

PEMBERIAN PUPUK POC DENGAN DOSIS BERBEDA YANG
DIFERMENTASI TERHADAP KELIMPAHAN *Chlorella* sp

OLEH

RIONO PERMADI

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian*

PEKANBARU



PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2019

Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

**PEMBERIAN PUPUK POC DENGAN DOSIS BERBEDA YANG
DIFERMENTASI TERHADAP KELIMPAHAN *Chlorella* sp**

SKRIPSI

NAMA : RIONO PERMADI
NPM : 144310159
PROGRAM STUDI : BUDIDAYA PERAIRAN

KARYA ILMIAH INI TELAH DIPERTAHANKAN DALAM UJIAN
KOMPREHENSIF YANG DILAKSANAKAN PADA TANGGAL 05
DESEMBER 2019 DAN TELAH DISEMPURNAKAN SESUAI SARAN YANG
TELAH DISEPAKATI, KARYA ILMIAH INI MERUPAKAN SYARAT
PENYELESAIAN STUDI PADA FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU

DISETUJUI OLEH :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. H. Rosyadi, M.Si
NIDN : 0013106003

Ir. Fakhrunnas MA Jabbar, M.I.Kom
NIDN : 0018015902

**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Islam Riau**

**Ketua Program Studi
Budidaya Perairan**

Dr. M. Ujang Paman Ismail, M. Agr
NIDN. 1016046401

Ir. T. Iskandar Johan, M.Si
NIDN. 1002015901

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

TANGGAL, 05 Desember 2019

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1	Ir. H. Rosyadi, M.Si	Ketua	
2	Ir. Fakhrunnas MA Jabbar, M.I.Kom	Sekretaris	
3	Ir. T. Iskandar Johan, M.Si	Anggota	
4	Muhammad Hasby, S.Pi., M.Si	Anggota	
5	Hisra Melati, S.Pi.	Notulen	

Mengetahui
Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Islam Riau



Dr. Ir. UJANG PAMAN ISMAIL, M. Agr
NIDN: 1016046401

KATA PERSEMBAHAN

Bacalah dengan menyebut nama Tuhanmu,

Dialah yang menciptakan manusia dari segumpul darah. Bacalah, dan Tuhanmulah yang maha mulia yang mengajarkan manusia dengan pena, dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya.

(QS: Al-Alaq 1-5)

Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?

(QS: Ar-Rahman 13)

Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman di antaramu orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat

(QS: Al-Mujadillah 11)

Waktu yang sudah kujalani dengan jalan hidup yang sudah menjadi takdirku, sedih, bahagia, dan bertemu orang-orang yang memberiku sejuta pengalaman bagiku, yang telah memberi warna warni kehidupanku. Ku bersujud dihadapanmu, engkau berikan aku kesempatan untuk bisa sampai di penghujung awal perjuanganku. Segala puji bagi-Mu ya Allah.

Alhamdulillah...Alhamdulillah...Alhamdulillahirobbilalamin..

Sujud syukurku kusembahkan kepada-Mu Tuhan yang Maha Agung nan Maha Tinggi nan Maha Adil nan Maha Penyayang, atas takdirmu telah engkau jadikan aku manusia yang senantiasa berfikir, berilmu, dan bersabar dalam menjalani kehidupan ini. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal bagiku untuk meraih cita-cita besarku.

Lanjutan Al-Fatihah beriring shalawat dalam silahku merintih, menadahkan doa dalam syukur yang tiada terkira, terimakasihku untukmu. Kupersembahkan sebuah karya kecil ini untuk Ayahandaku (Saryono) dan Ibunda Tercitaku (Wajiyem) yang tiada pernah hentinya selama ini memberiku semangat, doa, dorongan, nasehat dan kasih sayang serta pengorbanan yang tak tergantikan hingga aku selalu kuat menjalani setiap rintangan yang ada didepanku.. Ayahanda, Ibunda.. terimalah bukti kecil ini sebagai kado keseriusanku untuk membalas semua pengorbananmu. Dalam hidupmu demi hidupku kalian ikhlas mengorbankan segalanya perasaan tanpa kenal lelah, dalam lapar berjuang separuh nyawa hingga segalanya, maafkan anakmu Ayah.. Ibu.. masih saja adinda menyusahkanmu.

Dalam silah di lima mulai fajar hingga terbenam, seraya tanganku menadah "Ya Allah ya Rahman ya Rahim,, Terimakasih telah kau tempatkan aku diantara malaikatmu yang setiap waktu ikhlas menjagaku, mendidiku, membimbingku dengan baik, Ya Allah berikanlah balasan yang setimpal syurga firdaus untuk mereka dan jauhkanlah mereka dari panasnya api neraka-Mu

Untuk mu Ayah (Saryono) dan Ibu (Wajiyem).. We Always Loving You. Dari anakmu (Riono Permadi)

Dalam setiap langkahku aku berusaha mewujudkan harapan-harapan yang kalian impikan dariku, meski belum semua kuraih, Insya Allah atas dukungan dan doa restu semua mimpi itu akan terjawab di masa penuh kehangatan nanti. Untuk itu kupersembahkan ungkapan terimakasih kepada:

Kakakku (Khumaidatul Mufidah) yang selalu memberi dukungan dan motivasi kepada adiknya ini agar bisa lulus kuliah, serta Adikku (Muhammad Rahmad Dani) yang selalu bikin marah, Bandel/ Mbeling, tapi terlepas itu semua, AKU MENYAYANGI KALIAN SEMUA.

Hidupku terlalu berat untuk mengandalkan diri sendiri tanpa melibatkan bantuan Tuhan dan orang lain. Buat yang selama ini sabar dalam membimbingku dalam menyelesaikan tugas akhir ini saya ucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada Bapak Ir.H. Rosyadi., M.Si dan bapak Ir. Fakhrunnas MA Jabbar., M.Kom Semoga setiap ilmu yang Bapak berikan akan dibalas dengan pahala dari Allah SWT. Amin. Allahumma Amin...

Tak ada tempat terbaik untuk berkeluh kesah selain bersama sahabat-sahabat terbaikku, Terima kasih kuucapkan kepada teman-teman sejawat dan seperjuangan Angkatan 14 Perikanan Pertanian UIR (Afap Hsb. S.Pi, Yusuf Kitting S.Pi, Ocu Bobi, Fadli S.Pi, Falsafa Bigo S.Pi, Atok Zaid Ilham, Rizki27 S.Pi, Rahman Fauzi S.Pi, Jasbo S.Pi, Roza S.Pi, Trio S.Pi, Try Sepet, Hendi, Jepri Samosir, Mutlas S.Pi, Rizka S.Pi. Ade Godok S.Pi). terimakasih juga kuucapkan untuk kakak tingkat dan adik tingkat (kak imel S.Pi, Mbak Safitriani S.Pi, Mas Angga Jowo S.Pi, Mas Angga Hsb, Si Jhon Rahmad Satria, Pak Abdi S.Pi, Mas Muhid S.Pi, Wildatul Putri bocor S.Pi, annisa hsb S.Pi, Resky S.Pi, wir S.Pi, Marta S.Pi, Wak Ogon S.Pi, Ahlun S.Pi, Nanang Ikin, Mas Singgih, Rivan, Fajar, Suhaimi, Justin, Pak tua Faza, Firsal, Nurhida, Icuk, Dwi, Nurul, Tina, Fitri nduut, Terkhususnya buat sahabat-sahabatku BARAK D 35 (Kaptan Depot (Delpi. SP), Maman Jalu, Atan Ramli, Siros, S.I.kom, Atan Cibi, Buyung Tabung, Arianto, Edi PK. SP, Rizki Kantau. SP, Dika Andani. SP, Heri Priyono. SP, Uda Mul, Iyan, Wong Tran Widi, Dafit Regar, Anang Nyoto, Karim Rahmad, intan Apriani. SP . Weni Nurmalita, Evavr11, SQUAD BOMEL FC, NETRAL FC, TONGKRONGAN DAYU, terimakasih buat kalian semua yang selalu memberi support kepadaku bisa seperti sekarang .. Love You All..

Jatuh berdiri lagi, kalah mencoba lagi, gagal bangkit lagi, NEVER GIVE UP!!! Sampai tuhan berkata "WAKTUNYA PULANG"

Hanya sebuah karya kecil dan uraian kata-kata ini yang dapat kupersembahkan kepada kalian semua, terimakasih beribu terimakasih kuucapkan. Atas segala kekhilafan salah dan kekuranganku, kurendahkan hati serta diri menjabat tangan meminta beribu-ribu kata maaf tercurah. Skripsi ini kupersembahkan...

-From RIONO PERMADI-

BIOGRAFI PENULIS



Riono Permadi dilahirkan di Desa muktisari, pada tanggal 10 Maret 1996, yang merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Saryono dan Ibu Wajiyem. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN 027 Muktisari tahun 2008. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP PON-PES Walisongo Sragen (Jawa Tengah) dan selesai pada tahun 2011, kemudian penulis melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMK Taruna Mandri Pekanbaru dan selesai pada tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan kejenjang pendidikan Perguruan Tinggi di Program Studi Budidaya Perairan Strata Satu (S1) Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. Dengan izin Allah akhirnya pada tanggal 5 Desember 2019 penulis dinyatakan lulus ujian komperehensif dan berhak mendapatkan gelar Sarjana Pertanian (SP) dengan judul skripsi “**PEMBERIAN PUPUK POC DENGAN DOSIS BERBEDA YANG DIFERMENTASI TERHADAP KELIMPAHAN *Chlorella* sp**”

RIONO PERMADI S.Pi

ABSTRAK

RIONO PERMADI (NPM:144310159) ” PEMBERIAN PUPUK POC DENGAN DOSIS BERBEDA YANG DIFERMENTASI TERHADAP KELIMPAHAN *Chlorella sp*” dibawah bimbingan Bapak Ir. H. Rosyadi, M.Si selaku pembimbing I dan Bapak Ir. Fakhrunnas MA Jabbar, M.I.Kom, selaku pembimbing II. Penelitian dilaksanakan selama 20 hari dimulai pada Maret 2019 di Balai Benih Ikan (BBI) Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau Pekanbaru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian Pupuk Organik Cair (POC) dengan dosis berbeda yang difermentasi terhadap kelimpahan *Chlorella sp*. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan yaitu (P1) pemberian pupuk organik cair fermentasi dengan dosis 1,5 cc/L, (P2) pemberian pupuk organik cair fermentasi dengan dosis 2,0 cc/L, (P3) pemberian pupuk organik cair fermentasi dengan dosis 2,5 cc/L, (P4) pemberian pupuk organik cair fermentasi dengan dosis 3,0 cc/L, (P5) pemberian pupuk organik cair fermentasi dengan dosis 3,5 cc/L. Hasil penelitian diperoleh hasil kelimpahan *Chlorella sp* yang tertinggi terdapat pada perlakuan (P3) sebesar 13.150.000 sel/ml, kemudian (P2) sebesar 11.450.000 sel/ml, (P1) sebesar 10.433.333 sel/ml, (P4) sebesar 9.650.000 sel/ml dan yang terendah terdapat pada perlakuan (P5) yaitu sebesar 8.116.667 sel/ml. Biomassa *Chlorella sp* tertinggi pada perlakuan (P3) sebesar 0,50 gr/L dan terendah pada perlakuan (P5) sebesar 0,14 gr/L. Hasil Pengukuran kualitas air seperti suhu 27-30°C, pH 6-8 dan N, P, K adalah sebesar 1,076 mg/L, 0,541 mg/L dan 0,556 mg/L.

Kata Kunci : *Chlorella sp*, fermentasi pupuk organik cair.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim.

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat-Nya tiada terkira sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PEMBERIAN PUPUK POC DENGAN DOSIS BERBEDA YANG DIFERMENTASI TERHADAP KELIMPAHAN *Chlorella sp*”**. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan 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 1 dan Bapak Ir. Fakhrunnas MA Jabbar, M. I. Kom, selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah membimbing penulis dalam pembuatan skripsi penelitian ini.

Skripsi ini sudah dibuat dengan segala kemampuan penulis, namun jika masih ada kekurangan dalam penulisan seperti, tata bahasa, maupun materi yang disajikan, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Atas kebaikan semua pihak penulis ucapkan terimakasih.

Pekanbaru, Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Isi	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	5
1.3. Batasan Masalah	6
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian	6
1.5. Hipotesis	7
1.6. Asumsi	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Klasifikasi dan Morfologi <i>Chlorella sp</i>	8
2.2. Habitat dan Ekologi	9
2.3. Nutrien	10
2.4. Proses Fermentasi (POC)	11
2.5. Reproduksi	11
2.6. Kultur <i>Chlorella sp</i>	12
2.7. Pertumbuhan Mikroalga	14
2.8. Peran Mikroalga dalam Mendegradasi POC	17
2.9. Parameter Kualitas POC	18
2.9.1. Nitrat (NO ₃)	18
2.9.2. Fosfat	19
2.9.3. Karbondioksida Bebas (CO ₂)	20
2.9.4. Derajat keasaman (pH)	21
2.9.5. Suhu	21
III. BAHAN DAN METODE	23
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2. Bahan dan Alat penelitian	23
3.2.1. Pupuk Organik Cair (POC)	23
3.2.2. Mikroalga <i>Chlorella sp</i>	23
3.2.3. Media Penyaringan	23
3.3. Prosedur Penelitian	24

3.3.1. Persiapan Penelitian	24
3.3.2. Penyusunan Peralatan Penelitian	27
3.4. Metode Penelitian	28
3.4.1. Uji Pendahuluan	29
3.4.4.1. Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp Pada Penelitian Pendahuluan ...	30
3.4.2. Penelitian Utama	32
3.5. Pengamatan Pola Pertumbuhan <i>Chlorella</i> sp	33
3.6. Prosedur Analisis	35
3.6.1. Nitrat	35
3.6.2. Fosfat	36
3.6.3. Derajat Keasaman (pH)	37
3.6.4. Suhu	37
3.7. Analisis Data	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Kelimpahan Sel <i>Chlorella</i> sp	39
4.2. Biomassa <i>Chlorella</i> sp	47
4.3. Kualitas Air	50
4.3.1. Suhu	50
4.3.2. Derajat Keasaman (pH)	53
4.3.3. Nitrat (NO ₃)	55
4.3.4. Fosfat (PO ₄)	58
4.3.5. Kalium (K)	61
V. KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1. Kesimpulan	64
5.2. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	70

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
3.1. Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp pada Penelitian Terdahulu	29
3.2. Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp pada Uji Pendahuluan	30
3.3. Pembuat Larutan Standar Nitrat	36
4.1. Kelimpahan sel <i>Chlorella</i> sp	39
4.2. Rata-rata Berat Biomassa <i>Chlorella</i> sp	47
4.3. Hasil Pengukuran Suhu Tiap Perlakuan	51
4.4. Rata-rata pH Tiap Perlakuan	53
4.5. Hasil Analisis Nitrat	55
4.6. Hasil Analisis Fosfat	58
4.7. Hasil Analisis Kalium	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
2.1. Morfologi <i>Chlorella</i> sp	9
2.2. Fase Pertumbuhan Mikroalga	15
3.1. Model Saringan.....	24
3.2. Bibit <i>Chlorella</i> sp	26
3.3. Skema Susunan Peralatan Kultur <i>Chlorella</i> sp.....	27
3.2. Grafik Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp pada Uji Pendahuluan	31
3.4. Haemocytometer Tipe Neubeauer	33
4.1. Grafik Kelimpahan	43
4.2. Rata-rata Biomassa <i>Chlorella</i> sp	49
4.3. Rata-rata Pengukuran Suhu	51
4.4. Rata-rata Pengukuran pH	54
4.5. Grafik Penurunan Nitrat	56
4.6. Grafik Penurunan Fosfat	59
4.7. Grafik Penurunan Kalium	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
1. Hasil penghitungan Kelimpahan sel <i>Chlorella</i> sp	71
2. Hasil Uji Anava Kelimpahan sel <i>Chlorella</i> sp.	73
3. Hasil pengukuran Biomassa <i>Chlorella</i> sp	74
4. Hasil Pengukuran Suhu pada Penelitian Utama	75
5. Hasil Pengukuran pH pada Penelitian Utama	76
6. Hasil Pengukuran Nitrat	77
7. Hasil Pengukuran Fospat	78
8. Hasil Pengukuran Kalium	79
9. Kunjungan Dosen Pembimbing I Dan Pembimbing II	80
10. Susunan Wadah Penelitian	81
11. Saringan dan Pupuk Organic Cair (POC)	81
12. <i>Chlorella</i> sp yang Digunakan dalam Penelitian	82
13. Fermentasi Pupuk Organik Cair (POC)	82

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Sampah merupakan salah satu masalah yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan tetapi sampah dapat diolah menjadi bahan yang bermanfaat sehingga dapat mengurangi timbulnya pencemaran lingkungan. Pengelolaan sampah diantaranya dapat dimanfaatkan menjadi kompos organik yang didalamnya terkandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman (Nugroho, 2013). Diketahui pada Tahun 2016 di Kota Pekanbaru sampah sebanyak 148.819,75 ton. Sedangkan rata-rata sampah/harinya yaitu 407,27 ton/hari. Selanjutnya untuk Tahun 2017 data sampah Pekanbaru yang masuk ke TPA Muara Fajar sampai bulan September yaitu 120.464,99 ton atau rata-rata sampah/harinya sekitar 299,37 ton/hari. Tiap tahun limbah sampah Pekanbaru meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk.

Selama ini hampir 90 persen daerah menerapkan cara konvensional dalam pengelolaan sampah di daerahnya. Sebanyak 69 persen, pengelolaan sampah dengan cara mengangkut dan menimbunnya di Tempat Pembuangan Akhir. 10 persen mengubur sampah dengan cara pengomposan, 7 persen didaur ulang, 5 persen sistem pengelolaan dengan cara membakar dan 7 persen tidak dikelola. Zulfikri di Pekanbaru saat ini masih tergolong pada kelompok terbanyak yakni dengan cara menimbun pada lahan TPA. Setiap tahun kemampuan lahan TPA akan berkurang, hingga diperkirakan pada Tahun 2020 kebutuhan akan lahan penuh.

