Gambar 3.1 Model Saringan (*Dahril Filter*)

#### 3.5.1.4. Penyiapan Bibit *Chlorella* sp.

Bibit awal *Chlorella* sp. yang digunakan dalam penelitian berasal dari Laboratorium Mikroalga Nutrisi dan Pakan Ikan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. Bibit *Chlorella* sp. yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 6 liter. Bibit *Chlorella* sp. dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Bibit *Chlorella* sp. (10x40)

#### 3.5.1.5. Penyusunan Alat Penelitian

Alat penelitian disusun dalam ruangan tertutup yang dimana peralatan penelitian disusun secara acak sesuai dengan rancangan penelitian. Ruangan yang digunakan yaitu ruangan tertutup, gunanya dikondisikan agar pertukaran udara dan cahaya dari luar ke dalam ruang kultur tersebut aman dari bakteri. Rangkaian susunan peralatan kultur tersebut menggunakan rak yang terbuat dari kayu yang dijadikan meja dengan ukuran 3 x 1,5 x 1 (m) sebagai tempat diletakkannya wadah kultur. Wadah kultur yang digunakan berupa galon yang berukuran 19 liter sebanyak 15 buah dan masing-masing bagian tutup wadah tersebut dipasang selang aerasi dan bola lampu neon 36 Watt sebanyak 2 buah sebagai sumber cahaya di dalam ruang kultur.

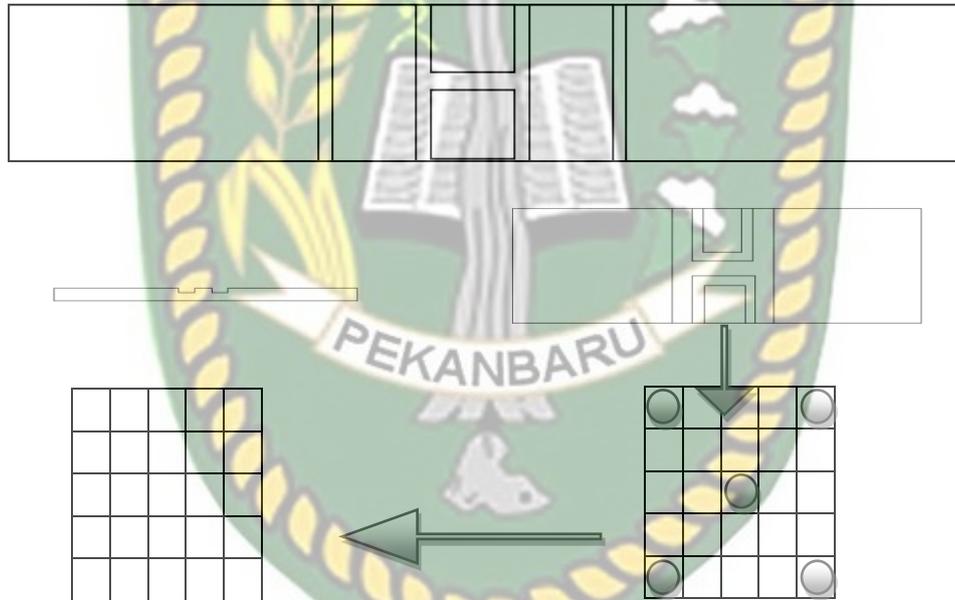
#### 3.5.2. Pengamatan Pola Pertumbuhan *Chlorella* sp.

Untuk mengetahui respon pertumbuhan *Chlorella* sp. terhadap lindi yang telah disaring, dilakukan pengamatan pola perhitungan pertumbuhan *Chlorella* sp. pada penelitian utama ini dengan 1 tahapan yaitu pengamatan pertumbuhan *Chlorella* sp.

a) Perhitungan Pertumbuhan *Chlorella* sp.

Perhitungan kelimpahan mikroalga *Chlorella* sp. dihitung dengan menggunakan *Haemocytometer* tipe Neubauer (depth 0/0,100 mm dan sqmm 0,0025 mm<sup>2</sup>).

Sampel diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam pipet tetes, kemudian sampel tersebut dihitung dibawah mikroskop dengan pembesar 40 x 10 dengan bantuan *handy tally counter*. Berikut dijelaskan gambar cara menghitung kelimpahan *Chlorella* sp. menggunakan *Haemocytometer* tipe Neubauer dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Haemacytometer Tipe Neubauer

Menghitung kelimpahan sel *Chlorella* sp. dilakukan tiga kali pengulangan pada setiap sampel. Kemudian sel dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$N = n \times 10.000, (\text{sel/ml})$$

Keterangan :

- N : Jumlah total sel/ml
- 22 : Jumlah total sel/ml pada setiap sampel

Menghitung *Chlorella* sp. menggunakan rumus Isnansetyo dan Kurniastuty

(1995), dihitung menggunakan rumus:

$$D = \left\{ \frac{N_1 + N_2}{2} \times \frac{25 \times 10^4}{n} \right\} \times DF$$

Keterangan:

D : Jumlah sel/ml

N1 : Jumlah mikroalga pada bidang atas *haemocytometer*

N2 : Jumlah mikroalga pada bidang bawah *haemocytometer*

n : Jumlah kotak yang diamati

$25 \times 10^4$  : Konstanta *Haemocytometer* Neubeur

DF : Faktor dilusi

b) Perhitungan Biomassa (Berat kering)

Untuk mendapatkan perhitungan biomasa sampel diambil sebanyak 1 liter pada saat dihari puncak pertumbuhan *Chlorella* sp. setiap masing-masing galon kultur, kemudian perhitungan biomassa dilakukan setelah penelitian selesai selama 16 hari. Pada perhitungan biomassa *Chlorella* sp. ini diperlukan saringan planktonnet, gelas ukur, sentrifus, oven, cawan petridish, dan *aluminium foil*. langkah pertama adalah menyaring air kultur sebanyak 1 liter menggunakan saringan planktonnet. Setelah disaring langsung di sentrifus bertujuan untuk memisahkan air dan *Chlorella* sp. Langkah berikutnya adalah pengovenan *Chlorella* sp. yang telah di sentrifus tadi dengan menggunakan *aluminium foil* sebagai wadahnya. Untuk pengovenan pertama dikeringkan dengan suhu 100°C dengan waktu selama 10 menit, dimana untuk menghilangkan kadar air yang masih tersisa dalam proses sentrifus tadi. Kemudian di oven kembali dengan suhu 150°C dalam kurun waktu 30 menit. Menurut Ogbonna (2018), setelah kering *Chlorella* sp. baru bisa dihitung biomasnya dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Produktifitas Biomasa} = B_x - B_o$$

Keterangan :

Bx : Berat Akhir (gr/L)

Bo : Berat Awal (gr/L)

### 3.5.3. Pengamatan Kualitas Air

#### 3.5.3.1. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan merujuk pada SNI 06-6989:23-2005. Pengukuran suhu dilakukan dengan mencelupkan thermometer langsung ke dalam air sampel batas skala baca dan dibiarkan selama 2-5 menit sampai skala suhu pada thermometer menunjukkan angka stabil. Pembacaan skala termometer harus dilakukan tanpa mengangkat terlebih dahulu thermometer dari air.

#### 3.5.3.2. Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH merujuk pada SNI 06-6989:11-2004 dengan menggunakan pH meter. Sebelum pengukuran dilakukan, pH meter dikalibrasi dengan larutan penyangga. Kemudian dikeringkan dengan tisu selanjutnya elektroda dibilas dengan akuades. Dichelupkan elektroda kedalam media air sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.

#### 3.5.3.3. Nitrat (NO<sub>2</sub>)

Prosedur pengukuran nitrat mengacu pada Alaerts dan Santika (1987) yang dilakukan dengan mengambil sampel menggunakan botol sampel ukuran 50 ml. Air sampel sebanyak 25 ml disaring menggunakan kertas watman No.42. dimasukkan ke dalam breaker gelas. kemudian sampel diambil sebanyak 10 ml, dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 0,2 ml larutan brucine dan diaduk setelah diaduk ditambah kan 2 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dan diaduk. larutan

blanco dibuat sebanyak 10 ml dan ditambah kan dengan pereaksi yang sama dengan air sampel. Setelah itu didiamkan selama beberapa menit, kemudian diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm. Untuk pengukuran nitrat terlebih dahulu dibuat suatu deret standar dari larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya yang sesuai dengan metode Apha (2012). Selanjutnya untuk membuat persamaan kurva standar dibuat terlebih dahulu konsentrasi larutan standar sebagai berikut :

Tabel 3.2. Pembuat Larutan Standar Nitrat (Apha, 2012)

ppm nitrat yang akan dibuat	ml standart nitrat (5 ppm) yang diperlukan untuk diencerkan menjadi 100 ml
0.025	0.50
0.05	1.00
0.10	2.00
0.25	5.00
0.50	10.00
0.75	15.00
1.00	20.00

Sebelum pengenceran sampai 100 ml, ditambah terlebih dahulu 20-30 ml akuades dan 8 ml NaOH pekat, kemudian baru ditambahkan lagi akuades sampai 100 ml. setelah itu ditambahkan larutan kimia seperti pengukuran air sampel penelitian, selanjutnya diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm. Kemudian dibuat persamaan regresi ( $y = Ax + B$ ) dari larutan standar untuk menentukan kadar nitrat air sampel.

#### 3.5.3.4. Fosfor

Prosedur pengukuran fosfat mengacu pada Alaerts dan Santika (1987) dilakukan dengan cara menyaring air sampel sebanyak 25 ml menggunakan kertas milipore (0,45 nm). Kemudian air sampel yang sudah disaring, 10 ml dimasukkan kedalam tabung reaksi ditambahkan 0,4 ml ammonium molybdate dan diaduk.

Ditambahkan 0,1 ml  $\text{SbCl}_2$ , diaduk dan didiamkan selama 10 menit. Larutan blanko dibuat sebanyak 10 ml akuades dan ditambahkan pereaksi yang sama dengan sampel. Kemudian didiamkan beberapa menit kemudian diukur pada panjang gelombang 690 nm. Untuk pengukuran fosfat terlebih dahulu dibuat suatu deret standar dari larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya yang sesuai dengan metode Apha (2012). Selanjutnya untuk membuat perdamaan kurva standar, dibuat terlebih dahulu konsentrasi larutan standar seperti pada cara pembuatan seri standar nitrat pada Tabel 3.1. Kemudian sebelum pengenceran sampai 100 ml, ditambahkan terlebih dahulu 20-30 ml akuades dan 8 ml. kemudian sebelum pengenceran sampai 100 ml. setelah itu, ditambahkan larutan kimia seperti pengukuran air sampel penelitian, selanjutnya diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 690 nm. Kemudian dibuat persamaan regresi ( $y = Ax + B$ ) dari larutan standar untuk menentukan kadar fosfat air sampel.

#### **3.5.3.5. $\text{CO}_2$ Bebas**

Prosedur pengukuran karbondioksida bebas dilakukan dengan menggunakan metode titrimetric (Alaerts Dan Santika, 1984). Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan botol BOD 125 ml, sampel dimasukkan kedalam Erlemayer sebanyak 25 ml, ditambahkan 2-3 tetes indikator pnphtalin. Apabila warna berubah menjadi warna merah muda berarti sampel tersebut tidak mengandung  $\text{CO}_2$  jika tidak terjadi perubahan warna maka dilanjutkan titrasi dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,0454 N sampai terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Untuk perhitungan digunakan rumus Alerts dan Santika (1984) sebagai berikut :

$$\text{CO}_2 \text{ bebas (mg/L)} = \frac{A \times N \times 22 \times 1000}{V}$$

Keterangan :

A : Volume larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang terpakai (ml)

N : Normalitas larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (0,0454 N)

22 : Berat molekul  $\text{CO}_2$

V : Volume sampel air yang digunakan (25 ml)

1000 : Konstanta ketetapan

#### 3.5.3.6. Ammonia

Prosedur pengukuran amonia pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Nyalakan pengukuran dengan menekan semua tombol atau segmen akan ditampilkan secara otomatis berkedip, meteran atau pengukuran sudah siap untuk dilakukan. Isi kuvet dengan 10 ml sampel yang tidak bereaksi dan ganti tutupnya. tempatkan kuvet ke dalam meteran dan tutup penutup meteran. Tekan tombolnya. ketika layar menunjukkan "+", lalu muncul "C.2" dengan "tekan" kemudian berkedip meteran dinolkan. Lepaskan kuvet dari meteran dan buka tutupnya. tambahkan 4 tetes reagen kemudian pasang kembali tutupnya dan aduk setelah itu buka tutupnya dan tambahkan 4 tetes reagen kembali, pasang kembali tutupnya dan putar larutan. masukkan kembali kuvet ke dalam meteran.

Tekan dan tahan tombol sampai timer ditampilkan pada LCD atau, sebagai alternatif, tunggu selama 3 menit 30 detik dan tekan tombol. Instrumen menampilkan hasil dalam mg/L (ppm) amonia nitrogen ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), untuk mengubah pembacaan menjadi ppm amonia ( $\text{NH}_3$ ), kalikan pembacaan dengan faktor 1,214 lalu meteran akan mati secara otomatis setelah 10 menit.

### 3.5.3.7. COD

Pengukuran COD ini yaitu, sampel limbah akan dioksidasi oleh kalium bikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) digunakan sebagai sumber oksigen (oxidizing agent).

Oksidasi terhadap bahan buangan organik akan mengikuti reaksi berikut ini :



Pengukuran COD didasarkan pada, bahwa hampir semua bahan organik dapat dioksidasi menjadi karbondioksida dan air dengan bantuan oksidator kuat (kalium bikromat/ $K_2Cr_2O_7$ ) dalam suasana asam. Dengan menggunakan kalium bikromat sebagai oksidator, diperkirakan sekitar 95%-100% bahan organik dapat dioksidasi ( Effendi, 2003).

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

Keterangan :

$V_1$  : volume larutan standart yang terpakai selama proses titrasi (ml)

$N_1$  : konsentrasi larutan standart yang digunakan (N)

$V_2$  : volume sampel yang digunakan (ml)

$N_2$  : konsentrasi zat yang ingin diketahui (N).

### 3.5.3.8. BOD

Analisis BOD dilakukan di Laboratorium Kimia Laut Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Prosedur pengujian BOD mengacu pada Fajri *et al.* (2020). Adapaun rangkaian. Botol winkler disiapkan 2 buah dan ditandai masing-masing  $A_1$  dan  $A_2$ . Larutan sampel uji dan larutan air pengencer dimasukkan ke dalam masing-masing botol winkler  $A_1$  dan  $A_2$  sampai meluap. Kemudian botol ditutup secara hati-hati untuk menghindari gelembung udara.

