

**PERTUMBUHAN POPULASI MIKROALGA *Spirulina* sp. PADA
KULTUR SKALA SEMI MASSAL DALAM MEDIA LIMBAH
PENDEDERAN KERAPU BEBEK (*Cromileptes altivelis*) YANG TELAH
DISTERILISASI**

Skripsi

Oleh

RIS RESTU PERTIWI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

GROWTH OF *Spirulina* sp. POPULATION USING HUMPBACK GROUPER (*Cromileptes altivelis*) CULTIVATION STERILIZED WASTE IN SEMI-MASS SCALE CULTURE

By

Ris Restu Pertiwi

The aim of this study is to examine the growth of *Spirulina* sp. population using humpback grouper (*Cromileptes altivelis*) cultivation sterilized waste in semi-mass scale culture. The research design used was a completely randomized design (CRD) with four treatments and three replications, A (25%), B (20%), C (15%), and D (10%) humpback grouper waste. The parameters observed included the daily growth rate and population density of *Spirulina* sp., NO₃, PO₄, temperature, salinity, pH and light intensity. The results showed that humpback grouper cultivation sterilized waste in concentration 20% significantly affected on growth of *Spirulina* sp. population in semi-mass scale culture (6,43 x 10⁶ ind/ml).

Keywords: *Spirulina* sp., humpback grouper, sterilized waste, growth

ABSTRAK

PERTUMBUHAN POPULASI *Spirulina* sp. DALAM MEDIA LIMBAH PENDEDERAN KERAPU BEBEK (*Cromileptes altivelis*) YANG TELAH DISTERILISASI PADA KULTUR SKALA SEMI MASSAL

Oleh

Ris Restu Pertiwi

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pertumbuhan populasi mikroalga *Spirulina* sp. pada kultur skala semi massal dalam media limbah pendederan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) yang telah disterilisasi. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan, A (25%), B (20%), C (15%) dan D (10%) limbah pendederan kerapu bebek. Parameter yang diamati meliputi laju pertumbuhan harian dan kepadatan populasi *Spirulina* sp., NO_3 , PO_4 , suhu, salinitas, pH dan intensitas cahaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media limbah pendederan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) yang telah disterilisasi pada konsentrasi 20% berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan populasi *Spirulina* sp. pada kultur skala semi massal.

Kata Kunci : *Spirulina* sp., kerapu bebek, limbah disterilisasi, pertumbuhan

**PERTUMBUHAN POPULASI MIKROALGA *Spirulina* sp. PADA
KULTUR SKALA SEMI MASSAL DALAM MEDIA LIMBAH
PENDEDERAN KERAPU BEBEK (*Cromileptes altivelis*) YANG TELAH
DISTERILISASI**

Oleh

RIS RESTU PERTIWI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERIKANAN

pada

Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi

**PERTUMBUHAN POPULASI MIKROALGA
Spirulina sp. PADA KULTUR SKALA SEMI
MASSAL DALAM MEDIA LIMBAH
PENDEDERAN KERAPU BEBEK
(*Cromileptes altivelis*) YANG TELAH
DISTERILISASI**

Nama Mahasiswa

: **Ris Restu Pertiwi**

No. Pokok Mahasiswa

: 1514111008

Program Studi

: **Budidaya Perairan**

Jurusan

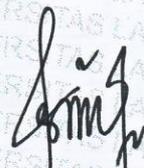
: **Perikanan dan Kelautan**

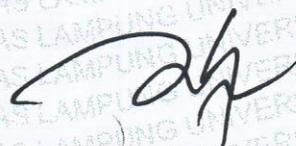
Fakultas

: **Pertanian**

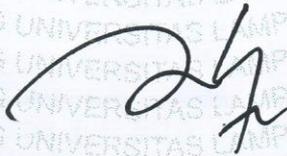
MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing


Berta Putri, S. Si., M. Si.
NIP. 198109142008122002


Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.
NIP. 196402151996032001

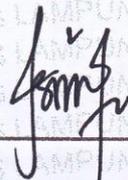
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan


Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.
NIP. 19640215 199603 2 001

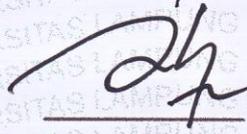
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Berta Putri, S. Si., M. Si.

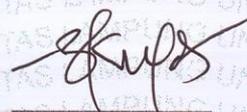


Sekretaris : Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.



Penguji

Bukan Pembimbing : Eko Efendi, S.T., M.Si.

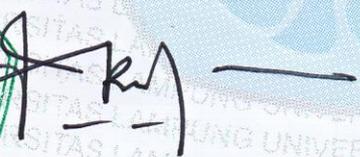


2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si.

NIP. 19611020 1986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 03 Juli 2019

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana/ Ahli Madya), baik di Universitas Lampung maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan naskah, dengan naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini serta sanksi lainnya yang sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandar Lampung, 06 Agustus 2019



Ris Restu Pertiwi
NPM. 1514111008

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 20 Juni 1997, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Agus Mulyono dan Ibu Rika Kartila. Pendidikan yang ditempuh penulis mulai dari Taman Kanak-Kanak (TK) Dharma Wanita Unila yang diselesaikan pada tahun 2002. Kemudian penulis menyelesaikan pendidikan di SD Negeri 2 Cawas Klaten pada tahun 2009. Selanjutnya menyelesaikan pendidikan di SMP Negeri 1 Cawas Klaten pada tahun 2012, dan melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Cawas selama 1 tahun kemudian pindah ke SMA Negeri 1 Natar Lampung Selatan mulai dari kelas 2 hingga lulus pada tahun 2015.

Tahun 2015, penulis diterima di Program Studi Budidaya Perairan Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan Unila (HIMAPIK) sebagai anggota bidang Kewirausahaan pada tahun 2015-2016 dan sebagai sekretaris bidang Kewirausahaan pada tahun 2016-2017. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Kewirausahaan, Ekologi Perairan, Fisiologi Reproduksi Hewan Air, Mikrobiologi Akuatik, Teknologi Produksi Pakan Hidup, Planktonologi Laut, dan Plankton dan Tanaman Air.

Selama masa perkuliahan, penulis pernah melaksanakan Magang di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) di Pesawaran, Lampung dengan kegiatan “Kultur Fitoplankton”. Penulis melaksanakan Praktik Umum pada tahun 2018 di Balai Pengembangan Teknologi Perikanan Budidaya (BPTPB) Cangkringan, Yogyakarta dengan judul “Teknik Kultur Mikroalga *Chlorella* sp.”. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kuripan, Kecamatan Limau, Kabupaten Tanggamus pada tahun 2018. Penulis melakukan penelitian yang berjudul “Pertumbuhan Populasi Mikroalga *Spirulina* sp. pada Kultur Skala Semi Massal dengan Media Limbah Pendederan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*)” pada tahun 2019 di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT atas karunia, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan skripsi yang berjudul “Pertumbuhan Populasi Mikroalga *Spirulina* sp. pada Kultur Skala Semi Massal dengan Media Limbah Pendederan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Universitas Lampung.

Selama proses penyelesaian skripsi, penulis mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Orang tua, kakak, dan adikku yang selalu memberikan kasih sayang, do'a, dukungan, dan perhatian demi kelancaran dan kesuksesan penulis sehingga tetap berjuang sampai saat ini.
3. Ibu Ir. Siti Hudaidah, M.Sc selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan sebagai dosen pembimbing kedua atas bimbingan dan saran yang membangun dalam penyelesaian proses skripsi ini.
4. Ibu Berta Putri, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing utama dan dosen pembimbing akademik dengan sabar memberikan bimbingan, masukan, serta motivasi penuh dalam penyelesaian proses skripsi ini. Bapak Dr. Supono, S.Pi, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar dan banyak memberikan masukan selama penyusunan laporan praktik umum.

5. Bapak Eko Effendi, S.T., M.Si selaku dosen penguji atas segala masukan dan bimbingan yang telah diberikan untuk perbaikan skripsi ini.
6. Seluruh dosen dan staf Jurusan Perikanan dan Kelautan Universitas Lampung.
7. Keluarga besarku yang telah memberikan do'a, dukungan, dan motivasi selama penulis menyelesaikan studi.
8. Sahabat-sahabatku tersayang Yustina Larasati, Nindya Leonita Ananda, Yosiva Khairina, Ellen Larasati, Risa Ristiawati, Yuke Yustiani, dan Winda Waryanti atas bantuan, dukungan, kebersamaan, kekonyolan, keceriaan, kebahagiaan kita dan kasih sayang yang diberikan selama studi maupun selama penyelesaian proses skripsi ini.
9. Teman-teman dan abang-abangku endayani, umi novi, uli, eka, dwi, kenedy, agung harits, romi, bang jupri, bang septa, bang akbar, bang bagus, bang acen, bang rali yang bersedia direpotkan selama penelitian.
10. Untuk orang yang selalu mau direpotkan, Bambang Tri Prasetya. Terimakasih atas dukungan dan kesabaran yang telah diberikan serta menjadi tempat berkeluh kesah.
11. Teman-teman seperjuangan angkatan 2015, terimakasih atas kebersamaan, kekompakan, keceriaan dan saling memberikan semangat selama perkuliahan.
12. Adik-adikku Jurusan Perikanan dan Kelautan Unila angkatan 2016 dan 2017 atas dukungan dan semangat yang telah diberikan.

