

**STUDI KANDUNGAN LEMAK, KARBOHIDRAT DAN PROTEIN PADA ALGA
(KONDISI Blooming) DI KOLAM BALAI BENIH IKAN (BBI) PUNTEN, BATU,
JAWA TIMUR**

**LAPORAN SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh:

**NERI KAUTSARI
NIM. 0410810048**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN
MALANG
2008**

**STUDI KANDUNGAN LEMAK, KARBOHIDRAT, DAN PROTEIN PADA ALGA
(KONDISI Blooming) DI KOLAM BALAI BENIH IKAN (BBI) PUNTEN, BATU,
JAWA TIMUR**

Oleh:

NERI KAUTSARI
NIM. 0410810048

DOSEN PENGUJI 1

Ir. Herwati Umi Subarijanti, MS
NIP : 130 819 400
Tanggal :

DOSEN PENGUJI 2

Ir. Muhammad Musa, MS
NIP : 131 583 502
Tanggal :

MENYETUJUI,

DOSEN PEMBIMBING 1

Dr. Ir. Diana Arfiati, MS
NIP : 131 471 524
Tanggal :

DOSEN PEMBIMBING 2

Asus Maizar S, SPi, MP
NIP : 132 306 504
Tanggal :

MENGETAHUI
KETUA JURUSAN

Ir. Maheno Sri Widodo, MS
NIP. 131 471 522
Tanggal :

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur yang tak terhingga kepada Tuhan yang Maha Kasih atas segala limpahan rahmat dan kasihNya sehingga penulisan Laporan Skripsi ini dapat terselesaikan. Penelitian ini dilakukan karena adanya kenyataan selalu terjadi blooming fitoplankton di BBI Punten, sehingga peneliti ingin memanfaatkannya, karena selama ini seolah-olah tidak berguna.

Atas terselesaikannya Laporan Skripsi, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

- Ibu Dr. Ir. Diana Arfiati M.S selaku dosen pembimbing 1
- Bapak Agus Maizar S, S.Pi, MP selaku dosen pembimbing 2
- Bapak, Ibu dan kedua adikku
- Ibu Ir. Herwati Umi Subarijanti, MS selaku dosen penguji 1
- Bapak Ir. Muhammad Musa MS selaku dosen penguji 2
- Semua teman yang turut membantu terselesaikannya laporan kami.

Akhirnya penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak yang berminat dan memerlukan.

Malang, Mei 2008

Penulis

RINGKASAN

NERI KAUTSARI. Skripsi tentang Kandungan Lemak, Karbohidrat dan Protein pada Alga (Kondisi Blooming) di kolam balai benih ikan (BBI) Punten, Batu, Jawa Timur (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Diana Arfiati M.Si** dan **ASUS MAIZAR S, S.Pi, MP**)

Fitoplankton merupakan organisme yang mempunyai peranan penting dalam ekosistem perairan karena merupakan produktifitas primer dan makanan bagi ikan dan biota lainnya. Meningkatnya jumlah nutrient dalam perairan akan menyebabkan tingginya tingkat pertumbuhan alga dan dapat menyebabkan blooming. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan lemak, protein dan karbohidrat pada blooming alga sehingga dapat memberi gambaran untuk berbagai alternatif pemanfaatannya. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2008 di kolam Balai Benih Ikan (BBI) Punten dan Laboratorium Ilmu-ilmu Perairan (IIP), Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya. Malang

Metode yang digunakan adalah survei dengan data meliputi data primer dan data sekunder. Alga diambil secara langsung dengan menggunakan tangan dan ditimbang sebanyak 50 gram dan dianalisa kelimpahan serta kandungan lemak, karbohidrat, dan proteinnya. Pengambilan sampel dan analisa kandungan lemak, karbohidrat dan protein serta kualitas air dilakukan seminggu sekali dengan tiga kali pengulangan Adapun parameter fisika-kimia yang diambil dalam penelitian ini meliputi suhu, warna perairan, nitrat, orthofosfat, dan pH.

Alga yang ditemukan pada blooming alga di kolam BBI Punten terdiri dari empat jenis dari 2 phylum. Jenis yang ditemukan adalah *Oscillatoria* dan *Spirulina* dari phylum Cyanophyta, *Ulohrrix* dan *Spirogyra* yang termasuk Phylum Chlorophyta. Kelimpahan tertinggi dari blooming alga adalah jenis *Oscillatoria* dengan kelimpahan total 900 – 1100 unit/gram dengan kelimpahan relatif diatas 60 %. Hasil analisa kadar protein, karbohidrat dan lemak menunjukkan bahwa blooming alga tersebut mengandung protein rata-rata 3,23%, karbohidrat rata-rata 2,29% dan lemak rata-rata 0,5%.

Kualitas air di kolam BBI Punten menunjukkan bahwa pH berkisar antara 7 – 8, suhu 18 °C – 20 °C, nitrat berturut-turut dalam tiga minggu adalah 0,68 mg/lit, 3,87 mg/lit dan 1,50 mg/lit dan orthofosfat berturut-turut adalah 0,20 mg/lit, 0,19 mg/lit dan 0,26 mg/lit. adanya peningkatan atau penurunan nilai orthofosfat dan nitrat diduga disebabkan karena adanya pemanfaatan oleh alga dan adanya masukan limbah pertanian dari daerah sekitar BBI Punten.

Berdasarkan hasil analisis kandungan protein, karbohidrat, dan lemak dapat diketahui bahwa kandungan protein lebih tinggi daripada karbohidrat dan lemak sehingga disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut untuk memanfaatkan sumber protein dari alga (blooming) tersebut baik untuk bidang Perikanan maupun untuk nilai ekonomis penting lainnya, mengingat alga ini sulit dimanfaatkan secara langsung oleh ikan ataupun organisme lainnya.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mikroalga adalah mikroorganisme fotosintetik yang jumlahnya sangat berlimpah di air tawar, air payau, maupun perairan laut di seluruh belahan bumi. Mikroalga mempunyai kemampuan untuk memanfaatkan CO₂ dan sinar matahari untuk menghasilkan biomolekul kompleks yang penting untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya (Targore, 2007). Dalam semua lingkungan, alga menghasilkan oksigen selama fotosintesis. Oksigen ini dimanfaatkan oleh binatang maupun organisme lain untuk respirasi (Pelczar, 1986)

Alga yang hidup dalam ekosistem perairan yang mempunyai ukuran mikroskopis dan dapat melakukan fotosintesis serta bersifat melayang di kolon permukaan perairan dikenal sebagai fitoplankton, menyediakan sumber makanan utama bagi ikan. Fitoplankton hidup dalam jumlah besar dalam air tawar dan air laut (Volk and Wheeler, 1993). Pada prinsipnya, plankton merupakan organisme hidup yang melayang dalam perairan dan pergerakannya secara pasif tergantung pada angin dan arus. Plankton terutama terdiri dari tumbuhan mikroskopis yang disebut fitoplankton dan binatang heterotrofik yang disebut zooplankton (Herawati, 1982)

Plankton khususnya fitoplankton merupakan salah satu organisme yang mempunyai peranan yang sangat penting dalam suatu perairan. Hal ini karena fitoplankton merupakan sumber makanan bagi ikan serta menyediakan oksigen dari proses fotosintesis yang sangat diperlukan oleh organisme lainnya. Pelczar (1986), mengemukakan bahwa fitoplankton merupakan dasar atau permulaan kebanyakan rantai makanan akuatik sebab itu dinamakan produsen primer bahan organik.

Isnansetyo (1995), menambahkan bahwa fitoplankton dapat dikatakan sebagai pembuka kehidupan di planet bumi ini, karena dengan adanya fitoplankton memungkinkan kehadiran makhluk hidup yang lebih tinggi tingkatannya ada di muka bumi. Dengan sifatnya yang autotrof mampu merubah hara anorganik menjadi bahan organik dan penghasil oksigen yang sangat mutlak diperlukan bagi kehidupan makhluk yang lebih tinggi tingkat kehidupannya. Dilihat dari daya reproduksi dan produktivitasnya, maka fitoplankton mempunyai produktivitas yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan organisme autotrof lainnya.

Keberadaan fitoplankton sebagai sumber makanan ikan telah dimanfaatkan dalam bidang budidaya ikan. Fitoplankton seringkali digunakan sebagai pakan alami dalam budidaya ikan, karena mengandung lemak, karbohidrat, protein dan asam nukleat (*Nukleat Acid*). Persentase keempat komponen tersebut bervariasi tergantung jenis alga. Selama ini, fitoplankton yang dimanfaatkan dalam budidaya ikan hanya fitoplankton jenis-jenis tertentu misalnya *Chlorella sp*, *Dunaliella sp*, dan *Spirulina sp*. Selain itu, menurut Pelczar (1986), alga juga mensintesis vitamin A dan D, alga hijau mengandung vitamin B₁, C, dan K dalam jumlah yang besar. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat dalam mikroalga dapat dijadikan sebagai sumber bioetanol dan kandungan lemaknya dapat dijadikan sebagai sumber biodiesel.

Keberadaan fitoplankton di suatu perairan atau kolam sangat dipengaruhi oleh unsur hara yang terdapat di dalam perairan tersebut. Menurut Subarijanti (2002), alga sama halnya dengan tanaman tingkat tinggi yang dalam hidup dan pertumbuhannya memerlukan unsur hara makro termasuk C, N dan P. Unsur-unsur makro bagi alga/tanaman sebagai unsur untuk membentuk jaringan tubuh. Sedangkan unsur mikro untuk pembentukan enzim.

Banyaknya limbah pertanian dan limbah domestik yang masuk ke perairan menyebabkan meningkatnya jumlah unsur hara yang ada di perairan. Meningkatnya unsur hara menyebabkan terjadinya eutrofikasi (penyuburan) yang selanjutnya akan menyebabkan *blooming* alga. Beberapa alga akuatik menghasilkan toksin yang dapat mematikan ikan dan organisme lainnya. Racun ini dapat dihasilkan secara ekstraseluler atau dilepaskan dari alga oleh dekomposisi pada saat *blooming* alga. Racun atau toksin biasanya dihasilkan oleh fitoplankton jenis tertentu misalnya dari kelas dinoflagellata serta dari genus *Microcystis*. *Microcystis* merupakan salah satu fitoplankton yang selnya dikelilingi oleh lendir. Lendir pada *Microcystis* tersebut digunakan sebagai tempat menempel beberapa bakteri yang merugikan sehingga dapat menimbulkan toksin pada perairan. Kondisi *blooming* alga menyebabkan menurunnya kualitas perairan sehingga dapat mengganggu organisme yang ada di dalamnya.