Pengadukan dilakukan beberapa kali, ditambahkan akuades pada sekitar mulut botol winkler yang telah ditutup. Botol A<sub>2</sub> disimpan di lemari inkubator 20°C ± 1°C selama 5 hari. A<sub>1</sub> ditambahkan 1 mL larutan MnSO<sub>4</sub>, lalu ditambahkan 1 mL alkaliiodida azida dan 1 mL larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, serta 1-2 tetes amilum. Pengukuran dengan metode titrasi secara iodometri (modifikasi azida), nilai oksigen terlarut nol hari (A<sub>1</sub>). Pengukuran oksigen terlarut pada nol hari paling lama 30 menit pengenceran. Pengerjaan tahap 5 dan 6 diulangi pada botol A<sub>2</sub> yang telah diinkubasi 5 hari. Penetapan blanko dilakukan dengan menggunakan larutan pengencer tanpa sampel. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (B<sub>1</sub>) dan nilai oksigen terlarut 5 Hari (B<sub>2</sub>). Penetapan kontrol standar dilakukan dengan menggunakan larutan glukosa asam glutamat.

#### **3.5.3.9. Fe (Besi)**

Analisis besi (Fe) mengacu pada metode Lubis (2018) kurva kalibrasi dengan tahapan sebagai berikut, operasikan alat sesuai dengan pengoperasian alat atau prosedur yang sudah di tentukan, lalu tambahkan larutan modifier kalium sebagai sesuai dengan SSA yang digunakan. Campurkan larutan blanko ke dalam larutan SSA kemudian atur sehingga serapan mencapai nol, lalu campurkan satu persatu kedalam larutan SSA lalu ukur serapan pada gelombang 248,3 nm, setelah itu dilakukan pembilasan pada selang dengan larutan pengencer.

#### **3.5.3.10. Mangan**

Selanjutnya analisa mangan mengacu pada Lubis (2018) yaitu dengan cara disiapkan larutan seri standar Mn dengan konsentrasi 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 ppm, kemudian diukur absorbansi larutan standar dan larutan pada panjang gelombang

213 nm selanjutnya buat kurva kalibrasi dan hitung konsentrasi pada larutan sampel. Larutan Seri Standar Mn 0,3; 0,6; 0,9; 1,2 mg/L.

### 3.6. Hipotesis dan Asumsi

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

HO : Tidak ada pengaruh konsentrasi limbah lindi yang telah disaring terhadap kelimpahan *Chlorella* sp.

HI : Ada pengaruh pemberian limbah lindi yang telah disaring terhadap kelimpahan *Chlorella* sp.

Sedangkan asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- a. Sampel yang diambil dianggap mewakili keadaan pada keseluruhan sampel.
- b. Tingkat keahlian dan ketelitian dalam setiap pengambilan sampel sama.

### 3.7. Analisis Data

Data yang dianalisis meliputi parameter Nitrat, Fosfat, pH, suhu, serta kelimpahan sel/ml dan biomasa *Chiarella* sp. data-data tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Data diolah secara statistik dengan menggunakan metode analisis variansi (ANAVA) dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada taraf signifikan 95% untuk mengetahui beda tidak maka dilakukan pengujian hipotesis dengan dasar penentuan keputusan sebagai berikut:

1. Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka hipotesis ditolak
2. Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka hipotesis diterima.

## VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Laju Kelimpahan Sel *Chlorella* sp.

Pada penelitian utama ini pengkulturan dilakukan pada Laboratorium Mikroalga dan Pakan Ikan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. Jumlah sel *Chlorella* sp. yang dimasukkan ke dalam media kultur yaitu sebanyak 25 ml/L. Sebelum *Chlorella* sp. dimasukkan ke dalam media kultur dilakukan pengecekan jumlah sel *Chlorella* sp. terlebih dahulu dengan menggunakan mikroskop untuk menghitung jumlah kelimpahan sel. Hasil dari kultur *Chlorella* sp. menggunakan limbah lindi yang disaring dengan dosis yang berbeda pada tiap perlakuan selama 15 hari menunjukkan rata-rata pertumbuhannya yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Rata-rata Kelimpahan Sel *Chlorella* sp.  $10^3$  sel/ml

Perlakuan / Hari	Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp. $10^3$ sel/ml							
	0	2	4	6	8	10	12	14
P1	264	1733	1783	<b>1950*</b>	1733	1575	1425	1300
P2	264	1750	1817	1850	1917	<b>2250*</b>	1875	1650
P3	264	1333	1850	<b>1867*</b>	1700	1600	1425	1200
P4	264	1300	1450	1583	<b>1667*</b>	1550	1350	1200
P5	264	1375	1417	1450	1533	<b>1650*</b>	1450	1400

Keterangan: \*) Puncak *Chlorella* sp.

P1 : 800 ml limbah lindi

P2 : 1600 ml limbah lindi

P3 : 2400 ml limbah lindi

P4 : 3200 ml limbah lindi

P5 : 4000 ml limbah lindi

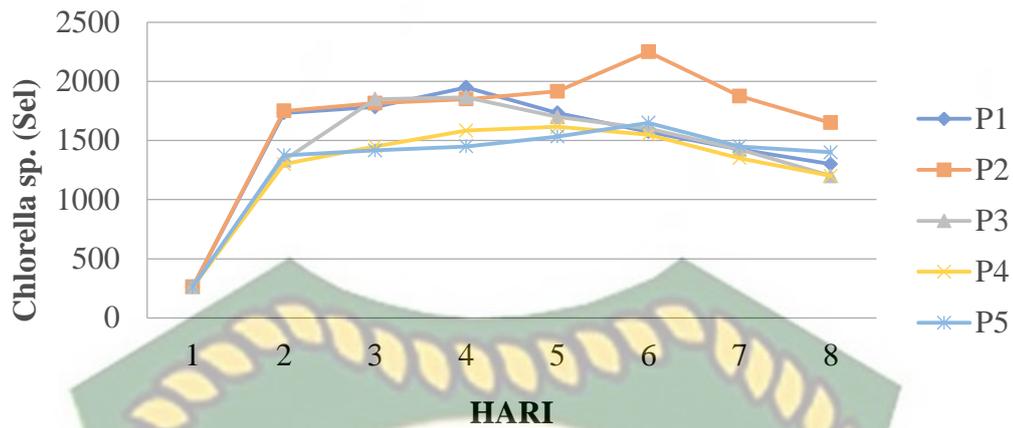
Berdasarkan Tabel 4.1. rata-rata kelimpahan sel *Chlorella* sp. yang diberikan lindi sebagai pupuk untuk kelimpahan *Chlorella* sp. puncak tertinggi pada perlakuan P1 terjadi pada hari ke-6. Kemudian puncak kelimpahan pada perlakuan P2 hari ke 10, P3 terjadi puncak pada hari ke 6, setelah itu P4 terjadi pada hari ke 8 dan P5 terjadi puncak pada hari ke 10. Pada perlakuan P2 terjadi

puncak kelimpahan yaitu sebesar 2.250.000 sel/ml yang terjadi pada hari ke-10, hal ini dikarenakan air lindi yang diberikan dengan cara disaring dapat membuat terjadinya kelebihan jumlah nutrisi tambahan secara murni untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Hal ini sesuai dengan pendapat Arsyad, (2018) bahwa penyaringan pada limbah cair sangat berpengaruh terhadap kinerja tumbuh mikroalga *Chlorella* sp. itu sendiri.

Kelimpahan *Chlorella* sp. juga di pengaruhi oleh cahaya lampu yang digunakan pada saat penelitian, karena *Chlorella* sp. akan menyerap energi cahaya dan merubahnya menjadi energi kimia melalui proses fotosintesis. Menurut He *et al.*, (2010) bahwa pada kondisi intensitas cahaya tinggi, sel yang tumbuh mampu menghasilkan kelimpahan yang tinggi, sehingga terjadi peningkatan jumlah kepadatan *Chlorella* sp.

Tetelepta, (2011) menyatakan bahwa penelitian yang dilakukan di dalam laboratorium atau ruangan, dengan cahaya lampu sebagai sumber cahaya, sehingga kondisi lingkungannya lebih stabil selain itu dengan penggunaan pupuk limbah cair yang digunakan, sehingga nutrisi yang menunjang kemelimpahan *Chlorella* sp. lebih tinggi.

Peningkatan pertumbuhan sel *Chlorella* sp. disebabkan oleh interaksi positif antara *Chlorella* sp. dengan limbah lindi dimana unsur hara yang terdapat dalam media kultur menjadi nutrisi yang bisa dimanfaatkan dengan baik oleh *Chlorella* sp. Menurut Komarawidjaja (2010) pertumbuhan mikroalga sangat dipengaruhi oleh kandungan nutrien terutama nitrat dan fosfat melalui proses fotosintesis. Untuk perbedaan rata-rata pertumbuhan *Chlorella* sp. dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Rata-rata Pertumbuhan *Chlorella* sp.

Berdasarkan pada Gambar 4.1. dapat dilihat diatas peningkatan pertumbuhan sel *Chlorella* sp. disebabkan oleh interaksi positif antara *Chlorella* sp. dengan limbah cair lindi. Limbah cair lindi memacu pertumbuhan *Chlorella* sp. dan disisi lain kualitas limbah cair lindi juga meningkat dengan menurunnya kadar senyawa polutan yang terdapat pada limbah cair lindi. Sedangkan jumlah sel yang terendah terdapat pada P5 yaitu sebanyak 1.650.000 sel/ml. Adapun yang mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp. yaitu terjadi eksponensial (penurunan), hal ini karena *Chlorella* sp. mampu menyerap nutrisi pada limbah cair lindi secara optimal (Farikhah, 2012). Nutrisi penting yang dibutuhkan oleh *Chlorella* adalah nitrogen. Menurut Gunawan (2010) kepadatan sel mikroalga tertinggi dihasilkan pada taraf konsentrasi nitrogen tertinggi dan nitrogen merupakan bahan penting penyusun asam amino, amida, nukleoprotein, serta esensial untuk pembelahan sel dan pembesaran sel, oleh karena itu nitrogen penting untuk pertumbuhan.

Peningkatan angka kelimpahan *Chlorella* sp. disebabkan oleh faktor lain seperti kandungan ammonia yang tinggi pada media tersebut sesuai keadaan lapangan. Menurut Oh-Hama dan Miyachi (1988) dalam Irianto, (2011) ammonia bersifat racun bagi mikroalga, namun berbeda halnya jika ammonia yang tinggi

disertai dengan pH perairan  $< 7$ , maka akan terjadi proses ionisasi ammonia yang akhir prosesnya akan menghasilkan ammonium dan ammonium inilah yang merupakan sumber nutrisi bagi mikroalga tersebut serta bentuk senyawa nitrogen yang lebih disukai oleh mikroalga adalah ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), karena proses transportasi dan asimilasi ion ammonium oleh sel mikroalga membutuhkan energi yang lebih sedikit dibandingkan dengan transportasi dan asimilasi ion nitrat ( $\text{NO}_3$ ).

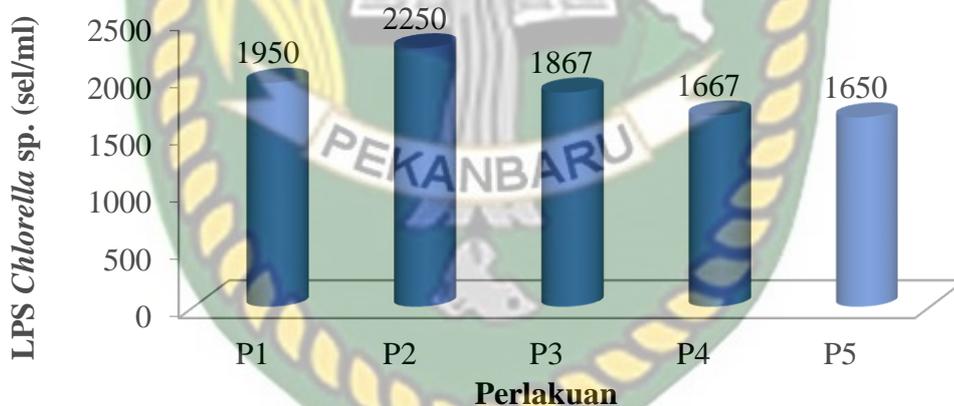
Setelah fase eksponensial, akan terjadi fase penurunan laju pertumbuhan. Pada fase ini pembelahan sel tetap terjadi, namun tidak seintensif pada fase eksponensial. Menurut Farikhah, (2012) fase penurunan pertumbuhan ditandai dengan menurunnya jumlah sel dan jumlah kepadatan sel *Chlorella* semakin menurun, karena nutrisi yang tersedia dalam limbah cair lindi mulai berkurang. Selain itu faktor cahaya dan suhu juga merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp.

Menurut Kawaroe, (2010) kepadatan sel *Chlorella* sp. dipengaruhi oleh temperatur, aerasi, cahaya, pH kemudian intensitas cahaya memegang peran yang sangat penting karena cahaya dibutuhkan oleh *Chlorella* sp. untuk proses fotosintesis. Menurut Gunawan (2012) energi yang dihasilkan dari proses fotosintesis digunakan untuk biosintesis sel, bergerak atau berpindah, dan reproduksi intensitas cahaya sangat diperlukan dalam proses fotosintesis karena hal ini berhubungan dengan jumlah energi yang diterima oleh mikroalga untuk melakukan fotosintesis dan proses fotosintesis menghasilkan glukosa yang nantinya akan digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan perkembangan sel.

#### 4.2. Laju Pertumbuhan Spesifik

Pertumbuhan dari *Chlorella* sp. yang dihasilkan dapat dilihat dan dibandingkan dengan jelas puncak tertingginya baik dari fase ekponensial dan stationer, pertumbuhannya yang disajikan pada Gambar 4.2.

Berdasarkan dari Gambar 4.2. terlihat bahwa pertumbuhan *Chlorella* sp. yang tertinggi terdapat pada P2 (10%), hal ini dikarenakan di dalam limbah lindi mengandung unsur hara nitrat (25,46) dan fosfat (2,51) yang cukup tinggi. Unsur hara tersebut dimanfaatkan *Chlorella* sp. untuk pertumbuhan selnya karena *Chlorella* sp. merupakan salah satu mikroalga yang membutuhkan unsur hara untuk sintesis klorofil dalam proses fotosintesis *Chlorella* sp. Nitrat adalah unsur hara yang diperlukan untuk proses fotosintesis (Herawati, 2008).



Gambar 4.2. Laju Pertumbuhan Spesifik kelimpahan sel *Chlorella* sp.