Bandar Lampung, 2019

Penulis,

Ris Restu Pertiwi

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	3
C. Manfaat Penelitian	3
D. Kerangka Pemikiran	3
E. Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Limbah Budidaya Perikanan	7
B. Nitrogen.....	8
C. Fosfor	11
D. Mikroalga <i>Spirulina</i> sp.	13
E. Reproduksi <i>Spirulina</i> sp.	14
F. Pertumbuhan Mikroalga.....	15
G. Faktor Lingkungan	16
1. Suhu	16
2. Intensitas Cahaya.....	17
3. Salinitas	17
4. Derajat Keasaman (pH)	18
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	19
B. Alat dan Bahan Penelitian	19
C. Rancangan Penelitian	20
D. Pelaksanaan Penelitian.....	21
1. Persiapan Wadah	21
2. Persiapan Inokulan	21
3. Persiapan Media	22
4. Sterilisasi Limbah	23
5. Penghitungan Kepadatan Awal dan Penebaran Inokulan	23
6. Penghitungan Pertumbuhan Harian <i>Spirulina</i> sp.	24
7. Pengukuran Kadar NO ₃	24

8. Pengukuran Kadar PO ₄	25
E. Pengamatan Penelitian	26
F. Analisis Data	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	28
1. Rasio N/P	28
2. Pola Pertumbuhan Harian <i>Spirulina</i> sp.	29
3. Kepadatan Populasi <i>Spirulina</i> sp.	31
4. Hubungan Nitrat dan Ortofosfat terhadap Kepadatan <i>Spirulina</i> sp.	32
5. Faktor Lingkungan	33
B. Pembahasan	33
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	44
B. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat yang digunakan selama penelitian	19
2. Bahan yang digunakan selama penelitian.....	20
3. Rasio N/P	28
4. Kisaran nilai parameter kualitas air selama penelitian	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir.....	5
2. Siklus nitrogen	10
3. Mikroalga <i>Spirulina</i> sp.	13
4. Siklus reproduksi <i>Spirulina</i> sp.	14
5. Pola pertumbuhan mikroalga	15
6. Skema tata letak akuarium kultur	21
7. Pola pertumbuhan <i>Spirulina</i> sp.	30
8. Laju pertumbuhan harian <i>Spirulina</i> sp.	31
9. Kepadatan populasi <i>Spirulina</i> sp. pada fase puncak	31
10. Hubungan nitrat dan ortofosfat terhadap kepadatan <i>Spirulina</i> sp.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Uji Statistik Laju Pertumbuhan Harian <i>Spirulina</i> sp.	52
2. Uji Statistik Fase Puncak <i>Spirulina</i> sp.	53
3. Kandungan NO ₃ dan PO ₄ Limbah	54
4. Pembuatan Reagen NO ₃ dan PO ₄	55
5. Dokumentasi Alat dan Bahan	58

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berkembangnya usaha budidaya ikan kerapu bebek di Indonesia dilatarbelakangi oleh tingginya permintaan pasar untuk ikan ini, maka budidaya merupakan satu-satunya jalan untuk memenuhi permintaan tersebut. Penederan ikan kerapu bebek telah menggunakan metode intensif pada bak terkontrol. Budidaya ikan secara intensif sangat bergantung pada penggunaan pakan buatan. Pakan yang dimakan tidak semuanya masuk ke dalam tubuh ikan, sisa pakan tersebut mengendap di dasar perairan bersama dengan sisa-sisa metabolisme ikan seperti urin dan feses. Penumpukan bahan organik tersebut kemudian akan menjadi limbah.

Masalah yang kemudian selalu muncul dalam budidaya intensif yaitu terjadinya penurunan kualitas air media budidaya yang disebabkan oleh limbah (Asaduzzaman *et al.*, 2008). Limbah merupakan salah satu permasalahan yang perlu diperhatikan dalam budidaya, karena apabila limbah dibiarkan akan menyebabkan kadar amoniak yang tinggi. Tingginya limbah yang ada di dalam perairan akan menimbulkan berbagai macam masalah, salah satunya akan menimbulkan penyakit bahkan dapat mengakibatkan kematian (De Schryver *et al.*, 2008).

Limbah kerapu bebek mengandung N-total sebesar 48,50 mg/l dan ortofosfat (PO_4) sebesar 15,94 mg/l (Pratama, 2017). Berdasarkan nilai tersebut, menunjukkan bahwa limbah budidaya kerapu bebek tidak dapat dibuang begitu saja ke perairan karena masih mengandung amoniak, nitrogen, dan fosfor yang tinggi. Menurut Metcalf dan Eddy (2004), mengatakan bahwa nutrisi yang berlebihan akan mendorong untuk terjadinya pertumbuhan alga yang pesat yang pada akhirnya akan mengakibatkan penurunan kandungan DO. Penanganan limbah yang mengandung nutrisi tinggi dapat memanfaatkan mikroalga seperti *Spirulina* sp. yang memiliki kemampuan menguraikan senyawa N dan P, sehingga limbah dapat dimanfaatkan sebagai media kultur. Senyawa-senyawa organik berupa N dan P dalam limbah pendederan kerapu bebek dapat digunakan sebagai sumber hara.

Mikroalga yang tumbuh pada limbah cair memiliki fungsi penting dalam proses dekomposisi limbah cair budidaya ikan. Mikroalga tidak mendegradasi bahan organik, namun adanya simbiosis mutualisme antara mikroalga dan bakteri aerob dapat menurunkan kandungan N dan P pada limbah. Mikroalga menggunakan bantuan CO_2 , cahaya matahari, dan bahan organik seperti N dan P untuk fotosintesis. Oksigen yang dihasilkan dari proses fotosintesis mikroalga dimanfaatkan oleh bakteri aerob untuk mengoksidasi senyawa organik pada limbah cair (Wulan, 2015). Unsur N berperan dalam pembentukan senyawa asam amino dan klorofil. Unsur P berperan dalam pembentukan ATP, DNA, dan fosfolipid pada sel mikroalga.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian mengenai pertumbuhan populasi mikroalga *Spirulina* sp. pada kultur skala semi massal dalam media limbah dari kegiatan budidaya pendederan kerapu bebek. Keuntungan menggunakan mikroalga *Spirulina* sp. sebagai bioremediasi yaitu dapat memanfaatkan air limbah sebagai media tumbuh mikroalga *Spirulina* sp. dan juga dapat memperbaiki kualitas air limbah.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pertumbuhan populasi mikroalga *Spirulina* sp. pada kultur skala semi massal dalam media limbah pendederan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*).

C. Manfaat Penelitian

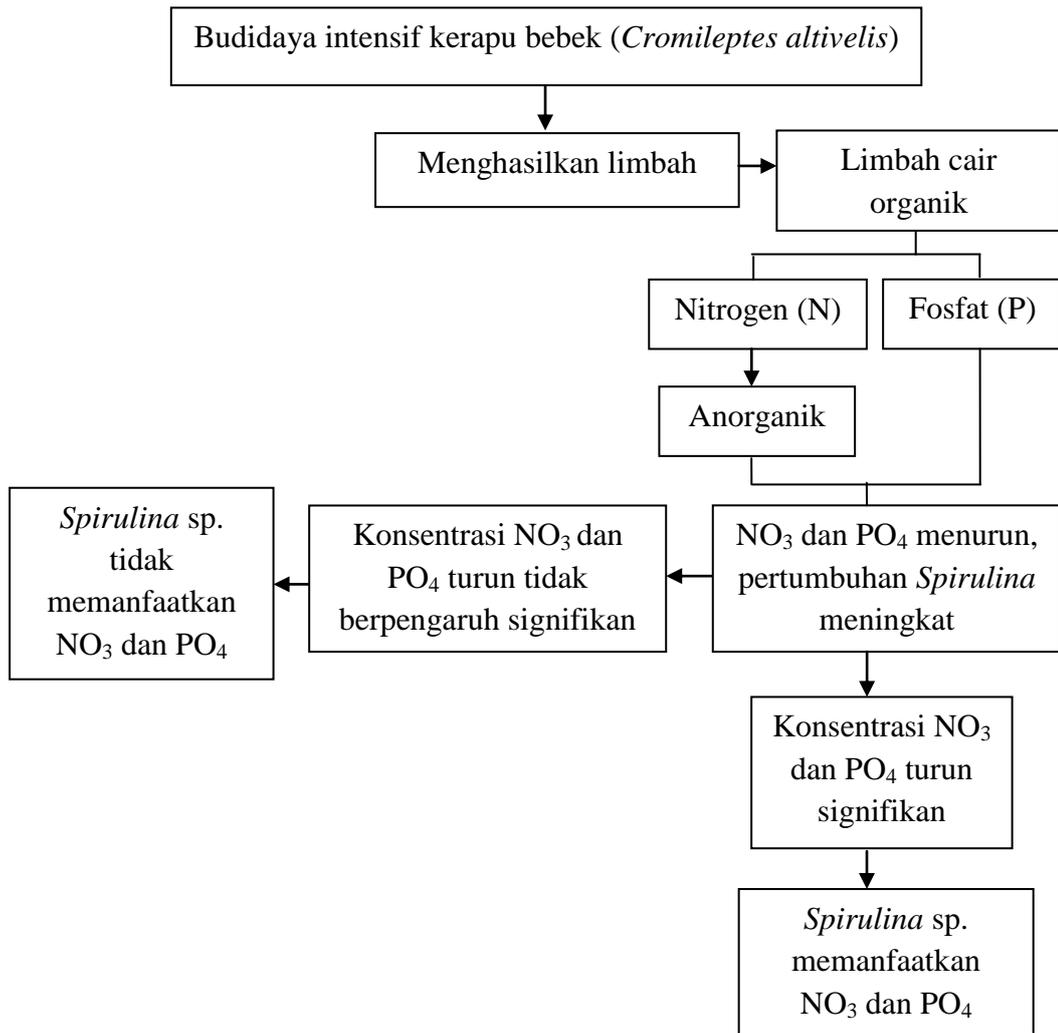
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pertumbuhan populasi mikroalga *Spirulina* sp. pada skala semi massal dengan media limbah pendederan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*). Data tersebut dapat dijadikan sebagai acuan untuk memanfaatkan nutrisi yang ada di dalam limbah budidaya dengan menggunakan mikroalga *Spirulina* sp. sebagai bioremediator sehingga pertumbuhan populasi *Spirulina* sp. meningkat.