Pengolahan sampah dengan cara pengomposan baru sekitar 10 persen dari total 120.464,99 ton sampah yang ada di kota Pekanbaru, salah satu tempat pengolahan

sampah untuk dijadikan pupuk kompos yaitu berada di Jalan Cempaka. Sampah yang masuk ke tempat pembuatan kompos rata-rata perhariya sekitar 1.000-15.000 kg dan perbulanya mencapai sekitar 15.600 kg, sedangkan untuk jenis sampah yang masuk yaitu kulit nanas, kulit jagung dan sayur yang diambil dari pasar Kodim.

Limbah cair yang langsung dibuang ke dalam perairan dapat menyebabkan pencemaran sehingga menimbulkan kematian bagi organisme perairan. Limbah cair ini di perairan selain menimbulkan bau busuk karena proses anaerob pada perombakan protein, lemak dan karbohidrat oleh mikroorganisme, juga menambah beban pencemaran air (Supriyanto *dalam* Sidabutar, 2016).

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air sudah tersedia dan diantaranya menyatakan bahwa diperlukan upaya pemeliharaan kualitas air agar tetap dalam kondisi alamiahnya. Pencegahan dan penanggulangan pencemaran air serta pemeliharaan agar kualitasnya sesuai dengan standar baku mutu air. Mengingat hal tersebut maka diperlukan strategi pengendalian pencemaran perairan dengan mengolah limbah cair menjadi POC. Sebab setiap limbah seharusnya diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan. Untuk mengatasi limbah dengan proses sesederhana mungkin dan juga biaya serendah mungkin.

Pupuk organik cair adalah larutan dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur. Kelebihan dari pupuk organik cair ini adalah dapat secara cepat mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara, dan mampu menyediakan hara secara cepat. Dibandingkan dengan pupuk cair dari bahan

anorganik, pupuk organik cair umumnya tidak merusak tanah dan tanaman walaupun digunakan sesering mungkin. Selain itu, pupuk ini juga memiliki bahan pengikat, sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa digunakan tanaman secara langsung. Diantara jenis pupuk organik cair adalah pupuk kandang cair, sisa padatan dan cairan pembuatan biogas, serta pupuk cair dari sampah atau limbah organik (Hadisuwito, 2007). Pada dasarnya, limbah cair dari bahan organik bisa dimanfaatkan menjadi pupuk sama seperti limbah padat organik banyak mengandung unsur hara (N, P, K) dan bahan organik lainnya.

Fermentasi merupakan proses mikrobiologi yang dikendalikan oleh manusia untuk memperoleh produk yang berguna, dimana terjadi pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerob. Penguraian dari kompleks menjadi sederhana dengan bantuan mikroorganisme sehingga menghasilkan energi (Amaral, 2013). Fermentasi terjadi karena adanya aktivitas mikroorganisme penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai, proses ini dapat menyebabkan perubahan sifat bahan tersebut. Lama fermentasi dipengaruhi oleh faktor faktor yang secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh dalam proses fermentasi. Pada proses fermentasi terjadi dekomposisi terhadap bentuk fisik padatan dan pembebasan sejumlah unsur penting dalam bentuk senyawa-senyawa kompleks maupun senyawa-senyawa sederhana ke dalam larutan fermentasi (Handayani *dkk.*, 2015).

EM4 merupakan bahan yang membantu mempercepat proses pembuatan pupuk organik dan meningkatkan kualitasnya. Dengan demikian penggunaan EM4 akan membuat tanaman menjadi lebih subur, sehat dan relatif tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Mikroorganisme yang terdapat di dalamnya secara genetika

bersifat asli bukan rekayasa. Umumnya EM4 dapat dibuat sendiri dengan menggunakan bahan-bahan yang mudah didapat (Hadisuwito, 2007).

Beberapa manfaat EM4 bagi tanaman : menghambat pertumbuhan hama dan penyakit tanaman, membantu meningkatkan kapasitas fotosintesis tanaman, meningkatkan kualitas bahan organik sebagai pupuk, meningkatkan kualitas pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman. Mikroorganisme yang terdapat dalam EM4 memberikan pengaruh yang baik terhadap kualitas pupuk organik, sedangkan ketersediaan unsur hara dalam pupuk organik sangat dipengaruhi oleh lamanya waktu yang diperlukan bakteri untuk mendegradasi sampah (Yuwono, 2006).

Pupuk organik cair yang difermentasi dapat diolah dengan cara fisika, kimia, maupun biologi. Pengolahan limbah cair secara biologi memanfaatkan mikroorganisme sebagai dasar fungsional dalam proses penanganan (Citroreksono, 1996). Hal utama dalam penanganan limbah cair adalah pengembangan dan pemeliharaan kultur mikroorganisme yang cocok (Jenie dan Rahayu dalam Sugianti, 2016). Salah satu upaya untuk mengatasi pupuk cair kompos yang memperhatikan sisi ekologis dan ekonomis adalah dengan pemanfaatan tanaman renik berupa mikroalga *Chlorella* sp. Mikroalga merupakan organisme autotrof yang memanfaatkan unsur hara dari hasil pembusukan seperti amonia, nitrat dan fosfat untuk tumbuh dan berkembang biak. Mikroalga dari jenis *Chlorella* sp. memiliki kemampuan hidup di perairan tercemar karena memiliki phytohormon dan polimine untuk beradaptasi pada lingkungan tercemar (Niczyporuk, 2012). *Chlorella* sp menyerap bahan amonia, nitrat dan fosfat tersebut sebagai sumber makanannya untuk menghasilkan biomassa yang tinggi. Semakin tinggi biomassa *Chlorella* sp maka

dapat dimanfaatkan untuk berbagai hal. Mikroalga *Chlorella* sp, memiliki potensi sebagai pakan *zooplankton*, sebagai primeri konsumen dan sebagai pakan larva ikan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nur (2018) menggunakan POC dengan dosis 2,5 cc, 5 cc, 7,5 cc, 10 cc mendapatkan hasil terbaik yaitu pada dosis 5 cc dengan kepadatan sel *Chlorella* sp mencapai 7.996.669 sel/ml .

Berdasarkan hasil penelitian di atas penulis tertarik melakukan penelitian lanjutan dengan pemanfaatan POC yang difermentasi menggunakan EM4 sebagai media kultur *Chlorella* sp dengan judul “pemberian pupuk POC dengan dosis berbeda yang difermentasi terhadap kelimpahan *Chlorella* sp”.

1.2. Perumusan Masalah

Proses pembuatan kompos banyak menghasilkan limbah cair dengan kandungan senyawa organik yang tinggi. Tingginya kandungan senyawa organik akan berdampak negatif terhadap lingkungan perairan jika langsung dibuang tanpa ada pengolahan terlebih dahulu, sehingga akan mempengaruhi kehidupan organik akuatik. Kandungan senyawa dalam limbah akan terdekomposisi menjadi senyawa anorganik seperti nitrat dan fosfat yang dapat direduksi dengan memanfaatkan *Chlorella* sp. Hal ini membuat pupuk organik cair diduga 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. Bagaimana pengaruh pemberian POC yang difermentasi sebagai media hidup untuk kelimpahan *Chlorella* sp ?

2. Berapa dosis yang optimal POC yang difermentasi untuk kelimpahan *Chlorella* sp ?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu adanya pembatasan masalah agar dapat terarah dan tidak menyimpang dari maksud dan tujuan yang telah ditetapkan. Batasan masalah atau ruang lingkup penelitian ini adalah:

- a. Hanya membahas pengaruh dosis yang optimum pada POC terhadap kelimpahan sel *Chlorella* sp.
- b. Oleh sebab itu, hanya sebagai pembandingan antara POC yang difermentasi dengan POC yang tidak difermentasi.

1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk :

1. Mengetahui pengaruh pemberian POC yang difermentasi sebagai media hidup untuk kelimpahan *Chlorella* sp.
2. Untuk mengetahui dosis yang optimal pemberian POC yang difermentasi untuk kelimpahan *Chlorella* sp.

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Menambah pengetahuan penulis dan para pengembang usaha perikanan pada umumnya.
2. Menjadi acuan untuk berbagai macam kegiatan pengembangan perikanan khususnya tentang pakan alami.

3. Menjadi salah satu landasan bagi penelitian selanjutnya berkaitan dengan pengembangan *Chlorella* sp.

1.5. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

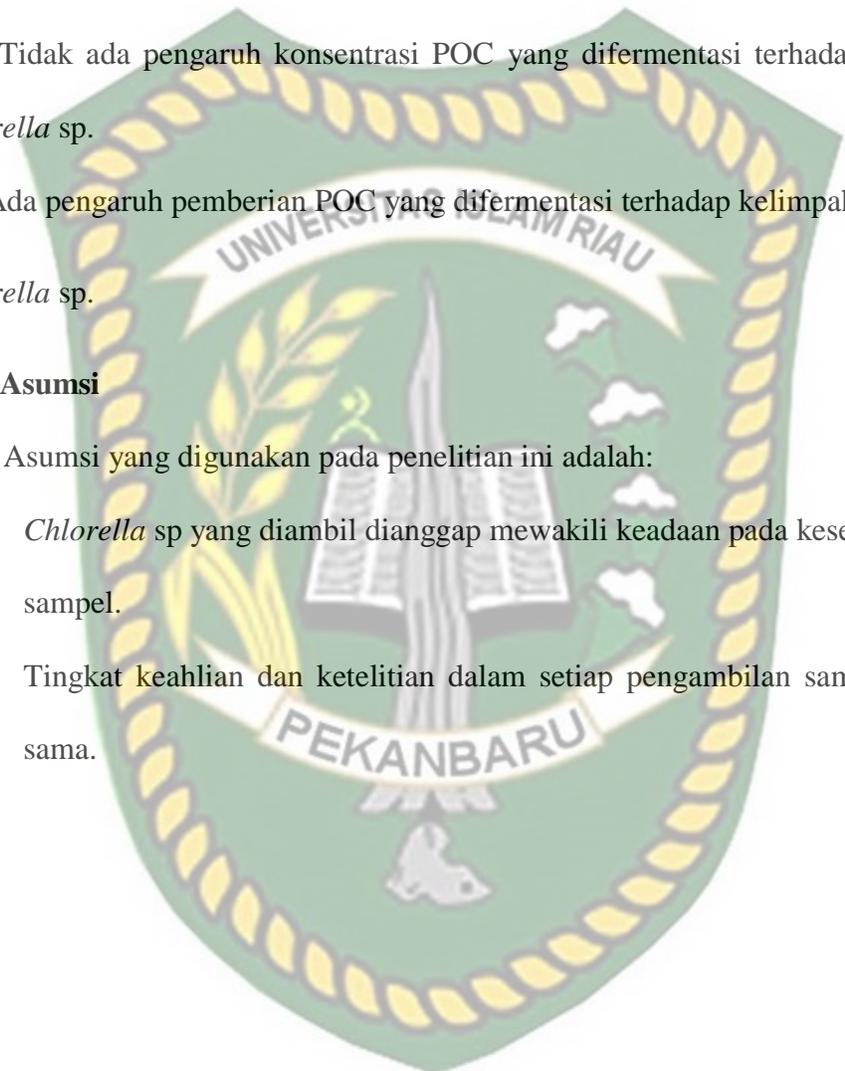
H₀ : Tidak ada pengaruh konsentrasi POC yang difermentasi terhadap kelimpahan *Chlorella* sp.

H_i : Ada pengaruh pemberian POC yang difermentasi terhadap kelimpahan *Chlorella* sp.

1.6. Asumsi

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- *Chlorella* sp yang diambil dianggap mewakili keadaan pada keseluruhan sampel.
- Tingkat keahlian dan ketelitian dalam setiap pengambilan sampel dianggap sama.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi dan Morfologi *Chlorella* sp

Nama *Chlorella* berasal dari zat bewarna hijau (*chlorophyll*) yang juga berfungsi sebagai katalisator dalam proses fotosintesis (Steenblock 2000). *Chlorella* sp dikategorikan ke dalam kelompok alga hijau yang memiliki jumlah genera sekitar 450 dan jumlah spesies lebih dari 7500. Nama alga hijau diberikan karena kandungan zat hijau (*Chlorophyll*) yang dimilikinya sangat tinggi, bahkan melebihi jumlah yang dimiliki oleh beberapa tumbuhan tingkat tinggi.

Klasifikasi *Chlorella* sp. menurut Bold dan Wynne (1985) adalah sebagai berikut:

Divisi : *Chlorophyta*

Kelas : *Chlorophyceae*

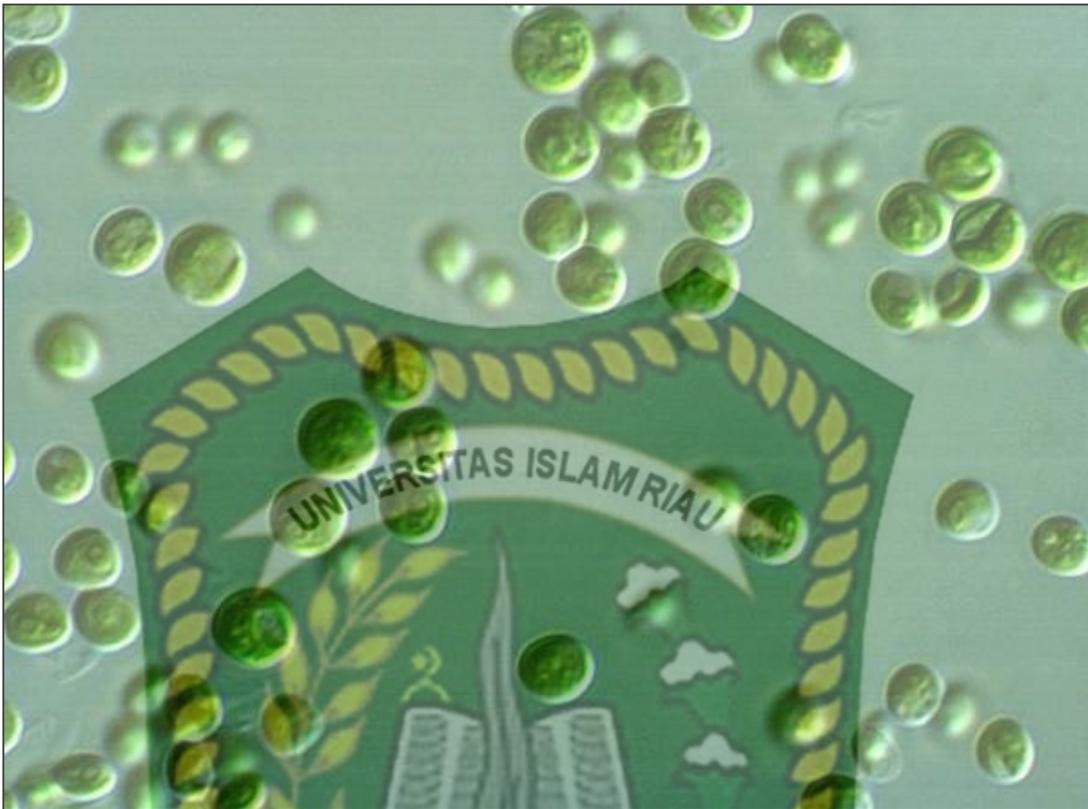
Ordo : *Chlorococcales*

Familia : *Oocystaceae*

Genus : *Chlorella*

Spesies : *Chlorella* sp.

Bentuk umum sel-sel *Chlorella* sp adalah bulat atau elips (bulat telur), termasuk mikroalga bersel tunggal (*unicellular*) yang soliter, namun juga dapat dijumpai hidup dalam koloni atau bergerombol (Gambar 2.1). Diameter sel umumnya berkisar antara 2-12 mikron, warna hijau karena pigmen yang mendominasi adalah klorofil (Sidabutar 2016) *Chlorella* merupakan organisme eukariotik (memiliki inti sel) dengan dinding sel yang terdiri atas selulosa dan pectin, sedangkan protoplasmanya berbentuk cawan (Isnansetyo dan Kurniastuty dalam Sugianti, 2016).



Gambar 2.1 Morfologi *Chlorella* sp.

(Sumber:http://cfb.unh.edu/phycokey/Choices/Chlorophyceae/unicells/non_flagellate_d/CHLORELLA/Chlorella_Image_page.htm, 27 Oktober 2016)

2.2. Habitat dan Ekologi

Berdasarkan habitat hidupnya *Chlorella* dapat dibedakan menjadi *Chlorella* air tawar dan *Chlorella* air laut. *Chlorella* air tawar dapat hidup dengan kadar salinitas hingga 5 ppt, sementara *Chlorella* dapat mentolerir salinitas antara 33- 40 ppt (Bold dan Wynne dalam Sidabutar, 2016). Menurut Hirata dalam Prabowo (2009), beberapa spesies *Chlorella* air laut dapat mentolerir kondisi lingkungan yang relatif bervariasi. Tumbuh optimal pada salinitas 25-34 ppt, sementara pada salinitas 15 ppt tumbuh lambat dan tidak tumbuh pada salinitas 0 ppt dan 60 ppt. Umumnya

Chlorella bersifat planktonis yang melayang di perairan, namun beberapa jenis *Chlorella* juga ditemukan mampu bersimbiosis dengan hewan lain misalnya *Hydra* dan beberapa *Ciliata* air tawar seperti *Paramecium Bursaria* (Dolan dalam Sidabutar, 2016).

2.3. Nutrien

Nutrien adalah elemen kimia penting yang dibutuhkan mikroalga untuk tumbuh dan berkembang. Meskipun sebagian hanya dibutuhkan dalam jumlah sedikit (nutrient mikro), namun untuk pertumbuhannya mikroalga memerlukan paling sedikit 19 nutrien. Mikroalga memerlukan nutrient (C,H,O,N,S,K,P, dll) selama perbandingan tertentu, sehingga apabila kekurangan salah satu dari unsur tersebut akan menghambat pertumbuhannya. Secara umum telah diketahui bahwa pertumbuhan mikroalga di perairan umum sangat dipengaruhi nitrogen dan fosfor (Komarawidjaja, 2010). Dibandingkan dengan karbon, hydrogen dan oksigen, fosfor dan nitrogen adalah kecil kualitasnya, sehingga di perairan umum kedua unsur ini dianggap sebagai faktor pembatas bagi pertumbuhan mikroalga. Lebih spesifik telah diketahui bahwa fosfor adalah unsur hara yang sering menjadi faktor pembatas pertumbuhan mikroalga di perairan (Sehlinder dalam Sidabutar, 2016), sedangkan nitrogen sering menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan mikroalga di perairan pesisir.