Dari Gambar 4.2. terlihat bahwa tingkat pertumbuhan sel tiap perlakuan sangat bervariasi. Dimana perlakuan paling tinggi pertumbuhan selnya terdapat pada P2 dengan dosis limbah lindi (10%) sebanyak  $2.250 \times 10^3$  sel/ml, diikuti oleh perlakuan P1 (5%) sebanyak  $1.950 \times 10^3$  sel/ml, P3 (15%) sebanyak  $1867 \times 10^3$  sel/ml, P4 (20) sebanyak  $1667 \times 10^3$  sel/ml, dan P5 (25%) sebanyak  $1650 \times 10^3$  sel/ml.

Sedangkan untuk perlakuan lainnya tidak terlalu tinggi pertumbuhan selnya, dikarenakan unsur hara yang terdapat dalam media kultur tidak bisa dimanfaatkan dengan baik oleh *Chlorella* sp. Sesuai menurut Vitriani (2016), menyatakan bahwa tingginya laju pemanfaatan nutrisi, baik nitrat ataupun fosfat merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan *Chlorella* sp.

Rendahnya pemanfaatan unsur hara disebabkan karena kurangnya cahaya yang masuk ke dalam media kultur dalam membantu proses fotosintesis *Chlorella* sp. Menurut Edward (2010) cahaya merupakan kebutuhan utama dari mikroalga karena mikroalga merupakan organisme fototrof yang menggunakan cahaya sebagai sumber energi. Intensitas cahaya sangat diperlukan dalam proses fotosintesis karena hal ini berhubungan dengan jumlah energi yang diterima oleh mikroalga untuk melakukan fotosintesis (Backer, 1994).

Hasil penelitian dari Hasanudin (2012) bahwa *Scenedesmus* sp yang dibudidayakan pada limbah cair tapioka dengan pemberian intensitas cahaya yang berbeda menunjukkan pada pemberian intensitas cahaya yang semakin tinggi, menunjukkan pola pertumbuhan *Scenedesmus* sp semakin cepat dalam mencapai puncak pertumbuhan.

Faktor lingkungan yang mempengaruhi kelimpahan *Chlorella* sp. pada penelitian ini adalah pH dan suhu yang berkisar antara 6-8 dan 27-29°C. Pada setiap perlakuan suhu dan pH masih dalam kisaran optimal sehingga pertumbuhan *Chlorella* sp. tetap berjalan dengan baik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dominic *et al.*, dalam Sidabutar (2016) yaitu pH yang digunakan untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar antara 6-8 dimana kondisi pH tersebut *Chlorella* sp. dapat tumbuh optimal.

Hasil perhitungan kelimpahan *Chlorella* sp. diperoleh uji hasil ANOVA untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah lindi dengan dosis yang berbeda yaitu (5%, 10%, 15%, 20%, 25%) untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Hasil dari analisis ANOVA kelimpahan *Chlorella* sp. pada penelitian utama diperoleh nilai  $F_{hitung}$  (5,85) > dari  $F_{tabel}$  (3,48) 0,05 pada tingkat ketelitian 95%, maka pemanfaatan limbah lindi dengan dosis yang berbeda, menunjukkan bahwa adanya pengaruh yang nyata dari pemanfaatan limbah lindi terhadap kelimpahan sel *Chlorella* sp. sehingga hipotesis yang diajukan pada penelitian ini untuk  $H_0$  ditolak dan untuk  $H_1$  diterima.

#### 4.3. Biomassa Mikroalga *Chlorella* sp.

Untuk pengukuran biomassa dari *Chlorella* sp. pada penelitian utama ini dilakukan sebanyak 1 kali. Hasil pengukuran biomassa dari *Chlorella* sp. disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Rata-rata Biomassa *Chlorella* sp.

Perlakuan	Berat Basah (g/L)	Berat Kering (g/L)	Biomassa
P1	1,10	0,31	0,79
P2	1,28	0,33	0,95
P3	0,95	0,29	0,66
P4	0,90	0,25	0,65
P5	0,70	0,22	0,48

Sumber: Laboratorium Mikroalga Nutrisi dan Pakan Ikan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau

Pada penelitian ini biomassa didapat dari hasil perhitungan berat basah dikurangi berat kering dengan menggunakan sentrifus kemudian di oven. Dimana diambil 1 liter *Chlorella* sp. kemudian disaring menggunakan saringan planktonnet, setelah itu hasil saringan di sentrifus dan dioven dengan

menggunakan wadah alumunium foil, setelah itu ditimbang dari hasil pengovenan.

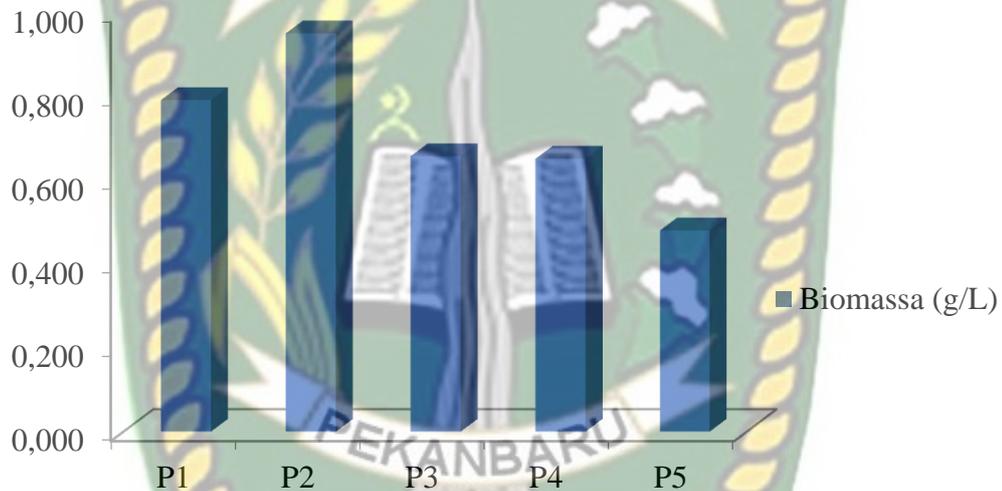
Biomassa *Chlorella* sp. selama pengkulturan pada penelitian ini yang tertinggi terdapat pada P2 yaitu (9,50) dan untuk yang terendah pada P5 yaitu (4,80). Besarnya biomassa pada penelitian ini sebanding dengan kelimpahan dari sel *Chlorella* sp. semakin melimpah sel mikroalga maka semakin berat biomassa *Chlorella* sp.

Dapat dilihat pada Tabel 4.2. adanya perbedaan besarnya biomassa setiap perlakuan pada penelitian ini dikarenakan persentase limbah lindi yang diberikan, sehingga mempengaruhi tingkat kekeruhan atau warna air tempat media kultur *Chlorella* sp. dan disebabkan juga dari kurangnya jumlah nutrisi yang diberikan. Dosis limbah lindi yang berbeda akan mempengaruhi warna media kultur dan juga dari nutrisinya, dimana pada P1 biomasanya lebih rendah dari pada P2 dikarenakan unsur hara atau nutrisinya kurang sehingga tidak mencukupi untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Sedangkan pada P3, P4, dan P5 dosis limbah lindi yang terlalu tinggi membuat warna dari media kultur sangat hitam, sehingga diduga warna airnya yang sangat hitam membuat cahaya tidak masuk ke dalam media kultur dan proses fotosintesis menjadi terganggu. Karena *Chlorella* sp. merupakan organisme yang melakukan fotosintesis untuk pertumbuhan selnya.

Fotosintesis membutuhkan cahaya yang dimana cahaya tersebut akan diserap oleh pigmen-pigmen yang ada pada *Chlorella* sp. Kualitas cahaya merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kehidupan mikroalga, salah satunya adalah jenis atau sumber cahaya yang memiliki panjang gelombang antara 400-700 nm (Facta *et al.*, 2006).

Pertumbuhan kultur mikroalga sangat dipengaruhi oleh kandungan nutrisi terutama nitrat dan fosfat melalui proses fotosintesis. Dapat dibuktikan melalui ketersediaan nitrat dan fosfat masih dikategorikan baik untuk dimanfaatkan *Chlorella* sp. (Komarawidjaja, 2010).

Pada penelitian ini nampak perbedaan biomassa dari *Chlorella* sp. di setiap masing-masing perlakuan. Untuk lebih jelasnya tentang perbedaan besarnya biomassa tiap-tiap perlakuan disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Hasil Pengukuran Biomassa *Chlorella* sp. (g/L)

Pada Gambar 4.3. rata-rata setiap perlakuan yang menghasilkan biomassa yang paling tinggi adalah pada P2 mencapai (9,50) pada hari ke-10, sedangkan biomassa yang paling rendah yaitu pada P5 sebesar (4,80) pada hari ke-10 juga. Menurut Nutriyani dalam Vitriani (2016), mengatakan bahwa faktor tingginya pertumbuhan biomassa ini dipengaruhi juga oleh jumlah dari limbah lindi.

Tingginya biomassa pada P2 dikarenakan unsur hara yang cukup untuk diserap oleh mikroalga *Chlorella* sp. Hal ini juga didukung oleh faktor lingkungan yang sangat mendukung pertumbuhan *Chlorella* sp. yaitu media kultur yang warnanya tidak terlalu hitam sehingga cahaya mudah masuk dan unsur hara

bisa dimanfaatkan dengan baik melalui proses fotosintesis dan diikuti oleh pH dan suhu yang masih standar yang berkisar antara 6-8 dan suhu 26-28 °C.

*Chlorella* sp. bersifat fotoautotrof sehingga membutuhkan cahaya sebagai sumber energi untuk pertumbuhan selnya. Energi yang dihasilkan dari proses fotosintesis digunakan untuk biosintesis sel bergerak atau berpindah dan reproduksi (Kawaroe, 2010).

#### 4.4. Kualitas Air

Adapun pada penelitian kali ini untuk kualitas air yang diukur ada beberapa kadar kandungan didalamnya, gunanya untuk melihat seberapa besar kandungan yang terdapat didalamnya kemudian untuk menentukan tumbuh atau tidak *Chlorella* sp. Hasil dari kualitas air yang diukur bisa dilihat pada point-point dibawah ini.

##### 4.4.1. Suhu (°C)

Pengukuran suhu pada penelitian dilakukan setiap 2 hari sekali yang dilakukan selama 15 hari. Pengukuran suhu pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat thermometer. Hasil pengukuran suhu pada media kultur pada penelitian ini disajikan pada Tabel 4.3.

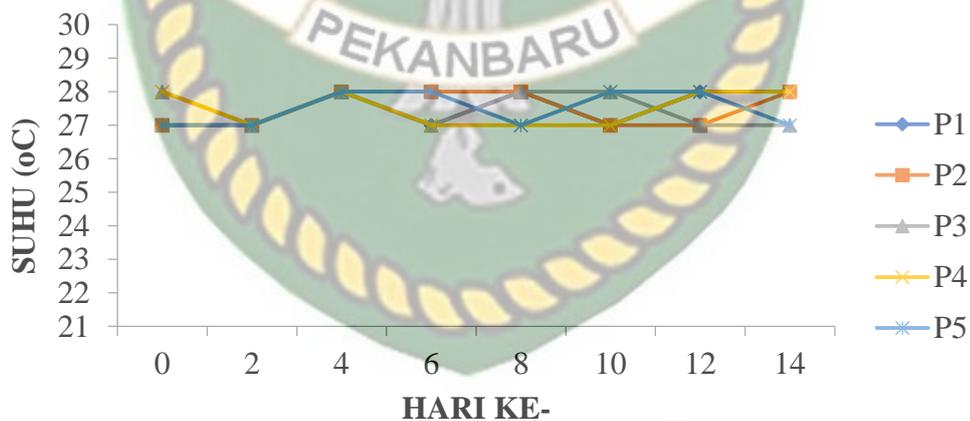
Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Rata-rata Suhu Tiap Perlakuan

Hari Ke	Pengukuran Suhu (°C)				
	P1	P2	P3	P4	P5
0	27	27	28	28	27
2	27	27	27	27	27
4	28	28	28	28	28
6	27	28	27	27	28
8	28	28	28	27	27
10	27	27	28	27	28
12	28	27	27	28	28
14	28	28	27	28	27

Sumber : Data Primer

Dapat dilihat Tabel 4.3. hasil dari pengukuran suhu pada media kultur mikroalga *Chlorella* sp. setiap perlakuan sangat mendukung untuk pertumbuhan dari *Chlorella* sp. Untuk kisaran rata-rata suhu yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 26-28 °C. Kisaran suhu tersebut merupakan suhu optimal bagi perkembangbiakkan *Chlorella* sp. Menurut pendapat Isnansetyo dan Kurniastuty dalam Prabowo (2009), suhu optimun bagi pertumbuhan *Chlorella* sp. adalah antara 25-30 °C. Untuk kultur *Chlorella* sp. diperlukan suhu antara 25-35 °C. Sedangkan menurut Raymont dalam Sidabutar (2016), bahwa suhu optimum untuk pertumbuhan fitoplankton adalah 25-32 °C.

Pada penelitian ini untuk rata-rata suhu setiap perlakuan selama penelitian berlangsung tidak jauh berbeda, akan tetapi pada waktu tertentu suhu mengalami kenaikan yang cukup tinggi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Pengukuran Suhu Tiap Perlakuan

Berdasarkan Gambar 4.4. rata-rata suhu pada perlakuan tidak jauh berbeda, pada setiap perlakuan. Secara umum nilai suhu mengalami stabil yaitu pada suhu 26-29 °C. Hal ini terjadi karena cuaca saat hari ke-12 berlangsung cuaca yang cukup panas sehingga dikatagorikan bersuhu tinggi. Namun pada kondisi

tersebut, *Chlorella* sp. masih dapat hidup dengan baik. Menurut pendapat Taw (1990), hampir semua fitoplankton terhadap suhu antara 16-32 °C. Suhu di bawah 16 °C dapat menyebabkan kecepatan pertumbuhan menurun, sedangkan suhu di atas 36 °C dapat menyebabkan kematian pada jenis tertentu.

Riyono dalam Vitriani (2016), menyatakan bahwa suhu yang tinggi dapat menaikkan laju maksimum fotosintesis. Secara umum, laju fotosintesis meningkat apabila suhu di perairan meningkat, akan tetapi ada saatnya akan turun drastis setelah mencapai suatu titik tertentu. Hal ini disebabkan setiap spesies fitoplankton selalu beradaptasi terhadap suatu kisaran suhu tertentu.