D. Kerangka Pemikiran

Budidaya ikan secara intensif sangat bergantung pada penggunaan pakan buatan. Kegiatan budidaya menghasilkan limbah organik yang berasal dari sisa pakan dan sisa metabolisme ikan seperti urin dan feses ikan. Kandungan limbah budidaya

ikan banyak terdapat unsur N dan P yang kemudian berpotensi meracuni organisme budidaya jika kandungan senyawa-senyawa tersebut tinggi. Limbah kerapu bebek mengandung senyawa N-total sebesar 48,50 mg/L dan senyawa ortofosfat sebesar 15,94 mg/L (Pratama, 2017). Mikroalga *Spirulina* sp. memanfaatkan senyawa nitrogen dan fosfor anorganik untuk nutrisi dalam pertumbuhan (Budiardi, 2010).

Nutrien utama pada media kultur mikroalga adalah nitrogen. Senyawa nitrogen yang dibutuhkan oleh mikroalga dalam bentuk N-anorganik yaitu NO_3 . Jika konsentrasi NO_3 dan PO_4 dalam media limbah pendederan kerapu bebek (*C. altivelis*) menurun dan pertumbuhan *Spirulina* sp. meningkat secara signifikan, hal tersebut mengindikasikan bahwa *Spirulina* sp. mampu memanfaatkan NO_3 dan PO_4 pada limbah. Hal tersebut juga dapat menjadi suatu metode alternatif untuk memperbaiki kualitas air limbah yang mendukung budidaya berkelanjutan. Kerangka pemikiran penelitian ini dijelaskan melalui diagram alur (Gambar 1).



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

E. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. H_0 : Tidak berpengaruh signifikan pemberian limbah pendederan kerapu bebek (*C. altivelis*) yang telah disterilisasi terhadap pertumbuhan mikroalga *Spirulina* sp. pada kultur skala semi massal ($\alpha = 0,05$).

2. H₁: Terdapat minimal satu pengaruh pemberian limbah pendederan kerapu bebek (*C. altivelis*) yang telah disterilisasi terhadap pertumbuhan mikroalga *Spirulina* sp. pada kultur skala semi massal ($\alpha = 0,05$).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah Budidaya Perikanan

Budidaya ikan secara intensif lebih efisien dalam memproduksi ikan, namun tidak terlepas dari limbah. Ikan mengeluarkan limbah dari sisa pakan dan metabolisme yang banyak mengandung amoniak (Effendi, 2003). Ikan mengeluarkan 80-90% amonia melalui proses osmoregulasi, feses dan dari urin. Peningkatan padat tebar dan lama waktu pemeliharaan akan diikuti dengan peningkatan kadar amoniak dalam air (Shafrudin, 2006). Amoniak yang tidak teroksidasi oleh bakteri dalam waktu terus-menerus dengan jangka waktu yang lama akan bersifat racun.

Tingginya konsentrasi amoniak di dalam lingkungan budidaya perikanan dapat menyebabkan kerusakan pada insang, ikan mudah terserang penyakit, dan menghambat laju pertumbuhan (Hastuti dan Subandiyono, 2011).

Mikroalga dapat memanfaatkan limbah karena di dalam limbah terdapat sumber nitrogen. Jika limbah dibuang secara langsung, maka perairan akan tercemar. Pada perairan yang mengalami pencemaran karena polutan yang berasal dari limbah organik. Mikroalga *Spirulina* sp. telah banyak dimanfaatkan sebagai agen bioremediasi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *Spirulina* sp. mempunyai kemampuan dalam menyerap limbah organik dan anorganik dengan efektif. Hasil penelitian Sumiarsa *et al.* (2011) menunjukkan bahwa mikroalga *Spirulina* sp.

mampu menurunkan nilai BOD limbah cair peternakan sapi perah sebesar 93,0%, COD sebesar 92,5%, dan NO₃ sebesar 54,79%. Penurunan nilai NO₃ dari 1,044 mg/L menjadi 0,472 mg/L. Hal tersebut menandakan mikroalga *Spirulina* sp. mampu menurunkan BOD, COD, dan NO₃ dalam limbah cair peternakan sapi perah.

Penelitian lain yang juga menggunakan *Spirulina* sp. sebagai biofilter yaitu penelitian Suharyanto *et al.*, (2014) untuk menurunkan tingkat cemaran limbah cair pabrik kelapa sawit dalam fotobioreaktor kontinyu. Penelitian tersebut menggunakan media LCPKS dan media sintetik dengan sistem *batch*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan penurunan TC dan BOD tertinggi yaitu pada media LC-PKS 90% dan media sintetik 10% yang dilakukan selama 2 minggu. Persentase penurunan nilai TC yaitu sebesar 24,1% dari 1605 ppm menjadi 1219 ppm dan nilai BOD yaitu sebesar 24,6% dari 25,13 ppm menjadi 18,94 ppm.

Mikroalga *Spirulina* sp. juga dapat menurunkan N-total dan P-total pada limbah cair tahu yang diperkaya urea dan super fosfat 36. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil penelitian Lutama *et al.*, (2015) yaitu pada media cair tahu 30% tanpa pupuk dan SP mampu menurunkan nilai N-total dari 6,90 mg/L menjadi 2,10 mg/L dan nilai P-total dari 3,39 mg/L menjadi 1,75 mg/L.

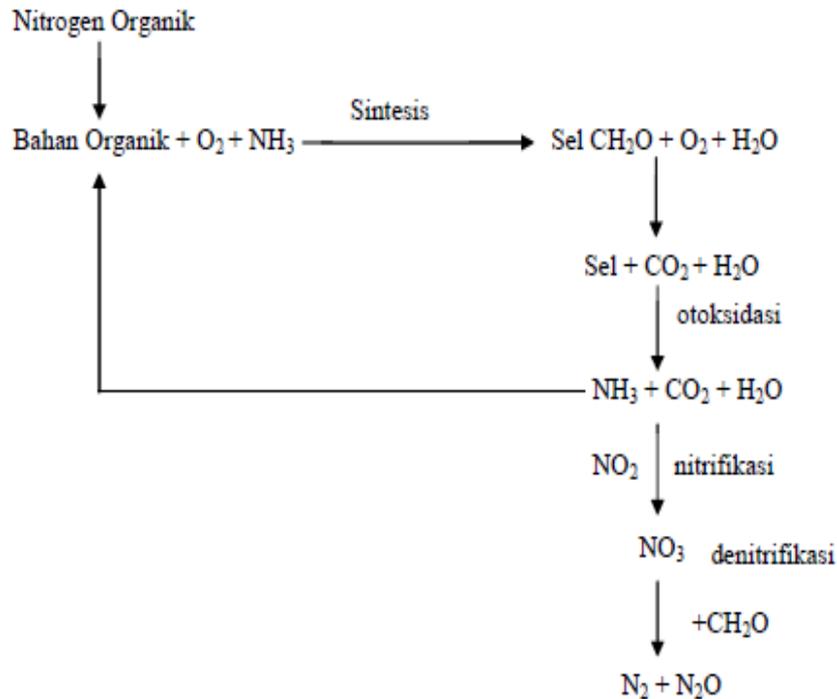
B. Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur hara makro utama yang dibutuhkan tumbuhan dalam jumlah banyak. Unsur nitrogen dibutuhkan untuk proses metabolisme dimana

unsur nitrogen sebagai protein dan merangsang pertumbuhan (Ma'shum dkk, 2003). Nitrogen diperlukan dalam pertumbuhan sebagai pembentuk molekul klorofil, asam amino, enzim, dan vitamin (Feller *et al.*, 2002). Nitrogen di perairan berada dalam bentuk organik dan anorganik. Nitrogen organik berasal dari jaringan organisme yang sudah mati, kotoran zat sisa, dan sisa pakan yang ditransformasi menjadi amoniak melalui proses dekomposisi/ mineralisasi oleh bakteri pengurai proteolitik. Nitrogen memiliki beberapa bentuk yaitu ammonia (NH_3), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-), amonium (NH_4^+), dan nitrogen diatomik (N_2) (Jamieson, 1995).