Nitrat (NO_3) Amonium (NH_4), dan Orthofosfat (PO_4) adalah bentuk nutrient yang siap digunakan oleh mikroalga untuk melakukan fotosintesis. Di perairan laut, kandungan nutrien-nutrien tersebut secara alamiah sangat bervariasi tergantung letak geografis dan musim. Perairan laut yang terletak di sekitar khatulistiwa kandungan

nutrient di lapisan atas sepanjang tahun cenderung rendah tidak fluktuatif, sedangkan daerah yang mempunyai 4 musim sangat berfluktuatif. Hal ini disebabkan karena pada perairan sekitar khatulistiwa fotosintesis terjadi sepanjang tahun, dan penambahan nutrient dari dasar laut akibat pengadukan tidak terjadi. Sebaliknya di perairan laut memiliki 4 musim, suplai nutrient dari lapisan bawah akibat pengadukan terjadi pada musim gugur dan dingin, sedangkan pemakaian nutrient melalui proses fotosintesis terjadi pada musim semi dan panas (Komarawidjaja, 2010).

2.4. Proses Fermentasi (POC)

Pupuk organik cair berasal dari hasil pembuatan kompos. Proses pembuatannya dilakukan di tempat pengolahan kompos yang terletak di Jalan Cempaka milik Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pekanbaru. Sebelum pengomposan sampah organik dipilah terlebih dahulu kemudian dicincang menggunakan mesin, setelah itu dimasukan ke dalam bak fermentasi. Setiap dua hari sekali limbah tersebut dibalik dan disiram dengan menggunakan campuran EM4 dan dolomit dengan dosis EM4 300 ml/bak, sedangkan dolomit mencapai 5 kg/bak. Air bekas penyiraman pada saat proses fermentasi disebut dengan Pupuk Organik Cair dan dialirkan ke dalam bak penampungan.

2.5. Reproduksi

Chlorella sp bereproduksi secara aseksual dengan pembentukan austospora yang merupakan bentuk miniature dari sel induk. (*Parent cell*) akan membelah menjadi sel-sel anak (*daughter cell*) dan melepaskan diri dari induknya (Bold dan Wynne dalam Sidabutar, 2016)

Proses reproduksi *Chlorella* sp dapat dibagi menjadi 4 tahap (Khumar dan Singh *dalam* Sidabutar, 2016) yaitu :

1. Tahap pertumbuhan, pada tahap ini sel *Chlorella* sp tumbuh membesar.
2. Tahap pemasakan awal saat terjadi peningkatan aktivitas sintesa yang merupakan persiapan awal pembentukan autospora.
3. Tahap pemasakan akhir, pada saat ini autospora terbentuk
4. Tahap pelepasan autospora, dinding sel induk akan pecah dan diikuti oleh pelepasan autospora yang akan tumbuh menjadi sel induk muda.

2.6. Kultur *Chlorella* sp.

Menurut Bold dan Wynne *dalam* Sidabutar (2016) pertumbuhan *Chlorella* sp. dalam kultur dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : medium, nutrien, unsur hara, cahaya, temperatur serta salinitas. Medium merupakan tempat hidup bagi kultur *Chlorella* sp yang akan dibudidayakan. Bahan dasar untuk preservasi medium yang akan digunakan adalah agar-agar. Nutrient terdiri atas unsur-unsur hara makro (*macronutrients*) dan unsur hara mikro (*micronutrients*). Contoh unsur hara makro untuk pertumbuhan *Chlorella* sp adalah senyawa organik seperti N, K, Mg, S, P, dan Cl. Unsur hara mikro adalah Fe, Cu, Zn, Mn, B, dan Mo (Oh-hama dan Miyachi, 1988). Unsur hara tersebut diperoleh dalam bentuk persenyawa dengan unsur lain (Bold *dalam* Sidabutar, 2016). Tiap unsur hara memiliki fungsi-fungsi khusus yang tercemin pada pertumbuhan dan kepadatan yang dicapai oleh organisme yang dikultur tanpa mengesampingkan pengaruh dari lingkungan.

Kebutuhan nutrien untuk tujuan kultur mikroalga harus tetap terpenuhi melalui penambahan media pemupukan guna menunjang pertumbuhan mikroalga. Unsur N, P, dan S penting untuk sintesa protein. Unsur K berfungsi dalam metabolisme karbohidrat. Unsur Cl dimanfaatkan untuk aktivitas kloroplas, unsur Fe dan Na berperan dalam pembentukan klorofil, sementara Si dan Ca diperlukan dalam jumlah banyak untuk pertumbuhan cangkang beberapa jenis fitoplankton (Isnanty dan Kurniastuty *dalam* Sidabutar, 2016; Oh-hama dan Miyachi, 1988).

Beberapa faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroalga dikultur terbuka antara lain: cahaya, temperatur, tekanan osmosis, pH, air, salinitas, kandungan O₂, dan aerasi (Isnanty dan Kurniastuty *dalam* Sidabutar, 2016). Cahaya merupakan sumber energy untuk melakukan fotosintesis. Cahaya matahari yang diperlukan untuk mikroalga dapat digantikan dengan lampu TL atau tungsten. (Oh-hama dan Miyachi *dalam* Prabowo, 2009) menyatakan bahwa intensitas cahaya saturasi untuk *Chlorella* sp berada pada intensitas tersebut dicapai, maka fotosintesis tidak lagi meningkat sehubungan dengan peningkatan porsi intensitas cahaya (Basmi *dalam* Prabowo, 2009)

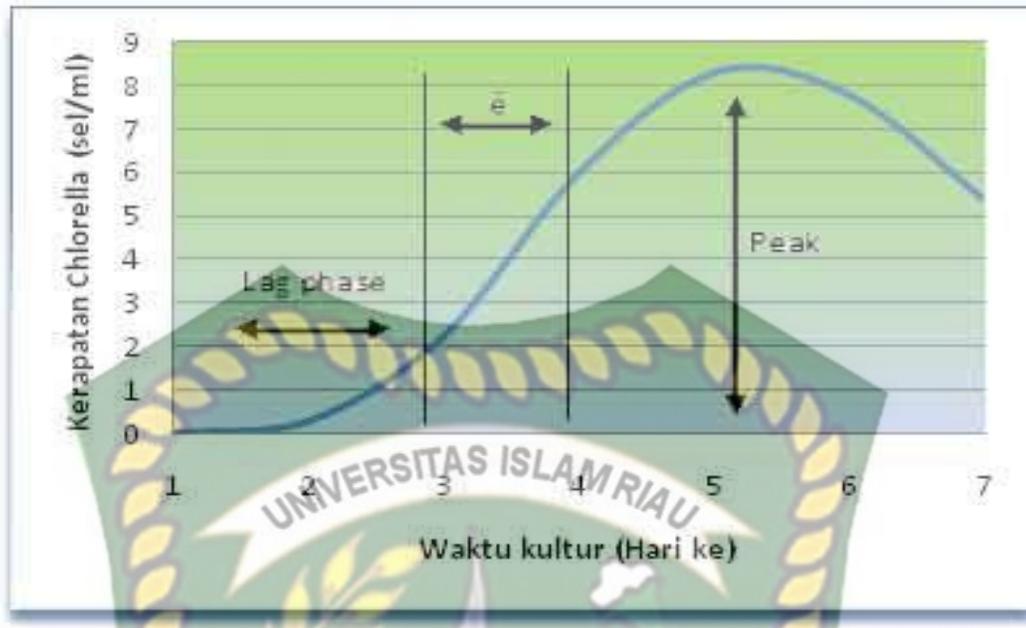
Kisaran temperatur optimal bagi pertumbuhan *Chlorella* sp adalah 25-30 °C (Isnanty dan Kurniastuti, 1995). Untuk kultur *Chlorella* sp diperlukan temperatur antara 25-35 °C Taw *dalam* Prabowo (2009), Temperatur mempengaruhi proses-proses fisika, kimia, biologi, yang berlangsung dalam sel mikroalga. Peningkatan temperatur hingga batas tertentu akan merangsang aktifitas molekul, meningkatnya laju difusi dan juga laju fotosintesis (Sachlan *dalam* Sidabutar, 2016).

Nilai pH medium kultur merupakan faktor pengontrol yang menentukan kemampuan biologis mikroalga dalam memanfaatkan unsur hara. Nilai pH yang terlalu tinggi misalnya, akan mengurangi aktifitas fotosintesis mikroalga (De La Noue dan Pauw dalam Sidabutar, 2016). Namun menurut Miyachi (1988), pada umumnya *strain Chlorella* mampu bertoleransi terhadap kisaran salinitas dan pH yang cukup besar. Nielsa dalam Sidabutar (2016) menyatakan bahwa pH yang sesuai untuk pertumbuhan *Chlorella* berkisar 4,5 – 9,3.

Chlorella sp memiliki toleransi kisaran salinitas yang tinggi dan dapat hidup pada kisaran salinitas 0-35 ppt (dari air tawar sampai air laut). *Chlorella* air laut dapat tumbuh pada salinitas 15-35 ppt (Hirata dalam Rostini, 2007). Salinitas yang paling optimal bagi pertumbuhan *Chlorella* air tawar adalah 10-20 ppt, sementara untuk *Chlorella* air laut adalah 25-28 ppt (Isnanyo dan Kurniastuty dalam Sidabutar, 2016).

2.7. Pertumbuhan *Chlorella* sp

Pertumbuhan jasad hidup, dapat ditinjau dari dua segi, yaitu pertumbuhan secara individu dan pertumbuhan secara kelompok dalam satu populasi. Pertumbuhan individu diartikan sebagai adanya penambahan volume sel serta bagian-bagian lainnya dan diartikan pula sebagai penambahan kuantitas isi dan kandungan di dalam selnya. Pertumbuhan populasi merupakan akibat adanya pertumbuhan individu. Pada organisme, pertumbuhan dapat berubah langsung menjadi pertumbuhan populasi (Suriawiria dalam Sidabutar, 2016)



Gambar 2.2 Fase Pertumbuhan Mikroalga

Isnantyo dan Kurniastuty *dalam* Sidabutar (2016) menyatakan hingga saat ini kerapatan sel digunakan secara luas untuk mengetahui pertumbuhan fitoplankton dalam kultur pakan alami. Ada lima fase pertumbuhan fase lag, logaritmik, berkurangnya pertumbuhan relative, stasioner dan kematian.

1. Fase Lag (Adaptasi)

Selama fase ini pertumbuhan tidak nyata terlihat karena itu fase ini juga dinamakan fase adaptasi. Ukuran sel pada fase ini pada umumnya meningkat. Secara biologis mikroalga sangat aktif dan terjadi proses sintesis protein baru. Organisme mengalami metabolisme tetapi belum terjadi pembelahan sel sehingga kepadatan sel belum meningkat karena mikroalga masih beradaptasi dengan lingkungan barunya.

2. Fase Logaritmik (Eksponensial)

Fase ini dibawah pembelahan sel dengan laju pertumbuhan tetap. Pada kondisi kultur yang optimum maka laju pertumbuhan pada fase ini dapat mencapai nilai maksimal karena pada fase ini melakukan konsumsi nutrisi dan proses fisiologis lainnya. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty dalam Sidabutar (2016). *Chlorella* sp. dapat mencapai fase ini dalam waktu 4-6 hari.

3. Fase berkurangnya pertumbuhan relative

Pertumbuhan tetap terjadi pada fase ini, namun tidak seintensif fase sebelumnya, sehingga laju pertumbuhan mengalami penurunan dibandingkan fase sebelumnya.

4. Fase Stasioner

Pada fase ini pertumbuhan mulai mengalami penurunan dibandingkan dengan fase logaritmik. Pada fase ini laju reproduksi sama dengan laju kematian. Dengan demikian penambahan dan pengurangan jumlah mikroba relatif sama atau seimbang sehingga kepadatan mikroalga tetap.

5. Fase Kematian

Pada fase ini laju kematian lebih cepat dari laju reproduksi. Jumlah sel menurun secara geometric. Penurunan kepadatan mikroalga ditandai dengan perubahan kondisi optimum yang dipengaruhi oleh suhu, cahaya, pH, ketersediaan unsur hara dan beberapa kondisi lingkungan lainnya yang saling terkait satu sama lain

2.8. Peran Mikroalga dalam Mendegradasi POC

Biodegradasi adalah suatu proses oksidasi senyawa organik dan anorganik oleh mikroorganisme baik di tanah maupun perairan ataupun pengolahan air limbah (Dwipayana dan Ariesyady dalam Sidabutar (2016). Biodegradasi merupakan salah satu pengolahan limbah secara biologi yang sering dipilih karena efektif untuk pengolahan limbah organik terlarut dan membutuhkan biaya yang tidak banyak. Namun keberhasilan pengolahan secara biologi sangat tergantung kepada aktifitas dan kemampuan mikroorganisme pendegradasi bahan organik dan karbondioksida di dalam limbah (Syamsudin dan Taufick, 2006).

Mikroalga *Chlorella* sp. memiliki kemampuan menyerap logam yang terlarut dalam air yang digunakan untuk membantu metabolisme *Chlorella* sp. logam tersebut diserap lalu disimpan dalam pyrenoid ganggang. *Chlorella* sp. dinilai efektif mereduksi emisi CO₂ karena kemampuannya menghambat CO₂ dalam proses fotosintesisnya (Chen *et al.*, 2006).

Proses penyerapan CO₂ oleh *Chlorella* sp. terjadi pada proses fotosintesis, dimana CO₂ digunakan untuk reproduksi sel-sel tubuhnya. Pada proses fotosintesis tersebut selain mengfiksasi gas CO₂ juga memanfaatkan nutrisi yang ada dalam badan air. Nutrien dapat berasal dari material yang sengaja ditambahkan atau yang berasal dari limbah cair itu sendiri. Penggunaan limbah cair sebagai input nutrisi akan mengurangi biaya operasional sekaligus meningkatkan nilai guna *Chlorella* sp. sebagai penyerapan emisi gas CO₂ dan juga dapat memperbaiki kualitas limbah cair (Anderson, 2005).

2.9. Parameter Kualitas POC

2.9.1. Nitrat (NO_3)

Nitrat (NO_3) 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). 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 dalam sidabutar 2016).

Menurut Metcalf dan Eddy dalam Fitria (2008) nitrogen organik berhubungan dengan *Suspended Solid* dalam air limbah dengan sedimentasi dan filtrasi. Nitrogen organik yang berwujud padat dapat langsung masuk kedalam tanah yang memiliki molekul organik kompleks yaitu karbohidrat, protein, dan lignin. Beberapa nitrogen organik dihidrolisis menjadi asam amino yang terlarut dan memungkinkan pemecahan lebih lanjut untuk melepas ion ammonia (NH_4^+).

Unsur nitrogen berfungsi sebagai nutrien atau biostimulan karena memiliki peranan yang penting untuk pertumbuhan protista dan tumbuhan. Unsur nitrogen harus berada dalam lingkungan perairan untuk mendukung rantai makanan (Davis dan Comwell dalam Fitria, 2008). Nitrit relatif tidak stabil dan mudah teroksidasi menjadi nitrat. Konsentrasi nitrat yang tinggi dapat memproduksi aktifitas bakteri nitrifikasi pada kondisi asam. Nitrat nitrogen yang merupakan turunan dari nitrit adalah bentuk dari nitrogen yang paling teroksidasi dalam limbah.

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 *dalam* Sidabutar 2016). Nitrat adalah unsur hara yang diperlukan untuk proses fotosintesis (Herawati *dalam* Sidabutar, 2016).

Nutrient organik menjadi faktor penting yang dibutuhkan untuk pertumbuhan fitoplankton dan respirasinya (Nitrat, Nitrit). Konsentrasi nitrat minimum yang diijinkan KLH tahun 1995 sebanyak 0,08 Mg/L. Menurut Alaerts dan Santika *dalam* sidabutar 2016 kandungan nitrat yang baik untuk perkembangan organisme di perairan berkisar antara 0,002-0,012 Mg/L. Sedangkan menurut Effendi (2003) bahwa nitrat digunakan mikroalga sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhan yang dimana nitrat tersebut akan diubah menjadi protein.

2.9.2. Fosfat

Limbah yang diuraikan oleh bakteri akan selalu menghasilkan nutrient N dan P yang menjadi indikator tingkat kesuburan disuatu perairan. Ketersediaan N dan P dapat dilihat dari konsentrasi nitrogen. Senyawa fosfat diperoleh dari limbah rumah tangga, limbah pertanian, limbah perikanan dan juga limbah industri (Effendi, 2003).

Fosfat merupakan indikator yang berpengaruh terhadap reproduksi primer ekosistem perairan. Fosfat di perairan berperan dalam pembentukan protein dan metabolisme sel organisme. Menurut Alaerts dan Santika *dalam* Sidabutar (2016) bahwa senyawa fosfat di perairan dipengaruhi oleh limbah penduduk, industri dan pertanian. Dalam hal ini nutrien yang berupa fosfat akan dimanfaatkan oleh alga untuk metabolisme. Oleh karena itu alga dapat digunakan untuk menyerap nutrien yang ada pada berbagai jenis limbah.

2.9.3. Karbondioksida Bebas (CO₂)

Karbondioksida bebas merupakan salah satu gas respirasi yang penting bagi sistem perairan, kandungan karbondioksida bebas dipengaruhi oleh kandungan bahan organik terurai, suhu, pH, dan aktifitas fotosintesis. Karbondioksida bebas termasuk salah satu gas yang terdapat dalam air, yang dapat meracuni organisme air. 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).

Karbondioksida merupakan elemen paling penting dalam proses fotosintesis, oleh karena itu tersedianya karbondioksida yang cukup di dalam media otomatis akan mendukung pertumbuhan dari *Chlorella* sp. Ketersedian CO₂ dapat dilakukan dengan menginjeksinya kemudian menggoyang-goyangkan media. Dengan aerasi, konsentrasi unsur hara dalam media dapat menyebar secara merata. CO₂ ini digunakan sebagai *carbon source* untuk melakukan fotosintesis/metabolisme yang menunjang kebutuhan *Chlorella* sp. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, konsentrasi CO₂ yang optimal untuk pertumbuhan mikroalga yaitu 5-10% (Ni'matullah dalam Sidabutar, 2016).