#### 4.4.2. Derajat Keasaman (pH)

Untuk pengukuran pH pada penelitian ini dilakukan setiap 5 hari sekali dengan menggunakan alat pengukur pH. Nilai pH dari limbah lindi yang telah disaring pada saat sebelum dilakukan pengkulturan terjadi perubahan yang dimana sebelum dimasukkannya bibit *Chlorella* sp. pH berkisar 7 dan setelah dilakukannya pengkulturan pH-nya ada yang mencapai 8. Hasil dari pengukuran pH pada masing-masing perlakuan yang dilakukan selama penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Pengukuran pH pada Penelitian

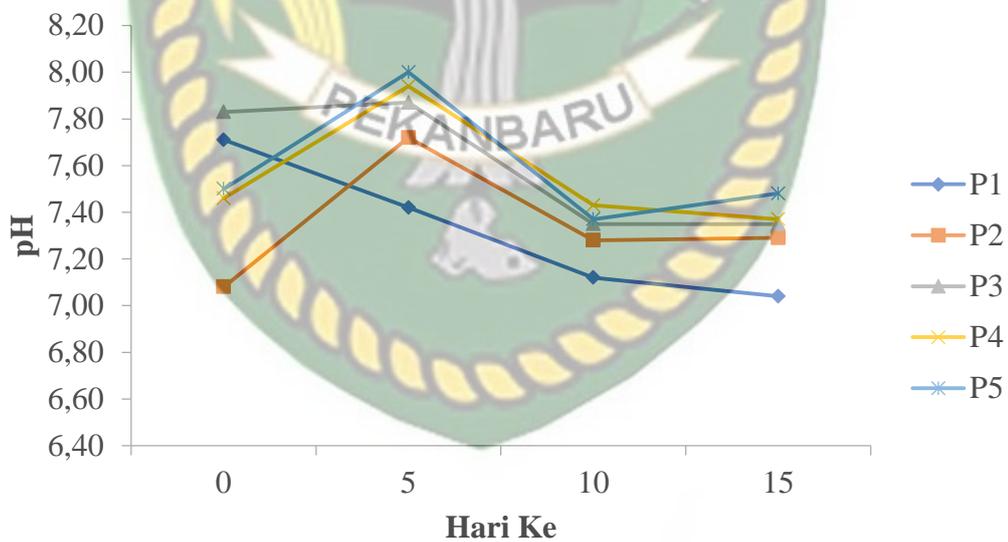
Hari Ke	Perlakuan				
	P1 (5%)	P2 (10%)	P3 (15%)	P4 (20%)	P5 (25%)
0	7,71	7,08	7,83	7,46	7,5
5	7,42	7,72	7,87	7,94	8
10	7,12	7,28	7,35	7,43	7,37
15	7,04	7,29	7,35	7,37	7,48

Sumber : Data Primer

Dapat dilihat dari Tabel 4.4. hasil pengukuran pH pada penelitian ini untuk setiap perlakuan sangat mendukung untuk pertumbuhan dari *Chlorella* sp. karena

rata-rata nilai pH berkisar 7-8. Menurut Kaswadji dalam Sidabutar (2016) nilai pH untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar 7,2-8,5. Semakin tinggi konsentrasi limbah yang diberikan pada media kultur, maka pH pada media kultur juga ikut meningkat. Hal disebabkan oleh tingginya kandungan bahan mineral yang ada pada limbah lindi, karena alkalinitas atau jumlah basa yang terkandung pada air bisanya berkaitan dengan kesadahan air dimana faktor yang membuat kesadahan air tinggi adalah kadar garam-garam mineral di dalam perairan, seperti Mg, Cu, Ca, dan Fe (Effendi, 2003).

Untuk perubahan rata-rata pH pada tiap perlakuan selama penelitian berlangsung tidak jauh berbeda, namun setelah beberapa hari pengkulturan pH mengalami perubahan yang cukup tinggi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4.5. Hasil Pengukuran pH pada Tiap Perlakuan

Dari Gambar 4.5. pH limbah cair lindi setelah pemberian isolat *Chlorella* sp. adalah meningkat pada hari ke-0 sampai ke-5. Perubahan nilai pH yang ditunjukkan pada gambar 4.5 dimungkinkan adanya metabolisme yang dilakukan

oleh mikroalga *Chlorella* sp. yang diberi lindi dengan cara disaring. Pada setiap perlakuannya nilai pengukuran pH masih stabil untuk pertumbuhan dari *Chlorella* sp. jadi masih aman untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Rentang perubahan pH masih termasuk dalam rentang pH optimal dalam perubahan pH *Chlorella* sp. yaitu 7-8 (Nielsen dalam Sidabutar, 2016).

Secara umum dari pengamatan hari ke-0 sampai ke-15 semua perlakuan mengalami peningkatan pH pada hari ke-0 sampai hari ke-5. Menurut Farikhah, (2012) kemungkinan hal tersebut terjadi karena adanya aktivitas fotosintesis yang dilakukan oleh *Chlorella* sp. dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan komponen utama dalam proses fotosintesis. Sedangkan pada hari ke-10 sampai ke-15 mengalami penurunan. Hal ini sesuai menurut Prihantini, (2005) karena meningkatnya kadar CO<sub>2</sub> dalam air limbah, menyebabkan nilai pH menurun dari keadaan netral menjadi asam dan pada proses fotosintesis, karbondioksida (CO<sub>2</sub>) bebas merupakan jenis karbon anorganik utama yang dibutuhkan mikroalga. Mikroalga juga menggunakan ion karbonat (CO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dan ion bikarbonat (HCO<sub>3</sub>). Oleh karena itu penyerapan CO<sub>2</sub> bebas dan bikarbonat oleh mikroalga menyebabkan peningkatan konsentrasi CO<sub>2</sub> terlarut dan mengakibatkan penurunan nilai pH (Prihantini, 2005).

#### 4.4.3. Nitrat (NO<sub>3</sub>)

Pada penelitian ini untuk pengukuran nitrat dilakukan sebanyak 4 kali, dimana pengukurannya pada hari ke-0, hari ke-5, hari ke-10, dan hari ke-15. Pengukuran nitrat dilakukan di Laboratorium Kimia Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Untuk hasil dari analisis kandungan nitrat pada air lindi yang telah disaring dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Analisis Kandungan Nitrat pada Penelitian

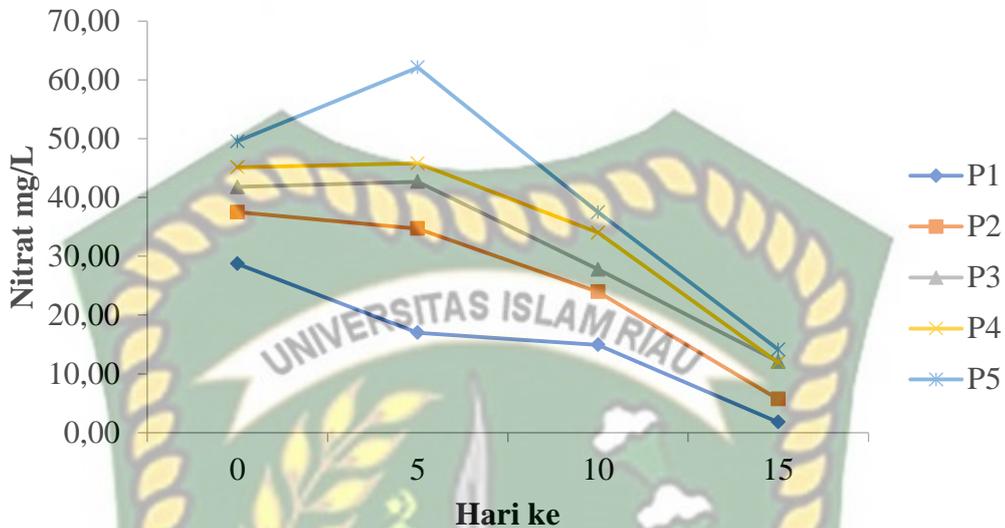
Perlakuan	Hasil Pengukuran Nitrat (mg/L)			
	0	5	10	15
P1	28,74	17,01	14,92	1,80
P2	37,49	34,71	23,95	5,69
P3	41,80	42,70	27,77	12,08
P4	45,13	45,83	34,02	11,94
P5	49,58	62,14	37,49	14,16

Sumber : Laboratorium Kimia Ilmu Kelautan Universitas Riau

Berdasarkan dari Tabel 4.5. dapat dilihat bahwa pengukuran Nitrat pada penelitian ini yaitu terjadi penurunan. Hal ini limbah cair lindi umumnya mempunyai senyawa N dalam bentuk N organik, yaitu N-ammonia (N-NH<sub>3</sub>), N-nitrit (N-NO<sub>2</sub>), dan N-nitrat (N-NO<sub>3</sub>) (Farikhah, 2012). Senyawa nitrat (NO<sub>3</sub>) inilah yang dapat diserap langsung oleh mikroalga untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dalam pertumbuhannya dan untuk nitrit (NO<sub>2</sub>) akan diubah terlebih dahulu melalui proses nitrifikasi menjadi bentuk senyawa nitrat (NO<sub>3</sub>) yang akhirnya dapat diserap oleh mikroalga tersebut (Zulkifli, 2001).

Menurut Xin *et al.*, (2010) mikroalga dapat mengurangi senyawa polutan pada air limbah domestik atau rumah tangga, nitrat juga terkandung dalam air limbah rumah tangga tersebut sebagai sumber nitrogen mikroalga dalam pertumbuhannya. Menurut Effendi (2003) *dalam* Hartanti (2008) degradasi bahan organik melalui proses oksidasi secara aerob akan menghasilkan senyawa-senyawa yang lebih stabil dan proses oksidasi bahan organik dilakukan oleh berbagai jenis mikroorganisme dalam air serta dekomposisi bahan organik pada dasarnya melalui dua tahap yaitu bahan organik diuraikan menjadi bahan anorganik. Menurut Farikhah, (2012) bahan anorganik yang tidak stabil kemudin mengalami oksidasi menjadi bahan anorganik yang stabil, misalnya ammonia

mengalami oksidasi menjadi nitrat yang disebut juga dengan nitrifikasi. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Hasil Pengukuran Nitrat Selama Penelitian

Dapat dilihat dari Gambar 4.6. bahwa pada hasil pengukuran nitrat yang terakhir mengalami penurunan yang sangat signifikan disetiap perlakuannya. Kandungan nitrat pada penelitian ini berkisar antara 1,80 sampai 62,14 mg/l, hal ini masih dalam kondisi optimum bagi pertumbuhan *Chlorella* sp, karena *Chlorella* sp. memerlukan kandungan nitrat pada kisaran 1,89 sampai 60,23 mg/l (Mackentum, 1969).

Turunnya kandungan nitrat pada setiap perlakuan dikarenakan adanya pemanfaatan unsur hara dalam pertumbuhan *Chlorella* sp. yang terdapat dari air lindi. Dimana pertumbuhan dari *Chlorella* sp. membutuhkan unsur nutrisi yaitu kandungan nitrogen berupa nitrat (Vitriani, 2016).

Produksi biomassa meningkat pada hari ke-0. Menurut Chilmawati *et al.*, (2008) bahwa pada penambahan limbah cair lindi merupakan pupuk terbaik bagi pertumbuhan dan pembentuk biomassa *Chlorella* sp. Hasil biomassa tersebut menunjukkan adanya pengaruh dari penyaringan lindi yang terkandung dalam

pupuk tersebut. Menurut Kadek *et al.*, (2015) parameter yang berpengaruh terhadap akumulasi jumlah biomassa fitoplankton dalam kultur salah satunya yaitu pupuk tambahan yang diberikan dan limbah cair lindi memiliki peran pada kelangsungan hidup mikroalga dan dapat menyebabkan penghambatan aktivitas metabolisme akibat menurunnya fotosintesis yang berkaitan dengan pembentukan biomassa.

Pembentukan biomassa *Chlorella* sp. akan turun pada media dengan jumlah pupuk rendah atau terlalu tinggi, hal tersebut berhubungan dengan menurunnya efisiensi fotosintesis akibat stress disebabkan oleh kadar limbah cair lindi. Menurut Meritasari (2012) saat mikroalga tumbuh pada media yang memiliki kadar nitrat terlalu tinggi atau terlalu rendah, mikroalga akan mengeluarkan tenaga lebih untuk mempertahankan tekanan osmotik dan menyebabkan penurunan biomassa atau terjadinya penurunan pertumbuhan mikroalga.

#### 4.4.4. Fosfat (FO<sub>4</sub>)

Kandungan fosfat pada penelitian ini diukur sebanyak 4 kali, dimana untuk pengukurannya serupa dengan pengukuran nitrat yaitu pada hari ke-0, hari ke-5, hari ke-10, dan hari ke-15. Pengukuran fosfat juga dilakukan di Laboratorium Kimia Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Untuk hasil dari analisis kandungan fosfat pada air lindi yang telah disaring dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Dapat dilihat untuk kandungan fosfat pada setiap perlakuan berbeda-beda, dimana untuk P1 dan P2 dari awal penelitian hingga akhir penelitian kandungan fosfat mengalami penurunan, sedangkan untuk P3, P4, dan P5 mengalami kenaikan pada hari ke-0 sampai hari ke-10 kemudian pada hari ke-15 mengalami

penurunan yang sangat signifikan. Pada P3, P4, dan P5 pada awal-awal penelitian kandungan fosfat kurang dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp. karena nutrisi yang diberikan terlalu berlebih sehingga menghambat *Chlorella* sp. memanfaatkan unsur fosfat.

Tabel 4.6. Hasil Pengukuran Fosfat Selama Penelitian

Perlakuan	Hasil Pengukuran Fosfat (mg/L)			
	0	5	10	15
P1	2,17	2,04	2,05	1,43
P2	2,84	2,72	2,62	1,85
P3	2,96	3,11	3,56	2,24
P4	2,99	3,82	4,11	2,53
P5	3,24	3,93	4,21	3,01

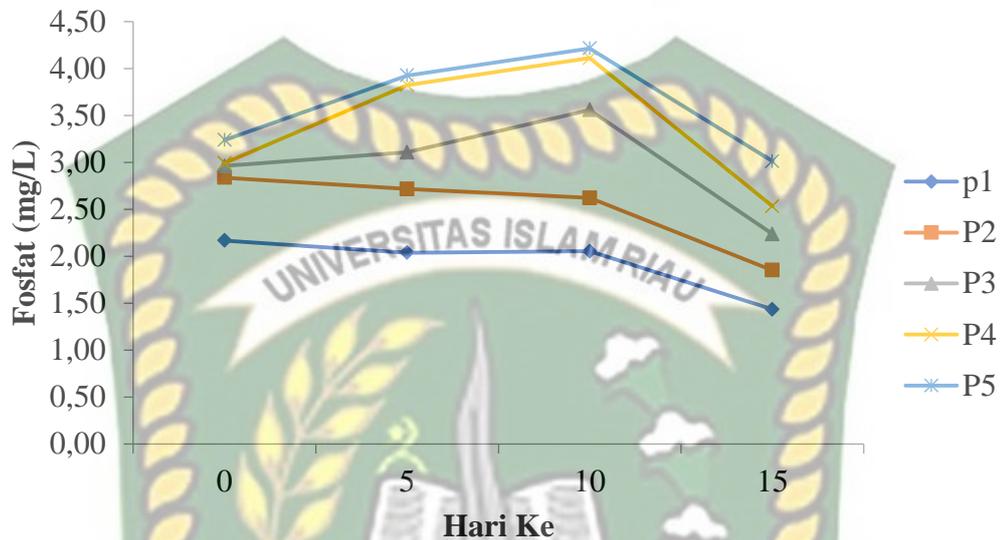
Sumber : Laboratorium Kimia Ilmu Kelautan Universitas Riau.