Dekomposisi bahan organik yang mengandung N ditandai oleh terbentuknya NH_3 . Pada kondisi aerobik bakteri nitrifikasi merombak NH_3 menjadi nitrit selanjutnya masih dalam kondisi aerobik nitrit dioksidasi menjadi NO_3^- . Proses selanjutnya pada kondisi aerobik atau anoksik bahan organik dioksidasi dan nitrat digunakan sebagai aseptor hidrogen untuk membebaskan gas nitrogen (Becker, 1994).

Perubahan bahan organik tersebut dapat dilihat pada siklus N dalam proses oksidasi, yang disajikan pada (Gambar 2). Sumber utama nitrogen (N_2) adalah udara, sedangkan organisme hidup memperoleh nitrogen dalam bentuk garam nitrat kemudian diasimilasikan pada sitoplasma dalam bentuk protein sebagai cadangan pangan (Odum, 1993).



Gambar 2. Siklus nitrogen
(Sumber: Eckenfelder, 1989)

Unsur nitrogen dalam limbah cair yang tidak diolah umumnya berbentuk NH₃ atau N-organik, baik dalam kondisi terlarut maupun partikel. Unsur nitrogen mengalami perubahan dalam penanganan limbah cair. Perubahan ini mengikuti konversi NH₃-N untuk produk yang dengan mudah dibuang dari limbah cair. Dua mekanisme yang utama dalam pembuangan atau penyisihan N adalah asimilasi dan proses nitrifikasi-denitrifikasi (Metcalf dan Eddy, 2004). Perubahan N diantaranya dipengaruhi oleh keseimbangan oksigen terlarut.

Nitrifikasi dapat diartikan sebagai perubahan biologis N dari komponen organik atau dari bentuk tereduksi ke bentuk teroksidasi. Pada penanganan pencemaran air, nitrifikasi adalah proses biologis yang akan mengoksidasi ion NH₃ menjadi NO₂ atau NO₃. Faktor-faktor yang mempengaruhi pada proses nitrifikasi adalah

konsentrasi NH_3 , NO_2 , konsentrasi DO, suhu, dan pH (Jenie dan Rahayu, 1993).

Menurut Metcalf dan Eddy (1991), faktor pengendali nitrifikasi adalah konsentrasi NH_3/NO_2 , konsentrasi DO, pH, temperatur, dan rasio BOD. Dalam air dengan kandungan O_2 yang cukup, NH_4 mudah teroksidasi menjadi NO_2 dan kemudian menjadi NO_3 berturut-turut oleh bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*.

Senyawa N-organik partikulat diurai menjadi NH_4 yang merangsang pertumbuhan *Nitrosomonas*. Bakteri ini mengoksidasi NH_4 menjadi NO_2 , sehingga kadar NH_4 menurun dan kadar NO_2 meningkat. Peningkatan kadar NO_2 tersebut akan merangsang pertumbuhan *Nitrobacter*, yang mengoksidasi NO_2 menjadi NO_3 .

Proses selanjutnya adalah denitrifikasi. Denitrifikasi adalah proses reduksi NO_3 menjadi N_2 . Konversi ini melewati beberapa senyawa yaitu HNO_2 , NO , dan N_2O .

Proses denitrifikasi memerlukan elektron donor yang berasal dari bahan organik atau senyawa-senyawa tereduksi seperti sulfida atau hidrogen. Karena terbatasnya elektron donor sehingga senyawa antara tersebut sangat mudah terbentuk

(Boyd, 1984). Beberapa jenis bakteri heterotrofik merespirasi bahan organik

dengan menggunakan nitrat sebagai penerima elektron (Libes, 1992). Reaksi

untuk pengurangan nitrat:



C. Fosfor

Fosfat merupakan faktor penting untuk pertumbuhan plankton dan organisme lainnya. Fosfat sangat diperlukan sebagai transfer energi dari luar ke dalam sel organisme, karena itu fosfat dibutuhkan dalam jumlah sedikit. Fosfat merupakan

bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Konsentrasi fosfat di perairan jauh lebih kecil daripada konsentrasi amoniak dan nitrat (Effendi, 2003).

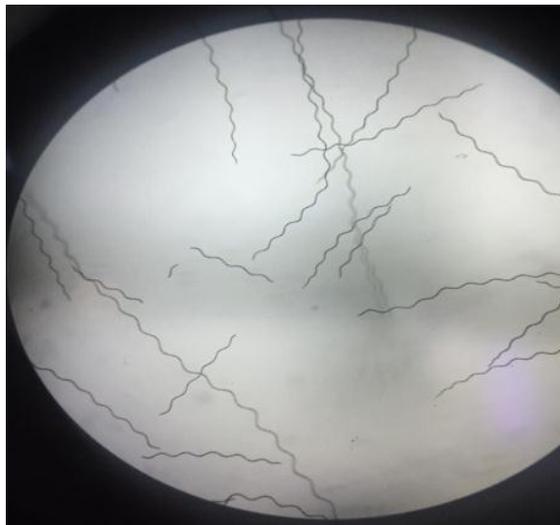
Fosfor tidak memiliki bentuk gas dalam siklusnya sehingga tidak dapat difiksasi seperti nitrogen, selain itu fosfor terikat secara reaktif pada berbagai jenis tanah (Goldman dan Horne, 1983). Fosfor merupakan salah satu unsur utama yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroalga secara normal. Menurut Richmond (1986), kekurangan fosfor dapat mengakibatkan perubahan morfologi sel, contohnya perubahan bentuk dan ukuran sel, karena fosfor berperan dalam transfer energi dan sintesis asam nukleat. Bentuk fosfor utama yang digunakan mikroalga adalah P-anorganik berupa PO_4 .

Kelimpahan dan struktur komunitas fitoplankton dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia, khususnya ketersediaan unsur hara (nutrien) serta kemampuan fitoplankton untuk memanfaatkannya (Muharram, 2006). Menurut Effendi (2003) jika rasio N:P melebihi 16:1 maka fosfat menjadi faktor pembatas sedangkan jika rasio N:P kurang dari 16:1 maka yang menjadi faktor pembatas adalah unsur nitrat. Fosfor tidak dibutuhkan dalam jumlah besar untuk pertumbuhan tanaman, tidak seperti karbon, oksigen, hidrogen dan nitrogen. Fosfor merupakan salah satu unsur pembatas baik di tanah maupun di perairan. Secara umum ada tiga bentuk fosfor di ekosistem akuatik, yaitu fosfat terlarut, fosfor total terlarut dan fosfor partikulat. Fosfat di danau terdapat baik dalam organik maupun anorganik. Bentuk anorganik fosfat sebagian besar adalah ortofosfat (PO_4)³⁻ dan sebagian lagi bentuk monofosfat (HPO_4)²⁻ dan dihidrogen fosfat (H_2PO_4)⁻ (Goldman dan Horne, 1983).

D. Mikroalga *Spirulina* sp.

Mikroalga *Spirulina* sp. merupakan alga hijau kebiruan yang bersifat prokariotik (Cyanobacteria) dengan sel berkoloni membentuk filamen terpilin menyerupai spiral (helix), sehingga disebut alga biru hijau. Bentuk tubuh yang menyerupai benang merupakan rangkaian sel (trikoma) yang berbentuk silindris dengan dinding sel yang tipis, berdiameter 1-12 μm (Borowitzka dan Borowitzka, 1988). Menurut Kabede dan Ahlgren (1996), bahwa *Spirulina* sp. adalah jenis Cyanobacteria yang mengandung klorofil dan dapat melakukan fotosintesis.