Tersedianya CO₂ di dalam media kultur merupakan faktor penting untuk fitoplankton, karena secara langsung dipakai sebagai bahan untuk membentuk molekul-molekul organik melalui proses fotosintesis. Dalam budidaya fitoplankton suplai CO₂ terlarut di dalam media kultur biasanya dilakukan dengan pemberian

aerasi melalui blower (pompa udara), aerasi juga berfungsi untuk meratakan sebaran nutrisi yang ada (Burkhard and Riebesell *dalam* Sidabutar, 2016).

2.9.4. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH merupakan indikasi air bersifat asam, basa atau netral. pH perairan mempengaruhi daya tahan organisme, dimana pH perairan yang rendah akan menyebabkan penyerapan oksigen oleh organisme akan terganggu (Pennak *dalam* Sidabutar (2016). Wardoyo *dalam* Sidabutar (2016) menyatakan dimana pH perairan yang mendukung kehidupan organisme adalah 5-9. Apabila kurang dari itu maka organisme perairan dapat mengalami kematian.

Derajat keasaman merupakan gambaran jumlah atau aktifitas ion hydrogen dalam perairan. Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman dan kebasaan. Menurut Suriawiria *dalam* Sidabutar (2016) batas pH untuk pertumbuhan mikroorganisme merupakan suatu gambaran dari batas pH bagi kegiatan enzim. Untuk tiap organisme dikenal dengan nilai pH minimum, optimum dan maksimum. Variasi pH dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan mikroalga dalam beberapa hal, antara lain mengubah keseimbangan dari karbon organik, mengubah ketersediaan nutrisi dan dapat mempengaruhi fisiologi sel.

2.9.5. Suhu

Suhu air merupakan faktor penting bagi organisme perairan yang selalu dipengaruhi oleh musim, cuaca waktu pengukuran dalam air. Bishop *dalam* Sidabutar (2016) menerangkan bahwa suhu air juga merangsang perkembangan organisme perairan. Stratifikasi suhu air diperlukan dalam rangka penyebaran oksigen, sehingga

dengan adanya stratifikasi suhu air lapisan dasar tidak terjadi anaerob. Suhu merupakan besaran fisika yang menyatakan banyaknya panas yang terkandung dalam suatu benda, semakin tinggi suhu akan menyebabkan toksisitas /daya racun zat semakin tinggi, pertumbuhan organisme dan makluk air lainnya seperti ikan akan terganggu (Hutagalung, 1994).

Suhu berpengaruh langsung karena suhu kimia enzimatik yang berperan dalam proses fotosintesis dikendalikan oleh suhu. Peningkatan suhu sampai batas tertentu akan menaikkan laju fotosintesis (Nontji, 2006). Suhu optimal kultur fitoplankton secara umum antara 16-36 °C. Suhu dibawah 16 °C dapat menyebabkan kecepatan pertumbuhan turun, sedangkan suhu di atas 36 °C dapat mengakibatkan kematian pada jenis tertentu (Cotteau, 1998 ; Taw, 1990).

Naiknya suhu perairan akan mengakibatkan penurunan kelarutan gas O₂, CO₂, N₂, CH₄ dan sebagainya (Haslam, 1992). Suhu air limbah yang relatif tinggi ditandai dengan munculnya ikan-ikan dan hewan air lainnya ke permukaan untuk mencari oksigen (Kristanto, 2002).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 20 hari yaitu dimulai pada bulan Maret 2019. Lokasi penelitian bertempat di Balai Benih Ikan (BBI) Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau.

3.2. Bahan dan Alat penelitian

3.2.1. Pupuk Organik Cair (POC)

Pupuk Organik Cair (POC) diperoleh dari tempat pengolahan kompos milik Dinas Kebersihan Kota Pekanbaru di Jalan Cempaka, Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru.

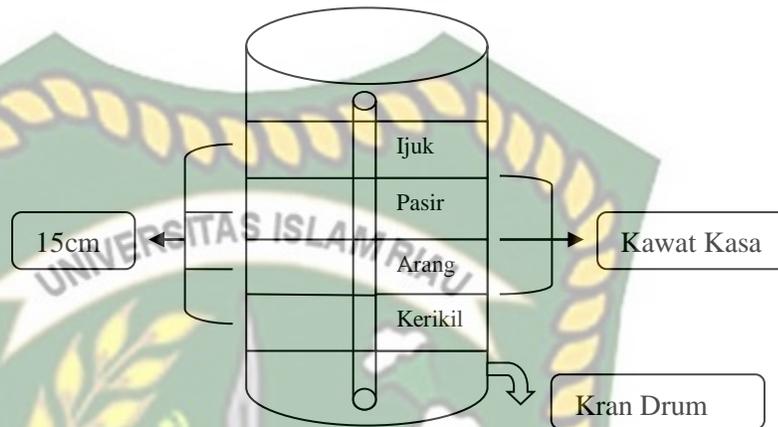
3.2.2. Mikroalga *Chlorella* sp.

Mikroalga *Chlorella* sp berasal dari Laboratorium Mikroalga BBI (Balai Benih Ikan) Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. Adapun bibit mikroalga *Chlorella* sp yang diperlukan sebanyak 2 liter.

3.2.3. Media Penyaringan

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

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian dilakukan agar seluruh alat, bahan dan kondisi kultur dapat mendukung setiap tahap penelitian dengan optimal. Persiapan penelitian ini terdiri atas beberapa tahap, yaitu penyiapan media penyaringan, sterilisasi alat dan media kultur, penyiapan Pupuk Organik Cair kompos, penyiapan bibit, serta penyusunan peralatan kultur. Tahapan persiapan penelitian dijelaskan sebagai berikut:

1. Penyiapan Media Penyaringan

Saringan yang digunakan terbuat dari drum plastik yang berisi ijuk, arang kerikil dan pasir. fungsi dari penyaringan ini adalah untuk memisahkan kotoran dan bau yang terdapat pada Pupuk Organik Cair (POC).

2. Perebusan

Perebusan dilakukan supaya bakteri pathogen yang berada di dalam POC dapat terbunuh sehingga tidak mengganggu dalam proses fermentasi dan pada saat penelitian. POC direbus dengan menggunakan panci hingga mendidih pada suhu 100 C^o kemudian dinginkan dalam bak dan setelah dingin dilakukan penyaringan dari sisa-sisa kotoran.

3. Proses Fermentasi (POC)

Fermentasi dilakukan setelah proses perebusan dan penyaringan POC. Kemudian fermentasi POC dilakukan dengan cara menambahkan gula merah (100 gr) dan EM4 (350 ml) ke dalam POC (500 ml) kemudian tunggu hingga 7 hari.

Siboro *dkk.*, (2013) menyatakan bahwa pemberian EM4 dalam wadah pertama pada proses fermentasi sebesar 150 ml, Gula merah 100 gr, sedangkan pemberian kedua EM4 sebesar

4. Sterilisasi Alat dan Media Kultur *Chlorella* sp

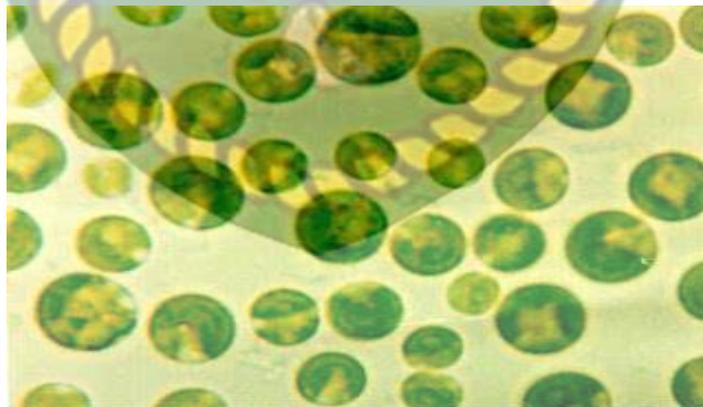
Sterilisasi bertujuan untuk menghilangkan keberadaan mikro organisme atau zat pengganggu pada alat dan media kultur yang akan digunakan selama penelitian. Alat yang akan digunakan terlebih dahulu disterilkan dengan cara dicuci dengan menggunakan sabun dan dibilas di air bersih, kemudian dibilas kembali dengan air dingin hasil rebusan lalu disemprotkan dengan alkohol 96% untuk membunuh bakteri, dan terakhir dibilas dengan aquades hingga bau alkohol hilang. Kemudian dilakukan pengeringan peralatan dengan peniriskannya di atas rak yang telah disemprot alkohol sebelumnya. Wadah kultur setelah kering ditutup dan disumbat dengan kapas steril atau ditutup rapat dengan aluminium foil.

5. Penyiapan Pupuk Organik Cair (POC)

Pupuk organik cair diambil langsung dari tempat pembuatan kompos yang diperoleh dari jalan Cempaka Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru. Pupuk organik cair didiamkan terlebih dahulu selama lima hari sebelum masuk ke dalam penyaringan. Hal ini bertujuan agar bakteri yang terdapat dalam pupuk organik cair melakukan proses dekomposisi terhadap bahan-bahan organik yang akan dimanfaatkan oleh mikroalga *Chlorella* sp. untuk melakukan fotosintesis. kemudian POC dimasukkan ke dalam media penyaringan.

6. Penyiapan Bibit *Chlorella* sp

Bibit awal *Chlorella* sp. yang digunakan dalam penelitian berasal dari Laboratorium Mikro Alga Universitas Islam Riau Fakultas Pertanian. Kemudian diuji coba dengan media kultur Pupuk Organik Cair (POC) yang difermentasi pada penelitian pendahuluan untuk melihat apakah *Chlorella* sp. yang akan digunakan mampu bertahan hidup bila pada media tumbuhnya berasal dari Pupuk Organik Cair yang difermentasi. Bibit *Chlorella* sp dapat dilihat pada Gambar.3.2



Gambar.3.2 Bibit *Chlorella* sp

3.3.2. Penyusunan Peralatan Penelitian

Susunan peralatan penelitian ini adalah susunan peralatan kultur ruangan tertutup. Ruang tersebut dikondisikan agar pertukaran udara dan cahaya dari luar ke dalam ruang kultur tersebut terjamin minimal. Rangkaian susunan peralatan kultur tersebut menggunakan rak yang terbuat dari Besi dengan ukuran, 2 x 1 x 2 (m), sebagai tempat diletakkannya wadah kultur dengan galon model guci volume 6 Liter sebanyak 12 buah dan masing - masing bagian tutup wadah tersebut dipasang slang aerasi dan bola lampu Neon 36 Watt sebanyak 6 buah sebagai sumber cahaya di dalam ruang kultur.

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah pipet tetes akurat, mikroskop komputer, blower, gelas ukur, pH meter, drum plastik, haemocytometer, batu aerasi, botol sampel dan selang aerasi. Susunan peralatan di laboratorium disajikan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Skema Susunan Peralatan Kultur *Chlorella* sp

3.4. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu 1). Penelitian pendahuluan dengan penambahan Pupuk Organik Cair yang difermentasi terdiri dari lima taraf perlakuan yaitu 2,5 cc/L, 5 cc/L, 7,5 cc/L, 10 cc/L, dan 12,5 cc/L dengan tiga kali pengulangan, dan 2). Penelitian utama dengan menambahkan pupuk organik cair yang difermentasi mengacu pada uji pendahuluan yang terdiri dari lima taraf perlakuan. Model matematis RAL satu faktor menurut Sudjana (1992) adalah sebagai berikut:

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

Keterangan :

Y_{ij} : Variabel yang diukur

μ : Efek rata-rata

τ_i : Efek dari perlakuan ke $-I$ yang sebenarnya

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

i : Taraf perlakuan

j : 1,2 dan 3 (ulangan)

Penelitian ini dilakukan atas dasar penelitian terdahulu milik Nur (2017) yang menyatakan bahwa kelimpahan *Chlorella* sp pada dosis 5 cc mencapai 7.966.667 sel/ml. Jumlah kelimpahan sel *Chlorella* sp pada penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Kelimpahan Rata-rata Sel Mikroalga *Chlorella*

Perlakuan Hari Ke-	Kelimpahan (sel/ml)			
	P1 (2,5 cc)	P2 (5 cc)	P3 (7,5 cc)	P4 (10 cc)
2	450.000	500.000	500.000	583.333
4	890.000	791.000	791.000	700.000
6	1.433.333	1.616.666	1.050.000	1.300.000
8	3.133.333	2.266.666	2.116.666	2.583.333
10	5.083.333	4.850.000	3.716.666	5.016.666
12	5.633.333	6.400.000	5.383.333	5.600.000
14	6.483.333	7.300.000	7.166.667	6.350.000
16	5.700.000	7.966.667	7.666.667	6.583.333
18	5.800.000	7.900.000	7.033.333	4.350.000
20	4.583.333	6.730.000	6.216.666	3.150.000

3.4.1. Uji Pendahuluan

Tujuan uji pendahuluan ini adalah untuk mendapatkan nilai rentang konsentrasi POC yang akan digunakan sebagai dasar acuan pelaksanaan penelitian utama. Pada uji pendahuluan ini volume yang digunakan masih dalam skala kecil untuk menentukan kadar optimum bagi pertumbuhannya dengan 5 perlakuan dengan 3 kali ulangan dan dilakukan di dalam ruangan. Pengamatan yang dilakukan pada uji pendahuluan berupa pengamatan visual dan perhitungan terhadap kelimpahan sel *Chlorella* sp. yang dilakukan tiap 2 hari sekali selama 20 hari. Tiap unit percobaan dalam uji pendahuluan bervolume 1 liter dengan penambahan bibit *Chlorella* sp sebanyak 15 ml sebanyak 5.850.000 (sel/ml). Rentang konsentrasi pada uji pendahuluan mengacu pada penelitian Nur (2018) yang menggunakan pupuk organik cair dengan dosis 2,5 cc, 5 cc, 7,5 cc dan 10 cc mendapatkan hasil terbaik yaitu pada P2 pada dosis 5 cc dengan kepadatan sel *Chlorella* sp mencapai 7.996.669 sel/ml. Peneliti pada uji pendahuluan ini melakukan penelitian lanjutan menggunakan Pupuk Organik Cair yang difermentasi dengan dosis setiap perlakuan sebagai berikut :

P1: 2,5 cc/L Pupuk Organik cair

P2: 5,0 cc/L Pupuk Organik cair

P3: 7,5 cc/L Pupuk Organik cair

P4: 10,0 cc/L Pupuk Organik cair

P5: 12,5 cc/L Pupuk Organik cair

3.4.4.1. Kelimpahan *Chlorella* sp pada Penelitian Pendahuluan

Hasil penghitungan kelimpahan sel (sel/ml) per 2 hari pada uji pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 3.2. Kultur dengan kelimpahan sel yang lebih tinggi dinyatakan sebagai kultur yang mendapat konsentrasi limbah yang paling baik dan dijadikan sebagai acuan pada penelitian utama yaitu 2,5 cc.

Tabel 3.2. Kelimpahan *Chlorella* sp pada Uji Pendahuluan

HARI	P1	P2	P3	P4	P5
2	880.000	806.667	766.667	723.333	673.333
4	2.576.667	2.296.667	1.943.333	1.700.000	1.500.000
6	4.275.333	3.566.667	2.816.667	2.500.000	2.300.000
8	4.746.667	5.975.333	3.810.000	3.250.000	2.933.333
10	5.850.000	7.500.000	4.893.333	4.100.000	3.533.333
12	*9.866.667	7.033.333	5.800.000	4.883.333	4.450.000
14	8.716.667	*8.716.667	6.633.333	5.466.667	5.350.000
16	7.666.667	7.633.333	*7.900.000	*6.653.333	*5.733.333
18	6.716.667	6.633.333	6.533.333	5.783.333	5.333.333
20	6.150.000	5.733.333	5.433.333	5.350.000	5.150.000

*P1: 2,5 cc POC

*P2: 5,0 cc POC

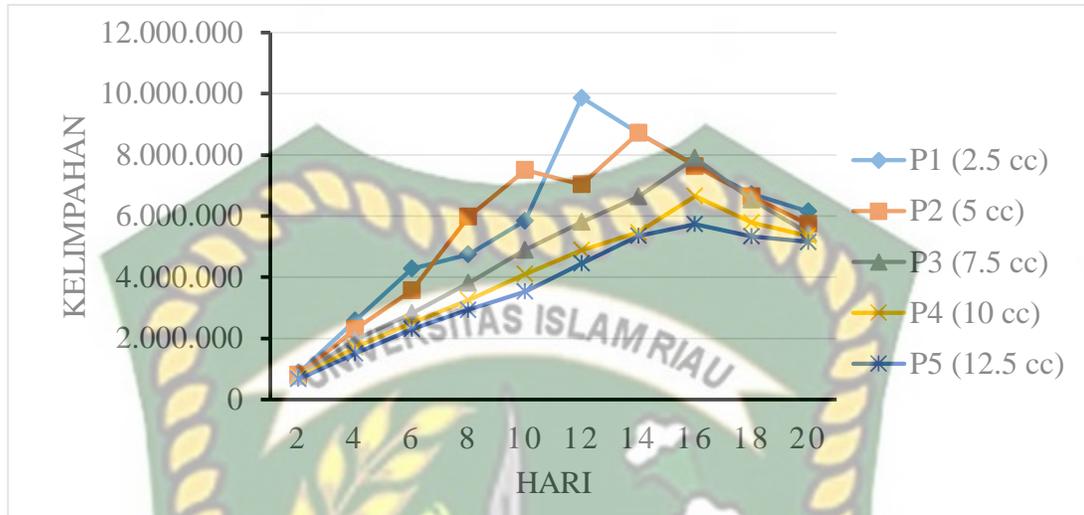
*P3: 7,5 cc POC

*P4: 10,0 cc POC

*P5: 12,5 cc POC

Kultur dengan kelimpahan sel yang lebih tinggi dinyatakan sebagai kultur yang mendapat konsentrasi limbah yang paling baik dan dijadikan sebagai acuan pada

penelitian utama, yaitu 2.5 cc. Grafik pertumbuhan *Chlorella* sp bisa dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Grafik Kelimpahan *Chlorella* sp pada Uji Pendahuluan

Bentuk grafik pertumbuhan dari hasil uji pendahuluan secara umum menunjukkan kemiringan yang terus meningkat setiap harinya, sehingga penentuan fase-fase pertumbuhan *Chlorella* sp. cukup mudah dilakukan pada masing-masing kultur. Perubahan bentuk grafik pertumbuhan dengan rentang yang relatif besar terjadi antara hari 14-20. Pada perlakuan kontrol menunjukkan bentuk grafik yang relatif datar bahkan menurun di setiap harinya jika dibandingkan bentuk grafik pertumbuhan lainnya. Diduga pertumbuhan sel pada kontrol tersebut tidak terjadi secara signifikan selama uji pendahuluan berlangsung karena minimnya nutrisi pertumbuhan yang tersedia.