Menurut Subarijanti (1994), bahwa semakin tinggi pupuk limbah cair yang diberikan maka tingkat kekeruhan juga semakin tinggi, sehingga fosfat semakin tidak dimanfaatkan.

Untuk rata-rata dari kandungan fosfat yang tertinggi terdapat pada P5 yaitu sebesar 3,60 mg/L, sedangkan untuk kandungan fosfat yang terendah pada P1 sebesar 1,92 mg/L. Nilai kandungan fosfat pada setiap perlakuan masih tergolong normal atau masih memenuhi syarat untuk pertumbuhan dari *Chlorella* sp. karena menurut Boroh (2012), pertumbuhan fitoplankton akan melimpah apabila kadar fosfat berkisar 0,27-5,5 mg/L, maka dari itu untuk kandungan fosfat setiap perlakuan sudah memenuhi kebutuhan *Chlorella* sp.

Pemanfaatan dari fosfat yang tertinggi terdapat pada P1, karena fosfat mampu dimanfaatkan dengan baik oleh *Chlorella* sp. untuk pertumbuhannya melalui proses fotosintesis. Fosfat disini dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp. untuk pertumbuhan selnya, maka dari itu kepadatan *Chlorella* sp. terus bertambah setiap harinya.

Rata-rata pemanfaatan fosfat disetiap perlakuan berbeda-beda, perlakuan yang diberikan dosis tinggi untuk fosfatnya kurang dimanfaatkan. Supaya lebih jelas lagi dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Hasil Pengukuran Kandungan Fosfat Selama Penelitian

Dapat dilihat pada Gambar 4.7. dapat dilihat pada hasil diatas yaitu pada hari ke-0 sampai ke-10 mengalami kenaikan sedangkan pada hari ke-15 mengalami penurunan. Menurut Diana, (2010) kelebihan penambahan pupuk cair merupakan bahan atau unsur hara yaitu fosfat yang berfungsi untuk mempertahankan pigmen. Hal ini terbukti pada penelitian ini dengan lebih hijaunya sel *Chlorella* sp. yang dikultur pada penambahan jumlah pupuk cair dengan penyaringan. Menurut Round (1973) kekurangan fosfor dapat menyebabkan sel alga kehilangan pigmen. Pada hari ke-15 pertumbuhan paling rendah setiap perlakuan.

Hal ini disebabkan sangat sedikitnya unsur hara mikro yang tersedia walaupun unsur nitrogen dan fosfor sudah tinggi dan sudah terdapat pula unsur vitamin sebagai pemacu pertumbuhan dan unsur hara mikro yang tersedia dalam limbah cair yang ditambahkan disebabkan sangat sedikit jumlahnya sehingga

kurang mendukung pertumbuhan, sedangkan peranan unsur mikro nutrien dalam laju pertumbuhan sangat besar yaitu bersama-sama makro nutrien melakukan proses respirasi dan metabolisme.

Pernyataan ini sesuai menurut Hastuti (2001), bahwa nutrien yang diberikan pada media kultur dalam jumlah berlebih maka bersifat racun yang dapat menghambat pertumbuhan, karena dengan adanya sifat racun maka efektivitas metabolisme sel secara langsung akan terganggu.

Kandungan fosfat pada penelitian ini masih tergolong normal untuk proses pertumbuhan *Chlorella* sp. sehingga masih termanfaatkan dengan baik. Menurut Boroh (2012), menyatakan untuk pertumbuhan sel mikroalga akan melimpah apabila kandungan fosfat mencapai optimum yaitu sebesar 0,27-5,5 mg/L, dan apabila kandungan fosfat tidak mencapai 0,02 mg/L maka kandungan fosfat akan menjadi faktor pembatas untuk pertumbuhan *Chlorella* sp.

Secara umum kandungan fosfat dapat termanfaatkan oleh *Chlorella* sp. sebagai pembentuk klorofil dan pembelaan sel sehingga semakin cepat pembelahan sel maka semakin cepat juga pertumbuhan dan kelimpahan sel tersebut (Amini, 2004).

#### **4.4.5. Ammonia (NH<sub>3</sub>)**

Pada penelitian ini ammonia juga dapat berpengaruh dalam pertumbuhan dari *Chlorella* sp. Untuk pengukuran ammonia pada penelitian ini sama halnya dengan nitrat dan fosfat yang dilakukan sebanyak 4 kali selama penelitian. Hasil dari pengukuran ammonia dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Hasil Pengukuran Ammonia (NH<sub>3</sub>) Selama Penelitian

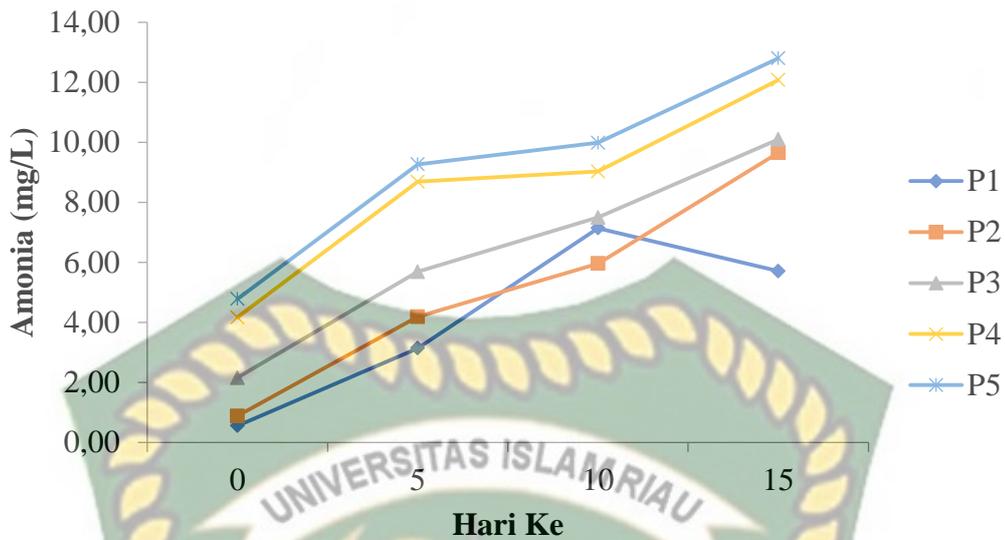
Perlakuan	Hasil Pengukuran Ammonia (NH <sub>3</sub> )			
	0	5	10	15
P1	0,56	3,14	7,14	5,71
P2	0,88	4,19	5,96	9,65
P3	2,16	5,69	7,50	10,10
P4	4,17	8,69	9,03	12,08
P5	4,78	9,27	9,99	12,80

Sumber : Data Primer

Dari Tabel 4.7. dapat dilihat bahwa kandungan ammonia setiap harinya meningkat, dimana rata-rata setiap perlakuan berkisar antara 4,14-9,21 mg/L. Perbedaan kadar ammonia disebabkan oleh bedanya konsentrasi setiap masing-masing perlakuan. Pada Tabel 4.7. di hari ke-0 masing-masing perlakuan kadar ammonia masih tergolong rendah yang berkisar antara 0,56-4,78 mg/L. Sedangkan untuk di hari terakhir penelitian kadar ammonia sangat tinggi yaitu berkisar 5,71-12,80 mg/L.

Berdasarkan dari Tabel 4.7. bahwa kadar ammonia tergolong cukup tinggi dikarenakan *Chlorella* sp. tidak mampu mengubah senyawa organik pada media kultur dalam bentuk bikarbonat menjadi energi agar menghasilkan fotosintesa. Jinso *et at.*, (2010), meningkatnya proses fotosintesis akan menghasilkan kandungan oksigen yang lebih banyak sehingga kadar ammonia pada media kultur dapat berkaitan dengan oksigen dan lepas ke udara.

Untuk lebih jelas lagi kandungan ammonia pada masing-masing perlakuan yang mengalami kenaikan dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Grafik Hasil Kandungan Ammonia (NH<sub>3</sub>) Selama Penelitian

Berdasarkan dari Gambar 4.8. bisa dilihat bahwa terjadi kenaikan dan penurunan kadar ammonia yang sangat tinggi. Pemberian limbah cair lindi untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. selain dapat menurunkan pada awal dan pertengahan penelitian dan dapat meningkat juga pada akhir penelitian yaitu kadar BOD dan COD, *Chlorella* sp. Hal ini menurut Prihantini, (2005) limbah cair juga memiliki kemampuan untuk menurunkan kandungan senyawa nitrogen pada pertumbuhan *Chlorella* sp. lindi. Walaupun air lindi telah disaring tidak membuat kadar ammonia turun, tingginya kadar ammonia disini disebabkan oleh fase eksponensial/ penurunan secara drastis dan mengalami kematian pada *Chlorella* sp. yang menyebabkan kadar ammonia tinggi.

Menurut Arifin, (2005) pada limbah cair lindi umumnya terdapat senyawa N dalam bentuk N-organik, yaitu N-ammonia (N-NH<sub>3</sub>), N-nitrit (N-NO<sub>2</sub>), dan N-nitrat (N-NO<sub>3</sub>). Zulkifli, (2001) senyawa nitrat (NO<sub>3</sub>) inilah yang dapat diserap langsung oleh mikroalga untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dalam pertumbuhannya dan untuk ammonia (NH<sub>3</sub>) dan nitrit (NO<sub>2</sub>) akan diubah terlebih

dahulu melalui proses nitrifikasi menjadi bentuk senyawa nitrat (NO<sub>3</sub>) yang akhirnya dapat diserap oleh mikroalga tersebut.

Faktor lain yang membuat kadar ammonia disini tinggi ialah dari menurunnya kadar pH. Menurut Megawati *et al.*, (2014) nilai pH mempengaruhi tinggi rendahnya kadar ammonia. Apabila nilai pH tinggi maka kadar ammonia yang ada dalam perairan tersebut akan rendah, sebaliknya jika nilai pH rendah maka kadar ammonia akan semakin tinggi.

#### 4.4.6. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Pengukuran Chemical Oxygen Demand (COD) dilakukan untuk mengetahui jumlah O<sub>2</sub> yang dibutuhkan untuk mendekomposisi bahan organik limbah cair sagu baik yang sukar didegradasi secara biologi maupun yang bisa didegradasi secara biologi. Hasil dari pengukuran kadar COD dapat dilihat pada Tabel 4.8.

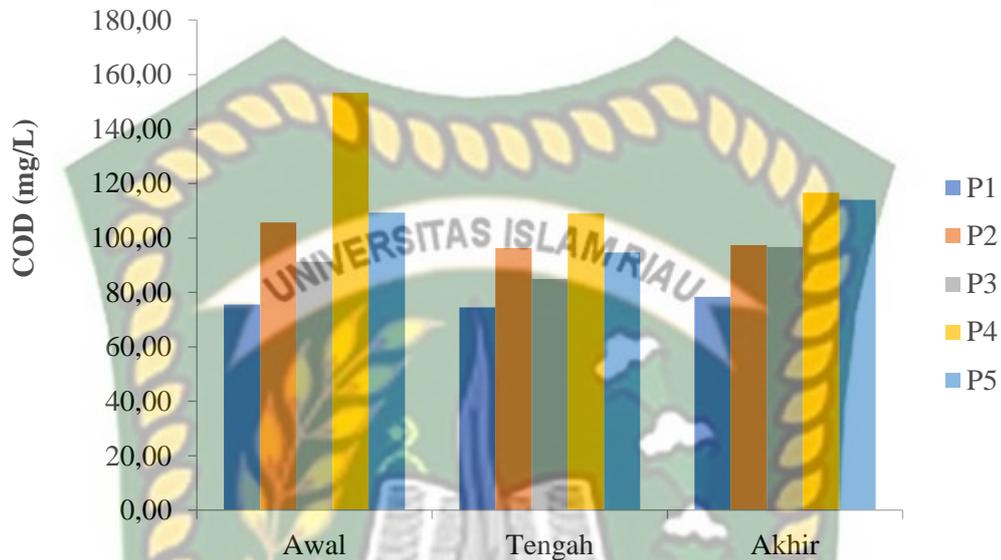
Tabel 4.8. Hasil Pengukuran COD

Perlakuan	Hasil Pengukuran COD (mg/L)		
	Awal	Tengah	Akhir
P1	75,53	74,53	78,33
P2	105,67	96,27	97,33
P3	91,33	84,96	96,67
P4	153,33	108,93	116,67
P5	109,33	94,67	114,00

Sumber : Laboratorium Kimia Ilmu Kelautan Universitas Riau

Dari Tabel 4.8. menunjukkan bahwa rata-rata hasil pengukuran COD berbeda-beda. Semakin banyak dosis limbah lindi yang diberikan kedalam media maka semakin tinggi pula kadar COD. Untuk setiap pengukuran COD mengalami penurunan dari awal sampai ke tengah penelitian kemudian mengalami kenaikan kembali di akhir penelitian. Hal ini disebabkan oleh *Chlorella* sp. yang menyerap kandungan COD sehingga terjadi penurunan dari awal sampai

pertengahan penelitian, kemudian pada akhir penelitian *Chlorella* sp. mengalami penurunan sehingga membuat kandungan COD naik kembali. Untuk lebih jelas lagi tentang kandungan COD bisa dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Kurva Hasil Pengukuran kandungan COD Selama Penelitian

Berdasarkan dari Gambar 4.9. dapat dilihat bahwa kandungan COD mengalami naik turun. Nilai COD dengan pemberian pupuk cair lindi untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. pada ahir pengamatan sebesar 141 mg/l, sedangkan nilai COD limbah cair lindi pada awal penelitian yaitu 152,33 mg/l dan pertengahan yaitu 108,93 mg/l.