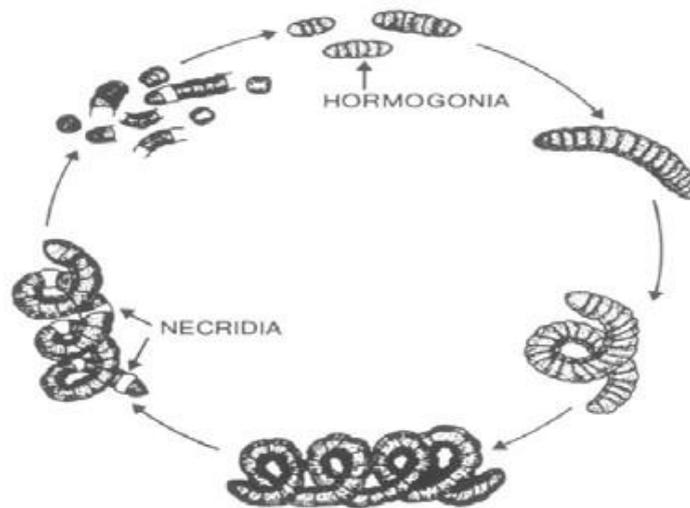
Pigmen yang dikandung *Spirulina* sp. terdiri atas pigmen klorofil, fikoeritrin, xantofil dan fikosianin. Kandungan fikosianin yang tinggi pada mikroalga tersebut menyebabkan warna cenderung hijau biru. *Spirulina* sp. memiliki struktur trikoma spiral dengan filamen–filamen bersifat mortal dan memiliki sel heterokis. Sel *Spirulina* sp. berukuran relatif besar yaitu 110 μm (Borowitzka, 1994).



Gambar 3. Mikroalga *Spirulina* sp.
(Sumber: Dokumentasi pribadi perbesaran 100x)

E. Reproduksi *Spirulina* sp.

Reproduksi *Spirulina* sp. terjadi secara aseksual (pembelahan sel) yaitu dengan memutus filamen menjadi satuan-satuan sel yang membentuk filamen baru. Siklus hidupnya terdiri dari tiga tahapan, yaitu fragmentasi trikoma, proses pembesaran dan pendewasaan sel-sel hormogonia dan pemanjangan trikoma. Trikoma dewasa putus menjadi beberapa bagian kecil yang disebut necridia atau “*lysing cell*”. Necridia tersebut selanjutnya berfragmentasi membentuk rantai-rantai pendek yang terdiri dari 2 – 4 sel yang dikenal sebagai hormogonia. Jumlah sel hormogonia bertambah melalui pembelahan biner. Pada proses ini, trikoma-trikoma bertambah panjang dan memperoleh bentuk heliks (Sanchez *et al.*, 2002; Phang, 2002).



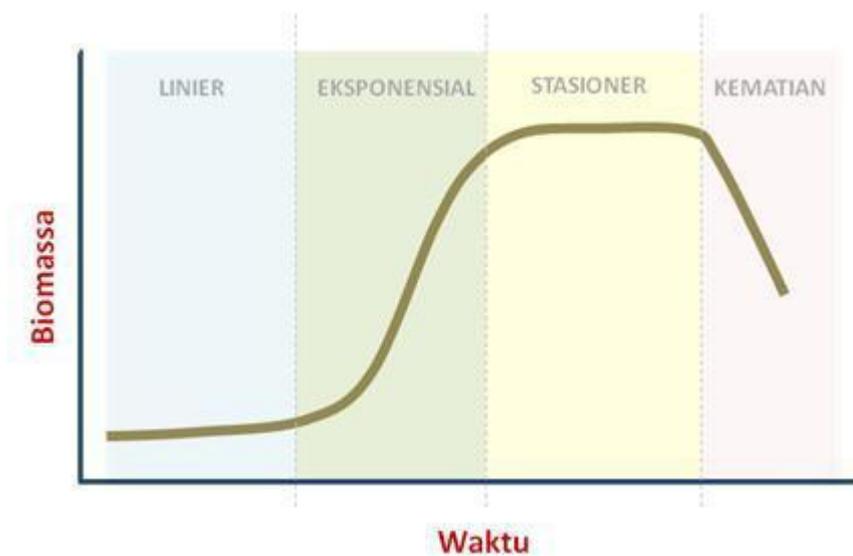
Gambar 4. Siklus reproduksi *Spirulina* sp.
(Sumber: Hongmei Gong *et al.*, 2008)

Pembelahan dimulai dengan memutus filamen menjadi satu-satuan sel yang akan membentuk filamen baru. Pemutusan filamen ini akan membentuk bagian-bagian yang disebut dengan necridia. Necredia membentuk semacam piringan yang terpisah-pisah, kemudian hasil pembelahan tersebut berkoloni membentuk

hormogonia yang memisahkan diri dari filamen induk menjadi filamen baru (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Sel-sel hormogonia akan bertambah terus jumlahnya melalui pembelahan sel, sehingga ukuran filamen bertambah panjang dan seiring dengan pembelahan sel, sitoplasmanya akan menjadi grannuler dan warna sel menjadi biru cerah (Cifferi, 1983).

F. Pertumbuhan Mikroalga

Fase pertumbuhan yang terjadi dalam kultur skala laboratorium sampai skala semi massal tidak jauh berbeda. Menurut Wijaya (2006), selama masa inkubasi atau masa kultur, mikroalga mengalami empat fase, yaitu:



Gambar 5. Pola pertumbuhan mikroalga
(Sumber: Morais dan Costa, 2007)

1) Fase Adaptasi (*Lag*)

Fase dimana populasi tidak mengalami perubahan, tetapi ukuran sel meningkat. Fotosintesis masih aktif berlangsung dan organisme mengalami

metabolisme tetapi belum terjadi pembelahan sel sehingga kepadatannya belum meningkat.

2) Fase Pertumbuhan Eksponensial (*Logaritmik*)

Fase yang diawali dengan pembelahan sel dengan laju pertumbuhan yang terus menerus, pertumbuhan pada fase ini mencapai maksimal.

3) Fase Pertumbuhan Stabil (*Stationer*)

Fase dengan pertumbuhan yang dimulai mengalami penurunan dibandingkan fase logaritmik. Laju reproduksi sama dengan laju kematian dalam arti penambahan dan pengurangan fitoplankton relatif sama sehingga kepadatan plankton cenderung tetap.

4) Fase Deklinasi

Fase dimana terjadi penurunan jumlah atau kepadatan plankton, pada fase ini laju kematian lebih cepat dibandingkan laju reproduksi. Laju kematian fitoplankton dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi, cahaya, suhu, dan umur fitoplankton itu sendiri (Rezza, 2011).

G. Faktor Lingkungan

Pertumbuhan mikroalga selain dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi pada media juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang ada. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga antara lain:

1. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses kimia, biologi dan fisika, peningkatan suhu dapat menurunkan kelarutan bahan dan dapat menyebabkan

peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi mikroalga di perairan. Suhu secara langsung mempengaruhi efisiensi fotosintesis dan faktor yang menentukan pertumbuhan. Nilai maksimum kecepatan proses fotosintesis terjadi pada kisaran suhu 25-40°C (Reynolds, 1990). Suhu tinggi yang melebihi kisaran optimum akan menyebabkan proses metabolisme sel terganggu. Menurut Krisanti (2003) menyatakan bahwa suhu tidak menjadi faktor pembatas pada alga alami selama banyak spesies mampu tumbuh dalam kondisi lingkungan lain yang sesuai, namun suhu sangat berpengaruh terhadap cepat lambatnya pertumbuhan dan reproduksi.

2. Intensitas Cahaya

Cahaya merupakan faktor penting untuk kultur mikroalga misalnya *Spirulina* sp. karena intensitas cahaya merupakan sumber energi yang diikat dalam proses fotosintesis. Pemanfaatan cahaya dalam proses fotosintesis melibatkan reaksi fisik dan kimia. Proses tersebut dimulai dengan absorpsi dan transfer energi di dalam klorofil sampai proses konversinya menjadi energi kimia yang terlibat dalam proses pembentukan karbohidrat (Krisanti, 2003). Intensitas cahaya optimum yang diperlukan untuk fotosintesis alga berkisar 1900 - 4500 lux (Pramusinta, 2012). Menurut Martosudarmo (1990), menyatakan bahwa intensitas cahaya yang dibutuhkan dalam kultur mikroalga berkisar 500 – 5000 lux. Cahaya yang diperlukan oleh alga untuk proses fotosintesis umumnya menggunakan lampu neon (TL).

3. Salinitas

Salinitas merupakan konsentrasi garam yang terlarut dalam air, yang memiliki peran penting dalam pertumbuhan mikroalga. Salinitas secara langsung

berpengaruh pada tekanan osmosis dan aktivitas sel mikroalga. Mikroalga *Spirulina* sp. dapat tumbuh secara optimal dalam media air bersalinitas tinggi yaitu berkisar antara 30 – 60 ppt (Richmond, 1986). Penurunan kadar salinitas dapat menghambat pertumbuhan mikroalga.