3.4.2. Penelitian Utama

Penelitian utama menggunakan rentang konsentrasi yang terbaik pada penelitian pendahuluan dengan mengatur konsentrasi POC yang difermentasi pada setiap perlakuan. Rentang konsentrasi POC yang digunakan dalam penelitian utama mengacu pada uji pendahuluan dengan dosis terbaik P1 (2,5 cc) maka pada penelitian utama adalah:

P1: 1,5 cc POC

P2: 2,0 cc POC

P3: 2,5 cc POC

P4: 3,0 cc POC

P5: 3,5 cc POC

Pengamatan pada masing-masing perlakuan dilakukan setiap dua hari sekali dilakukan pengecekan sampel, selama 20 hari kultur. Pengkulturan *Chlorella* sp ini dilakukan dengan menetapkan lima (5) perlakuan dengan tiga kali ulangan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) seperti pada penelitian pendahuluan. Pada penelitian utama, volume total kultur *Chlorella* sp yang diinginkan pada masing-masing galon kultur adalah 5 liter.

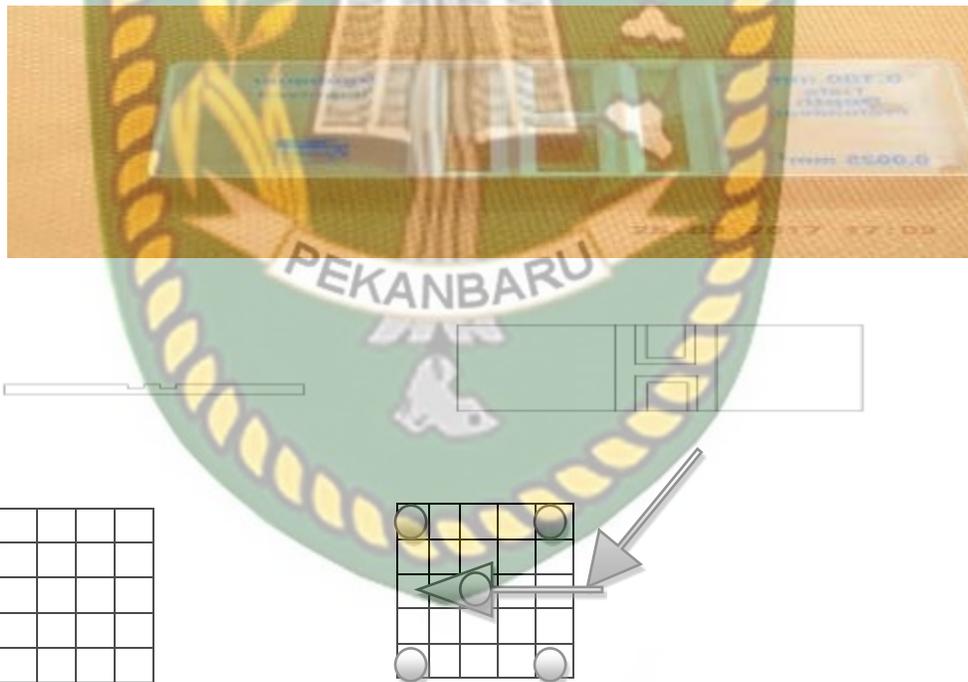
Fokus pengamatan pada penelitian ini adalah mengetahui kelimpahan dan biomassa *Chlorella* sp, penurunan kandungan N dan P serta pengamatan parameter, pH dan suhu selama proses pengkulturan. Pengukuran N, P dan K dilakukan setiap 10 hari sekali selama 20 hari dan sampel diambil sebanyak 100 ml, kemudian sampel dianalisis di Laboratorium Kimia Universitas Riau. Pengukuran pH dan suhu dilakukan setiap 2 hari sekali

3.5. Pengamatan Pola Pertumbuhan *Chlorella* sp.

Untuk mengetahui respon mikroalga terhadap POC yang difermentasi dilakukan pengamatan pola pertumbuhan *Chlorella* sp. Penelitian utama ini dilakukan dengan dua tahapan yakni pengamatan pelimpahan dan penghitungan biomassa (berat kering) *Chlorella* sp

a. Penghitungan Kelimpahan Sel *Chlorella* sp.

Perhitungan kelimpahan mikroalga *Chlorella* sp. dihitung dengan menggunakan *Hemocytometer* tipe Neubauer (depth 0/0,100 mm dan sqmm 0,0025mm²). Sampel diambil sebanyak 10 ml dan dimasukkan ke dalam *test tube*, kemudian sampel tersebut dihitung di bawah mikroskop dengan pembesar 40x10 dengan bantuan *handy counter*. *Hemocytometer* tipe Neubauer dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.5. Haemacytometer Tipe Neubauer

Menghitung kelimpahan sel *Chlorella* sp dilakukan tiga kali pengulangan pada setiap sampel. Kemudian sel dihitung dengan menggunakan rumus (Isnansetiyo dan Kurniastuty 1995):

1. Kepadatan Rendah

$$\text{Jumlah sel} = (A1+A2+A3+A4+A5)/5 \times 25 \times 10.000$$

Di mana:

- A : Jumlah sel dalam chamber
5 : Jumlah pengamatan data
25 : Jumlah chamber besar
10.000 : Volume kepadatan chamber

2. Kepadatan tinggi

$$\text{Jumlah sel} = (A1+A2+A3+A4+A5)/80 \times 400 \times 10.000 \text{ sel/ml}$$

Dimana :

- A : Jumlah sel dalam chamber
80 : 16 chamber kecil x 5 data
400 : 16 chamber kecil x 25 chamber besar
10.000 : Volume kepadatan chamber

b. Perhitungan Biomasa (Berat kering)

Untuk mendapatkan perhitungan biomasa sampel diambil sebanyak 100 ml pada masing-masing gelas ukur. Kemudian perhitungan biomasa dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Pada perhitungan biomasa *Chlorella* sp ini diperlukan kertas saring Whatman No.42. Langkah pertama adalah membersihkan kertas saring dengan dicelupkan ke dalam aquades dan dikeringkan di atas tisu selama ± 1 jam. Kemudian dibungkus dengan *aluminium foil* dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu pada 60 °C selama ½ jam yang bertujuan untuk mengurangi kandungan air pada kertas saring tersebut. Langkah berikutnya adalah menyaring air sampel kultur *Chlorella* sp. dengan kertas saring tersebut menggunakan *vacuum pump*, maka akan terlihat dipermukaan kertas saring tersebut adanya alga yang menempel. Kemudian hal yang

sama dilakukan seperti pada langkah pertama yaitu dikeringkan dan dioven pada suhu 60 °C selama ½ jam. Sebelumnya telah ditimbang berat kosong kertas saring setelah disaring *Chlorella* sp. (Panggabean 2010), dan kemudian dihitung biomasanya dengan menggunakan rumus berikut :

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

Keterangan :

B_x : Berat Akhir (gr/L)

B_o : Berat Awal (gr/L)

3.6. Prosedur Analisis

3.6.1. Nitrat

Prosedur pengukuran nitrat mengacu pada Alaerts dan Santika (1987) yang dilakukan dengan mengambil sampel menggunakan botol sampel 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 ditambahkan 2ml H₂SO₄ pekat dan diaduk larutan blanko 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 kurvas standar dibuat terlebih dahulu konsentrasi larutan standar sebagai berikut :

Tabel 3.3. 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 aquades 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.

3.6.2. Fosfat

Prosedur pengukuran fosfat mengacu pada Alaerts dan Santika dalam Sidabutar (2016), 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 $SbCl_2$, diaduk dan didiamkan selama 10 menit. Larutan blanko dibuat sebanyak 10ml aquades 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).

3.6.3. 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 ke dalam media air sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.

3.6.4. Suhu

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 thermometer harus dilakukan tanpa mengangkat terlebih dahulu thermometer dari air.

3.7. Analisis Data

Data yang dianalisis meliputi parameter Nitrat (N), Posfat (P), Kalium (K), pH, suhu, serta kelimpahan sel/ml dan biomasa *Chlorella* sp. Data-data tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Data diolah secara statistik dengan menggunakan metode analisis sidik ragam dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Untuk menganalisis perlakuan limbah cair kompos terhadap *Chlorella* sp maka dilakukan pengujian hipotesis dengan dasar penentuan keputusan jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka hipotesis ditolak dan jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka hipotesis diterima.

Kaitan hipotesa dengan statistik adalah hipotesa penelitian adalah dugaan sementara apakah dugaan tersebut benar-benar terjadi. Sedangkan hipotesa statistik adalah merujuk apakah hasil yang didapatkan pada pengujian pada sampel itu dapat digunakan untuk keseluruhan populasi, sedangkan statistik itu sendiri hanya sebagai bahan acuan atau suatu pilihan yang harus ditentukan secara benar oleh peneliti.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kelimpahan Sel *Chlorella* sp

Penelitian *Chlorella* sp dilakukan di ruangan tertutup. Kelimpahan sel *Chlorella* sp ini dilihat dari perbedaan dosis Pupuk Organik Cair (POC) yang dilakukan selama 20 hari tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Kelimpahan Sel *Chlorella* sp

Hari ke	Perlakuan				
	P1	P2	P3	P4	P5
2	1.116.667	1.250.000	1.550.000	950.000	816.667
4	1.933.333	2.250.000	2.550.000	1.700.000	1.500.000
6	2.816.667	3.566.667	5.516.667	2.500.000	2.300.000
8	5.800.000	6.733.333	8.166.667	4.250.000	3.933.333
10	5.883.333	8.850.000	10.266.667	4.100.000	3.533.333
12	8.800.000	10.366.667	13.150.000	6.950.000	5.900.000
14	9.633.333	11.450.000	11.350.000	8.466.667	7.350.000
16	10.433.333	9.633.333	9.416.667	9.650.000	8.116.667
18	6.533.333	7.633.333	7.833.333	6.183.333	5.766.667
20	5.433.333	6.733.333	7.200.000	5.350.000	5.216.667

Keterangan : Puncak Populasi Sel *Chlorella* sp.

P1: 1,5 cc Pupuk Organik Cair

P2: 2,0 cc Pupuk Organik Cair

P3: 2,5 cc Pupuk Organik Cair

P4: 3,0 cc Pupuk Organik Cair

P5: 3,5 cc Pupuk Organik Cair

Dari Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa pada penelitian ini puncak populasi sel *Chlorella* sp berbeda-beda. Hasil terbaik terdapat pada penelitian P3 dengan dosis 2,5 cc. Hal ini terjadi karena jumlah unsur hara 2,5 cc optimal untuk pertumbuhan *Chlorella* sp dan proses adaptasi dalam pemanfaatan unsur hara tersebut terpenuhi

untuk proses pertumbuhan *Chlorella* sp. Pada uji pendahuluan yang terbaik yaitu pada perlakuan P1 2,5 cc/L, kemudian pada penelitian utama dengan menggunakan penurunan dosis dibawah dosis uji pendahuluan yaitu 1,5 cc/L, 2,0 cc/L, 2,5 cc/L, 3,0 cc/L dan 3,5 cc/L untuk mengetahui apakah dengan dosis tersebut dapat menghasilkan yang terbaik bagi kelimpahan *Chlorella* sp. oleh karena itu peneliti telah mendapatkan dosis terbaik yaitu pada 2,5 cc/L.

Warna pada setiap kelimpahan pada hasil penelitian di atas telah disebutkan oleh Prayogi (2003) bahwa kepekatan warna pada *Chlorella* sp mempunyai perbedaan tersendiri yaitu, warna hijau pekat pada hari ke 12 perlakuan P3 (13.150.000 sel) merupakan dari klorofil pada *Chlorella* sp disebut darah hijau (*green blood*) mempunyai kandungan zat besi pembentuk hemoglobin yang berfungsi sebagai penambah makanan bagi penyandang anemia. Warna hijau kekuningan pada hari ke 14-16 perlakuan P1, P2, P4 dan P5 bahwa warna pada *Chlorella* sp merupakan kandungan karoten terdiri dari *xanthopill*, *myxoxanthopill*, *zeaxathin*, *cryptoxanthin*, *echinenone*, *fucoxanthin*, *violaxanthin* dan *astaxanthin*.

Menurut Fogg dalam Sidabutar (2016) sel fitoplankton membutuhkan waktu untuk menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan yang baru setelah itu *Chlorella* sp memasuki periode puncak. Puncak populasi pada penelitian ini berbeda-beda yaitu P1 pada hari ke 16, kemudian P2 pada hari 14, P3 pada hari ke 12 dan pada perlakuan P4 dan P5 puncaknya pada hari 16. Berbedanya puncak populasi disebabkan berbedanya dosis POC yang diberikan pada tiap perlakuan P1 (1,5 cc), P2 (2,0 cc), P3 (2,5 cc), P4 (3,0 cc) dan P5 (3,5 cc).

Jumlah volume air pada *Chlorella* sp sangat berpengaruh karena apabila jumlah volume air besar, maka jumlah *Chlorella* sp yang dihasilkan mengalami peningkatan kelimpahan yang sangat banyak dan mengakibatkan booming, sehingga jumlah volume yang dipakai harus sesuai dengan dosis dan jumlah yang ditentukan (Sumardianto, 1998).

Berdasarkan hasil penelitian di atas yang menggunakan POC difermentasi dengan dosis berbeda, maka puncak populasi sel *Chlorella* sp pun berbeda. Hal ini diduga karena pemberian dosis POC dan jumlah nutrisi pada kandungan bahan yang diberikan juga mengandung bahan yang berbeda yang diberikan pada media kultur *Chlorella* sp. Menurut Subarijanti (1994) perbedaan hari puncak tiap perlakuan diduga karena perbedaan lingkungan yaitu tingkat kekeruhan pada kepadatan sel mikroalga tiap perlakuan yang berbeda. Semakin tinggi dosis POC limbah sayur yang diberikan, maka tingkat kekeruhan juga semakin tinggi, sehingga posfat semakin tidak dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp.

Nurfadillah *et al.*, (2010) menyatakan bahwa penurunan pertumbuhan fitoplankton disebabkan karena beberapa faktor yaitu proses fotosintesis, ketersediaan unsur hara yang cukup dan kekeruhan. Kekeruhan dapat menghalangi penetrasi cahaya dan mengganggu fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton.

Edward (2010) mengatakan bahwa cahaya merupakan kebutuhan utama dari mikroalga karena mikroalga merupakan organisme autotrof yang menggunakan cahaya sebagai sumber energi. Blanken *et al.*, (2013) mengemukakan bahwa karakteristik sumber cahaya seperti panjang gelombang dan intensitas menjadi salah

satu faktor kritis yang mempengaruhi produksi *Chlorella* sp maupun mikroalga pada umumnya.

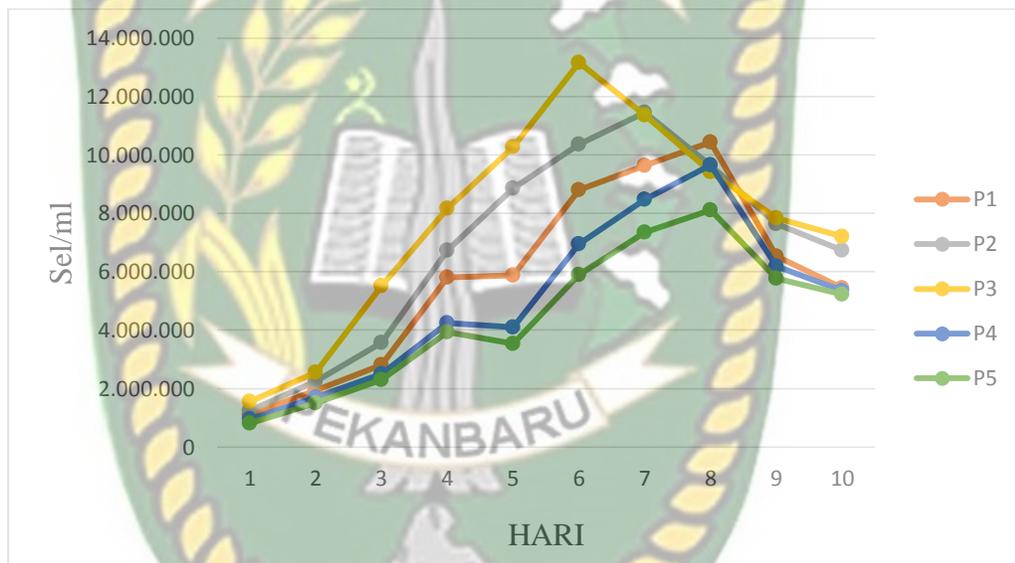
Hasil penelitian ini menunjukkan setiap perlakuan penambahan konsentrasi pupuk organik cair memberikan pengaruh terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. Hal ini sejalan dengan pendapat Yolanda (2016) bahwa konsentrasi limbah cair terbaik untuk pertumbuhan *Chlorella* sp adalah 25%. Sedangkan hasil penelitian Sidabutar (2016) menemukan bahwa konsentrasi limbah cair tahu yang terbaik untuk pertumbuhan *Chlorella* sp adalah 85%. Hal ini memperlihatkan bahwa dengan penggunaan pupuk organik cair dengan dosis yang berbeda menghasilkan kelimpahan *Chlorella* sp yang berbeda.

Sugiyono (2009) mengatakan bahwa semakin banyak unsur N dan P yang digunakan, maka kandungan klorofilnya pun semakin meningkat. Selain itu nitrogen merupakan bagian dari pembentukan klorofil dan protein. Fosfor berperan dalam transfer energi di dalam sel dalam bentuk ATP. Selanjutnya Eyster (1978) menyatakan bahwa konsentrasi N, P, K dan Mg mempengaruhi pembentukan klorofil dan metabolisme (fotosintesis), dimana hasil fotosintesis digunakan untuk pertumbuhan plankton sehingga konsentrasi tiap perlakuan juga memberikan pengaruh yang berbeda pada pertumbuhan *Chlorella* sp.