Menurunnya nilai COD diduga disebabkan adanya mikroalga *Chlorella* sp. yang memanfaatkan senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam limbah cair lindi. Menurut Kawaroe (2010) senyawa-senyawa organik tersebut merupakan nutrisi yang dibutuhkan oleh *Chlorella* sp. dalam pertumbuhan *Chlorella* sp. membutuhkan oksigen untuk menyerap senyawa-senyawa organik pada limbah cair lindi dan media air limbah dapat diolah secara biologis oleh mikroalga sekaligus memberikan masukan nutrien dalam pertumbuhannya.

Peningkatan nilai COD pada limbah cair lindi yang disaring terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. dimungkinkan karena adanya bakteri aerob yang terdapat pada limbah cair tersebut. Menurut Jasmianti *et al.*, (2010) bakteri aerob membutuhkan oksigen dalam menurunkan nilai COD limbah cair lindi serta bakteri yang digunakan untuk mendegradasi limbah adalah bakteri aerob yang membutuhkan oksigen bebas, maka dengan menambahkan aerasi secara kontinue proses pengolahan limbah menjadi lebih optimal. Oleh karena itu pada penelitian ini menggunakan aerator untuk penambahan oksigen terlarut dalam limbah cair lindi.

#### 4.3.7. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Pengujian Biological Oxygen Demand (BOD) pada air limbah digunakan untuk menentukan jumlah O<sub>2</sub> terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme aerobik untuk mengoksidasi bahan organik dalam sampel limbah. Semakin banyak nilai BOD yang dihasilkan, maka semakin tinggi kadar polutan yang terdapat dalam limbah cair tersebut.

Pengukuran dari kadar BOD sama halnya dengan COD yaitu pada awal penelitian, pertengahan penelitian, dan di akhir penelitian. Untuk hasil pengukuran kadar BOD dapat dilihat pada Tabel 4.9.

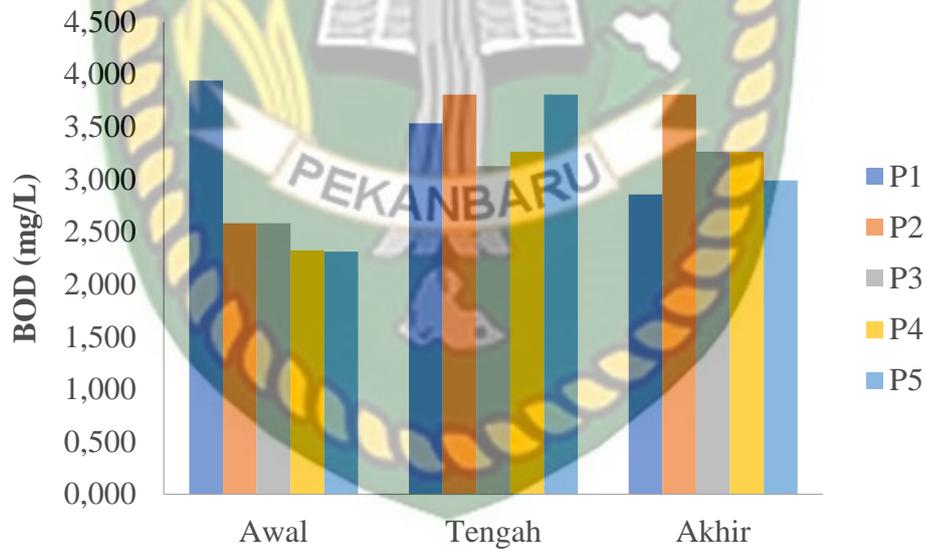
Tabel 4.9. Hasil Pengukuran BOD

Perlakuan	Hasil Pengukuran BOD		
	Awal	Tengah	Akhir
P1	3,945	3,536	2,86
P2	2,584	3,808	3,81
P3	2,584	3,128	3,26
P4	2,325	3,264	3,26
P5	2,312	3,808	2,99

Sumber : Laboratorium Kimia Ilmu Kelautan Universitas Riau

Dapat dilihat pada Tabel 4.9. bahwa setiap dilakukan pengukuran mengalami kenaikan dan penurunan. Untuk P1 nilai pengukuran awalnya yaitu 3,945 mg/L dan terjadi penurunan pada akhir pengukuran sebesar 2,86 mg/L. Pada P2 pengukuran awalnya sebesar 2,584 mg/L dan di akhir pengukuran mengalami kenaikan sebesar 3,81 mg/L. Pada P3 awal pengukuran sebesar 2,584 mg/L dan di akhir penelitian mengalami kenaikan sebesar 3,26 mg/L. P4 di awal pengukuran sebesar 2,325 mg/L dan di akhir pengukuran mengalami kenaikan sebesar 3,26 mg/L. Dan pada P5 di awal pengukuran sebesar 2,312 mg/L dan mengalami kenaikan di akhir pengukuran sebesar 2,99 mg/L.

Untuk hasil pengukuran kandungan BOD di setiap masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Kurva Pengukuran Kandungan BOD Selama Penelitian

Berdasarkan dari Gambar 4.10. dapat dilihat bahwa pada penelitian ini mengalami penurunan kadar BOD, hal ini terjadi dikarenakan *Chlorella* sp. mampu menyerap senyawa bahan organik yang ada pada media kultur.

Nilai BOD pada limbah cair lindi untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. sangat tinggi yaitu 3,945 mg/l pada hari ke-0, pengukuran pada pertengahan 3,08 mg/l dan terakhir yaitu sebesar 3,81 mg/l. Pemberian pupuk cair lindi pada pertumbuhan *Chlorella* sp. dapat menurunkan nilai BOD limbah cair lindi yaitu menjadi 3,08 mg/l pada hari terakhir perlakuan.

Penyerapan senyawa organik tersebut membutuhkan oksigen. Penurunan nilai BOD pada limbah cair lindi untuk pertumbuhan *Chlorella* yaitu 3,08 mg/l. Nilai BOD limbah cair lindi dengan pemberian *Chlorella* sp. lebih besar dari pada nilai BOD limbah cair lindi yang disaring pada hari ke-0 untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Menurut Kawaroe (2010) mikroalga *Chlorella* sp. membutuhkan oksigen yang berasal dari udara yang terlarut dan berasal dari hasil fotosintesis yang dilakukan oleh mikroalga *Chlorella* sp. Hal ini limbah cair lindi dimungkinkan terdapat mikroorganisme yang dapat menguraikan senyawa-senyawa organik dalam limbah cair lindi dan contoh mikroorganisme yang terdapat dalam limbah cair lindi adalah bakteri aerob. Kawaroe, (2010) sel *Chlorella* sp. membutuhkan kadar oksigen yang berasal dari udara terlarut atau berasal dari hasil fotosintesa yang dilakukan oleh *Chlorella* sp.

Pada P2, P3, P4, P5 mengalami kenaikan dari awal pengukuran hingga akhir Pengukuran. Hal ini kemungkinan terjadi karena belum mampunya *Chlorella* sp. menyerap senyawa organik yang terkandung dalam air lindi. Tingginya kandungan BOD bisa juga disebabkan kadar oksigen sangat minim yang menyebabkan kurang optimalnya proses fotosintesa yang dilakukan oleh *Chlorella* sp. Menurut Molina (2002), menyatakan aktivitas fotosintesa yang

cukup tinggi akan menghasilkan oksigen terlarut yang tinggi pula sehingga oksigen terlarut pada media kultur akan meningkat.

#### 4.4.8. Besi (Fe)

Pada penelitian ini kandungan besi (Fe) tidak luput untuk diukur, karena besi (Fe) juga menjadi salah satu faktor penting dalam pertumbuhan dari *Chlorella* sp. Untuk hasil pengukuran besi (Fe) pada penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada awal penelitian, pertengahan, dan juga pada akhir penelitian, untuk hasilnya bisa dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Hasil Pengukuran Zat Besi (Fe)

Perlakuan	Awal	Tengah	Akhir
P1	14,54	0,43	0,63
P2	16,55	0,74	0,89
P3	23,18	0,99	1,04
P4	27,49	1,15	1,32
P5	37,38	1,59	1,57

Sumber : PT. Central Alam Resources Lestari Pekanbaru Riau

Dari Tabel 4.10. dapat dilihat bahwa nilai kandungan besi (Fe) sangat lah tinggi pada setiap perlakuannya. Kemudian pada pertengahan penelitian kadar besi (Fe) mulai menurun pada masing-masing perlakuan kemudian mengalami kenaikan yang tidak terlalu signifikan akhir penelitian. Tingginya kadar besi (Fe) pada awal penelitian dikarenakan tingginya dosis lindi yang diberikan, semakin banyak lindi yang diberikan maka semakin tinggi pula kadar besi (Fe) didalam media kultur. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor : 5/PERMEN/LH/2014 tentang kandungan besi (Fe) yang terdapat pada air limbah sebesar 5 mg/L. Walaupun kandungan besi (Fe) terlalu tinggi pada awal penelitian setelah diberikan *Chlorella* sp. mengalami penurunan yang signifikan, maka dari itu *Chlorella* sp. mampu memanfaatkan kandungan besi (Fe). Menurut Patimah

(2011) semakin tinggi konsentrasi logam yang ada dalam suatu perairan hingga Maximum Tolerance Consentration (MTC) tercapai, semakin tinggi pula jumlah pertumbuhan sel fitoplankton.

Kandungan besi (Fe) mengalami penurun yang signifikan pada pengukuran pertengahan dan mengalami kenaikan yang tidak terlalu tinggi pada akhir penelitian. Untuk lebih jelas lagi bisa dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Kurva Kandungan Zat Besi (Fe) Selama Penelitian

Berdasarkan dari Gambar 4.11. terlihat bahwa pola pertumbuhan sel *Chlorella* sp. yang terpapar ion logam besi (Fe) dengan pemberian limbah lindi yang disaring, memperlihatkan jumlah sel tertinggi yang relatif sama dengan perlakuan lainnya, hal ini mengindikasikan bahwa ion logam besi (Fe) pada penambahan pupuk limbah lindi tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap pertumbuhan sel *Chlorella* sp.

Menurut Allen *et al.*, (2011), pada mikroalga zat besi (Fe) memainkan peran yang sangat penting dalam regulasi metabolisme sel sebagai unsur essensial, yang berguna sebagai tambahan nutrisi dan membantu proses

fotosintesa. Sedangkan dari penelitian Rizky *et al.*, (2013), konsentrasi maksimum untuk kadar besi (Fe) dapat ditoleransi pada mikroalga *Chlorella* sp. sebesar 0,5 mg/L. Kadar besi (Fe) yang terlalu tinggi atau melebihi batas dari 0,5 mg/L akan menyebabkan toksik terhadap mikroalga.

#### 4.4.9. Mangan (Mn)

Mangan (Mn) pada penelitian diukur sebanyak 3 kali, yaitu pada awal, tengah, dan akhir penelitian. Untuk hasil dari pengukuran kandungan mangan dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11. Hasil Pengukuran Mangan (Mn) Selama Penelitian.

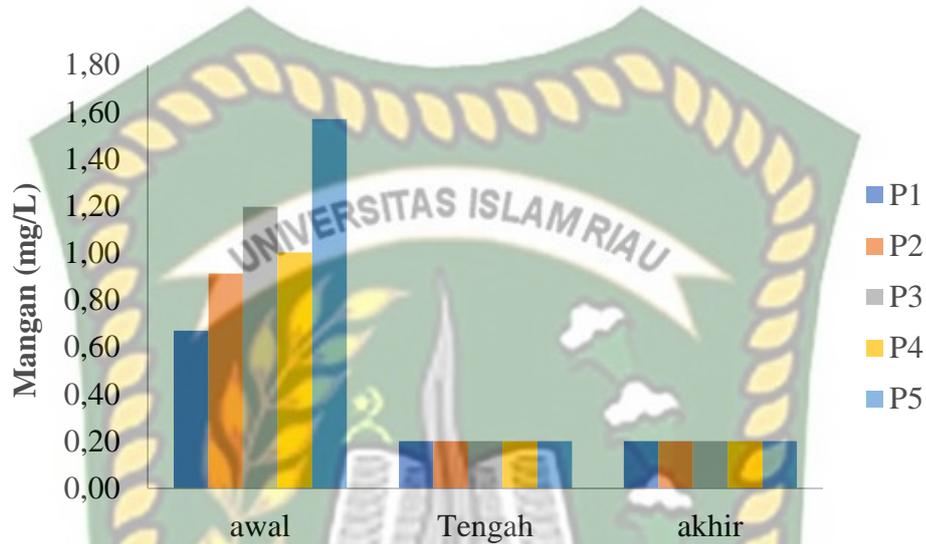
Perlakuan	awal	Tengah	Akhir
P1	0,67	< 0,20	< 0,20
P2	0,91	< 0,20	< 0,20
P3	1,20	< 0,20	< 0,20
P4	1,00	< 0,20	< 0,20
P5	1,57	< 0,20	< 0,20

Sumber : PT. Central Alam Resources Lestari Pekanbaru Riau

Dapat dilihat dari Tabel 4.11. pada awal penelitian nilai kandungan mangan (Mn) yang terendah terdapat pada P1 sedangkan untuk yang tertinggi terdapat pada P5. Dari awal penelitian hingga akhir penelitian kadar mangan (Mn) didalam media kultur mengalami penurunan disetiap perlakuannya. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor : 5/PERMEN/LH/2014 tentang kandungan mangan yang terdapat pada air limbah sebesar 2 mg/L. Kandungan mangan (Mn) pada air lindi disini sangat bereperan penting dalam perkembangan *Chlorella* sp. karena pada dasarnya *Chlorella* sp. mampu menyerap atau menurunkan kadar dari mangan (Mn) sesuai dengan faktor lingkungannya. Menurut Malick dan Rai (1993) menyatakan bahwa faktor lingkungan biotik meliputi sifat karakteristik

mikroba dan kepadatan sel, sedangkan faktor abiotik meliputi pH, kandungan nutrisi, temperatur dan cahaya.

Pemberian *Chlorella* sp. dapat menurunkan kandungan mangan (Mn), dimana nilai kandungan mangan (Mn) pada lindi dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12. Hasil Kandungan Mangan (mn) Selama Penelitian

Berdasarkan dari Gambar 4.12 bahwa hasil kandungan mangan (Mn) mengalami penurunan, yang dimana pada awal penelitian sebelum dimasukkannya bibit *Chlorella* sp. nilai kandungan mangan (Mn) sangat tinggi. Dalam penelitian ini penurunan kadar mangan disebabkan oleh *Chlorella* sp. yang mampu menyerap atau mengikat unsur-unsur logam yang terkandung dalam air lindi. Menurut Imani *et al.*, (2011) bahwa faktor kunci remediasi logam adalah bahwa logam bersifat non-biodegradable tetapi dapat melakukan transformasi melalui proses sorpsi, metilasi, kompleksasi dan mengubah nilai valensinya. Sedangkan menurut Droste (2007), saat ion logam berat tersebar di sekitar sel, ion logam akan terikat pada elemen yang terdapat pada dinding sel berdasarkan kemampuan daya affinitas kimia yang dimiliki sel tersebut.