4. Derajat Keasaman (pH)

Nilai derajat keasaman atau pH dalam media kultur dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan kultur mikroalga antara lain mengubah keseimbangan karbon anorganik, mengubah ketersediaan nutrisi dan dapat mempengaruhi fisiologi sel. pH secara langsung berhubungan dengan kelarutan CO₂ dan mineral. Secara umum kisaran pH yang optimum untuk kultur mikroalga adalah antara 7–9 (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Semakin tinggi kerapatan sel pada medium kultur menyebabkan kondisi medium kultur meningkat tingkat kebasannya (pH semakin tinggi) dan hal itu menyebabkan peningkatan CO₂ terlarut dalam medium kultur (Wijanarko *et al.*, 2007).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2019 - Maret 2019 di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Tabel 1. Alat yang digunakan selama penelitian

No.	Alat	Keterangan
1	Akuarium Kaca	Ukuran 30x30x20 cm, 12 buah
2	<i>Blower</i>	2 buah
3	Termometer	1 buah
4	Refraktometer	1 buah
5	pH meter	1 buah
6	Botol film	24 buah
7	Selang aerasi	30 meter
8	Batu aerasi	12 buah
9	Pipet tetes	25 buah
10	Lampu	TL 36 watt, 3 buah
11	Bak Penampung	1 unit
12	Tissu	1 bungkus
13	<i>Hand tally counter</i>	1 set perlengkapan
14	<i>Sedgwick Rafter</i>	1 buah
15	Spektrofotometer	1 buah
16	Mikroskop	1 buah
17	Autoklaf	1 buah
18	Vortex	1 buah
19	Erlenmeyer	1 liter, 3 buah
20	Erlenmeyer	250 ml, 12 buah
21	Tabung reaksi	12 buah

No.	Alat	Keterangan
22	Tabung skala	15 ml, 1 buah
23	Rak tabung	1 buah
24	Pipet volumetrik	10 ml, 1 buah
25	Corong kaca	12 buah
26	Batang pengaduk	2 buah
27	Spatula	1 buah
28.	Lux meter	1 buah
29.	Gelas ukur	1 liter, 1 buah

Tabel 2. Bahan yang digunakan selama penelitian

No.	Bahan	Keterangan
1	Inokulan <i>Spirulina</i> sp.	Kepadatan 1.000.000 individu/ml
2	Limbah pendederan kerapu bebek	18 liter
3	Air laut steril	65 liter
4	Alkohol 70%	2 liter
6	Larutan H ₂ SO ₄ pekat	250 ml
7	Larutan standar PO ₄	20 ml
8	Amonium molibdat [(NH ₄) ₆ . Mo ₇ O ₂₄ .4H ₂ O]	15 gr
9	Asam askorbat [C ₆ H ₈ O ₆]	25 gr
10	Kalium antimonil tartrat [K(SbO).C ₄ H ₄ O ₆ .]	10 gr
11	Indikator phenolptalien (PP)	15 ml
12	Brucine	3 gr
13	Larutan asam asetat glacial	50 ml
14	Larutan standar NO ₃	20 ml
15	Sodium arsenit	10 gr
16	Aquadest	10 liter
17	Kertas saring whatman no. 42	100 buah
18	Formalin 4%	15 ml
19	Kapas	1 bungkus
20	Kain kasa	1 gulung
21	Alumunium foil	1 gulung

C. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL)

yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan berupa kultur

Spirulina sp. dengan konsentrasi limbah yang berbeda sebagai media kultur:

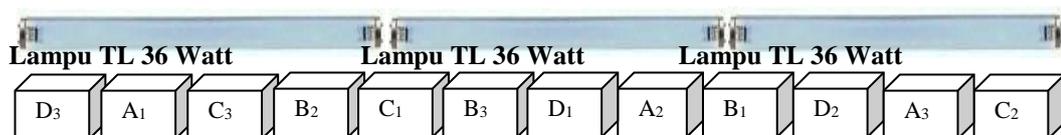
Perlakuan A = 25% limbah yang telah disterilisasi + 75% air laut sebagai media kultur *Spirulina* sp.

Perlakuan B = 20% limbah yang telah disterilisasi + 80% air laut sebagai media kultur *Spirulina* sp.

Perlakuan C = 15% limbah yang telah disterilisasi + 85% air laut sebagai media kultur *Spirulina* sp.

Perlakuan D = 10% limbah yang telah disterilisasi + 90% air laut sebagai media kultur *Spirulina* sp.

Skema tata letak akuarium kultur penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Skema tata letak akuarium kultur

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan Wadah

Akuarium kultur, wadah penampungan limbah dan selang aerasi direndam menggunakan larutan klorin dengan konsentrasi 10 mg/l dalam 1 liter air selama 1 hari kemudian dicuci dengan air bersih agar akuarium bebas dari mikroorganisme yang dapat mempengaruhi hasil penelitian.

2. Persiapan Inokulan

Langkah pertama dalam persiapan inokulan *Spirulina* sp., kultur skala skala semi

massal adalah menyiapkan toples kaca berukuran 3 liter yang diisi dengan air laut sebanyak 2 liter dan ditambahkan pupuk conwy sebanyak 2 ml (dosis 1ml/L).

Bibit inokulan ditambahkan sebanyak 200-400 ml (10-20% dari volume air).

Inokulan yang dikultur sebanyak 8 toples, masing-masing toples berisi 2,5 liter.

Inokulan yang dikultur diberi aeresi secara terus menerus selama 5 hari sehingga *Spirulina* sp. siap digunakan untuk stok inokulan skala semi massal.

3. Persiapan Media

Tahapan dari persiapan media :

- 1) Wadah penampungan limbah dengan volume 10 liter diletakan di bagian bawah pipa *outlet* dari seluruh bak pendederan kerapu bebek agar air limbah dari seluruh kolam pendederan dapat ditampung langsung saat proses pembuangan kotoran.
- 2) Limbah yang terkumpul pada wadah penampungan kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit.
- 3) Perlakuan A : 25% (2,13 liter limbah yang disterilisasi + 6,4 liter air laut); B : 20% (1,7 liter limbah yang disterilisasi + 6,8 liter air laut); C : 15% (1,3 liter limbah yang disterilisasi + 7,2 liter air laut); D : 10% (0,85 liter limbah yang disterilisasi + 7,65 liter air laut)
- 4) Lampu TL 36 watt dipasang dengan intensitas cahaya rata-rata 3500 lux, sebagai sumber cahaya selama kultur *Spirulina* sp.

4. Sterilisasi Limbah

Tahapan dari sterilisasi limbah pendederan kerapu bebek sebagai berikut:

- 1) Limbah yang telah terkumpul dimasukkan ke dalam erlenmeyer 1000 ml, kemudian ditutup menggunakan kapas yang di balut dengan kain kasa dan alumunium foil.
- 2) Erlenmeyer yang telah berisi limbah kemudian dimasukkan ke dalam *autoclave* pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit.

5. Penghitungan Kepadatan Awal dan Penebaran Inokulan *Spirulina* sp.

Penghitungan kepadatan awal *Spirulina* sp. dilakukan untuk mengetahui kepadatan sel inokulum yang akan digunakan dalam akuarium kultur. Kepadatan sel awal dihitung menggunakan *sedgwick rafter* dengan tiga kali ulangan.

Inokulan *Spirulina* sp. dimasukan ke dalam setiap akuarium kultur sebanyak 1,5 liter. Tahapan dalam perhitungan kepadatan adalah sebagai berikut :

- 1) Kultur *starter* yang akan digunakan dalam kultur (inokulan *Spirulina* sp.) diambil sebanyak 10 ml.
- 2) *Sedgwick Rafter* yang akan digunakan dibersihkan menggunakan alkohol 70% dan dikeringkan menggunakan tisu, kemudian dipasang gelas penutup.
- 3) Dilakukan perhitungan kepadatan sel *Spirulina* sp. sebanyak 1 ml yang diteteskan pada bagian parit melintang hingga penuh dan mikroalga tersebar merata.
- 4) Mikroalga *Spirulina* sp. yang terdapat pada kotak bujur sangkar yang memiliki sisi 1 mm dihitung sebanyak 1000 kotak di bawah mikroskop dengan perbesaran 10 kali sebanyak 3 kali ulangan.

- 5) Volume inokulum yang dibutuhkan untuk inokulasi dapat dihitung menggunakan rumus (Chien, 1992) sebagai berikut:

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

Keterangan:

V_1 = Volume inokulum yang digunakan (ml)

N_1 = Kepadatan sel inokulum *Spirulina* sp. yang terhitung (sel/ml)

V_2 = Volume media yang akan digunakan (ml)

N_2 = Kepadatan sel inokulum *Spirulina* sp. yang dibutuhkan (sel/ml)

6. Penghitungan Pertumbuhan Harian Populasi *Spirulina* sp.

Penghitungan populasi dihitung dengan cara menghitung jumlah sel *Spirulina* sp. menggunakan *Sedgewick Rafter*. Pengamatan pertumbuhan dilakukan setiap hari setelah 24 jam penebaran awal inokulan. Penghitungan dilakukan dengan menggunakan rumus (Ekawati, 2005) sebagai berikut:

$$N = \frac{C \times 1000}{A \times F} \times R$$

Keterangan:

N : Kepadatan *Spirulina* sp.(sel/ml)

C : Jumlah sel terhitung

A : Konstanta (3,14)

R : Pengenceran

F : Jumlah bidang pandang

7. Pengukuran Kadar Nitrat (NO_3)

Pengukuran nitrat dilakukan menggunakan metode SNI 06-2480-1991, yaitu metode ini digunakan untuk mengetahui besarnya kadar nitrat dalam air limbah menggunakan larutan brucine dengan alat spektrofotometer pada panjang

gelombang 410 nm. Analisis NO_3 dilakukan setiap 3 hari selama penelitian.