Blooming fitoplankton dalam suatu kolam biasanya disebabkan karena pakan yang diberikan sebagian besar akan menjadi limbah organik yang jatuh sebagai sedimen atau tertahan di badan air. Proses dekomposisi yang selalu mengandung nutrisi (N/P) dapat memacu pertumbuhan fitoplankton, dan jika suplai nutrisi terjadi secara kontinyu dapat menyebabkan terjadinya *blooming* (www. Bapelda. go.id, 2007)

Kolam yang ada di BBI Puntan sering mengalami *blooming* alga sehingga kolam tersebut tidak baik untuk pemeliharaan ikan karena menyebabkan rendahnya kualitas air kolam. Salah satu akibatnya adalah penetrasi cahaya berkurang yang secara tidak langsung akan mempengaruhi ketersediaan oksigen dalam kolam. Penetrasi cahaya akan mempengaruhi laju fotosintesis sehingga oksigen pada siang hari akan meningkat dan bisa sampai kelewat jenuh namun pada malam hari, kandungan oksigen akan menurun bahkan sampai mencapai titik kritis. Kurangnya oksigen dapat menyebabkan kematian

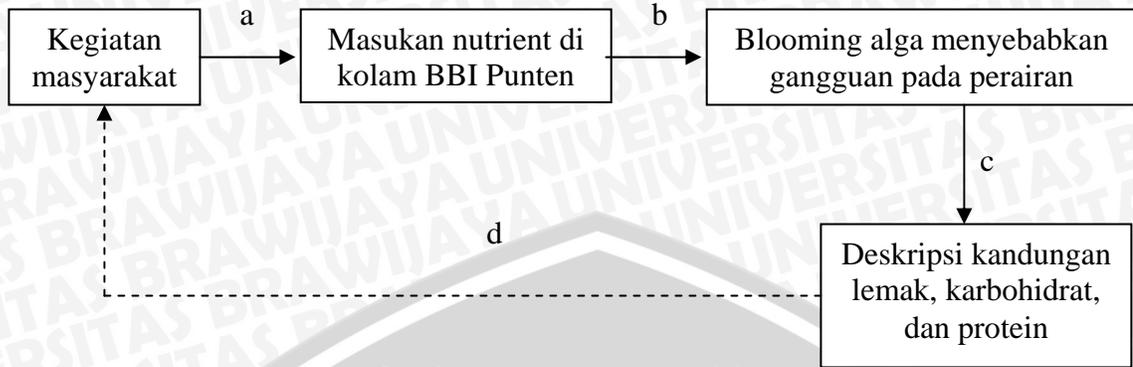
pada ikan atau organisme lainnya. Selain mempengaruhi kandungan oksigen dalam perairan, adanya blooming alga dalam kolam dapat menyebabkan terganggunya gerakan ikan dan menyebabkan kematian pada benih ikan.

Menurut Sheehan *at al* (1998), fitoplankton yang termasuk jenis alga dapat mensintesis bahan biomolekul, salah satu jenis biomolekul kompleks yang disintesis oleh banyak spesies alga adalah lemak netral atau *Triacilglycerol* (TAGs). Pada kondisi yang sesuai beberapa alga dapat memproduksi lemak ini sampai 60 % dari jumlah berat keringnya. *Transesterifikasi* dari TAGs menjadi bentuk methyl atau ethyl ester menghasilkan bahan bakar yang biasa disebut biodiesel.

Melihat banyaknya biomolekul kompleks yang penting yang dihasilkan oleh mikro alga termasuk fitoplankton yang potensial dimanfaatkan untuk pakan alami bagi ikan maupun saat ini mulai dikembangkan untuk produksi bioetanol dan biodiesel maka perlu dilakukan penelitian untuk mendiskripsikan kandungan biomolekul (lemak, karbohidrat, dan protein) pada alga jenis tertentu yang blooming dan dianggap mengganggu bagi suatu perairan sehingga dapat dimanfaatkan lebih lanjut.

1.2 Permasalahan

Meningkatnya jumlah nutrient dalam perairan khususnya N dan P menyebabkan eutrofikasi di kolam pembenihan ikan, sehingga terjadi *blooming* fitoplankton jenis tertentu. Blooming ini menyebabkan terjadinya gangguan pada ekosistem perairan. Oleh karena itu, perlu penanggulangan, yaitu dengan cara memanfaatkan alga *blooming* dengan melihat kandungan lemak, protein, dan karbohidrat sehingga dapat dimanfaatkan lebih lanjut. Dari uraian tersebut dapat dibuat bagan permasalahan sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan permasalahan

Keterangan :

- a : Kegiatan masyarakat disekitar BBI Punten seperti kegiatan pertanian menyebabkan adanya masukan sisa pupuk ke kolam pemeliharaan ikan.
- b : Masukan limbah dari pupuk pertanian, sisa pakan, atau limbah organik lainnya dapat menyebabkan blooming alga yang dapat mengganggu proses budidaya.
- c : Kondisi alga yang blooming tersebut dianalisis untuk mengetahui kandungan biomolekulnya (lemak, karbohidrat, dan protein).
- d : Diskripsi tentang kandungan biomolekul merupakan informasi penting bagi masyarakat untuk memberikan alternatif sebagai sumber energi potensial.

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dilakukan penelitian ini adalah untuk menambah pengetahuan, wawasan dan keterampilan mengenai kandungan lemak, karbohidrat dan protein yang ada di mikro alga pada saat terjadinya *blooming* fitoplankton yang didominasi jenis *Oscillatoria*.

Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar lemak, protein, dan karbohidrat yang dihasilkan dari alga di perairan yang mengalami *blooming*.

1.4. Kegunaan

Kegunaan dari Penelitian ini ialah untuk menambah pengetahuan dan wawasan mengenai kandungan lemak, protein, dan karbohidrat yang terdapat pada alga dalam kondisi *blooming*. Dengan mengetahui kandungan lemak, protein, dan karbohidrat tersebut diharapkan dapat dijadikan bahan informasi dalam pemanfaatan mikroalga lebih lanjut.

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di kolam pembenihan ikan BBI Punten, laboratorium Ilmu-ilmu Perairan (IIP), Fakultas Perikanan dan analisa karbohidrat, lemak, dan protein di laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang dan penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2008.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Alga

Mikroalga adalah organisme yang termasuk salah satu jenis tanaman yang menggunakan energi matahari secara terus menerus untuk proses fotosintesis dan mengubah bahan anorganik menjadi gula sederhana yang selanjutnya digunakan untuk suplai energi. Bentuk alga bersel tunggal sampai alga bersel banyak. (Pelczar,1986)

Mikroalga mempunyai kemampuan untuk memanfaatkan CO₂ dan sinar matahari untuk menghasilkan biomolekul kompleks yang penting untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Salah satu jenis biomolekul kompleks yang disintesis oleh banyak spesies alga adalah lemak netral atau *Triacilglycerol* (TAGs). Pada kondisi yang sesuai beberapa alga dapat memproduksi lemak ini sampai 60 % dari jumlah berat keringnya.

Alga merupakan organisme autotrof yang mempunyai kemampuan luar biasa jika dibudidayakan sebagai penghasil energi. Alga dapat memproduksi produk-produk yang memiliki daya tarik dan financial tinggi, seperti lemak, minyak, gula, dan senyawa bioaktif fungsional lainnya. Mikroalga mempunyai kandungan minyak dan lemak yang jumlahnya sangat signifikan dengan komposisi yang umumnya mirip dengan minyak sayur. Pada kondisi yang normal dapat dipastikan, telah diketahui bahwa mikroalga mempunyai kandungan lemak sampai 100% (Spoehr & Milner, 1995)

Alga renik yang terapung-apung merupakan bagian dari fitoplankton dan berguna sebagai sumber makanan yang penting bagi organisme-organisme lainnya, termasuk ikan. Fitoplankton merupakan dasar atau permulaan kebanyakan rantai makanan akuatik karena kegiatan fotosintesis yang dilakukannya (Pelczar, 1986).

Fitoplankton yang hidup diperairan tawar terdiri dari lima kelompok besar (divisio) yaitu Chlorophyta (alga hijau), Cyanophyta (alga biru), Chrysophyta, Pyrophyta dan Eugleunophyta. Fitoplankton umumnya bersifat kosmopolit, namun kehadirannya bervariasi dari satu tempat ke tempat lainnya. Perbedaan ini disebabkan oleh keadaan kualitas air yang dapat mempengaruhi komposisi jenisnya (Wirawan,1995)

Dalam perairan alami seperti danau, fitoplankton merupakan salah satu komponen yang terpenting, karena disamping mampu mensuplai makanannya sendiri (produksi primer) melalui reaksi fotosintesis dan menghasilkan oksigen. Dalam rantai makanan fitoplankton berada dalam trofik level yang pertama yang berguna sebagai makanan alami ikan. Pada bidang budidaya, fitoplankton merupakan hal yang terpenting dalam meningkatkan produksi perikanan budidaya karena merupakan makana alami bagi ikan yang ada di kolam atau tambak. Oleh karena itu keberadaan fitoplankton dalam suatu perairan alami atau kolam sangat penting.