#### 4.5. Perbandingan Penelitian (saring dan tidak disaring)

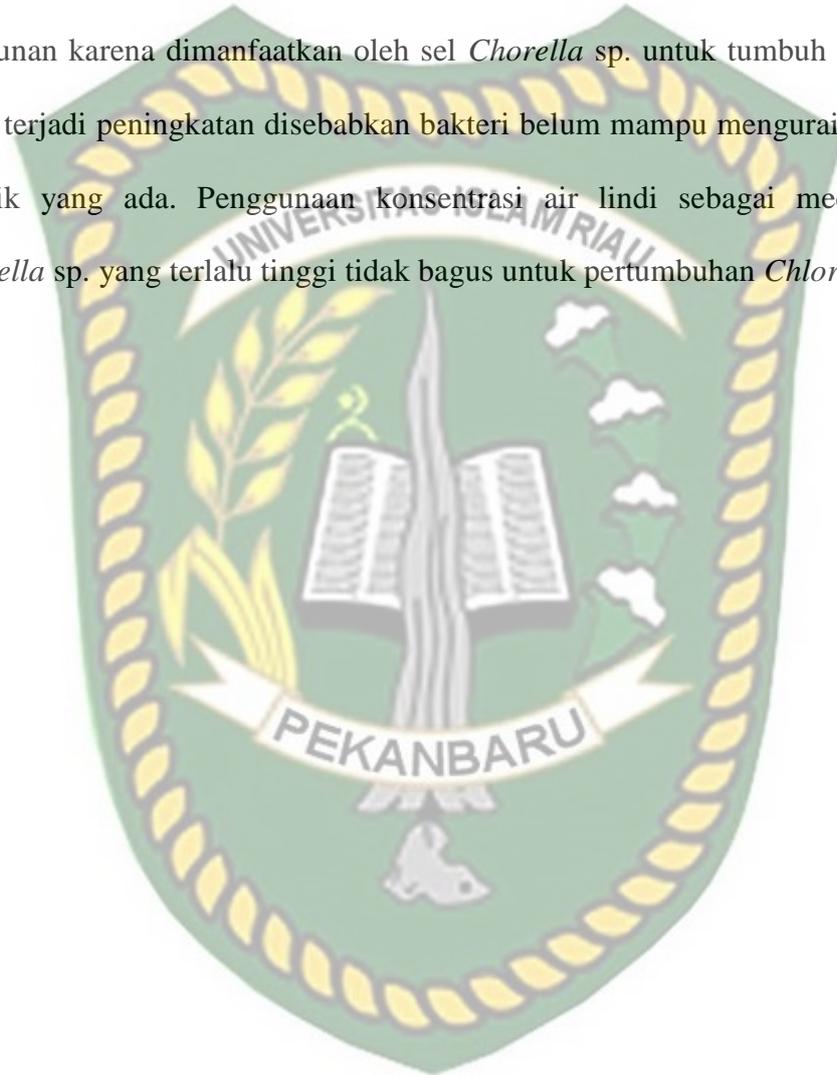
Untuk Pemberian air lindi yang telah disaring sebagai media tumbuh dari *Chlorella* sp. Rata-rata pertumbuhan tertinggi *Chlorella* sp. yaitu pada perlakuan P2 sebanyak ( $2250 \times 10^3$  sel/ml) untuk puncak kelimpahan di hari ke-10 dengan dosis 10% (1600 ml air lindi + 400 ml *Chlorella* sp. + 14000 ml air), sedangkan untuk rata-rata pertumbuhan *Chlorella* sp. yang terendah terdapat pada P5 sebanyak ( $1650 \times 10^3$  sel/ml) yang puncak kelimpahan di hari ke-10 dengan dosis 25% (4000 ml air lindi + 400 ml *Chlorella* sp. + 11600 ml air).

Dosis yang optimum untuk media tumbuh *Chlorella* sp. yaitu 10% dengan konsentrasi (1600 ml air lindi + 400 ml *Chlorella* sp. + 14000 ml air), dimana kelimpahan *Chlorella* sp. sebanyak ( $2250 \times 10^3$  sel/ml) pada hari ke-10. Parameter kualitas air yang diamati yaitu; suhu berkisar antara 27-28°C; pH yaitu 7,04-8; Nitrat (NO<sub>3</sub>) sebesar 1,80-62,14 mg/l; kemudian fosfat 1,43-3,93 mg/l; lalu ammonia sebesar 0,56-12,80 mg/l; setelah itu COD yaitu 74,53-116,00 mg/l; BOD sebesar 2,312-3,945 mg/l; Besi berkisar antara 0,63-37,38 mg/l; dan mangan yaitu 0,20-1,57.

Berdasarkan penelitian Arfi (2021) dapat disimpulkan bahwa pemberian air lindi sebagai media tumbuh *Chlorella* sp. menghasilkan kelimpahan sel pada P1 (4.050.000 sel/ml), P2 (5.117.000 sel/ml), P3 (3.466.667 sel/ml), P4 (3.233.333 sel/ml), dan P5 (2.950.000 sel/ml) maka pemberian konsentrasi air lindi yang berbeda tidak mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp. Rata – rata pertumbuhan sel *Chlorella* sp. tertinggi yakni pada perlakuan P2 sebanyak 5.117.000 sel/ml di hari ke- 12 dengan konsentrasi air lindi 500 ml. Sedangkan rata – rata pertumbuhan sel *Chlorella* sp. terendah yakni pada perlakuan P5

sebanyak 2.950.000 sel/ml dihari ke- 8 dengan konsentrasi air lindi 1.250 ml. Kemudian biomassa *Chlorella* sp. yang dihasilkan yakni P1 (0,16 g/L), P2 (0,24 g/L), P3 (0,13 g/L), P4 (0,19 g/L) dan P5 (0,10 g/L).

Ketersedian kandungan unsur nitrat pada media kultur mengalami penurunan karena dimanfaatkan oleh sel *Chlorella* sp. untuk tumbuh sedangkan fosfat terjadi peningkatan disebabkan bakteri belum mampu menguraikan bahan organik yang ada. Penggunaan konsentrasi air lindi sebagai media kultur *Chlorella* sp. yang terlalu tinggi tidak bagus untuk pertumbuhan *Chlorella* sp.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil yaitu :

1. Untuk Pemberian air limdi yang telah disaring sebagai media tumbuh dari *Chlorella* sp. Rata-rata pertumbuhan tertinggi *Chlorella* sp. yaitu pada perlakuan P2 sebanyak ( $2250 \times 10^3$  sel/ml) untuk puncak kelimpahan di hari ke-10 dengan dosis 10% (1600 ml air lindi + 400 ml *Chlorella* sp. + 14000 ml air), sedangkan untuk rata-rata pertumbuhan *Chlorella* sp. yang terendah terdapat pada P5 sebanyak ( $1650 \times 10^3$  sel/ml) yang puncak kelimpahan di hari ke-10 dengan dosis 25% (4000 ml air lindi + 400 ml *Chlorella* sp. + 11600 ml air).
2. Dosis yang optimum untuk media tumbuh *Chlorella* sp. yaitu 10% dengan konsentrasi (1600 ml air lindi + 400 ml *Chlorella* sp. + 14000 ml air), dimana kelimpahan *Chlorella* sp. sebanyak ( $2250 \times 10^3$  sel/ml) pada hari ke-10.
3. Parameter kualitas air yang diamati yaitu; suhu berkisar antara 27-28°C; pH yaitu 7,04-8; Nitrat (NO<sub>3</sub>) sebesar 1,80-62,14 mg/l; kemudian fosfat 1,43-3,93 mg/l; lalu ammonia sebesar 0,56-12,80 mg/l; setelah itu COD yaitu 74,53-116,00 mg/l; BOD sebesar 2,312-3,945 mg/l; Besi berkisar antara 0,63-37,38 mg/l; dan mangan yaitu 0,20-1,57.

## 5.2. Saran

Penggunaan air lindi sebagai media tumbuh *Chlorella* sp. berpengaruh pada pertumbuhan *Chlorella* sp. dan menghasilkan kelimpahan sel yang cukup tinggi. Oleh sebab itu, diharapkan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai air lindi ini dengan menurunkan dosis atau fersentase agar lebih optimal lagi pertumbuhan dari *Chlorella* sp. dan cahaya lebih mudah masuk apabila media tidak terlalu gelap.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Santika SS. 1987. Metode Penelitian Air. Surabaya:Usaha Nasional.
- Ali, M. 2011. Monograf Rembesan Air Lindi (Leachate) Dampak pada Tanaman Pangan dan Kesehatan. Surabaya: UPN Press.
- Allen, J. F., de Paula, B. M. W. Puthiyaveetil, S., and Nield, J. 2011. Review: A Structural Phylogenetic wastewater. *Bioresource Technology Journal*. 11 (4): 26-32.
- Amini. 2004. Kajian Nutrisi Phytoplankton Pakan Alami pada Sistem Kultivasi Massal. *Jurnal Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro*. 9(4): 206-210 hal.
- Anonim. 2006. <http://komponen-biotik-dewaputu-co-cc.pdf>. Diakses pada tanggal 11 September 2006.
- APHA. 2012. Standard Methoded for The Examination of Water and Wastewater. 22<sup>nd</sup> Ed. American Public Health Association Inc. New York. 45 hal.
- Arbain, N. K., Mardana, I. B dan Sudjana. 2003. Pengaruh Air lindi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Suwung Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal Di Sekitarnya di Kelurahan Pendungan Kota Denpasar. *Ecotrophic*. 3(2): 55-60.
- Arfi, M. 2021. Pengaruh Pemberian Lindi dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Kelimpahan *Chlorella* sp. Skripsi. Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Unuversitas Islam Riau. 116 hal.
- Arifin, F., 2005. Uji Kemampuan *Chlorella* sp. Sebagai Bioremediator Limbah Cair Lindi. Tesis. Universitas Islam Negri Malang Mandira). Tesis. MSDP UNDIP.
- Aslan, L. O. M., Indriana, N., Iba, W., Idris, M., Ruslaini dan Abidin, L. O. B. 2020. Pengaruh Kosentrasi Pupuk Organik Cair Lemna (*Lemna minor*) yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris*. *Media akuatika*. Vol. 5 (1): 1-12.
- Aziz, S.Q., Aziz, H.A., Yusoff, M.S., Bashir, M.J.K., dan Umar, M. 2010. Leachate Characterization in Semi Aerobic and Anaerobic Sanitary Landfill: A Comparative Study. *Journal of Environmental Management*. 91 (4) : 2608-2614. 12 hal.
- Basmi. 1995. Planktonologi :Organisme Penyusun Plankton, Klasifikasi dan Terminologi, Hubungan antara Fitoplankton dan Zooplankton, Siklus Produksi umumnya di Perairan. Fakultas Perikanan IPB, Bogor.23-25.

- Becker, E.W. 1994. *Microalgae Biotechnology and Microbiology*: New York: Cambridge University Press. 89 hal.
- Boroh, R. 2012. Pengaruh Pertumbuhan *Chlorella* sp. Pada Beberapa Kombinasi Media Kultur. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Boyd, C. E. 1979. *Water Quality Management in Pond Fish Culture*. International Center For Aquaculture Agriculture Experiment Estation. Auburn University, Alabama. 378 hal.
- Buckman, H.O. dan N.C. Brady. 1982. *Ilmu Tanah*. Bhratara Karya Aksara. Jakarta. 788 hal.
- Chilmawati, A. Hermana, J. Masduqi, A. 2008. Analisis Resiko Lingkungan dari Pengolahan Limbah Pabrik Lindi dengan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*). *Jurnal Purifikasi*. 5, No.4: 151-156.
- Choochote, W., Paiboonsin, K., Ruangpan, S., and Phauruang, A. 2010. Effects of Urea and Light Intensity on the Growth of *Chlorella* sp. The 8th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology.
- Citroreksono, P. 1996. Pengantar Bioremediasi. Prosiding : Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremediasi Dalam Pengelolaan Lingkungan. Puslitbang Bioteknologi-LIPI Cibinong. 1 – 11 hal.
- Darley, W.M. 1982. *Algal Biology a Physiological Approach*. Departement of Bontany The University of Georgia. Blacwell Sientific Publications. Oxford London. Edinburgh Boston Melbourne. 97-98 hal.
- Darmasetiawan, M. 2004. *Perencanaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA)*, Ekamitra Engineering, Jakarta. 72 hal.
- De La Noue, J dan De Pauw, N. 1988. The Potential of Microalgal Biotechnology A Review of Production and Uses of Microalgae. *Journal of Biotechnology Advances*. 6 (2) : 40-65.
- Diana, R. 2010. Pemanfaat Air Limbah Cair Terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella* sp. [tesis]. Fakultas Perikanan Malikussalleh Aceh. Tidak Diterbitkan.
- Dini. 2010. Kajian Proses Anaerobik Sebagai Alternatif Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Organik Tinggi. *Jurnal Riset Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI) Semarang*. Vol. 1 (2): 104-114.
- Dolan, J. 1992. Mixotrophy in Ciliates : A Review of *Chlorella* Symbiosis and Chloroplast Retention. *Mar. Microb. Food Webs*. 6 (2): 115-132.
- Droste, R. 2007. *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*. John Wiley and Sons. New York. USA.