Tahapan pengukuran kadar NO_3 , yaitu:

- (1) Sampel yang telah disaring dengan kertas whatman no 42 diambil sebanyak 5ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer tabung reaksi.
- (2) Kemudian ditambahkan 1 tetes sodium arsenit, 0,25 ml brucine, 5ml asam sulfat.
- (3) Kemudian diaduk dan didiamkan selama 10 menit.
- (4) Kemudian dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer dan dicatat hasilnya.

8. Pengukuran Kadar Ortofosfat (PO_4)

Pengukuran ortofosfat dilakukan menggunakan metode SNI 06-6989.31-2005, yaitu metode ini digunakan untuk mengetahui besarnya kadar ortofosfat dalam air limbah menggunakan larutan asam askorbat dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 880 nm. Analisis PO_4 dilakukan setiap 3 hari selama penelitian. Tahapan pengukuran kadar PO_4 , yaitu:

- (1) Sampel yang telah disaring dengan kertas whatman no 42 diambil sebanyak 50ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml.
- (2) Kemudian ditambahkan 1 tetes indikator PP (jika terbentuk warna merah muda, ditambahkan setetes demi tetes H_2SO_4 sampai warna merah muda hilang).
- (3) Ditambahkan 8 ml larutan campuran dan dihomogenkan. Selanjutnya dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer dan dicatat hasilnya.

E. Pengamatan Penelitian

Pengamatan yang dilakukan selama penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Pengukuran nitrat dilakukan setiap 3 hari (T_0 , T_3 , T_6 , T_9) menggunakan Spektrofotometer dengan panjang gelombang 410 nm (APHA, 2005).
- 2) Pengukuran ortoposfat dilakukan setiap 3 hari (T_0 , T_3 , T_6 , T_9). Nilai posfat diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 880 nm pada sampel (APHA, 2005).
- 3) Pengamatan kepadatan populasi *Spirulina* sp. dilakukan setiap hari selama sembilan hari penelitian, mulai dari awal memasukkan inokulan ke dalam media sampai akhir penelitian menggunakan *Sedgwick Rafter* (Ekawati, 2005).
- 4) Pengukuran suhu dilakukan setiap hari selama penelitian dan diukur menggunakan termometer digital.
- 5) Pengukuran salinitas dilakukan setiap hari selama penelitian menggunakan refraktometer.
- 6) Pengukuran intensitas cahaya dilakukan setiap hari selama penelitian menggunakan lux meter.
- 7) Pengukuran pH dilakukan setiap hari selama penelitian menggunakan pH meter.

F. Analisis Data

Tahapan analisis data dalam penelitian ini berdasarkan Arif (1997) adalah sebagai berikut :

- 1) Data laju pertumbuhan harian dan kepadatan populasi *Spirulina* sp. dianalisis menggunakan sidik ragam atau *analysis of variance* (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95%.
- 2) Dilakukan pengujian normalitas dan homogenitas data. Jika signifikan data $> 0,05$, maka data tersebut dapat dikatakan normal dan homogen, kemudian dilakukan pengujian ANOVA pada tingkat kepercayaan 95%.
- 3) Setelah diketahui data berpengaruh signifikan, kemudian dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) dengan tingkat kepercayaan 95% untuk mengetahui perbedaan signifikan antar perlakuan.
- 4) Hubungan nitrat dan ortofosfat terhadap kepadatan *Spirulina* sp. dianalisis menggunakan regresi berganda.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pemanfaatan mikroalga *Spirulina* sp. dalam media limbah pendederan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) yang telah disterilisasi pada konsentrasi 20% berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan populasi *Spirulina* sp. pada kultur skala semi massal.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan karotenoid dalam mikroalga *Spirulina* sp. yang dikultur pada skala semi massal dalam media limbah pendederan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*).

DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Rezq, T. S., Al-Hooti, S., and Jacob, D. A. 2010. Optimum Culture Condition Required the Locally Isolated *Dunaliella salina*. *Journal Algal Biomass Utiln.* 1 (2): 12-19. *Aquakultur.* 803-807.
- Amanatin, D. Riesya. 2013. Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Media Ekstrak Tauge (MET) dengan Pupuk Urea terhadap Kadar Protein *Spirulina* sp., *Sains dan Seni Pomits*, 2(2) : 2337-3520.
- America Public Health Association (APHA). 2005. *Standart Methods for Examination of Water and Wastewater 22nd Edition*. America Public Health Association. Virginia.
- Arif, P. 1997. *Aplikasi SPSS 10.05 dalam Statistik dan Rancangan Percobaan*. Alfabeta Press. Jakarta.
- Asaduzzaman, M., M.A. Wahab, M.C.J. Verdegem, S. Huque, M.A. Salam, and M.E. Azim. 2008. C/N Ratio Control and Substrate Addition for Periphyton Development Jointly Enhance Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* Production in Ponds. *Aquaculture*, 280: 117–123.
- Badan Standarisasi Nasional. 1991. *Metode pengujian kadar nitrat dalam air dengan alat spektrofotometer secara brusin sulfat SNI 06-2480-1991*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer secara Asam Askorbat SNI 06-6989. 31-2005*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Becker, E.W. 1994. *Microalgae Biotechnology and Microbiology*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Borowitzka, M. A dan Borowitzka, L.J. 1988. *Microalgal biotechnology*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Borowitzka, M.A. 1994. *Products from Algae*. In S. M. Phang, L. Y. Kun, M. A. Borowitzka, and B. A. Whitton eds. In. *Proc. 1st Asia-Pacific Conference on Algal Biotechnology*. Kuala Lumpur. University of Malaya. Malaysia.
- Boyd, R. I. dan Morr, J. J. 1984. *Medical Microbiology*. Little, Brown and Company Boston. USA.

- Budiardi, T., Utomo, N. B. P., dan Santosa, A. 2010. Pertumbuhan dan Kandungan Nutrisi *Spirulina* sp. pada Fotoperiode yang Berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 9 (2): 146-156.
- Chen, F., Zhang, Y., Guo, S., 1996. Growth and phycocyanin formation of *Spirulina platensis* in photoheterotrophic culture. *Biotechnol. Lett.* 18 (5), 603–608.
- Chien, Y. H. 1992. Water Quality Requirement and Management for Marine Shrimp Cultur. Review. *Water Quality Managemen.* 144-151.
- Cifferi. 1983. *Composition and phase behaviour of polar lipids isolated from Spirulina maxima cells grown in a perdeuterated medium.* United Kingdom. School of Bioscience, Cardif University.
- Colla, L. M. Furlong, E. Costa, J. A. V. 2005. Antioxidant properties of *Spirulina* (Arthospira) *platensis* cultivated under different temperatures and nitrogen regimes. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, V. 50, n. 1, p. 161-167, 2007.
- De Schryver, P., R. Crab, T. Defoirdt, N. Boon, and W. Verstraete. 2008. The Basics of Bio-Flocs Technology: *The Added Value for Aquaculture.* *Aquaculture*, 277: 125–137.
- Dewi, E. R. 2016. Pengaruh dosis pupuk limbah cair tahu yang berbeda dengan penambahan urea terhadap pertumbuhan, biomassa, dan klorofil-a *Dunaliella* sp. *Skripsi.* Universitas Brawijaya. Malang.
- Eckenfelder, W. W. 1989. *Industrial Water Pollution Control.* 2nd ed. McGraw Hill Inc. New York.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air.* Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Ekawati, A.W. 2005. *Diktat kuliah budidaya pakan alami.* Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Facta, M., Zainuri, M., Sudjadi dan Sakti E.P. 2006. Pengaruh Pengaturan Intensitas Cahaya yang Berbeda Terhadap Kelimpahan *Dunaliella* sp. dan Oksigen Terlarut dengan Simulator TRIAC dan Mikrokontroller AT89S52. *Jurnal Kelautan.* Vol. 11 (2) : 67 – 71.
- Feller, I. C., Whigham, D. F., McKee, K. L., dan Lovelock, C. E. 2002. Nitrogen limitation of growth and nutrient dynamics in a disturbed mangrove forest, Indian River Lagoon, Florida. *Oecologia* 134: 405-414.
- Fogg GE. 1975. *Algal Culture and Phytoplankton Ecology.* The University of Wisconsin Press. London.
- Goldman, C. R dan A. J. Horne. 1983. *Limnology.* McGraw-Hill, Inc., Auckland.