Dari lima taraf perlakuan masing-masing perlakuan memiliki kelimpahan yang berbeda pada setiap perlakuannya. Hal ini diduga karena berbeda dosis yang diberikan pada tiap perlakuan. Kilham (1978) yang menyatakan bahwa setiap jenis fitoplankton mempunyai respon yang berbeda terhadap perbandingan jenis nutrisi yang terlarut dalam badan air. Fenomena ini menyebabkan komunitas fitoplankton

dalam suatu badan air mempunyai struktur dan dominansi jenis yang berbeda dengan badan airnya, sehingga *Chlorella* sp dipengaruhi oleh nutrisi yang terkandung dalam pupuk organik cair yang meliputi N, P, K, Fe, Mn, Cu, Zn dan Mg yang mampu memenuhi kebutuhan nutrisi *Chlorella* sp. Nybakken (1988) mengatakan nutrisi utama yang paling dibutuhkan fitoplankton bagi pertumbuhan adalah Nitrogen dalam bentuk nitrat.

Bentuk grafik pada masing-masing perlakuan pada kultur *Chlorella* sp dapat dilihat pada Gambar 4.1:



Gambar 4.1. Grafik Kelimpahan Pada Saat Penelitian.

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa kelimpahan paling optimal terdapat pada P3 yaitu mencapai 13.150.000 sel/ml, sedangkan jumlah sel yang paling rendah terdapat pada P5 dengan kelimpahan *Chlorella* sp hanya mencapai 8.116.667 sel/ml.

Pertumbuhan *Chlorella* sp yang tertinggi pada P3 disebabkan oleh dosis pupuk organik cair yang diberikan sesuai dengan kebutuhan *Chlorella* sp dimana

mengandung unsur hara yang berupa nitrat dan fosfat sebesar 1,076 mg/L dan 0,541 mg/L, yang dapat dimanfaatkan oleh mikroalga *Chorella* sp. Hal ini sesuai dengan pendapat Fogg (1965) bahwa nutrisi yang terkandung dalam pupuk organik cair dimanfaatkan oleh mikroalga *Chlorella* sp untuk proses fotosintesis, dimana hasilnya digunakan untuk pertumbuhan.

Sedangkan pada perlakuan P5 mengalami penurunan atau yang paling terendah disebabkan oleh jumlah nutrisi akan semakin berkurang akan mempengaruhi terhadap peningkatan jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. (Richmond, 1986).

Selanjutnya Zulkifli (2001) mengatakan mikroalga ini menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat (N), karena senyawa nitratlah yang dapat dimanfaatkan langsung oleh mikroalga untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dalam pertumbuhannya. Oleh karena itu, untuk amonia dan nitrit akan diubah terlebih dahulu melalui proses nitrifikasi menjadi bentuk senyawa nitrat yang akhirnya dapat diserap oleh mikroalga.

Hasil kelimpahan *Chorella* sp. pada penelitian diatas menunjukkan pada hari ke-12 sampai ke-14 diperoleh hasil yang masih relatif kecil. Hal ini disebabkan kurang adaptasinya terhadap lingkungan sehingga terjadi penurunan jumlah kelimpahan pada *Chorella* sp. Berdasarkan pendapat Fogg dalam Sidabutar (2016) sel fitoplankton membutuhkan waktu untuk menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan yang baru.

Setelah mengalami fase peningkatan pada hari ke-6 sampai hari ke-12 periode ini diperkirakan memasuki fase periode puncak. Di mana perkembangan sel *Chorella* sp mengalami pertumbuhan puncak. Peningkatan pertumbuhan sel *Chlorella* sp disebabkan oleh interaksi positif antara *Chlorella* sp dan pupuk organik cair pada

dasarnya pupuk organik cair mengandung nitrat 1,076 mg/L dan fosfat 0,541 mg/L yang cukup tinggi. Setelah masa adaptasi itu berakhir terjadi pertumbuhan yang sangat cepat pada fase puncak.

Pada fase peningkatan atau puncak mengalami suatu penekanan di mana pada hari ke-6 dan terjadi pada perlakuan hari ke-12. Hal ini disebabkan sel-sel dalam perlakuan media tersebut masih dalam penyesuaian dengan media yang baru dan sel-sel tersebut belum optimal dalam memanfaatkan unsur hara yang ada pada kultur perlakuan. Penekanan jumlah sel pada fase puncak ini juga disebabkan karena perubahan kondisi lingkungan seperti suhu, pH dan media penelitian.

Selanjutnya pada hari ke-14 sampai hari ke-20 merupakan fase penurunan di mana pertumbuhan mengalami jumlah penurunan dan jumlah sel berkembang dengan kematian. Penurunan jumlah kelimpahan *Chlorella* sp dikarenakan terbatasnya unsur hara, maka terjadi fase penurunan kelimpahan *Chlorella* sp Richmond (1986) menyatakan bahwa ketersediaan sumber unsur nutrient yang ada pada pupuk organik cair sangat mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp Selanjutnya Fogg (1965) mengemukakan bahwa jumlah nutrisi dalam pupuk organik cair akan semakin berkurang akan mempengaruhi terhadap peningkatan jumlah kelimpahan *Chlorella* sp

Selain itu faktor lingkungan juga mempengaruhi pertumbuhan jumlah kelimpahan *Chlorella* sp. Pada penelitian ini nilai pH berkisar antara 6-8 dan suhu 27-30 C^o Berdasarkan penelitian yang sudah 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. Sedangkan

Dwidjoseputro dalam Sidabutar (2016) menyatakan bahwa suhu 26- 33⁰C pertumbuhan *Chlorella* sp terjadi secara normal.

Fase kematian terjadi pada masing-masing perlakuan telah mencapai puncak kelimpahan. Pengurangan kelimpahan ini disebabkan karena kultur yang dilakukan pada jumlah (volume) yang terbatas, sehingga menyebabkan jumlah nutrisi yang terkandung dalam media penelitian juga terbatas, sehingga *Chlorella* sp tidak lagi mampu lagi mempertahankan kepadatan selnya. Berdasarkan hasil penelitian Suminto dan Hirayama (1996) menunjukkan bahwa kepadatan akhir perlakuan secara umum pada waktu kematian sel diduga adanya hubungan tertutup oleh bakteri yang terkandung dalam nutrisi yang semakin sedikit, baik di dalam sel maupun media penelitian.

Korelasi antara dosis dan kelimpahan itu sendiri yaitu adanya jumlah dosis ditentukan oleh peneliti itu sendiri dosis yang diberikan untuk kelimpahan *Chlorella* sp sangat menentukan jumlah sel yang akan memberikan puncak terbaik sehingga dosislah yang sangat menentukan kelimpahan *Chlorella* itu sendiri. Dari hasil analisis statistik memperlihatkan bahwa pengaruh pemberian Pupuk Organik Cair dengan dosis yang berbeda terhadap kelimpahan *Chlorella* sp diperoleh hasil F hitung 0,12 < F tabel 3,48 pada taraf 95 %, maka pemberian pupuk organik cair dengan dosis yang berbeda menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap kelimpahan *Chlorella* sp dapat dilihat pada Lampiran 2.

Telah dijelaskan di atas bahwa standar kelimpahan yang biasa didapatkan oleh peneliti selama ini yaitu sekitar 10⁶ sel/ml yang didapatkan itulah hasil yang standar didapatkan.

4.2. Biomassa *Chlorella* sp.

Pengukuran biomassa *Chlorella* sp pada penelitian utama dilakukan sebanyak 1 kali. Hasil pengukuran Biomassa *Chlorella* sp dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Rata-rata Berat Biomassa *Chlorella* sp

Perlakuan	Berat Basah g/l	Berat Kering g/l	Biomassa g/l
P1	0,57	0,22	0,35
P2	0,66	0,21	0,45
P3	0,70	0,21	0,50
P4	0,48	0,20	0,28
P5	0,30	0,16	0,14

Keterangan : Laboratorium Bahan Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum

Biomassa mikroalga *Chlorella* sp selama pengkulturan pada penelitian utama selama 20 hari yang tertinggi pada P3 yaitu (0,50) dan yang terendah pada P5 yaitu (0,14). Pengukuran biomassa dilakukan pada akhir penelitian dengan biomassa tertinggi terdapat pada P3 sebesar 0,50 dan terendah pada P5 sebesar 0,14 jadi dapat disimpulkan bahwa pada hari puncak berat biomassa bisa mencapai dua kali lipat dari hari terakhir. Besarnya biomassa pada penelitian ini sebanding dengan kelimpahan sel *Chlorella* sp. Semakin melimpah sel mikroalga maka semakin berat biomassa *Chlorella* sp dalam penelitian Yolanda dalam Vitriani (2016) memperoleh biomassa terbaik pada konsentrasi limbah 25% seberat 23,4 mg/L, hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara biomassa yang dihasilkan dari dua jenis limbah cair yang digunakan sebagai media kultur. Menurut Komarawidjaja (2010) pertumbuhan kultur mikroalga sangat dipengaruhi oleh kandungan nutrisi terutama nitrat dan fosfat. Ini dapat dibuktikan melalui ketersediaan nitrat dan fosfat pada P3 yang masih dikategorikan baik untuk dimanfaatkan untuk *Chlorella* sp namun, pengaruh nutrisi

terhadap fitoplankton pada kenyataannya tidak diikuti oleh peningkatan kelimpahan dari *Chlorella* sp itu sendiri, hal ini dapat disebabkan oleh komposisi unsur hara yang sesuai dengan kebutuhan *Chlorella* sp

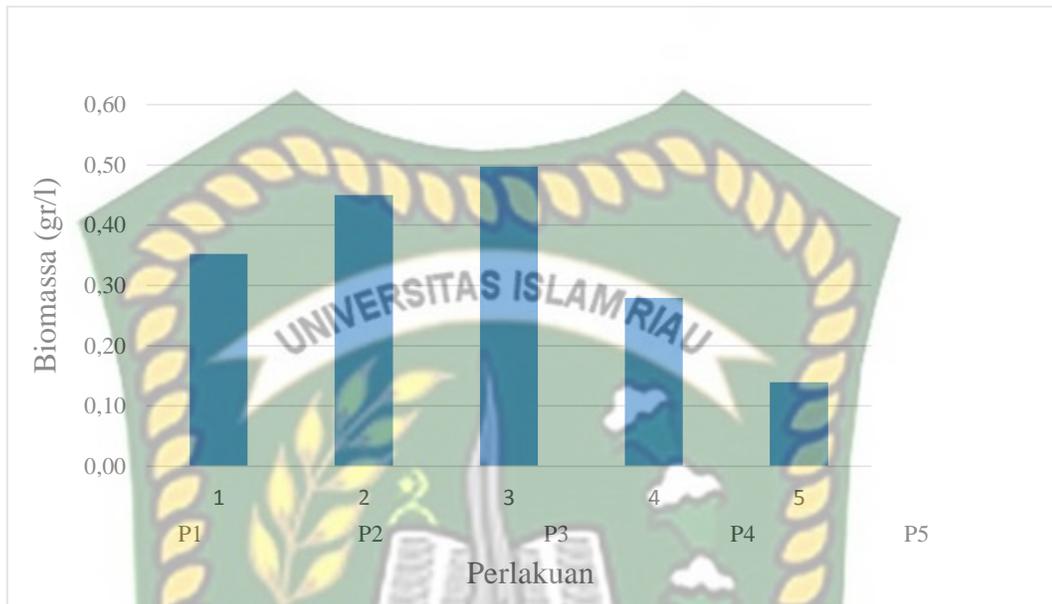
Perbedaan besarnya biomassa tiap perlakuan pada penelitian ini diduga karena adanya perbedaan dosis POC yang diberikan, sehingga mempengaruhi tingkat kekeruhan pada kepadatan sel mikroalga atau warna air tempat media kultur *Chlorella* sp dosis POC yang berbeda akan mempengaruhi warna media kultur di mana pada P3 warna mediana masih tergolong baik atau tidak terlalu pekat sehingga cahaya lebih mudah masuk dan unsur hara bisa dimanfaatkan dengan baik melalui proses fotosintesis.

Sedangkan pada perlakuan P1, P2, P4, dan P5 karena dosis POC yang tinggi membuat warna media kultur sangat hijau, sehingga diduga karena warnanya airnya yang sangat pekat membuat cahaya tidak masuk ke dalam media kultur dan proses fotosintesis menjadi terganggu, karena *Chlorella* sp merupakan organisme yang melakukan fotosintesis untuk tumbuh.

Yan *et al.*, (2013) menyatakan bahwa penggunaan gelombang cahaya tertentu yang dominan dalam proses fotosintesis maupun kombinasinya memberikan peluang menjanjikan untuk meningkatkan produksi (biomassa) maupun kualitas (kandungan nutrisi, pigmen, senyawa bioaktif) mikroalga sekaligus merupakan salah satu cara meningkatkan efisiensi energi. Perbedaan biomassa *Chlorella* sp pada masing-masing kultur disajikan pada Gambar 4.2.

Terlihat pada Gambar 4.2. Rata-rata biomassa *Chlorella* sp diperoleh uji hasil pemanfaatan pupuk organik cair dengan dosis yang berbeda setiap perlakuan. Pada

perlakuan P1 yaitu 0,35 gr/L, P2 yaitu 0,45 gr/L, P3 yaitu 0,50 gr/L, P4 yaitu 0,28 gr/L dan pada P5 yaitu 0,14 gr/L.



Gambar 4.2. Grafik Rata-rata Biomassa *Chlorella* sp

Pertumbuhan inokulan mikroalga sangat dipengaruhi oleh kandungan nutrisi, fosfat dan juga cahaya untuk proses fotosintesis. Biomassa tertinggi pada P3 karena mengandung unsur hara yang dapat dimanfaatkan oleh mikroalga *Chlorella* sp hal ini dikarenakan adanya unsur dalam pupuk organik cair seperti nitrat, fosfat, dan kalium yang berfungsi untuk pertumbuhan *Chlorella* sp sesuai dengan pendapat Joko (2015) pada perlakuan P3 mengalami kenaikan hal ini disebabkan meningkatnya persaingan antar sel untuk mendapatkan nutrisi dan cahaya, karena itu kebutuhan nutrisi dan cahaya hendaknya diberikan dalam jumlah yang cukup selama periode pertumbuhan. Eyster (1978) menyatakan bahwa konsentrasi N, P, dan K mempengaruhi pembentukan klorofil dan metabolisme (fotosintesis) di mana hasil fotosintesis

digunakan untuk pertumbuhan plankton sehingga konsentrasi tiap perlakuan juga memberikan pengaruh yang berbeda pada rata-rata biomassa *Chlorella* sp.

Secara teoritis, produksi biomassa mikroalga meningkat bila kepadatan sel di awal inokulasi meningkat. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Chiu *et al.* yang menunjukkan bahwa kepadatan awal sel yang tinggi (8×10^6 sel/mL) menghasilkan biomassa yang lebih besar yaitu 1,44 g/L dibandingkan dengan kepadatan awal sel yang rendah (8×10^5 sel/mL) yang menghasilkan biomassa sebesar 1,21 g/L(14).

Menurut Edhy (2003) Hal ini juga didukung oleh faktor lingkungan yang sangat mendukung untuk pertumbuhan *Chlorella* sp yaitu media kultur *Chlorella* sp yang warnanya tidak terlalu hijau sehingga cahaya mudah masuk dan unsur hara bisa dimanfaatkan dengan baik melalui proses fotosintesis, sedangkan pH berkisar 7-8 dan suhu berkisar antara 26-31⁰C.

Riyono (2007) menyatakan bahwa nitrat dan fosfat yang terkandung dalam air merupakan nutrisi utama bagi fitoplankton yang nantinya akan menghasilkan klorofil. Menurut Nurtiyani (2016), bahwa faktor tingginya pertumbuhan biomassa ini dipengaruhi juga oleh jumlah penambahan limbah.

4.3. Kualitas Air

4.3.1. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan setiap 2 hari sekali selama 20 hari penelitian. Hasil pengukuran suhu pada media kultur disajikan pada Tabel 4.3. Dari Tabel 4.3 hasil pengukuran suhu pada media kultur *Chlorella* sp setiap perlakuan sangat mendukung untuk pertumbuhan. Kisaran hasil yang didapatkan antara 27 – 29⁰C.

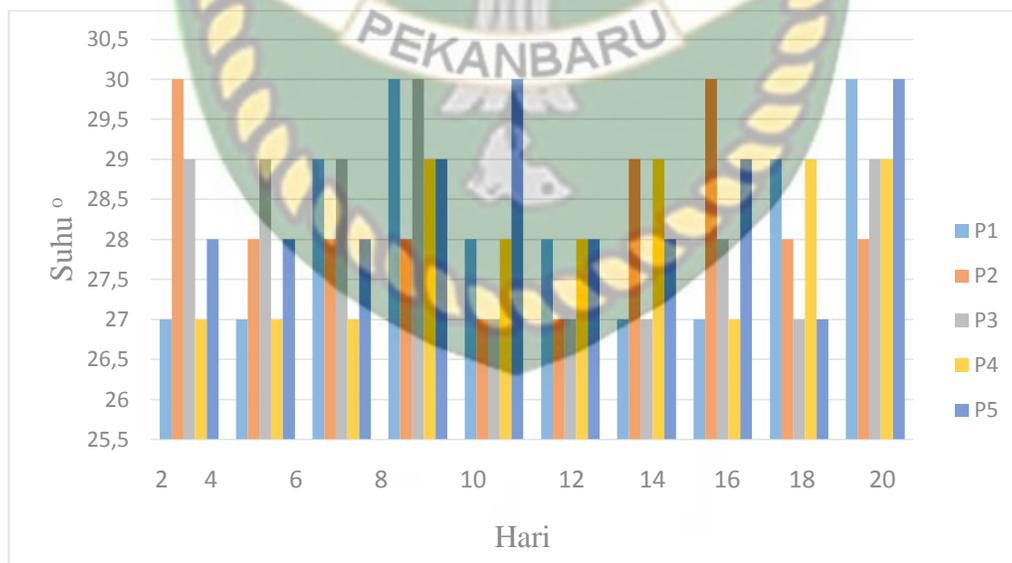
Isnansetyo dan Kurniastuty dalam Prabowo (2009) bahwa kisaran suhu tersebut merupakan suhu optimal bagi perkembangbiakkan dan pertumbuhan *Chlorella* sp. Hasil pengukuran suhu pada media kultur disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Suhu Tiap Perlakuan.