- Eaton. 2005. Ekstraksi Merkuri dari Limbah Pengolahan Biji Emas Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) dengan Penambahan EDTA dan Kompos. Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan. 05(02).
- Edward. 2010. Freshwater Algae Identification and Use as Bioindicators. India: Wiley-Blackwell. 69 hal.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta. 249 hal.
- Endar, V., S. Hutabarat., Johannes., Prayitno, B. 2012. Effect of Using Guillard and Walne Technical Culture Media on Growth and Fatty Acid Profiles of Microalgae *Chlorella* sp. in mass Culture. Journal of Coastal Development: (1) 1: 58-62.
- Fachrullah, M.R. 2011. Laju Pertumbuhan Mikroalga Penghasil Biofuel Jenis *Chlorella* sp. yang Dikultivasi Menggunakan Air Limbah Hasil Penambangan Timah di Pulau Bangka. Skripsi. Bogor: IPB.
- Facta, M., M. Zainuri., Sudjadi dan E. P. Sakti. 2006. Pengaruh Pengaturan Intensitas Cahaya yang Berbeda Terhadap kelimpahan *Dunaliella* sp. dan Oksigen Terlarut dengan Simulator TRIAC dan Mikrokontroler AT89S52. Jurnal Ilmu Kelautan. 11 (2) : 67-71.
- Fakhrurozi. 2010. Potensi *Chlorella Vulgaris* Beijerinck Dalam Remediasi Logam Berat Cd Dan Pb Skala Laboratorium. BOIMA. 16 (2)
- Farikhah, W. 2012. Uji Kemampuan *Chlorella* sp. Sebagai Bioremediator Limbah Cair. Jurnal Akuakultur. 4(45). 56-65.
- Fogg, G. E. 1975. Algae Culture and Phytoplankton Ecology. Second Edition. Maddison. University of Winconsin Press. P:19.
- Friadi, Y., Marsudi, dan Yusuf, W. 2012. Desain Instalasi Pengolahan Leachate (IPL) di TPA Entikong Kabupaten Sanggau. Jurusan Teknik Sipil: Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Gong Q., Feng, Y., Kang, L., Lou, M., and Yang, J. 2014. Effect of Light and pH on Cell Density of *Chlorella* sp. Energi Procedia. 61 (5): 2012-2015.
- Gunawan. 2012. Keragaman dan Karakterisasi Mikroalga dari Sumber Air Panas yang Berpotensi Sebagai Sumber Biodiesel [tesis]. Bogor: Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Hartanti, U. 2008. Pencemaran Organik Limbah Cair di Sungai Desa Kalisari Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas. Cermin Edisi 042.
- Hasanudin, M. 2012. Pengaruh Perbedaan Intesitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan dan Kadar Lipid Mikroalga *Scenedesmus* sp. yang

- Dibudidayakan pada Limbah Cair Tapioka (Skripsi). Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. 84 hal.
- Hastuti, D. S., dan Handajani, H. 2001. Budidaya Pakan Alami. Fakultas Peternakan-Perikanan. Malang. UMM. 193 hal.
- He, H., Chen, F., Li, H., Xiang, W., Li, Y., and Jiang, Y. (2010). Effect of Iron on Growth, Biochemical Composition and Paralytic Shellfish Poisoning Toxins Production of *Alexandrium Tamarensis*. *Harmful Algae*. 9 (1): 98-104.
- Herawati, H. 2008. Penentuan Umur Simpan pada Produk Pangan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jawa Tengah. 66 hal.
- Herlambang, A., 2006, Pencemaran Air dan Strategi Penanggulangannya, JAI. 2, No. 1, Hal. 16-29.
- Iba, W., Rice, M. A and Wikfors. G. H. 2014. Microalgae in Eastern Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Bonne 1931) Hatcheries: A Review on Roles and Culture Environments. *Asian Fisheries Science*. Vol. 27 (3):212-233.
- Imani, S, S.Rezael-Zarchi, A.M. Zand dan H.B. Abarg.Hashemi, H. Boma, A. Javid, A.M. Zand dan H.B. Abarghoeui. 2011. Hg,Cd and Pb Heavy Metal Bioremediation by *Dunaliella* Alga. *Journal of Medicinal Plants Research*. 5 (13) pp. 2775-2780.
- Irianto, D. 2011. Pemanfaatan Mikroalga Laut *Scenedesmus* sp. Sebagai Penyerap Bahan Kimia Berbahaya Dalam Air Limbah Industri. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Isnansetyo, A dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 85 hal.
- Jasmianti, Sofia, A., Thamrin. 2010. Bioremediasi Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Efektif Mikroorganisme (EM4). Ilmu Lingkungan. *Journal of Environmental Science*. Program Studi Lingkungan PPS universitas Riau.
- Jinsoo, K., Bala, P., Lingaraju, Rheume, R., Joo-Youp, L., Kaniz, F., and Siddiqui. 2010. Removal of Ammonia from Wastewater Effluent by *Chlorella* sp. *Journal of Tsinghua Science and Technology*.15(4): 391–396.
- Kadek. 2015. Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Kawaroe, M. 2010. Mikroalga, Potensi dan Pemanfaatannya Untuk Produksi Bio Bahan Bakar. Bogor: IPB Press. 75 hal.
- Kawaroe, M. 2010. Mikroalga. Potensi dan Pemanfaatannya Untuk Produksi Bio Bahan Bakar. Bogor: IPB Press. 75 hal.

- Komarawidjaja. 2010. Optimalisasi Pemanfaatan Limbah Organik Sebagai Substitusi Media Kultur Mikroalga Dalam Upaya Mereduksi CO<sub>2</sub> Laporan Akhir. BPPT No.14.
- Kulikowska, D. dan Klimiuk, E. 2008. The Effect of Landfill Age on Municipal Leachate Composition. *Bioresource Technology*. 34 (8). 99:5981-5985.
- Kumar, N., Singh, R. K., Mshra, S. K., Singh, A. K and Pachaori U. P. 2010. Isolation and Screening of Soil Actinomycetes as Source of Antibiotics Active Against Bacteria, *International Journal of Microbiology*. 2 (2) : 12-16.
- Lubis, N. A. 2018. Analisa Kadar Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Mata Air Subulussalam dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. Tugas Akhir. Program Studi D-3 Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara Medan. 42 Hal.
- Mackentum. 1969. Pengolahan Limbah Cair Dengan Menggunakan Metode Resipitasi Dan Fitoremediasi. *Jurnal Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik*.
- Mallick, N., and L.C. Rai.1993. Influence of Culture Density, pH, Organic Acid and Divalent Cations on The Removal of Nutrients and Metals by immobilized *Anabaena* *Journal of Microbiol & Biotech*. 9 : 196-201.
- Matta, T. M., Martin, A. A., and Caetano, N. S. 2010. Microalgae for Biodiesel Production and Other Applications : A review. *Renewable and Sustainable Energy Review*. 14 (1) : 217-232.
- Megawati, C., Yusuf, M., dan Maslukah, L. 2014. Sebaran Kualitas Perairan ditinjau dari zat hara, oksigen terlarut dan pH di perairan selatan Bali bagian selatan. *Jurnal Oseanografi*. 3(2). 142-150.
- Meritasari. 2012. Analisis Sinar Merah, Hijau dan Biru Untuk Mengukur Kelimpahan Fitoplankton *Chlorella vulgaris*. Institut Pertanian Bogor. 87 hal.
- Meritasari. 2012. Teknik Fitoremediasi Fitoplankton Suatu Alternative Pemulihan Lingkungan Laut Yang Tercemar Logam Cd<sup>2+</sup> Dan Cr<sup>6+</sup> . Pendidikan Guru Sekolah Dasar. 7(2).
- Merizawati. 2008. Analisis Sinar Merah, Hijau dan Biru (RGB) Untuk Mengukur Kelimpahan Fitoplankton (*Chlorella* sp). Skripsi. Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Mohammed, B., El-Ayoty, Y. A., Abomohra, E. F., El-Ghany, S.A., and Esmael, A. 2013. Optimization of Growth and Lipid Production of the Chlorophyte Microalga *Chlorella vulgaris* as a Feedstock for Biodiesel Production. *Journal of World Applied Science*. 28 (11): 1536-1546.

- Molina. G., E. 2003. Recovery of Microalgal Biomass and Metabolites : Process Options and Economics. *Biotechnology Advances*. 20(7-8): 491–515.
- Moravia, W.G., Amaral, M.C.S., and Lange, L.C. 2013. Evaluation of Landfill Leachate Treatment by Advanced Oxidative Process by Fenton's Reagent Combined with Membrane Separation System. *Waste Management*. 23 (5): 3:89-101.
- Niczyporuk. 2012. Phytohormones as Regulators of Heavy Metal Biosorption and Toxicity in Green Algae (*Chlorophyceae*). *Plant Physiology And Biochemistry*. 32 (6). 52-65.
- Nielsen, E. 1955. An Effect of Antibiotics Produced by Plankton Algae. *Nature*. 21 (7). 176-553.
- Nursyafa'ah, M. 2016. <http://eprints.polsri.ac.id/4070/3/BAB%20II%20TINJAUAN%20PUSTAKA%20%28Repaired%29.pdf> (4 Maret 2020).
- Nybakken. J. W. 1988. Suatu Pendekatan Ekologis. Gramedia. Jakarta. 80 hal.
- Ogbonna, I.O., dan Ogbonna, J.C (2018). Effect of Carbon Source on Growth Characteristics and Lipid Accumulation by Microalga *Dictyosphaerium* sp. with Potential for Biodiesel Production. *Energi and Power Engineering*. 10. 29-42.
- Oh-Hama, T. dan S. Miyachi. 1988. *Chlorella*. Ln : M. A. Borowiitzka dan L. J.Pajoo, E.M., Weichgrebe, D., and Cuff, G. 2017. Municipal Landfill Leachate Characteristics and Feasibility of Retrofitting Existing Treatment Systems with Deammonification-A Full Scale Survey. *Journal of Environmental Management*. 34 (8). 187:354-364.
- Permadi, R. 2018. Pemberian Pupuk POC dengan Dosis Berbeda yang Difermentasi Terhadap Kelimpahan *Chlorella* sp. Skripsi. Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau Pekanbaru. 94 hal.
- Prabowo, D. A. 2009. Optimasi Pengembangan Media Untuk Peretumbuhan *Chlorella* sp. Pada Skala Laboratorium. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 73 hal.
- Prihantini, N. B., Berta, P., dan Ratna, Y. 2005. Pertumbuhan *Chlorella* spp. dalam Medium Ekstrak Tauge (MET) dengan Variasi pH Awal. *Makara Sains* 9 (1): 1-6.
- Priyambodo, K. dan T, Wahyuningsih. 2001. Budidaya Pakan Alami untuk Ikan. Penebar Swadaya, Jakarta. 64 hal.
- Rachmawati, A. 2018. Pemanfaatan *Chlorella* sp. sebagai Akumulator Logam Cadmium (Cd). Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. 102 hal.

- Reciy. 2017. Perbandingan Metode Destruksi Basah Dan Kering Secara Spektrofotometri Serapan Atom. Loka Karya Nasional Jaringan Kerjasama Kimia Analitik Indonesia. Yogyakarta.
- Renou, S., Givaudan, J.G., Poulain, S., Dirassouyan, F., Moulin, P. 2008. Landfill Leachate Treatment: Review and Opportunity. *Journal of Hazardous Materials*. 150 (8) : 468- 493.
- Rizky, Y. A., Jaya, S., Ayusti, D., dan Ilham. 2013. Pengaruh Penambahan Logam Fe Terhadap Laju Pertumbuhan Fitoplankton *Chlorella vulgaris* dan *Porphyridium cruentum*. *Jurnal Kimia*. 1 (1):1-7.
- Rostini, I. 2007. Laju Pertumbuhan Mikroalga Penghasil Biofuel Jenis *Chlorella* sp dan *Nannochloropsis* sp yang Dikultivasi Menggunakan Air Limbah Hasil Pengembangan Timah di Pulau Bangka. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 43 Hal.
- Rosuo. 2016. Teknologi Biosorpsi Oleh Mikroorganisme Solusi Alternatif Untuk Mengurangi Pencemaran Logam Berat. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*. 32 (1). 34-40.
- Round, F.E. 1973. *The Biology of Algae*. By Edward Arnold Ltd., London.
- Royan, M. R, Khomaruddin., M. D. Arifi dan Minto. 2010. Chlo-juice (Jus *Chlorella*) Sebagai Minuman Multivitamin Berkhasiat, Berkalsium, dan Berprotein Tinggi Serta Sebagai Peluang Usaha Multiprofit. PKMK. Universitas Air Langga. Surabaya. 16 hal.
- Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Jurusan Perikanan Universitas Diponegoro. Semarang. 82 Hal.
- Sasongko, E.W., Bairid, A.D & Priyono. 1990. Kajian Kualitas Air dan Penggunaan Sumur Gali oleh Masyarakat di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 12(02).
- Shah, M. M. R., M.J. Alam dan M. Y. Mia 2003. *Chlorella* sp Isolation Pureculture and Small Scale Culture in Brackish Water. Bangladesh *J.sci ind. Res Khulna*. Bangladesh.
- Sidabutar, H. 2016. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu untuk Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella* sp. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. (tidak diterbitkan). 65 Hal.
- Steenblock, D. 2000. *Chlorella* sp. Makanan Sehat Alami. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama. 70 hal.
- Subarijanti, H.U. 1994. Faktor Lingkungan Yang Mempengaruhi Plankton Universitas Brawijaya Malang. 65 hal.
- Sudjana. 1992. *Metode Statistika*. Edisi Kelima. Bandung.

- Sutono. 2010. Penggunaan Media Kultur yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sutono. 2016. Kajian Sumber Pupuk Limbah Domestik. Air Limbah Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. 67 hal.
- Syamsudin, S., Purwati dan Taufick. R. 2006. Efektifitas Aplikasi Enzim Dalam Sistem Lumpur Aktif pada Pengolahan Air Limbah Pulp dan Kertas. Balai Besar Pulp dan Kertas: Bandung. Berita Selulosa. 43 (2): 83-92.
- Taw, N 1990. Petunjuk Pemeliharaan Kultur Murni dan Massal Mikroalga. Proyek Pengembangan Udang. United Nations Development Programme Food and Agriculture Organizations of The United Nations. 80 hal.
- Tetelepta, L. 2011. Pertumbuhan Kultur *Chlorella* sp. Skala Laboratorium pada Beberapa Tingkat Kepadatan. Jurnal Pengembangan Pulau-Pulau Kecil 2011 - ISBN, (978-602- 98439-2-7), Halaman 198–202.
- Tisdale, S., and W. Nelson. 1975. Soil Fertility and Fertilizer. Mc Millan Publs. Co, Inc. New York.
- Tjahjo, L., Erawati dan Hanung. 2002. Biologi Fitoplankton dalam Budidaya Fitoplankton dan Zooplankton. Balai Budidaya Laut Lampung Dirjen Perikanan Budidaya DKP. Lampung.
- Trio. 2019. Pemanfaatan Limbah Lindi Terhadap Kelimpahan *Chlorella* sp. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. 100 hal.
- Vitriani, N. F. 2016. Pengaruh Pemberian Limbah Cair Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella* Sp. Dalam Skala *Outdoor*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. 65 Hal.
- Xin, L., Hong-ying, H., Ke, G., Jia, Y. 2010. Growth and Nutrient Removal Properties of a Freshwater Microalga *Scenedesmus* sp. LX1 Under Different Kinds of Nitrogen Sources. *Ecological Engineering*. 36.
- Yalcuk, A. dan Ugurlu, A. 2009. Comparison of Horizontal and Vertical Constructed Wetland System for Landfill Leachate Treatment. *Bioresource Technology*. 100 (78) : 2521-2526.
- Zulkifli dan Ami, A. 2001. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Tahu dengan Rotating Biological Contactor (RBC) pada Skala Laboratorium. *Limnotek*. Vol, VIII. No, 1. :21-34.