Keberadaan fitoplankton dalam suatu perairan dapat dijadikan acuan untuk menentukan tingkat kesuburan perairan. Menurut Landner (1973), kesuburan perairan berdasarkan kelimpahan fitoplankton dibagi menjadi :

- Oligotrofik : 0 – 2000 ind/ml
- Mesotrofik : 2000 – 15000 ind/ml
- Eutrofik : > 15000 ind/ml

2.2 Komposisi Kimia Sel Alga

Semua jenis alga memiliki komposisi kimia sel yang terdiri dari protein, karbohidrat, lemak (*fatty acids*) dan asam nukleat (*nucleic acids*), Tabel 1

Tabel 1 Komposisi Kimia Alga Ditunjukkan dalam Zat Kering (%)

Komposisi Kimia	Protein	Karbohidrat	Lemak	<i>Nucleic Acid</i>
<i>Scenedesmus obliquus</i>	50-56	10-17	12-14	3-6
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	47	-	1.9	-
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	8-18	21-52	16-40	-
<i>Chlamydomonas reinhardii</i>	48	17	21	-
<i>Chlorella vulgaris</i>	51-58	12-17	14-22	4-5
<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	57	26	2	-
<i>Spirogyra sp.</i>	6-20	33-64	11-21	-
<i>Dunaliella bioculata</i>	49	4	8	-
<i>Dunaliella salina</i>	57	32	6	-
<i>Euglena gracilis</i>	39-61	14-18	14-20	-
<i>Prymnesium parvum</i>	28-45	25-33	22-38	1-2
<i>Tetraselmis maculate</i>	52	15	3	-
<i>Porphyridium cruentum</i>	28-39	40-57	9-14	-
<i>Spirulina platensis</i>	46-63	8-14	4-9	2-5
<i>Spirulina maxima</i>	46-63	13-16	6-7	3-4.5

(Becker, 1994 dalam Mahasiswa Sentra Energi, 2007)

Persentase keempat komponen tersebut bervariasi tergantung jenis alga. Ada jenis alga yang memiliki komponen *fatty acids* lebih dari 40% contohnya *Scenedesmus dimorphus*. Komponen *fatty acids* merupakan salah satu komponen yang dapat diekstraksi dan diubah menjadi biodiesel (Mahasiswa Sentra Energi, 2007)

Nilai nutrisi beberapa spesies alga tergantung pada ukuran sel, pencernaan, produksi senyawa toksik dan komposisi biokimia. Berdasarkan komposisi kimia dari kelas dan alga yang berbeda terlihat bahwa komponen terbesar adalah protein, diikuti lemak dan karbohidrat. Persentase kandungan protein, lemak, dan karbohidrat berdasarkan berat kering masing-masing adalah 12 – 35 %, 7,2 – 23 % dan 4,6 – 23 % (Ekawati, 2005)

1. Protein

Protein merupakan senyawa organik kompleks, tersusun atas banyak asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O, dan N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat. Molekul protein mengandung fosfor dan sulfur yang membentuk unit asam amino (Jauhari, 1990).

Tinggi rendahnya produksi protein pada alga dipengaruhi oleh beberapa kandungan esensial pembentuk protein. Nitrogen merupakan suatu unsur hara utama dalam penyusunan protein dan asam nukleat. Reduksi nitrat sangat dipengaruhi oleh cahaya. Pada cahaya yang tinggi NH_3^+ dan hasil antara fotosintesis seperti asam glutamat akan membentuk asam amino (Goldman, 1980 dalam Falkowski dan Raven, 1997).

2. Karbohidrat

Karbohidrat adalah zat organik yang mengandung zat karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) dalam perbandingan yang berbeda-beda. Zat hidrogen dan zat oksigen biasanya terdapat dalam karbohidrat dalam perbandingan yang hampir sama seperti dalam air (Anggoradi, 1984)

Unsur karbon (C) yang dibutuhkan oleh tanaman dalam bentuk CO_2 (karbondioksida). Unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) merupakan unsur utama dalam proses fotosintesis. Dalam proses fotosintesis, alga akan menghasilkan karbohidrat (Subarijanti, 2002)

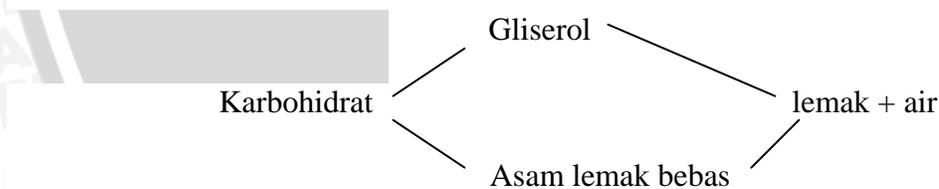
Karbohidrat dalam alga terdiri dari pati, selulosa, gula dan polisakarida lainnya. Kandungan karbohidrat pada mikroalga dipengaruhi oleh fase pertumbuhannya. Pada fase logaritmik, mikroalga dapat menghasilkan karbohidrat sebanyak 5 – 15 % dan karbohidrat merupakan komposisi terkecil dibandingkan protein dan lemak. Namun dari

hasil suatu penelitian melaporkan bahwa pada fase stasioner dan pada kondisi nitrat yang terbatas, tingkat karbohidrat dapat dua kali lebih tinggi dibandingkan protein. Jadi dapat diketahui bahwa kandungan karbohidrat dalam mikroalga diduga dipengaruhi oleh fase pertumbuhan dan kandungan nitrat dalam suatu perairan (Brown, 2007).

3. Lemak

Menurut Afrianto dan Liviawati (2005), lemak adalah senyawa organik yang mengandung unsur carbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) sebagai unsur utama. Beberapa diantaranya ada yang mengandung nitrogen (N) dan fosfor (P), namun lemak mengandung lebih banyak karbon dan hidrogen daripada oksigen.

Lemak dalam tanaman dibentuk dalam sel hidup yang merupakan hasil dari serangkaian reaksi yang kompleks dalam proses respirasi. Molekul lemak disintesa dengan proses kondensasi dari 1 molekul gliserol dengan 3 molekul asam lemak. Molekul asam lemak tersebut dibentuk dari hasil oksidasi karbohidrat selama proses respirasi.



Proses pembentukan lemak dalam tanaman terdiri dari 3 tahap yaitu :

1. Sintesa gliserol
2. Sintesa asam lemak
3. Kondensasi gliserol dan asam lemak sehingga membentuk lemak (Ketaren, 1975)

Mikroalga memiliki kandungan asam lemak tak jenuh rantai panjang yang dianggap sebagai nilai tunggal dari mikroalga, karena merupakan produk spesifik mikroalga yang tidak atau jarang diproduksi oleh organisme lain. Beberapa penelitian mengkaitkan kandungan asam lemak tak jenuh dengan peran kunci mikroalga dalam mendukung keberhasilan usaha pembenihan ikan dan udang (Miranda, *et al dalam* Ekawati, 2005)

2.3 Potensi Lemak, Karbohidrat, dan Protein pada alga

Kandungan zat gizi pada mikroalga khususnya fitoplankton sangat bermanfaat bagi pertumbuhan ikan dan udang. Fitoplankton sebagai pakan alami merupakan sumber protein, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral bagi ikan dan udang. Jadi dapat dikatakan bahwa kandungan karbohidrat, protein dan lemak pada fitoplankton sangatlah bermanfaat dalam meningkatkan produksi perikanan (Isnansetyo, 1995)

Didalam alga terkandung bahan-bahan organik seperti polisakarida, hormon, vitamin, mineral dan juga senyawa bioaktif. Sejauh ini, pemanfaatan alga sebagai komoditi perdagangan atau bahan baku industri masih relatif kecil jika dibandingkan dengan keanekaragaman jenis alga yang ada di Indonesia. Padahal komponen kimiawi yang terdapat dalam alga sangat bermanfaat bagi bahan baku industri makanan, kosmetik, farmasi dan lain-lain (Putra, 2007).

Dalam komposisi kimia alga terdapat komponen *fatty acids*. Dari hasil suatu penelitian menunjukkan bahwa komponen *fatty acids* dapat diekstraksi dan diubah menjadi biodiesel. Pengolahan alga pada lahan seluas 10 juta acre (1 acre = 0.4646 ha) mampu menghasilkan biodiesel yang akan dapat mengganti seluruh kebutuhan solar di Amerika Serikat (www. Oilgae.com, 2006).

Kelebihan alga dibanding bahan nabati lain adalah pengambilan minyaknya tanpa perlu penggilingan. Minyak alga (alga oil) bisa langsung diekstrak dengan bantuan zat pelarut, enzim, pengempaan (pemerasan), ekstraksi CO₂, ekstraksi ultrasonik, dan osmotic shock. Panen algae bisa dilakukan dengan aneka cara, mulai dari penyaringan mikro, sentrifugal (pemutaran), dan flokulasi (flocculation). Flokulasi adalah pemisahan algae dari air dengan bantuan zat kimia (Kompas, 2006 dalam IBIC, 2008)

Alga tidak hanya berpotensi menghasilkan biodiesel. Komoditas ini bisa menjadi bahan pangan, dan pakan ternak. *Chlorella* yang merupakan jenis alga hijau diketahui sangat kaya asam lemak omega 3 terutama dalam bentuk asam linolenat. Dari hasil suatu penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Chlorella* sebagai komponen pakan ayam broiler dapat meningkatkan kandungan asam linolenat, EPA dan DHA secara sangat bermakna pada jaringan lemak ayam, sedangkan kadar lemak dari jaringan lemak mengalami penurunan. Ini menunjukkan bahwa asam linolenat dari *Chlorella* dapat digunakan sebagai sumber asam lemak omega 3 dalam pakan ayam guna memperkaya jaringan lemak ayam dengan asam lemak omega 3, namun disisi lain ternyata penggunaan *Chlorella* sebagai pakan ayam dapat menurunkan deposisi lemak pada jaringan lemak ayam sesuai dengan teori bahwa asam lemak tak jenuh jamak dapat menurunkan deposisi lemak. Selain *Chlorella*, *Nannochloropsis* sp juga dapat meningkatkan kandungan asam lemak omega 3 pada ayam, hal ini dikemukakan pada suatu penelitian bahwa pemberian *Nannochloropsis* sp sebanyak 1 % dalam pakan ternak, memperlihatkan peningkatan asam lemak omega 3 pada ayam (Kadek, 2003)

Kandungan karbohidrat pada mikroalga atau fitoplankton sangat tinggi karena tumbuhan tersebut melakukan fotosintesis yang menghasilkan karbohidrat. Tingginya kandungan karbohidrat pada mikroalga atau fitoplankton merupakan salah satu faktor

yang menjadikan fitoplankton sebagai makanan alami bagi ikan dan udang. Kandungan karbohidrat dalam fitoplankton dijadikan sebagai sumber tenaga dan serat kasar bagi ikan dan udang. Selain sebagai sumber tenaga bagi ikan dan udang, tingginya karbohidrat pada mikroalga atau fitoplankton dimanfaatkan sebagai sumber biodiesel. Hasil penelitian alga *Chlorella* menjadi alternatif biopremium setelah komoditas nira, singkong, atau sorgum. Anggota famili Chlorophyceae itu kaya karbohidrat yang penting dalam pembuatan bioetanol. Kadar karbohidratnya 29-31% setara karbohidrat dalam singkong. Singkong berkadar pati 23% sehingga untuk menghasilkan seliter bioetanol perlu 6,5 kg. Dengan bahan baku *Chlorella* sp, jumlah biopremium yang dihasilkan 100 kali lipat, karena pemanenan dapat dilakukan berkali-kali. Dibanding sumber nabati lain, alga paling ekonomis menghasilkan bioetanol. Ganggang hijau kaya akan karbohidrat, serta tidak memerlukan perawatan khusus, dan mudah tumbuh (Kawaroei, 2007)

2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan serta Kandungan Lemak, Karbohidrat dan Protein pada Alga

1. Nitrat

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan.