Hari Ke	Suhu/Perlakuan				P5
	P1	P2	P3	P4	
2	27	30	29	27	28
4	27	28	29	27	28
6	29	28	29	27	28
8	30	28	30	29	29
10	28	27	27	28	30
12	28	27	27	28	28
14	27	29	27	29	28
16	27	30	28	27	29
18	29	28	27	29	27
20	30	28	29	29	30

Sumber: Data Primer

Untuk lebih jelasnya pengukuran suhu selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Rata-rata Pengukuran Suhu Tiap Perlakuan

Berdasarkan Gambar 4.3 rata-rata suhu masing- masing perlakuan tidak jauh berbeda, pada setiap perlakuan. Pada setiap perlakuan, secara umum nilai suhu mengalami stabil yaitu pada suhu 27-29°C. Hal ini terjadi karna cuaca saat hari ke 20 berlangsung cuaca yang cukup panas sehingga di katagorikan bersuhu sangat tinggi. Namun pada kondisi tersebut, *Chlorella* sp masih dapat hidup dengan baik. Hampir semua fitoplanton toleran 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 Taw (1990). Suhu yang sesuai dengan mikroalga di dalam ruangan berkisar antara 26- 29°C, sehingga pada hasil pengukuran suhu penelitian masih dalam batas optimum toleransi (Sato, 1991). Riyono dalam Vitriani (2016) menyatakan bahwa suhu yang tinggi dapat menaikkan laju maksimum fotosintesis. Secara umum, laju fotosintesis meningkat dengan meningkatnya suhu perairan, tetapi akan menurun secara drastis setelah mencapai titik suhu tertentu.

Kaitan suhu dengan kualitas parameter yang diteliti selama penelitian ini yaitu adanya tingkat perubahan yang signifikan sehingga setiap minggunya dicek dengan teliti, adapun kaitanya yaitu setiap parameter yang diukur selalu di ukur kandungan yang terdapat didalamnya seperti bahan mineral yang berada atau dimiliki oleh setiap parameternya, hal ini disebabkan karena setiap parameter pasti berbeda.

4.3.2. Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH dilakukan setiap dua hari sekali selama 20 hari dengan menggunakan pH lakmus. Nilai pH media kelimpahan *Chlorella* sp setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Rata-rata pH Tiap Perlakuan

Perlakuan Minggu Ke	pH				
	P1	P2	P3	P4	P5
1	7	7	6	8	8
2	6	6	7	7	8
3	7	7	7	7	7

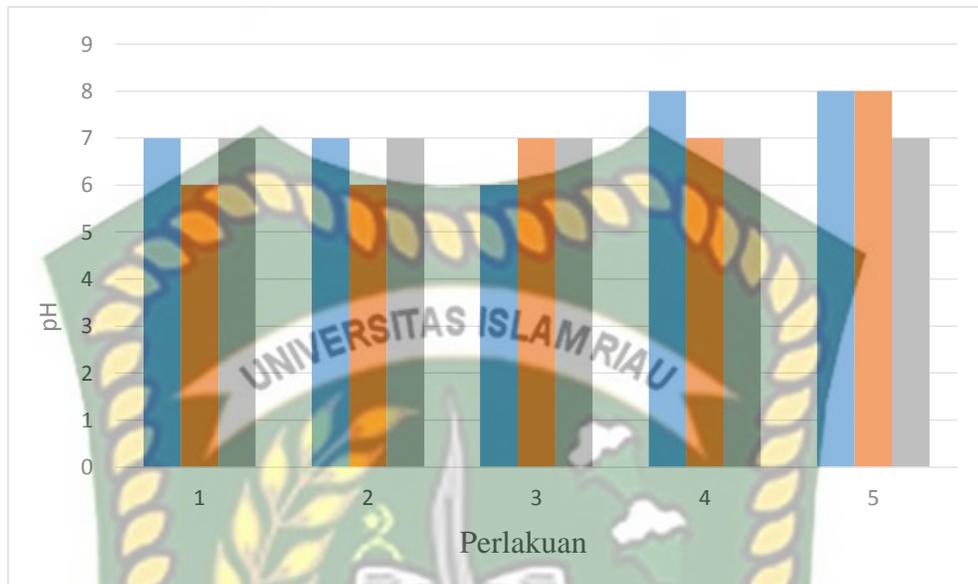
Sumber: Data Primer

Bedasarkan hasil pengukutran pH pada Tabel 4.4 dapat kita lihat perlakuan pada setiap minggunya mengalami kenaikan dan penurunan bekisar antara 6 – 8. Kisaran pH ini masih baik untuk pengkulturan mikroalga *Chlorella* sp derajat keasaman pada pengkulturan pakan alami sekitar antara 6 – 8,5 (Borowitzka, 1988).

Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan bahan mineral yang ada pada Pupuk Organik Cair, karena alkalinitas atau jumlah basa yang terkandung badan air biasanya berkaitan dengan kesadahan air dimana faktor yang membuat kesadahan air tinggi adalah kandungan garam-garam mineral di dalam perairan, seperti Mg, Cu, Ca, dan Fe (Effendi, 2003).

Berdasarkan Gambar 4.4. dapat dilihat bahwa untuk tingkat pH rata-rata 6-8, secara umum nilai pH mengalami peningkatan dikarenakan adanya aktivitas fotosintesis yang dilakukan oleh mikroalga *Chlorella* sp. Derajat keasaman pada masa pH dibawah batas optimum, maka kecepatan pertumbuhan mikroalga akan menurun (Fulks dan Main, 1991). Media kultur yang digunakan untuk mengukur mikroalga sering mengalami perubahan pH. Meningkatnya pH ini dikaibatkan adanya

fotosintesis maupun proses lain (Harvey dalam Putri 1996). Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Rata – rata Pengukuran pH Selama Penelitian

Arifin, (2012) menyatakan karbon dioksida (CO_2) merupakan komponen utama dalam proses fotosentesis. Dikarenakan menurunnya kadar CO_2 dalam pupuk Organik Cair, menyebabkan nilai pH meningkat dari keadaan asam menjadi netral atau bahkan asam.

4.3.3. Nitrat (NO_3)

Pengukuran nitrat dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu pada awal penelitian dan akhir penelitian. Hasil analisis kandungan nitrat disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Analisis Nitrat

Perlakuan	Awal Penelitian (mg/L)	Akhir Penelitian (mg/L)
-----------	------------------------	-------------------------

P1	1,67	1,14
P2	2,76	1,66
P3	3,73	1,26
P4	4,69	4,24
P5	5,60	5,25

Sumber: Laboratorium Bahan Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum

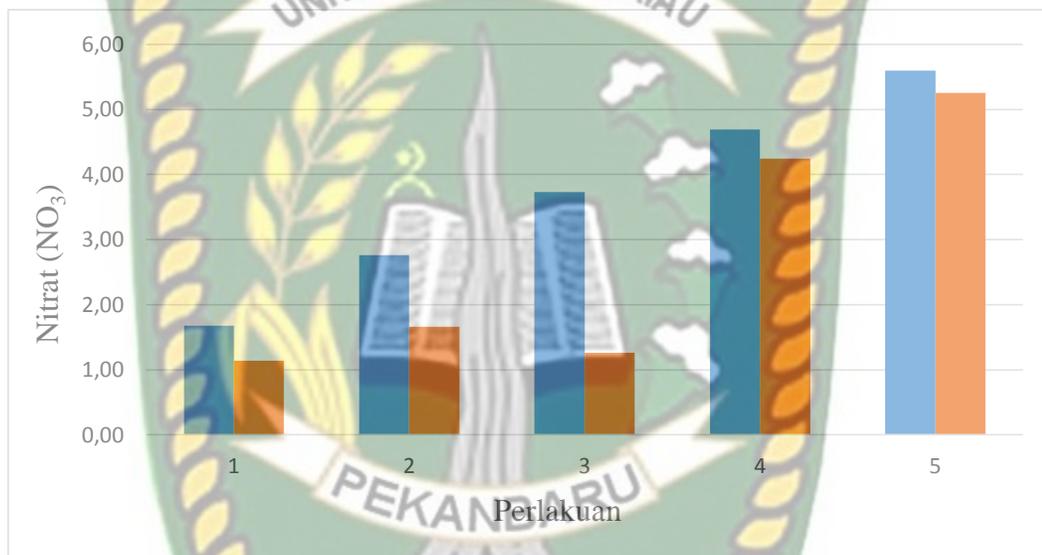
Berdasarkan Tabel 4.5. kandungan nitrat pada hari ke-0 (sebelum kultur *Chlorella* sp dilakukan) bahwa kandungan nitrat tertinggi terdapat pada perlakuan (P5) dan terendah pada (P1). Hal ini sesuai dengan pendapat Lubis *dalam* Sugianti (2016) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan, maka jumlah unsur hara yang terkandung juga semakin besar.

Mazaya (2013) bahwa jumlah kandungan yang ada dalam nitrat merupakan kandungan sangat penting bagi kelimpahan *Chlorella* sp adanya kandungan ion-ion dalam sampel POC dapat mengganggu proses analisis metode spektrofotometer.

Hal ini sesuai dengan penjelasan di atas bahwa kelimpahan mengalami peningkatan yang sangat drastis, pada penelitian ini juga mengalami penurunan jumlah kelimpahan yaitu disebabkan adanya kapasitas nutrisi yang diberikan tidak sesuai atau sudah mengalami kontaminasi secara aerob sehingga tidak baik bagi kelimpahan *Chlorella* sp itu sendiri.

Chlorella sp merupakan mikroalga yang berklorofil yang membutuhkan unsur hara makronutrisi yang berupa nitrogen dan fosfat. (Riffani, 2010) menyatakan bahwa mikroalga ini mampu hidup dengan baik pada lingkungan yang mengandung unsur hara tinggi dan memanfaatkannya untuk kelangsungan berfotosintesis, berkembangbiak dan melakukan aktivitas hidup dilainnya. Nybakken *dalam* Vitriani

(2016) menyatakan bahwa semakin padat jumlah sel *Chlorella* sp, maka semakin banyak pula unsur hara yang dimanfaatkan. Apabila kondisi media kultur kekurangan nitrogen, maka proses fotosintesis menjadi terhambat. Ketika proses fotosintesis terhambat, maka energi yang dibutuhkan menjadi sedikit, sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan mikroalga menjadi tidak optimal. Nutrien adalah elemen kimia penting yang dibutuhkan mikroalga untuk tumbuh dan berkembang. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Grafik Penurunan Nitrat

Dari Gambar 4.5. dapat dilihat pada akhir penelitian pada setiap perlakuan terjadi penurunan kandungan nitrat. Turunnya konsentrasi nitrat pada tiap perlakuan dikarenakan adanya pemanfaatan unsur hara yang terkandung dalam pupuk organik cair untuk pertumbuhan *Chlorella* sp dimana nutrien yang paling dibutuhkan fitoplankton bagi pertumbuhannya adalah nitrogen dalam bentuk nitrat (Nybakken dalam Vitriani, 2016). Oleh sebab itu, semakin padat jumlah sel *Chlorella* sp, maka semakin banyak pula unsur hara yang dimanfaatkan. Apabila kondisi media kultur

kekurangan nitrogen, maka proses fotosintesis menjadi terhambat. Ketika proses fotosintesis terhambat, maka energi yang dibutuhkan menjadi sedikit, sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan mikroalga menjadi tidak optimal.

Kirchman (2000) menyatakan bahwa unsur nitrat atau nutrisi yang ada dalam media disebut sebagai nutrisi atau biostimulan karena memiliki peranan penting untuk pertumbuhan protista dan tumbuhan. Pada kondisi nitrogen berlebih dimana nitrogen dalam bentuk NH_3 tersedia dalam konsentrasi rendah, NO_3^- akan bertindak sebagai nutrisi untuk pertumbuhan ganggang secara eksoaktif.

Davis dan Cornwell (1991) selain itu konversi dari NH_4^+ menjadi NO_3^- akan menggunakan sejumlah besar oksigen terlarut dalam badan air atau limbah. Hal ini sesuai dengan apa yang peneliti lakukan yaitu di mana dua kondisi ini menjadi alasan kuat mengapa kadar nitrat penting untuk dikontrol dalam pengkulturan mikroalga.

Menurut Komarawidjaja (2010) Pengaruh nutrisi terhadap fitoplankton pada kenyataannya tidak selalu diikuti oleh peningkatan kelimpahan dari plankton, hal ini dapat disebabkan oleh komposisi unsur hara yang tidak sesuai dengan kebutuhan plankton. Secara umum telah diketahui bahwa pertumbuhan mikroalga di perairan umum sangat dipengaruhi nitrogen dan fosfor.

Kelimpahan fitoplankton semakin besar sejalan dengan peningkatan laju pemanfaatan kandungan nitrat. Pertumbuhan optimal fitoplankton menurut Vitriani (2016) memerlukan kandungan nitrat berkisar 0,9-3,5 mg/L. Sedangkan Parson (2016) menjelaskan bahwa kebutuhan minimum nitrat yang dapat diserap oleh diatom berkisar 0,001-0,007 mg/L. Berdasarkan hasil penelitian perlakuan P5 pemanfaatan

nitrat sebesar 5,25 mg/L, pemanfaatan nitrat yang tinggi pada perlakuan P5 sejalan dengan peningkatan jumlah kelimpahan *Chlorella* sp.

4.3.4. Fosfat (PO₄)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan analisis kandungan fosfat dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hasil Analisis Fosfat

Perlakuan	Awal	Akhir
P1	1,87	1,45
P2	2,93	1,37
P3	3,87	1,18
P4	4,74	4,42
P5	5,33	5,12

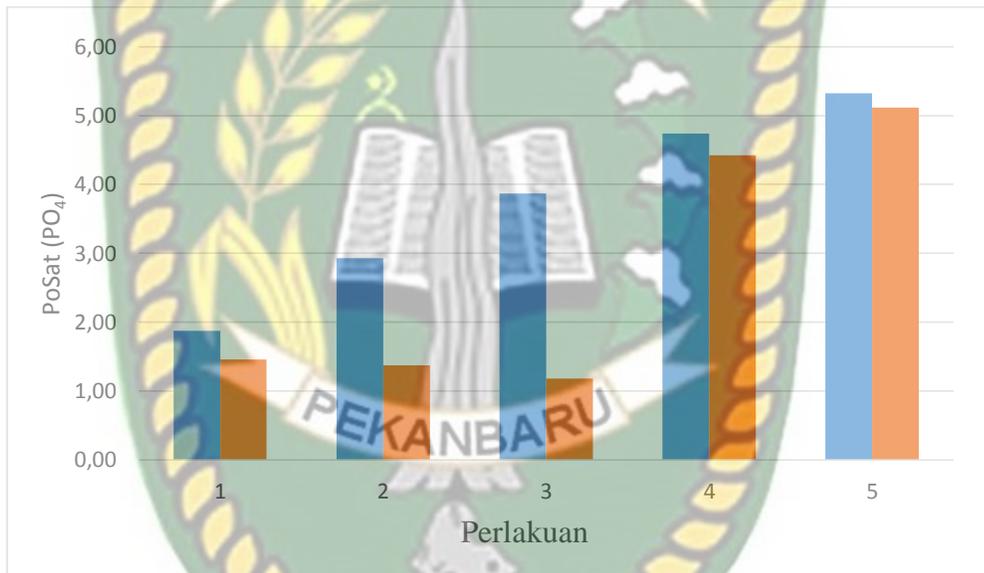
Sumber: Laboratorium Bahan Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum

Dari Tabel 4.6. dapat diketahui bahwa kandungan fosfat tertinggi pada akhir penelitian yaitu P5 dan terendah pada P3. Kandungan fosfat pada tiap perlakuan telah memenuhi syarat untuk pertumbuhan *Chlorella* sp karena nilai fosfat yang optimum untuk kehidupan mikroalga adalah 0,018-27,8 mg/l (Mas'ud dalam Vitriani, 2016).

Kandungan fosfor (P) bagi makhluk hidup sangat penting dalam proses pertumbuhan makhluk hidup karena fosfor (P) adalah unsur hara esensial bagi makhluk hidup, tidak ada unsur lain yang dapat mengganti fungsinya di dalam tanaman, sehingga makhluk hidup harus mendapatkan atau mengandung fosfor (P) secara cukup untuk pertumbuhannya *Chlorella* sp khususnya secara normal (Maulina, 2015), kemudian dijelaskan bahwa kelimpahan pada penelitian ini menunjukkan kenaikan yang sangat baik dikarenakan adanya kandungan unsur hara pada fosfat itu sendiri. Sedangkan terjadi penurunan pada perlakuan yang lain itu disebabkan adanya

jumlah kandungan yang tidak dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp itu sendiri sehingga terjadi penurunan kelimpahan.

Fosfat anorganik terlarut dicerna oleh mikroalga dan diubah kedalam bentuk fosfat organik. Sebagian besar fosfat organik yang telah dicerna oleh bakteri dan zooplankton tersebut diekskresikan kembali sebagai fosfat anorganik. Fosfat anorganik kemudian kembali dimanfaatkan oleh mikroalga untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan (NCSU Water Quality Group, 2002). Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Grafik Penurunan Fospat

Terlihat pada Gambar 4.6 telah menunjukkan bahwa rata-rata kandungan fosfat awal penelitian yaitu 1,87 mg/L dan pada akhir penelitian 1,45 mg/L, kandungan fosfat rata-rata pada awal dan akhir penelitian sangat optimal.

Selanjutnya Boroh (2012) menyatakan bahwa pertumbuhan fitoplankton akan melimpah apabila kadar fosfat optimal bagi pertumbuhan fitoplankton yaitu 0,27-5,5

mg/L. Jumlah kadar fosfat kurang dari 0,02 mg/L, maka fosfat menjadi faktor pembatas.

Hasil uji laboratorium rata-rata jumlah kandungan fosfat pada awal penelitian sebesar 1,87 mg/L, Sedangkan pada akhir penelitian rata-rata kandungan fosfat sebesar 1,45 mg/L. Jumlah fosfat pada POC sangat optimal terhadap pertumbuhan fitoplankton. Berdasarkan pendapat Effendi *et al.*, dalam Boroh (2012) menyatakan bahwa pertumbuhan fitoplankton akan melimpah apabila kadar fosfat yang optimal bagi pertumbuhan fitoplankton antara 0,27-5,5 mg/L.