- Habib, M. A dan M. Parvin. 2008. *a Review on Culture, Production and Use of Spirulina as Food for Humans and Feeds for Domestic Animals and Fish*. FAO Fisheries and Aquaculture Departemen. Rome.
- Haryati, R. 2008. Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina* sp. dalam Skala Laboratoris. *BIOMA*, 10(1): 19-22.
- Hastuti, S., dan Subandiyono. 2011. Performa Hematologis Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dan Kualitas Air Media pada Sistem Budidaya dengan Penerapan Kolam Biofilter. *Jurnal Saintek Perikanan*. 6: 1-5.
- Hongmei, G., Yunlai., Jia, W., Xiaogang, W., Lixin, Z., and Congming L. 2008. Characterization of photosystem II in salt-stressed Cyanobacterial *Spirulina platensis* cells. *Biochimica et Biophysica acta*. 1777: 488-495.
- Hutabarat, S. 2000. Produktivitas Perairan dan Plankton: Telaah terhadap Ilmu Perikanan dan Kelautan. *Jurnal Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton*. Kanasius. Yogyakarta.
- Jenie, B. S. L dan Rahayu WP. 1993. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Kabede, E and Ahlgren, G. 1996. Optimum Growth Conditions and Light Utilization Efficiency of *Spirulina platensis* (*Arthrospira fusiformis*) from Lake Chitu, Ethiopia. *Hydrobiol.*, 332:99-109.
- Kabinawa, I. Nyoman K. 2006. *Spirulina: Ganggang Penggempur Aneka Penyakit*. PT. AgroMedia Pustaka. Depok.
- Krisanti, M. 2003. Peran Zeolit sebagai Substrat dan Penyedia Unsur Hara bagi Mikroalga. *Tesis*. Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Libes, S. M. 1992. *An introduction to marine biogeochemistry*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Lutama D., Winarso S, dan Setiawati T.C. 2015. Uji Efektifitas Pertumbuhan *Spirulina* sp. pada Limbah Cair Tahu yang Diperkaya Urea dan Super Phosphate 36 (SP 36). *Skripsi*. Universitas Jember. Jember.
- Ma'shum, M., Soedarsono, J., dan Susilowati, L. E. 2003. *Biologi Tanah*. CPIU Pasca IAEUP. Departemen Pendidikan Nasional. Ditjen Pendidikan Tinggi. Jakarta.
- Martosudarno, B. Dan Wulani. 1990. *Makanan Hidup Larva Udang Paneid*. Direktorat Jendral Perikanan Departemen Pertanian. Jakarta.
- MetCalf dan Eddy. 2004. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. 4th ed. McGraw Hill Book Co. New York.

- Morais, M.G and Costa, J.A.V. 2007. Biofixation of carbon dioxide by *Spirulina* sp. and *Scenedesmus obliquus* cultivated in a threestage serial tubular photo-bioreactor. *J. Biotechnol.* 129: 439–445.
- Muharram, N. 2006. Struktur Komunitas Perifiton dan Fitoplankton di Bagian Hulu Sungai Ciliwung, Jawa Barat. *Skripsi*. Departemen Sumberdaya perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mustofa, A. 2015. Kandungan nitrat dan pospat sebagai faktor tingkat kesuburan perairan pantai. *Jurnal DISPROTEK.* 6 (1) : 13-19.
- Odum, Eugene P. 1993. *Dasar – Dasar Ekologi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Phang. 2002. *Spirulina* Culture in Digested Sago Strech Factory Waste Water. *J Appl. Phycol.*
- Pramusinta, G., Masithah, E. D., dan Rahardja, B. S. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Limbah Ikan Lemuru terhadap Kandungan Karotenoid *Spirulina platensis*. *Journal of Marine and Coastal Science.* 1(2): 91-100.
- Pratama, E. 2017. Fitoremediasi Limbah Budidaya Pendederan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*) Menggunakan *Spirulina* sp. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung.
- Prihantini, N. B., Berta P. dan Ratna Y. 2005. Pertumbuhan *Chlorella* spp. dalam Medium Ekstrak Tauge (MET) dengan Variasi pH Awal. *Makara Sains.* 9(1): 1.
- Prihantini, Nining Betawi *et al.*, 2007. Pengaruh Konsentrasi Medium Ekstrak Tauge (MET) Terhadap Pertumbuhan *Scenedesmus* Isolat Subang. *Makara Sains.* 11 (1): 1.
- Rachmawati, D. 2002. Pertumbuhan *Dunaliella salina*, *Phaedactylum tricornutum*, dan *Anabaenopsis circularis* dalam Rasio N/P yang Berbeda. *Skripsi*. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Reynolds, C. S. 1990. *Ecologi of Freshwater Phytoplankton*. University Press. Cambridge.
- Rezza. M. 2011. Laju Pertumbuhan Mikroalga Penghasil Biofuel Jenis *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis* sp. yang Dikultivasi Menggunakan Air Limbah Hasil Penambangan Timah di Pulau Bangka. *Skripsi*. IPB. Bogor.
- Richmond, A. 1986. Cell Response to Enviromental Factors. In : Richmond, A. (Ed.), *Handbook of Microalgae Mass Culture*. Boca Raton: CRC Press.
- Risamasu FJL, Prayitno HB. 2011. Kajian zat hara fosfat, nitrit, nitrat dan silikat di perairan Matasisi, Kalimantan Selatan. *Ilmu Kelautan.* 16(3): 135-142.

- Santosa, V. dan L. Limantara. 2007. Kultivasi *Spirulina*. *BioS: Majalah Biologi Populer*, 1 (2) : 14-16.
- Sari, F. Y. A., I Made Aditya Suryajaya, I. M. A., Hadiyanto. 2012. Kultivasi Mikroalga *Spirulina platensis* Dalam Media Pome Dengan Variasi Konsentrasi Pome dan Komposisi Jumlah Nutrien. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 1(1):487-494.
- Suantika, G. dan D. Hendrawandi. 2009. Efektivitas teknik kultur menggunakan sistem kultur statis, semi-kontinyu, dan kontinyu terhadap produktivitas dan kualitas kultur *Spirulina* sp. *Jurnal Matematika dan Sains*. 14 (2): 48-49.
- Suharyanto., Panji T, Permatasari S, dan Syamsu K. 2014. Produksi *Spirulina platensis* dalam fotobioreaktor kontinyu menggunakan media limbah cair pabrik kelapa sawit. *Menara Perkebunan* 82(1): 1-9.
- Sukmawati, T. Fitrihidajati, H. Indah, K. N. 2015. The Carbon Dioxide Absorption of Plants of the Urban Forest in Surabaya. *Lentera Bio* Vol. 4, No. 1, Januari 2015: 108–111.
- Sumiarsa D., Jatnika R, Kurnani T.T.A, dan Lewaru M.W. 2011. Perbaikan Kualitas Limbah Cair Peternakan Sapi Perah Oleh *Spirulina* sp. *Jurnal Akuatika*. Volume II No.2.
- Tungka, A.W., Haeruddin dan Churun Ain. 2016. Konsentrasi Nitrat dan Ortofosfat di Muara Sungai Banjir Kanla Barat dan Kaitannya Dengan Kelimpahan Plankton Harmfol Algae Blooms.(HABs). *Saintek Perikanan*. 12(1): 40-46.
- Ulqodry, T.Z. 2010. Karakteristik dan sebaran nitrat, fosfat, dan oksigen terlarut di perairan Karimunjawa Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sains*, 13(1): 13-109.
- Utami, N. P., Y. M. Suherman, dan K. Haetami. 2012. Pertumbuhan *Chlorella* sp. yang Dikultur Pada Perioditas Cahaya yang Berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Vol. 3 No. 3: 237-244.
- Utomo N. B. P., Winarti dan Erlina A. 2005. Pertumbuhan *Spirulina platensis* yang dikultur dengan Pupuk Inorganik (Urea, TSP dan ZA) dan Kotoran Ayam. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 4 (1).
- Wijanarko, A., Hermansyah, H. Gozan dan B.A. Witarto. 2007. Pengaruh Pencahayaan Siklus Harian terhadap Produksi Biomassa *Chlorella vulgaris* Buitenzorg Dalam Fotobiorektor Kolom Gelembung. *J. Teknologi*. 1:58-65.
- Wijaya, S. A. 2006. Pengaruh Pemberian Konsentrasi Urea yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*. *Skripsi*. Universitas Airlangga. Surabaya.

- Wijoseno, T. 2011. Uji Pengaruh Variasi Medium Kultur terhadap Tingkat Pertumbuhan dan Kandungan Protein, Lipid, Klorofil, dan Karotenoid pada Mikroalga *Chlorella vulgaris* Buitenzorg. *Skripsi*. Departemen Teknik Kimia. Universitas Indonesia. Depok.
- Wood, A.M., R.C. Everroad, & L.M. Wingard. 2005. *In Algal Culturing Techniques*. R.A. Andersen ed., Elsevier Acad. Press. Amsterdam. 269-286.
- Wulan, R. R. 2015. Kemampuan Mikroalga yang Dikultivasi Pada Limbah Cair Industri Karet Remah Dalam Menghasilkan Biomassa dan Menurunkan Cemaran. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Wulandari, N.D.A. 2011. Penggunaan Media Alternatif Pada Produksi *Spirulina fusiformis*. *Skripsi*. Tidak diterbitkan. Program Sarjana. IPB. Bogor.