Nitrogen merupakan nutrien utama yang sangat penting untuk respirasi, sintesa protein, formasi gen pertumbuhan alga, karena nitrogen merupakan elemen yang diperlukan dalam struktur protein, chlorofil, RNA, DNA, beberapa co-enzim, dan vitamin (Wirawan, 1995)

Pada umumnya nitrogen yang dibutuhkan oleh alga adalah dalam bentuk ammonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^+). Ion-ion amonium dan nitrat dan beberapa karbohidrat mengalami sintesis dan diubah menjadi asam amino, yang terjadi di dalam klorofil. Dengan demikian, apabila unsur nitogen yang tersedia lebih banyak daripada unsur lainnya, dapat dihasilkan protein lebih banyak (Subarijanti, 2002). Saat kekurangan N maka sintesis protein yang menghasilkan asam amino juga berkurang. Kekurangan asam amino tersebut akan mengakibatkan penurunan kadar protein dalam sel dan dapat meningkatkan kandungan karbohidrat dan lemak (Goldman, 1980 *dalam* Falkowski dan Raven, 1997).

Nitrat dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0 – 1 mg/l, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1 – 5 mg/l, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat antara 5 – 50 mg/l (Volen, 1996 *dalam* Effendi, 2003)

2. Fosfat

Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuh-tumbuhan. Fosfor merupakan unsur yang sangat esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan alga, sehingga unsur ini menjadi faktor pembatas bagi tumbuhan dan alga akuatik serta sangat mempengaruhi produktivitas perairan. Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik (Effendi, 2003)

Fosfor (P) di perairan terdapat dalam tiga bentuk yaitu, meta-fosfat, poly-fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), dan ortho-fosfat yang dimanfaatkan oleh alga. Ortho-fosfat memegang peranan penting dalam kebanyakan reaksi enzim yang tergantung pada fosforilase. Hal ini karena fosfor merupakan bagian inti sel dan penting untuk pembelahan sel (Subarijanti, 2002).

Fosfat anorganik (ortho-fosfat) adalah bentuk unsur fosfor yang efektif bagi pertumbuhan fitoplankton. Dalam memanfaatkan ortho-fosfat secara efektif fitoplankton didukung oleh cahaya dan kedalaman perairan. Di lapisan hypolimnion jumlah fosfat lebih banyak daripada lapisan epilimnion, namun fitoplankton tidak banyak memanfaatkannya karena pada lapisan tersebut intensitas cahaya matahari sangat berkurang. Demikian pula pada perairan yang tingkat kekeruhannya tinggi, maka fitoplankton tidak bisa memanfaatkan fosfat secara efektif (Wirawan, 1995).

Terdapat dua akibat yang disebabkan kekurangan P pada fitoplankton yaitu berkurangnya sintesis asam nukleat dan berkurangnya kemampuan sel dalam memanfaatkan cahaya untuk fiksasi karbon. Hal ini akan mengakibatkan perubahan energi fotosintesis dengan mengurangi sintesis protein. Dengan demikian protein yang terbentuk dalam sel juga akan berkurang (Woodro dan Berry, 1988 *dalam* Falkowski dan Revan 1997).

3. Karbon (C)

Unsur karbon dibutuhkan oleh tanaman dalam bentuk CO₂ (karbondioksida). Unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) merupakan unsur utama dalam proses fotosintesis, sehingga sangat berperan dalam produksi karbohidrat dalam sel (Subarijanti, 2002).

Pertumbuhan alga sangat dipengaruhi oleh kadar C yang ada dalam suatu perairan, karena merupakan unsur pembentuk karbohidrat dalam proses fotosintesis. Karbon merupakan salah satu unsur yang penting secara organik sebagai gula, asam dan alkohol untuk pertumbuhan alga (Le *at al.*, 1995 *dalam* Richmoun, 2005)

4. Suhu

Suhu perairan mempunyai peranan penting dalam ekosistem perairan selain berpengaruh terhadap berat jenis, viskositas, dan densitas air juga berpengaruh terhadap kelarutan gas-gas dalam air serta mempengaruhi pertumbuhan maupun aktivitas organisme air (Subarijanti, 1990).

Selain itu menurut Effendi (2003), peningkatan suhu perairan sebesar 10°C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sebesar 2-3 kali lipat dan menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Subarijanti (2000), menyatakan bahwa meningkatnya suhu air biasanya tergantung pada tingginya (meningkatnya) intensitas cahaya matahari atau panas. Boyd (1979) menyatakan bahwa organisme perairan akan mengalami pertumbuhan maksimal pada suhu $25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$.

Suhu sangat mempengaruhi kandungan asam lemak pada mikroalga. Kandungan asam lemak pada *Chlorella* dan *Nannochloropsis* bervariasi menurut suhu lingkungan. Kandungan lemak *Nannochloropsis* pada suhu budidaya 20, 25, 30°C berturut-turut adalah 36,2; 36,5; dan 28,6 mg/g berat kering sedangkan pada *Chlorella* menurun jika dibudidaya pada suhu diatas 28°C , sedangkan suhu optimum yang menghasilkan lemak tinggi adalah pada suhu $24,7^{\circ}\text{C}$. Kandungan asam linoleat akan bervariasi menurut fase pertumbuhan alga. Kandungan asam lemak pada *Nannochloropsis* pada fase stationary hanya 40 – 60 % dibandingkan pada fase eksponensial. Hal ini berarti bahwa kandungan lemak pada alga dipengaruhi oleh jenis, fase pertumbuhan dan kondisi lingkungan alga (Teshmia, 1991 dalam Ekawati, 2005)

5. pH

Derajat keasaman (pH) menunjukkan derajat kemasaman atau kebasaan suatu perairan. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimia perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah selain itu nilai pH juga mempengaruhi komunitas biologi perairan (Effendi, 2003)

Mackeret, *at al* (1989) dalam Effendi (2003), berpendapat bahwa pH juga berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas. Sehingga dapat dikatakan bahwa pH secara tidak langsung mempengaruhi kandungan karbohidrat pada alga, karena karbondioksida dimanfaatkan oleh alga dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan karbohidrat dan oksigen. Pada pH 4 – 6,5 keberadaan karbondiosida di perairan terdapat dalam bentuk karbondiosida sedangkan pH 8,3, CO₂ dan H₂CO₃ tidak ditemukan lagi, sedangkan alga lebih menyukai karbondioksida sebagai sumber karbon dibandingkan dengan karbonat dan bikarbonat. Jadi dapat dikatakan bahwa pH sangat mempengaruhi pertumbuhan dan kandungan karbohidrat pada alga.

Arfiati (1995) menyatakan bahwa derajat keasaman (pH) mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap tumbuhan dan hewan air, sehingga sering dipergunakan sebagai petunjuk baik buruknya keadaan sebagai lingkungan hidup. Derajat keasaman akan sangat berpengaruh terhadap proses asimilasi dan pernafasan bagi hewan air.

2.5 Warna Perairan

Warna perairan biasanya dikelompokkan menjadi dua, yaitu warna sesungguhnya (*true color*) dan warna tampak (*apparent color*). Warna sesungguhnya adalah warna yang hanya disebabkan oleh bahan-bahan kimia terlarut sedangkan warna tampak adalah warna yang disebabkan oleh bahan tersuspensi (Effendi, 2003)

Warna air selain merupakan pancaran sinar yang diuraikan dari sinar matahari yang masuk ke dalam air dapat berasal dari zat yang terlarut di dalamnya, sehingga tampak berwarna kuning kecoklatan, kemerahan dan lain-lain. Warna air juga dapat disebabkan oleh bahan kimia misalnya dari limbah industri. Unsur terbesar yang memberi warna pada air adalah tanah, tanaman air, dan organisme air lainnya (Arfiati, 2001)

Warna perairan ditimbulkan oleh adanya bahan organik dan bahan anorganik; karena keberadaan plankton, humus dan ion-ion logam (misalnya besi dan mangan), serta bahan-bahan lain. Warna perairan juga dapat disebabkan oleh peledakan (*blooming*) fitoplankton (alga). Fenomena peledakan salah satu jenis alga inilah yang menyebabkan perairan memiliki warna yang sangat berbeda dengan perairan di sekitarnya. Di perairan tawar, jenis alga yang mengalami peledakan pertumbuhan biasanya berasal dari filum Cyanophyta (Effendi, 2003).

Subarijanti (2000), mengelompokkan beberapa warna air yang disebabkan oleh plankton sebagai berikut :

1. Warna merah kecoklatan, warna ini didominasi oleh 3 jenis golongan alga merah, yaitu *Chaetoceros*, *Nitzchia*, dan *skeletonema*.
2. Warna hijau muda, warna ini terjadi disebabkan oleh alga hijau seperti *Chlorella*, *Cartoria*, *Dunaliella*, *Chloccum*, dan *planktonspheira*.
3. Warna hijau tua, warna ini disebabkan oleh alga biru atau blue green alga seperti *Spirulina*, *Oscillatoria*, dan *Microcoleus*
4. Warna kuning, warna ini ditimbulkan oleh alga kuning keemasan seperti *Chlamydomonas*, *Chilomonas*, dan *Cryptomonas*.
5. Warna keruh, warna ini diakibatkan oleh zooplankton atau partikel tanah (liat) dan bahan organik.