Menurut Amini (2004) fosfat dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp untuk pembentukan klorofil dan pembelahan sel sehingga semakin cepat pembelahan sel, maka semakin cepat pertumbuhan dan kepadatan sel. Terjadinya penurunan nilai fosfat pada tiap perlakuan menandakan bahwa fosfat dalam limbah sayur ini telah dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp untuk pertumbuhannya. Terjadinya penurunan nilai fosfat pada tiap perlakuan menandakan bahwa fosfat dalam pupuk organik cair ini telah dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp untuk pertumbuhannya.

Pemanfaatan fosfat tertinggi terdapat pada P5 sebesar 5,12 mg/L dikarenakan unsur hara (fosfat) yang terdapat pada P5 dimanfaatkan dengan baik oleh *Chlorella* sp untuk pertumbuhannya melalui proses fotosintesis. Fosfat dimanfaatkan *Chlorella* sp untuk pertumbuhan selnya, sehingga kepadatan sel *Chlorella* sp bisa meningkat setiap harinya. Karena tingginya kepadatan sel membuat pemanfaatan fosfat yang ada dalam media kulturnya lebih cepat dan hampir memanfaatkan semua untuk pertumbuhan sel *Chlorella* sp melalui proses fotosintesis.

4.3.5. Kalium (K)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, analisis kandungan kalium dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Hasil Analisis Kalium

Perlakuan	Awal mg/L	Akhir mg/L
P1	1,67	1,24
P2	2,56	1,53
P3	3,73	1,18
P4	4,43	4,16
P5	5,16	5,07

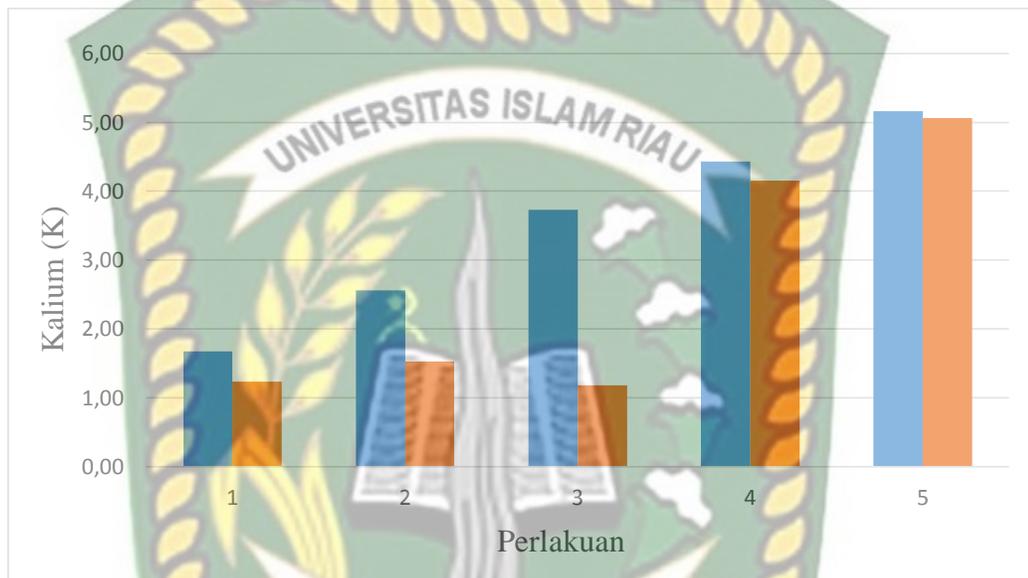
Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Laboratorium Bahan Konstruksi

Dari Tabel 4.7. dapat diketahui bahwa kandungan kalium tertinggi pada akhir penelitian yaitu P5 dan terendah pada P3. Hal ini disebabkan karena *Chlorella sp.* tumbuh pada media yang mengandung cukup unsur hara, seperti nitrogen, fosfor, kalium. POC mempunyai peluang sebagai pupuk media alternatif untuk menumbuhkan mikroalga karena mengandung bahan anorganik seperti nitrogen, fosfor dan kalium. Bahan anorganik ini berasal dari bahan organik seperti protein, karbohidrat, lemak. Bahan organik tersebut dapat terdegradasi dan teroksidasi menjadi bahan anorganik (Effendi, 2003).

Kandungan pada kalium ini sangat baik bagi pertumbuhan dan kelimpahan *Chlorella sp* karena jumlah unsur hara pada kalium terbukti sangat baik adanya protein dan karbohidrat meningkatkan kelimpahan pada pakan alami khususnya *Chlorella sp.* (Samekto, 2008). Oleh karena itu kelimpahan yang terjadi pada penelitian mengalami kenaikan yang sangat baik dikarenakan unsur atau kandungan pada kalium yang sudah dijelaskan di atas, sedangkan terjadi penurunan terjadi

dikarenakan adanya kandungan yang tidak termanfaatkan secara baik sehingga jumlah kelimpahan yang dihasilkan tidak sebanyak pada perlakuan yang lain.

Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) menyatakan bahwa kalium berfungsi dalam metabolisme karbohidrat dan juga sebagai kofaktor untuk beberapa koenzim. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada Grafik 3.7.



Gambar. 4.7. Grafik Penurunan Kalium

Terlihat pada Gambar 4.7 telah menunjukkan bahwa rata-rata kandungan kalium awal penelitian yaitu 5,16 mg/L dan pada akhir penelitian 5,07 mg/L, kandungan fosfat rata-rata pada awal dan akhir penelitian sangat optimal.

Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) mengatakan bahwa pertumbuhan mikroalga sangat erat kaitannya dengan ketersediaan hara makro dan mikro serta dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Faktor - faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroalga, antara lain cahaya, suhu, pH dan air. Hal ini menunjukkan, faktor lingkungan mendukung pertumbuhan populasi. Selain itu ketersediaan unsur hara yang terdapat didalam limbah dapat dimanfaatkan oleh mikroalga.

Kalium (K) diberikan dalam bentuk KH_2PO_4 yang berfungsi untuk pemanjangan sel, memperkuat jaringan pada mikroalga, memperlancar metabolisme dan penyerapan makanan. Ion kalsium ditransfer secara cepat menyebrangi membran sel dan mengatur pH dan tekanan osmotik diantara sel (Wijoseno, 2011).



5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemberian POC yang difermentasi pada media kultur *Chlorella* sp memberikan pengaruh tidak berbeda nyata pada kelimpahan *Chlorella* sp.
2. Penggunaan dosis POC yang difermentasi secara berbeda memberikan pengaruh berbeda pula terhadap kelimpahan *Chlorella* sp, dengan respon terbaik pada perlakuan P3 (2,5 ml/L) yang menghasilkan kelimpahan sel *Chlorella* sp mencapai 13.150.000 sel dan terendah pada P5 (3,5 ml/L) sebanyak 8.116.667 sel.
3. Puncak kelimpahan terbaik terjadi pada P3 di hari ke 12 kemudian di ikuti P2 hari ke 14 dan puncak kelimpahan pada P1, P4 dan P5 terjadi pada hari ke 16.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian ini, disarankan perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan pemberian pupuk organik cair yang difermentasi ke dalam media kultur setelah penelitian agar menjaga sel *Chlorella* sp yang ada didalamnya tetap hidup dan sebagai acuan dan referensi lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan S. S. Sartika. 1984. Metode Penelitian Air. Usaha Nasional. Surabaya. 309 Hal.
- Amini. 2004. Kajian Nutritif Phytoplankton Pakan Alami pada Sistem Kultivasi Massal. Jurnal Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. 9 (4): 206-210.
- Anderson, R. A. 2005. Algal Culturing Techniques. Burlington, MA, USA: Elsevier Academic Press. 589 p.
- Arifin, R. 2012. Distribusi Spasial dan Temporal Biomassa Fitoplankton (Klorofil-a) dan Keterkaitannya dengan Kesuburan Perairan Estuaria Sungai Brantas, Jawa Timur. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor. (tidak diterbitkan)
- Blanken, W., M. Cuaresma, R. H. Wijffels dan M. Janssen. 2013. Cultivation of Microalgae On Artificial Light Comes At A Cost. Mikroalga. Res. 2 (2) : 333-340.
- Bold, H.C. dan M. J. Wynne. 1985. Introduction to the Algae Structure and Reproduction. India: Prentice. 90 Hal.
- Boroh, R. 2012. Pengaruh Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada Beberapa Kombinasi Media Kultur. Biologi FMIPA. UNHAS. Makassar. (tidak diterbitkan).
- Borowitzka, M. A and L. J. 1988. Microalgae Biotechnology. Cambridge University Publication, Cambridge. 477 p.
- Boyd, C. E. 1979. Water Quality Management in Pond Fish Culture. International Center For Aquaculture Agriculture Experiment Estation. Auburn University, Alabama. 378p.
- Burkhard, S. J. Zondervan dan U. Riebesell. 1999. Effect of CO₂ Concentration on C: N: P Ration in Marine Phytoplankton: A Species Comparison. Limnol. and Ocean. 44 (3) : 683-690.
- Chen, G. Q. and F. Chen. 2006. *Gerowing Phototrophij Cells Without Light. Biotechnology Letters*. 28 (9) : 683-690.
- Citroreksono, P. 1996. Pengantar Bioremediasi. Prosiding : Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremedisi Dalam Pengelolaan Lingkungan. Puslitbang Bioteknologi-LIPI Cibinong. 1 – 11.
- Coetteau, P. 1998. Alga Production. University of Gent, Rome. 54 pp.
- Comwell. 1991. *Biologi*. Alih Bahasa : L. Rahayu, E.I.M Adil, N Anita, Andri, W.F Wibowo, W. Manalu. Penerbit Erlangga. Jakarta. 73 hal.
- Davis, M. L. and Cornwell, D. A. 1991. Indoduction Environmental Engineering. Second edition. Mc-Graw-Hill, Inc. New York. 215 p.

- Edhy. 2003. Perbandingan Pertumbuhan Fitoplankton *Chlorella Vulgaris* Dalam Media PHM Dengan Komposisi Nutrien Yang Berbeda Antara KNO_3 Dan Urea. Tugas Teknik Penulisan Ilmiah. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pakuan. 14 hal.
- 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.**
- Eyster, C. 1978. Nutrient Concentration Requirements for *Chlorella sorokiniana*. Available from the Author or the Mobile College Library, Mobile, Alabama. P 78-81.
- Fitria, Y. 2008. Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Sam Asetat dan EM_4 (*Efective Microorganisme 4*). Skripsi Institut Pertanian Bogor. 72 Hal.
- Fogg, G. E. 1965. Algae Culture and Phytoplankton Ecology. The University of Wisconsin Press. Meddison, Milk Wauhe. 83 p.
- Fulks S. W. And K. L. Main. 1991. The Design and Operation off Commercial-Scale Live Feed Production Systems In Proceeding of a U.S-Asia Workshop, Rotifer and Microalga Culture Systems, January 28-31 1991 Honolu Hawaii, 3-23 p.
- Hadisuwito. 2007. Membuat Pupuk Kompos Cair, Cetakan ketiga, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Haslam, S.M. 1992. River Pollutin; An Ecological. Belhaven Press. London. UK.
- Hutagalung, H.P. 1994. Logam Berat Dalam Lingkungan Laut. Perwarta Ocean. 9 (1): 11-20.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 85 hal.
- Jenie, B.S.L. dan W.P. Rahayu. 1993. Penanganan Limbah Industri Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Joko. P . 2015. Pengaruh Jumlah Dosis Mikoroalga *Chlorella* sp. Pada System Biofilter. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Tidak diterbitkan. 59 hal.
- Kilham, W. 1978. The First Of The Occurrence Of Anthracnose Disease Caused By *Colletitrichum gloeosporoides* (Penz) Penz. And Sacc. On Dragon Fruit (*Hylocercus*). American Journal Of Applied Science. 6(5); 902-912. Tersedia: <http://www.scipub.org>.
- Kirchman, D. L. 2000. Microbial Ecology of Ocean. Wiley-List. A Jhon and Sona, Inc. New York. 132 p.

Komarawidjaja. 2010. Optimalisasi Pemanfaatan Limbah Organik Sebagai Substitusi Media Kultur Mikroalga Dalam Upaya Mereduksi CO₂ Laporan Akhir. BPPT. No.14.

Kristanto, P. 2002. Ekologi Industri. Adi Offset. Yogyakarta. 352 Hal.

Niczyporuk, A. P., A. Bajguz, E. Zambrzycka, dan G. B.Zylkiewicz. 2012. Phytohormones as Regulators of Heavy Metal Biosorption and Toxicity in Green Algae *Chlorella vulgaris* (Chlorophyceae). *Plant Physiology And Biochemistry*. Hal. 52 - 65.

Mazaya, M., Susatyo, E. B. & Prasetya, A. T. (2013). Pemanfaatan tulan ikan kakap untuk meningkatkan kadar fosfor pupuk cair limbah tempe. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 2(1), 7-11.

Maulina, M, I., K, Khalimi., G, N, Wirya., D, Ngurah. 2015. Potensi Rizobakteri yang Diisolasi dari Rizosfir Tanaman Graminae Non-Padi untuk Memacu Pertumbuhan Bibit Padi. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/JASB/article/download/16307/1065>. diakses 2 November 2016.

Miyachi, S. 1988. *Chlorella*. In. M. A. Borowiczka and L. J. Borowiczka (eds.) *Microalgal Biotechnology*. Cambridje University Press Cambrid. P 52.

Nontji, A. 2006. Tiada Kehidupan di Bumi Tanpa Keberadaan Plankton. LIPI Pusat Penelitian Oseanografi. Jakarta.60 hal.

Nugroho Panj. 2013. Panduan Pembuatan Kompos cair. Jakarta: Pustaka Baru Press

Nugroho Panj. 2013. Panduan Pembuatan Kompos Cair. Jakarta: Pustaka Baru Press

Nur, M. 2018. Pemberian Pupuk Organik Cair (Poc) Dengan Dosis Berbeda Untuk Pertumbuhan *Chlorella* sp. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Islam Riau. 65 hal.

Nybakken. J. W. 1988. Suatu Pendekatan Ekologis. Gramedia. Jakarta. 80 hal.

Oh-Hama, T. dan S. Miyachi. 1988. *Chlorella*. Ln : M. A. Borowiitzka dan L. J. 52 hal.

Parson. 2016. Ethnotherapeutic Empathy (Ethe): II. Techniques Interpersonal Cognition And Vicarious Experience Across Cultures. *Journal of Contemporary Psychotherapy*. 23,(3) :171-182.

Prabowo, D. A. 2009. Optimasi Pengembangan Media Untuk Peretumbuhan *Chlorella* sp Pada Skala Laboratorium. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Pranayogi, D. 2003. Studi Potensi Pigmen Klorofil dan Karotenoid dari Mikroalga Jenis Chlophyceae. Lampung: Universitas Lampung.

Richmond A.1986. CRC Handbook of Microalgal Mass Culture. CRC Press, Inc. Florida. P. 199-244.

Riyono, S. H. 2007. Beberapa Sifat Umum dari Klorofil Fitoplankton. *Jurnal Oseana*. 32 (1) : 23-31.

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.

Samekto ,R. 2008. Pemupukan . Yogyakarta : PT.Aji Cipta Pratama

Sachlan, M. 1982. Planktonologi. Jurusan Perikanan Universitas Diponegoro. Semarang. 82 hal.

Sato, V. 1991. The Development of a Phytoplankton Production System as a Support Base for Finish Larval Rearing Reasearch in Proceeding of a U.S.A-Asia Workshop Rotifer and Microalgae Culture Systems January 28-31 991. Honoulu Hawaii, Page 257-273.

Siboro, E.S. Edu, S dan Netti, H. 2013. Pembuatan Pupuk Cair dan Biogas dari Campuran Limbah Sayuran. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 2, No. (3) : 64 hal.

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* Makanan Sehat Alami. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama. 70 hal.

Sugianti. Y., 2016. Pengaruh Konsentrasi Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella* sp. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. 67 Hal.

Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D, Bandung : Alfabeta. 80 hal.

Sumardianto. 1995. Struktur Komunitas Fitoplankton di Perairan Teluk Pelabuhan Ratu. Fakultas Perikanan. IPB.

Suminto dan K. Hirayama. 1996. Effect of Bacteria Coexistence on the Growth of a Marine Diatome *Chaetoceros gracilis*. *Fish. Sci.*, 62: 40-43.

- Suriawiria, U. 2005. Mikrobiologi Air dan Dasar-Dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis. Alumni. Bandung. 84 hal.
- Syamsudin, S. dan A. 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.
- Sylvester B, Nelvy D, Sudjiharno. 2002. Persyaratan Budidaya Fitoplankton. *Budidaya Fitoplankton & Zooplankton*. 10:24-36.
- Taw. 2009. Petunjuk Kultur Murni dan Massal Mikroalga. UNDP. FAO. Vol. 43(2): 83-92.
- 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.
- Wardoyo, S.T.H. 1981. Kriteria Kualitas Air Untuk Evaluasi Pertanian dan Perikanan. Training Analisa Dampak Lingkungan PPLH-UND-PSI. IPB. BOGOR: PPLH-UND-PSI. IPB.
- Widyatmoko, 2002. Menghindari, Mengolah dan Menyingkirkan Sampah. Cet.1, Dinastindo Adiperkasa Internasional, Jakarta.
- Yan, C., L. Zhang., X. Luo dan Z. Zheng. 2013. Effects of Various LED Light Wavelengths and Intensities On The Performance Of Purifying Synthetic Domestic Sewage By Microalgae At Differect Influent C/N Ratios. *Ecol. ENG* 15 :24-32.
- Yuwono, 2006. Kecepatan Dekomposisi dan kualitas Kompos Sampah Organik. *Jurnal Inovasi Pertanian*. Vol. 4 (2) 55.
- Yolanda, Y. 2016. Pemanfaatan Limbah Cair Biogas Pabrik Kelapa Sawit untuk Produksi Mikroalga *Chlorella* sp. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. 61 Hal.
- Zulkifli. 2001. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Tahu dengan Rotating Biological Contactor (RBC) pada Skala Laboratorium. *Limnotek*. Vol VIII (1) : 21-34.