2.6 Nutrien Penyebab blooming Perairan

Alga sama seperti tanaman tingkat tinggi yang dalam hidupnya dan pertumbuhannya sangat memerlukan unsur hara makro maupun mikro. Jaringan tubuhnya dibentuk atau dibangun dari karbohidrat, lemak, protein, dan nukleoprotein. Untuk membentuk jaringan ini diperlukan unsur-unsur hara makro seperti C, H, O, N, S, P, K, Ca, dan Mg. Sedangkan untuk pembentukan enzim diperlukan unsur-unsur mikro seperti Mn, Cu, Bo, Mo, Zn, dan Fe (Sarief, 1986 *dalam* Subarijanti, 2000).

Proses pengkayaan nutrient dari permukaan perairan (eutrofikasi) disebabkan karena meningkatnya kandungan fosfor dan nitrogen. Dalam proses ini seringkali menghasilkan kelimpahan pertumbuhan fitoplankton. Tanda-tanda perairan yang mengalami eutrofikasi adalah adanya blooming fitoplankton maupun tanaman air. Alga tersebut dapat tumbuh dengan cepat karena adanya unsur hara makro dan mikro yang cukup, suhu dan cahaya serta pH yang mendukung. Dari beberapa nutrient yang ada, penyebab utama terjadinya blooming ialah C, N, dan P (Subarijanti, 2002)

Nitrogen merupakan unsur utama bagi pertumbuhan alga dan tanaman air, sebab merupakan penyusun dari semua protein dan asam nukleik, dengan demikian merupakan penyusun protoplasma secara keseluruhan. Kebutuhan fosfat oleh alga hanya dalam jumlah sedikit tergantung dari jenisnya dan apabila berlebihan, maka akan terjadi pertumbuhan alga yang berlebihan yang akan mempengaruhi kesuburan perairan. Terjadilah blooming yang menyebabkan terjadinya “self shading” yaitu penutupan permukaan perairan oleh alga itu sendiri Subarijanti (2002).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi penelitian ini adalah mengukur kandungan lemak, protein, dan karbohidrat dalam fitoplankton yang mengalami *blooming* di kolam-kolam pemeliharaan ikan di BBI Punten.

3.1.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- mikroskop
- cawan petri
- timbangan analitik
- termometer
- kertas lakmus
- erlenmeyer
- beerglass
- obyek glss
- cover glass
- pipet tetes
- hot plate

3.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah sampel fitoplankton yang akan diamati kandungan lemak, karbohidrat, dan protein.

- Alga
- Air sampel
- Asam fenol disulfonik
- Aquadest
- NH_4OH (1 : 4)
- Ammonium molybdate
- SnCl_2

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Metode Pengambilan Data

Dalam penelitian ini digunakan metode survei, penelitian survei adalah penelitian yang mengambil sampel dari satu populasi (Singarimbun dan Effendi, 1995). Menurut Suryabrata (1989) metode survei yaitu suatu metode dengan mengadakan kegiatan pengumpulan, analisis, dan interpretasi data yang bertujuan untuk membuat deskripsi mengenai keadaan yang terjadi pada saat penelitian. Dalam penelitian ini dikumpulkan data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer yang diambil dalam Penelitian ini meliputi kandungan lemak, protein dan karbohidrat dari *blooming* alga.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang bukan di usahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti (Marzuki, 1983), sedangkan menurut Azwar (1997) data sekunder dapat berupa data dokumen atau data laporan yang telah tersedia. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi jurnal dan situs internet yang berkaitan dengan kadar lemak, karbohidrat, dan protein pada alga.

3.2.2 Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan di salah satu kolam yang mengalami *blooming*. Alga yang *blooming* di kolam, diambil secara langsung dengan tangan dan dibersihkan dari kotoran-kotoran yang ada seperti siput untuk menghindari kontaminan kemudian ditimbang sebanyak sebanyak 50 gram dan dianalisa kandungan lemak, karbohidrat dan protein. Selain itu dilihat komposisi dan kelimpahannya serta

analisis kualitas air. Pengambilan sampel dan analisis kandungan lemak, karbohidrat, dan protein serta analisis kualitas air dilakukan seminggu sekali dengan tiga kali pengulangan.

3.3 Analisis Komposisi dan Kelimpahan Alga

1. Komposisi dan jumlah alga/gram

- Sampel alga diambil dan ditimbang sekitar 0,02 gram
- Diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 40X
- Dihitung dengan cara :

$$\text{Jumlah unit/gram} = \frac{\text{jumlah individu dalam lapang pandang}}{\text{berat sampel yang diamati (gram)}}$$

Keterangan : - Pengambilan sampel sebanyak 0,02 gram dilakukan untuk memudahkan pengamatan alga tersebut.

- Satu filamen yang terdiri dari beberapa gabungan sel dihitung sebagai satu unit dengan tidak memperhatikan jumlah sel yang menyusun filamen tersebut.

2. Kelimpahan Relatif (Herawati, 1989)

$$KR = \frac{ni}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

KR = Kelimpahan relatif

ni = Jumlah individu

N = Jumlah total individu

3.4 Parameter Fisika-Kimia Air

Parameter fisika-kimia yang diambil dalam Penelitian ini meliputi kecerahan, suhu, pH, nitrat, dan kandungan ortofosfat perairan yang diukur menurut Bloom, 1998.

- **Suhu**

- Memasukkan thermometer Hg ke dalam perairan, dan menunggu beberapa saat sampai air raksa dalam thermometer berhenti pada skala tertentu.
- Membaca skala pada saat thermometer masih di dalam air, dan jangan sampai tangan terkena thermometer.
- Mencatat dalam skala $^{\circ}\text{C}$.

- **pH (Derajat Keasaman)**

- Menyiapkan pH paper
- Memasukkan pH paper ke dalam perairan sekitar 3 menit
- Mencocokkan perubahan warna pH paper dengan kotak standar
- Mencatat pH perairan

• Nitrat

- Membuat larutan standart pembanding.
- Tabel 1. Larutan standart pembanding Nitrat-nitrogen

Larutan standar nitrat (ppm)	Larutan menjadi (ml)	Nitrat – N yang dikandung (ppm)
0,1	100	0,01
0,5	100	0,05
1,00	100	0,10
2,0	100	0,20
5,0	100	0,50
10,0	100	1,00

- Menyaring 100 ml air contoh dan tuangkan ke dalam cawan porselin.
- Menguapkan di atas pemanas air sampai kering.
- Mendinginkan dan menambahkan 2 ml asam fenoldisulfonik dan aduk dengan pengaduk gelas kemudian mengencerkan dengan 10 ml aquades.
- Menambahkan NH_4OH (1-1) sampai terbentuk warna. Encerkan dengan aquades sampai 100 ml, kemudian masukkan dalam tabung reaksi.
- Membandingkan warna air contoh dengan larutan standar nitrat. Apabila menggunakan spektrofotometer, pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 380 nm.

- **Orthofosfat**

- Membuat larutan standart pembanding
- Larutan standart pembanding fosfat adalah sebagai berikut :
- Tabel 2. Larutan standart pembanding fosfat

Larutan standar pembanding (ppm)	Larutan menurut jumlah ml larutan standar fosfor (mengandung 5 ppm P) dalam aquades sampai 50 ml
0,025	0,25
0,05	0,5
0,10	1,0
0,25	2,5
0,50	5,0
0,75	7,5
1,00	10,0

- Menambahkan 2 ml larutan ammonium molybdate-asam sulfat ke dalam masing-masing larutan standar yang telah dibuat dan goyangkan sampai larutan bercampur.
- Menambahkan 5 tetes larutan SnCl_2 dan kocok. Warna biru akan timbul (10-12 menit) sesuai dengan kadar fosfornya.
- Mengukur dan tuangkan 50 ml air contoh ke dalam erlenmeyer.
- Menambahkan 2 ml larutan ammonium molybdate dan kocok.
- Membandingkan warna biru dari air contoh dengan larutan standar, baik secara visual atau dengan spektrofotometer (panjang gelombang = 610 nm).
- Melihat hasil yang diperoleh dari spektrofotometer kemudian mencatat hasilnya sebagai nilai dari orthofosfat.

- **Warna perairan**

Pada penelitian ini, warna perairan diamati secara visual yaitu dengan melihat secara langsung warna perairan. Dengan melihat warna perairan, maka secara tidak langsung dapat diduga tingkat kesuburan serta fitoplankton yang mendominasi dari suatu perairan (Effendi, 2003)

Menurut Subarijanti (2002), warna merah kecoklatan, menandakan perairan didominasi oleh 3 jenis golongan alga merah, yaitu Chaetoceros, Nitzchia, dan skeletonema. Warna hijau muda, menandakan perairan didominasi oleh alga hijau seperti Chlorella, Cartoria, Dunaliella, Chloccocum, dan planktonspheira ; warna hijau tua, menandakan perairan didominasi oleh alga biru atau blue green alga seperti Spirulina, Oscillatoria, dan Microcoleus ; warna kuning ditimbulkan oleh alga kuning keemasan seperti Chlamydomonas, Chilomonas, dan Cryptomonas dan warna keruh, diakibatkan oleh zooplankton atau partikel tanah (liat) dan bahan organik.

2.5 Analisa kandungan Lemak, Karbohidrat, dan Protein

Analisa kandungan Lemak, Karbohidrat, dan Protein dilakukan di laboratorium Teknologi Hasil Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang

a. Analisa Kadar Lemak (Metode Soxhlet, AOAC 1984 dalam Sudarmaji, 1996)

Sebanyak 50 gram sampel yang telah kering dibungkus dengan kertas saring, lalu dimasukkan ke dalam labu Soxhlet, sementara petroleum eter dimasukkan ke dalam labu lemak yang telah ditimbang beratnya. Selanjutnya diekstrak selama 5 jam. Destilasi pelarut yang ada di dalam labu lemak, lalu dikeringkan di dalam oven pada suhu 105⁰C.

Kadar lemak dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{\text{Berat labu akhir} - \text{berat labu awal}}{\text{Berat sampel}} \times 100 \%$$

b. Analisa Kadar Protein (Metode Kjeldahl *dalam* Sudarmaji, 1996)

Kadar protein ditentukan berdasarkan jumlah N yang menunjukkan protein kasar dengan asumsi bahwa 16 % dari protein di ala mini terdiri dari unsur nitrogen, sehingga penentuan protein dengan metode ini didasarkan pada total N kemudian dikalikan dengan 6,25. prinsip dari metode Kjeldahl ini adalah dengan mencerna (digest) bahan dengan H₂SO₄ pekat sehingga N protein terurai dan membentuk (NH₄)₂SO₄. Setelah dicerna ditambahkan larutan NaOH sehingga ammonium sulfat membentuk NH₃ yang selanjutnya didestilasi dan ditampung dalam asam borat menjadi NH₄BO₃ dan dititrasi dengan H₂SO₄.

Kadar protein dapat dihitung dengan rumus :

$$\% N = \frac{ml \text{ titrasi } H_2SO_4 \times N \text{ } H_2SO_4}{Berat \text{ sampel}} \times 100 \%$$

c. Analisa kadar Air (Metode Oven, Sudarmaji, 1996)

Sampel sebanyak 2 gram dihancurkan dan dimasukkan ke dalam cawan, lalu dipanaskan dalam oven 105⁰C selama 3 jam. Setelah itu dimasukkan ke dalam eksikator dan ditimbang beratnya. Kadar air sample dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{Berat \text{ Air awal} - Berat \text{ sampel akhir}}{Berat \text{ sampel akhir}} \times 100 \%$$

d. Analisa Kadar Abu (Metode Total Abu, Sudarmaji 1996)

Sampel ditimbang sebanyak 2 gram lalu dimasukkan dalam cawan porselin, kemudian dioven sampai kering. Setelah dimasukkan dalam tanur 600⁰C selama 4 - 5 jam. Sampel dimasukkan ke dalam eksikator selama 30 menit, kemudian ditimbang.

$$\text{Kadar abu dapat ditentukan dengan rumus : Kadar abu (\%)} = \frac{Berat \text{ Abu}}{Berat \text{ sampel}} \times 100 \%$$

e. Analisa Kadar Karbohidrat (Winarno, 2002)

Kandungan karbohidrat dalam suatu bahan pangan dapat dianalisis dengan perhitungan kasar (*proximate analysis*) atau disebut *Carbohydrate by Difference*. *proximate analysis* adalah suatu analisis dimana kandungan karbohidrat termasuk serat kasar diketahui bukan melalui analisis tetapi melalui perhitungan, yaitu :

$$100 \% \text{ karbohidrat} = 100 \% - \% (\text{protein} + \text{lemak} + \text{abu} + \text{air})$$

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Letak Geografi dan Topografi di Sekitar Lokasi

Unit Pelaksana Teknis (UPT) Balai Benih Ikan (BBI) Punten terletak dilembar gunung Arjuno. Dengan adanya daerah Administrasi, BBI Punten pada saat ini termasuk dalam wilayah Desa Sidomulyo, Kecamatan Batu, Kota Batu. Terletak pada $110^{\circ} 31' 14''$ – $110^{\circ} 36' 40''$ BT dan $07,7^{\circ} 36' 38''$ – $08^{\circ} 01' 57''$ LS. BBI Punten termasuk dataran tinggi, terletak pada ketinggian 1700 meter dari permukaan laut, sumber air diperoleh dari sungai Brantas melalui dam perambatan *atsafting* II. Suhu udara antara 18°C – 30°C , sedangkan suhu air berkisar antara 17°C – 22°C . Jumlah curah hujan dalam satu tahun rata-rata 133 hari (catatan terakhir) sebesar 3 ribu mm/thn. Warna tanah abu muda atau liat berdebu, tetapi sekarang banyak mengandung pasir yang terbawa arus sungai Brantas.

4.2 Sejarah Berdirinya dan Perkembangan UPT BBI Punten

Unit Pelaksana Teknis (UPT) Balai Benih Ikan (BBI) Punten dibangun tahun 1918 dan diresmikan pada tanggal 24 desember 1918. Balai Benih Ikan Punten ini merupakan BBI yang pertama di Jawa Timur sekaligus yang pertama kali di Indonesia dengan maksud untuk pengembangan penyuluhan perikanan air tawar di daerah ini. Luas lahan yang digunakan 3,6 ha dan khusus untuk kolam adalah 2,4 ha. Pada awalnya BBI Punten dipimpin oleh seorang Belanda yang bernama E.J Reintjes dan dibantu oleh Supardi Niti Sumarto, dan Mahri alias Tokro.

Pada mulanya yaitu bulan Januari 1919 didatangkan ikan Tombro (*Cyprinus carpio*) dari Tasikmalaya, Jawa Barat sebanyak 100 ekor jantan dan 100 ekor betina dengan ukuran 10-20 cm. Bulan Juni 1919 ikan tersebut mulai dipijahkan dengan metode Dubish, metode ini sebagai tempat untuk meletakkan telur dipergunakan rumput yang sengaja ditanam di tengah kolam pemijahan. Setiap satu minggu sekali memijahkan satu pasang ikan tombro (*Cyprinus carpio*) dengan perbandingan antara induk jantan dan betina 1:2, 2:3, 3:4. hasil pembenihan dari BBI Punten pada tahun-tahun awal (1919-1922) dipelihara di waduk-waduk, rawa-rawa di daerah Bojonegoro, Flores, dan Bali.

Penjualan ikan ke petani pada mulanya sangat sedikit, hal ini disebabkan petani kurang menyukai ikan yang berwarna merah. Kemudian didatangkan ikan tombro (*Cyprinus carpio*) yang berwarna hitam dan hijau dari Eropa, namun tidak berlangsung lama karena banyak mengalami kesulitan dan resiko transportasi. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan seleksi induk ikan tombro yang didatangkan dari Sumber Pucung Kawadenan Kapanjen yang berwarna kehijauan secara turun temurun.

Pada akhir tahun 1922 baru dikenal ikan tombro Punten yang berwarna kehijauan atau kelam. Ikan tersebut di Jawa Timur semakin memasyarakat, selanjutnya dilakukan penelitian untuk mengembangkan benih ikan tombro secara baik. Penelitian tersebut dilakukan pada tahun 1923 yang dipimpin oleh Van Dragon dibantu oleh H. Haansen yang melakukan pemijahan terhadap pasangan induk ikan yang tepat untuk memperoleh galur murni. Selanjutnya diketahui bahwa sepasang induk dapat dipijahkan sampai tujuh kali.

Antara tahun 1923 dan permulaan tahun 1924 didatangkan Edel Karper atau ikan mas kaca dan meerborel (trout - *carpio*) yang dapat berkembang dengan baik seperti ikan mas lainnya. Meerforel didatangkan berupa embrio dan berhasil ditetaskan tetapi airnya

kurang dingin, sehingga dipindahkan di air terjun Coban Rondo, Kecamatan Pujon untuk dibesarkan. Pada tahun 1924 juga didatangkan jenis baru dari Tasikmalaya yaitu sikarang (*Labcoarbus tempire*), gurame (*Osphroenemus gouramy Lac*) dan tambakan (*Helostoma teminki*) untuk dicoba dan dikembangkan di BBI Punten.

Pada tahun 1937 didatangkan jenis ikan tawes (*Puntius javanicus*) dari Lamongan dan mujair (*Tilapia musambica*) dari Blitar dan hasilnya menunjukkan bahwa tawes perkembangannya kurang baik dibandingkan mujair. Setelah itu pada tahun 1950 didatangkan induk-induk tombro dari desa Kalima, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang, sebanyak 26 ekor induk jantan dan 31 ekor induk betina ukuran 20 – 30 cm. dengan modal ini, BBI Punten didirikan kembali sampai sekarang.

4. 3 Status dan Fungsi UPT BBI Punten

Berdasarkan surat Keputusan Gubernur Tingkat I Jawa Timur no. 23 tanggal 29 Januari 1987 tentang susunan dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis Dinas Perikanan, Balai Benih Ikan Punten merupakan Unit Pelaksana Teknis (UPT) Dinas Perikanan yang mempunyai kedudukan sebagai unsur penunjang dari sebagian tugas-tugas Dinas Perikanan Daerah Tingkat I Jawa Timur.

Sebagai salah satu UPT Dinas Perikanan maka BBI Punten mempunyai fungsi dan tugas, antara lain :

- Melaksanakan seleksi terhadap jenis-jenis ikan air tawar, khususnya ikan mas (*Cyprinus carpio*) strain Punten untuk jenis induk unggul dan pengendalian mutu benih.
- Menghasilkan benih ikan mas (*Cyprinus carpio*) untuk keperluan petani ikan dan memenuhi kebutuhan untuk penebaran ikan di perairan umum.

- Tempat melaksanakan adaptasi teknik pembenihan dan pemeliharaan ikan air tawar yang lebih baik.
- Sebagai tempat penyuluhan di bidang perikanan.
- Melakukan pembinaan terhadap petani pembenih ikan.

4.4 Sumber Air di Kolam BBI Punten

Air tawar yang digunakan untuk mengairi kolam-kolam BBI Punten diperoleh dari sungai Berantas, yang jaraknya kurang lebih 1 km dari lokasi. Air ini masuk kedalam kolam melalui saluran primer yang mengalir dengan debit 10 liter per detik. Jarak dan perambatan ke sungai kurang lebih 13 meter sehingga belum banyak mengandung sampah dari penduduk.

Saluran pemasukan terletak di depan kolam dan digunakan untuk mengalirkan air dari saluran pemasukan ke kolam. Ukuran saluran pemasukan tergantung pada luas kolam, bila kolam luas dan ukuran pintu air kecil maka kolam akan lama terisi air atau menjadi kering. Ukuran ideal untuk kolam seluas 200-400 m² dapat menggunakan paralon 4 inchi ataupun bahan lain seperti bambu besar.

Pintu pemasukan air dibuat pada bagian tengah pematang di bagian sisi lebar kolam. Letaknya harus lebih tinggi dari permukaan air kolam, minimal 40 cm agar saat air masuk akan terjadi difusi oksigen. Pada pintu pemasukan dibuat tiga lekukan (*sekoneng*) untuk saringan dan papan pengatur debit.

Pintu pengeluaran digunakan untuk mengeluarkan air saat kolam akan dikeringkan atau saat panen ikan. Pintu tersebut bentuk monnik berhubungan langsung dengan saluran pembuangan.

Tanah dasar kolam di lokasi BBI Punten pada umumnya liat berpasir dan pada kolam-kolam BBI Punten tidak porous sehingga air dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama. Tanah dasar kolam biasanya liat dengan partikel halus. Sehingga cukup bagus untuk kolam karena dapat menampung air dalam jangka waktu yang cukup lama.

Sutisna (1995) yang mengemukakan bahwa, tanah yang baik untuk kolam adalah tanah dengan struktur yang kuat, dapat menahan air (tidak porous), subur, dan tidak berbatu-batu. Warna tanah abu muda dan mempunyai tekstur liat berdebu, serta cocok untuk menumbuhkan makanan alami.

4. 5 Deskripsi Kolam tempat Pengambilan Sampel

Kolam tempat pengambilan sampel merupakan salah satu kolam yang mengalami blooming. Kolam tersebut merupakan kolam yang mempunyai dasar tanah jenis liat dengan partikel yang halus. Blooming alga menutupi $\pm 95\%$ permukaan kolam dengan ketebalan ± 2 cm. (Gambar 1)

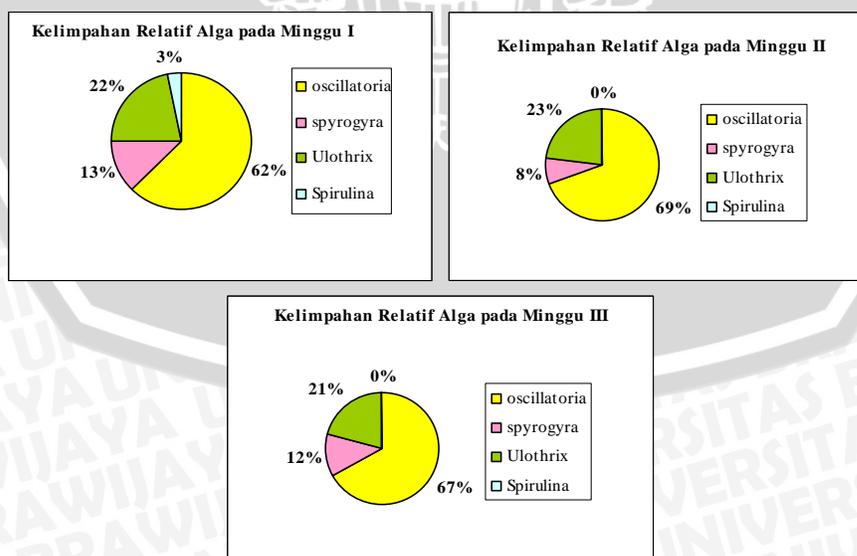


Gambar 1. Deskripsi Keadaan Stasiun

4.5 Analisis Jenis dan Kelimpahan Alga di Kolam BBI Punten

Alga yang mengalami blooming di kolam BBI Punten, ditemukan 4 spesies alga dari dua phylum yaitu phylum Cyanophyta dan phylum Chlorophyta. Pada phylum Cyanophyta ditemukan jenis *Oscillatoria*, dan *Spirulina* sedangkan dari phylum Chlorophyta adalah jenis *Spyrogyra* dan *Ulothrix*. Kelimpahan tertinggi pada tiga kali pengamatan didominasi oleh jenis *Oscillatoria* yang kelimpahan relatifnya mencapai 69% sedangkan kelimpahan terendah diperoleh pada alga jenis *Spirulina* yang hanya ditemukan pada minggu pertama yaitu $\pm 3\%$.

Kelimpahan tertinggi *Oscillatoria* diperoleh pada pengamatan minggu ke tiga yaitu 1100 unit/gram dan terendah pada minggu ke dua yaitu 900 unit/gram sedangkan pada minggu pertama kelimpahannya sebesar 1000 unit/gram (lampiran 3). Kelimpahan *Oscillatoria* pada tiga kali pengamatan tidak jauh berbeda (berkisar 62% - 69%), hal ini diduga karena kondisi lingkungan yang cukup stabil. Demikian juga dengan kelimpahan *Ulothrix* yang berkisar antara 21% - 23% dan *Spyrogyra* berkisar antara 8% - 13% yang tidak jauh berbeda pada tiga kali pengamatan. (Gambar 2)



Gambar 2. Kelimpahan Relatif Alga

Berdasarkan analisa kelimpahan, dapat diartikan bahwa *Oscillatoria* merupakan alga yang mendominasi dalam perairan tersebut. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Priscu tahun 1998 di Amerika dalam Graham dan Lee (2000) menunjukkan bahwa Cyanophyta dapat tumbuh pada suhu -60°C sampai 72°C . Selain itu, adanya kemampuan dari Cyanophyta dalam mengikat nitrogen dari atmosfer menyebabkan alga tersebut dapat bertahan hidup dan tumbuh lebih cepat pada kondisi lingkungan dengan nitrogen tinggi maupun dalam keadaan nitrogen rendah. Kemampuan Cyanophyta dalam mengikat nitrogen, menurut Sharma (1986) karena alga ini mempunyai *heterocysts* yang terletak diantara sel-sel yang terdapat dalam filament.

Graham dan Lee (2000) menyatakan bahwa, nitrogen merupakan salah satu penyebab dari terjadinya blooming dari alga Cyanophyta. Tingginya kelimpahan *Oscillatoria* di kolam BBI, diduga disebabkan oleh adanya masukan nutrient dari kegiatan pertanian yang ada di sekitar BBI Punten yang dapat meningkatkan kadar nitrat dan fosfat dalam perairan. Terjadinya blooming *Oscillatoria* disebabkan oleh adanya kandungan fosfat yang berlebihan dalam suatu perairan dan bukan disebabkan oleh nitrat (Kimbal, 1992). Berdasarkan hal tersebut, maka dapat diduga bahwa blooming alga yang didominasi oleh *Oscillatoria* diduga disebabkan karena alga tersebut dapat bertahan hidup pada kondisi nitrat yang rendah ataupun kondisi nitrat yang tinggi. Selain itu, tingginya orthofosfat di kolam BBI Punten menyebabkan terjadinya blooming alga tersebut. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Saifumillah (2003), bahwa meledaknya populasi fitoplankton khususnya dari phylum Cyanophyta tidak hanya disebabkan oleh unsur hara tetapi juga disebabkan oleh faktor fisik namun tingginya unsur hara (utamanya nitrogen dan fosfat) adalah penyebab utama.

4.7 Analisis Kandungan Lemak, Karbohidrat, dan Protein

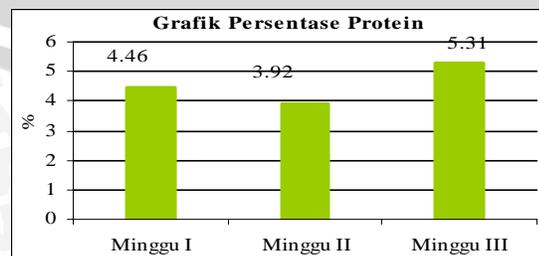
Hasil analisa kandungan lemak, karbohidrat, dan protein pada blooming alga yang didominasi oleh jenis *Oscillatoria* menunjukkan bahwa protein merupakan kandungan tertinggi dan kandungan lemak yang terendah (tabel 2)

Tabel 2. Hasil Analisa Kandungan Lemak, Protein dan Karbohidrat

Minggu	Parameter				
	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)	Air (%)	Abu (%)
I	4,46	0,41	0,52	91,03	3,58
II	3,92	0,81	1,15	92,04	2,08
III	5,31	0,35	5,20	87,04	2,10

4.8.1 Analisis Kandungan Protein pada Alga

Protein merupakan salah satu komponen yang menyusun tubuh makhluk hidup. Menurut Kimball (1983), dari berat kering suatu organisme terdapat kira-kira 50% protein. Hasil penelitian menunjukkan bahwa protein merupakan kandungan tertinggi yang terdapat pada blooming alga jika dibandingkan dengan kandungan karbohidrat dan lemak. Dengan kelimpahan relatif *Oscillatoria* yang berkisar 62% - 69% pada tiga kali pengamatan menunjukkan adanya perbedaan kandungan protein pada tiap minggu. Kadar protein tertinggi diperoleh pada pengambilan sampel minggu ke tiga yaitu 5,31 % dari berat basah dan terendah pada minggu II yaitu 3,92 % (Gambar 2)



Gambar 2. Grafik Persentase Protein

Perbedaan persentase protein pada tiap minggu diduga disebabkan adanya perbedaan komposisi alga khususnya kelimpahan *Oscillatoria* serta adanya perbedaan kondisi lingkungan yaitu kualitas air pada saat pengambilan sampel. Pada minggu ke tiga kelimpahan *Oscillatoria* lebih tinggi jika dibandingkan dengan minggu ke dua dan minggu pertama yaitu sebesar 1100 unit/gram sedangkan pada minggu II dan minggu pertama berturut-turut adalah 900 unit/gram dan 1000 unit/gram. Perbedaan komposisi ini diduga menyebabkan perbedaan kandungan protein di dalam sampel. *Oscillatoria* yang merupakan phylum Cyanophyta merupakan alga yang mempunyai kandungan protein yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan protein pada alga phylum Chlorophyta. Hal ini ditunjukkan oleh Becker (1994) dalam Mahasiswa Sentra Energi (2007) yang menyatakan bahwa kandungan protein pada *Sprulina* lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan protein pada *Chlorella* dan *Spirogyra* yang merupakan phylum Cyanophyta. Kandungan protein pada *Spirulina* yang termasuk dalam phylum Cyanophyta mencapai 60 - 70 % dalam berat kering sedangkan pada *Chlorella* 51–58 % dan *Spirogyra* 6 – 20 %. Musthopa (2007) menyatakan bahwa kandungan protein pada fitoplankton atau alga fotosintetik bersel tunggal lebih sedikit dibandingkan dengan fitoplankton atau alga yang berfilamen. Alga hijau *Chlorella* dan *Scenedesmus* mengandung 55 % protein sedangkan *Spirulina* menunjukkan kandungan protein sampai 65 %.

Tingginya kandungan protein pada Cyanophyta diduga karena kemampuan dari phylum tersebut dalam mengikat nitrogen. Menurut Graham dan Lee (2000), Cyanobacteria atau Cyanophyta merupakan salah satu alga yang memiliki kemampuan dalam merubah molekul gas nitrogen menjadi ammonium. Ammonium tersebut dapat membentuk *amino acids* dan protein. Nitrogen yang diikat atau diserap oleh Cyanophyta

dalam bentuk nitrat dan ammonium, masuk melalui plasma membran yang kemudian masuk ke dalam *cytoplasm* dan direduksi menjadi nitrogen organik yang selanjutnya digunakan untuk membentuk klorofil dan mensintesis protein dengan bantuan enzim.

Adanya kemampuan Cyanophyta dalam mengikat nitrogen menjadikan banyaknya nitrogen yang diikat sehingga banyak protein yang dapat disintesis yang kemudian akan meningkatkan pertumbuhan alga tersebut. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yusoff *et.al* (2007), menunjukkan bahwa kandungan protein pada *Oscillatoria* dalam berat kering mencapai 45% dan merupakan alga yang mempunyai persentase protein tertinggi dibandingkan *Naviculla*, *Cymbella*, dan *Amphora*. Pada kondisi lingkungan yang sama, keempat alga tersebut memiliki kandungan protein yang berbeda. *Oscillatoria* memiliki kandungan protein sebesar 45% dari berat kering sedangkan *Naviculla*, *Ambella*, dan *Amphora* berturut-turut adalah 29%, 39%, dan 31% dari berat kering. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa tingginya kandungan protein pada blooming alga yang didominasi oleh *Oscillatoria* dikarenakan tingginya kelimpahan *Oscillatoria* yang mempunyai kandungan protein cukup tinggi.

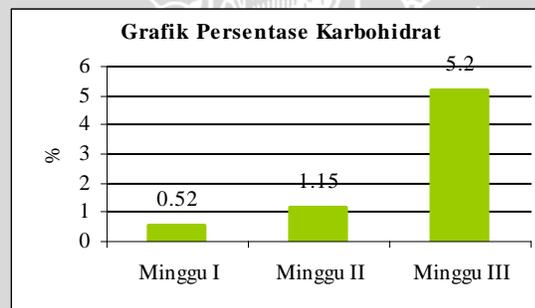
Penelitian yang dilakukan oleh Parikh *et.al* (2005) diperoleh bahwa kandungan protein pada *Oscillatoria* dalam satu gram berat kering adalah 34,4% dan lebih tinggi dibandingkan dari *Cyanothece* yang hanya mempunyai protein 18,3% namun protein dari *Oscillatoria* lebih rendah dibandingkan kandungan protein pada *Nostoc* yang mempunyai persentase protein sebanyak 40,1%.

Penelitian yang dilakukan oleh Griffit (2002), klorofil a, protein dan karbohidrat pada *Oscillatoria* mengalami perubahan atau peningkatan yang sangat sedikit pada tiap hari. Komposisi protein dan karbohidrat mengalami perubahan yang lebih nyata pada saat pergantian musim serta iklim. Jadi dapat dikatakan bahwa perubahan musim pada

suatu lingkungan mempengaruhi protein dan komposisi kimia lainnya pada *Oscillatoria* dan alga lainnya. Berdasarkan hal tersebut maka dapat diduga bahwa kandungan protein pada blooming alga di BBI Punten yang mengalami perubahan yang sedikit pada tiga kali pengamatan diduga karena kondisi iklim dan cuaca yang tidak jauh berbeda pada tiga kali pengamatan.

4.8.2 Analisis Kandungan Karbohidrat

Kandungan karbohidrat pada pengukuran tiap minggu menunjukkan adanya peningkatan persentase. Kandungan karbohidrat tertinggi diperoleh pada minggu ke tiga yaitu 5,2% dan terendah pada minggu pertama yaitu 0,52 %. (Gambar 3)



Gambar 3. Grafik Persentase Karbohidrat

Tingginya kandungan karbohidrat pada minggu ke tiga diduga karena adanya pengaruh dari kondisi cuaca dan iklim. Pada pengambilan sampel minggu ke tiga, menunjukkan cuaca yang sangat cerah sehingga memungkinkan terjadinya proses fotosintesis secara optimal sehingga menyebabkan tingginya kandungan karbohidrat. Seperti diketahui reaksi fotosintesis merupakan reaksi yang menghasilkan karbohidrat dan oksigen.

Penelitian skala laboratorium yang dilakukan Griffit (2002) pada *Oscillatoria redekei* dan *Oscillatoria agardhii*, diketahui bahwa *Oscillatoria* yang dikultur pada kondisi cahaya yang cukup mempunyai pertumbuhan dan kandungan karbohidrat yang

lebih tinggi dibandingkan dengan *Oscillatoria* yang diberi pencahayaan secara terus menerus. Menurut Griffit, hal ini disebabkan karena pada pencahayaan yang secara terus menerus akan meningkatkan metabolisme sel alga sehingga lebih banyak karbohidrat yang digunakan untuk sintesis protein dan lemak yang kemudian akan menurunkan persentase karbohidrat dalam sel.

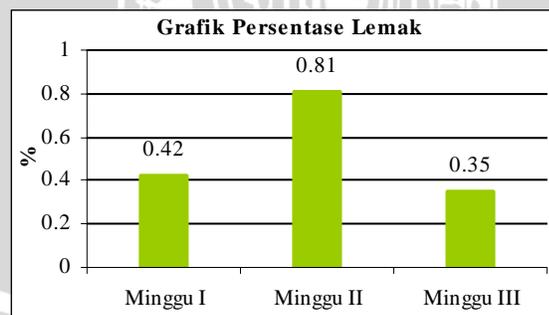
Berdasarkan hal tersebut maka dapat diduga bahwa persentase kandungan karbohidrat pada blooming alga di BBI Punten, dipengaruhi oleh cahaya dan aktifitas metabolisme dalam sel. Terjadinya peningkatan karbohidrat pada blooming alga dari minggu pertama sampai minggu ke tiga diduga karena pada saat pengambilan sampel, minggu pertama kondisi cuaca mendung sehingga mempengaruhi kandungan karbohidrat. Menurut Tredice (1991) dalam Richmoun (2005), sintesis karbohidrat pada *Sprulina platensis* yang tumbuh pada kondisi cuaca cerah lebih tinggi dibandingkan yang tumbuh pada cuaca mendung. Selain faktor cahaya dan faktor lingkungan lainnya, kandungan karbohidrat pada blooming alga juga dipengaruhi oleh komposisi alga yang ada pada saat pengambilan sampel. Becker (1994) dalam Mahasiswa Sentara Energi (2007) menyatakan bahwa kandungan karbohidrat dalam setiap alga berbeda. Karbohidrat pada *Chlorella* lebih tinggi dibandingkan karbohidrat pada *Spirulina* yaitu 14 % sedangkan pada *Chlorella* mencapai 17 %..

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yusof *et.al* (2005), diketahui bahwa kandungan karbohidrat dari *Oscillatoria* dalam berat kering adalah $\pm 30\%$ dan lebih sedikit jika dibandingkan kandungan karbohidrat pada *Navicula* dan *Amphora* yang memiliki persentase karbohidrat sampai 45 %. Berdasarkan hal tersebut maka dapat diartikan bahwa kandungan karbohidrat pada tiga kali pengamatan dipengaruhi oleh komposisi dan jenis alga..

Kandungan karbohidrat pada alga lebih tinggi jika dibandingkan tumbuhan tingkat tinggi, karena adanya mekanisme fisiologisnya yang jauh lebih efektif. Tidak seperti tumbuhan multiseluler yang menyerap air dan unsur hara melalui akar, tumbuhan bersel satu yang hidup di air tawar itu menyerap nutrisi melalui permukaan tubuhnya. Caranya dengan mekanisme difusi-osmosis. Mekanisme tersebut berlangsung karena adanya perbedaan konsentrasi zat terlarut pada alga dengan lingkungan perairannya. Adanya kemampuan tersebut, menyebabkan penyerapan unsur hara dan termasuk gas karbondioksida yang digunakan dalam fotosintesis, dapat diserap dengan baik sehingga dapat meningkatkan reaksi fotosintesis yang dapat meningkatkan karbohidrat dalam alga.

4.8.3 Analisis Kandungan Lemak

Kandungan lemak dalam alga paling sedikit dibandingkan kandungan protein dan karbohidrat. Kandungan lemak tertinggi diperoleh pada pengamatan minggu ke dua yaitu sebesar 0,81 % dan terendah pada minggu ke tiga yaitu 0,35 % sedangkan pada minggu pertama sebesar 0,41 % (Gambar 4)



Gambar 4. Grafik Persentase Lemak

Adanya perbedaan kandungan lemak pada tiap minggu diduga karena adanya pengaruh dari kondisi lingkungan dan komposisi alga. Kondisi lingkungan dalam suatu perairan diduga mempengaruhi komposisi kimia dalam sel alga. Menurut Ekawati

(2005), kandungan lemak sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan dan jenis alga, hal tersebut ditunjukkan pada *Chlorella* yang dibudidaya pada suhu yang berbeda mempunyai kadar lemak yang berbeda, pada suhu di atas 28 °C lemak *Chlorella* mengalami penurunan dan optimal pada suhu 24,7 °C sedangkan pada *Nannochloropsis* kandungan lemaknya menurun pada suhu 30 °C dan meningkat pada suhu 25 °C dan dipengaruhi pula oleh kandungan nitrogen serta unsur lainnya yang berperan dalam pembentukan lemak.

Selain dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, kandungan lemak pada alga juga dipengaruhi oleh jenis dari alga. Penelitian yang dilakukan Parikh *et.al* (2005), menunjukkan bahwa kandungan lemak pada *Oscillatoria* dalam berat kering adalah 25 % dan merupakan alga yang mempunyai kandungan lemak yang paling rendah dibandingkan *Navicula*, *Amphora*, dan *Cimbella*.

Kandungan lemak dalam alga dan tumbuhan lainnya, selain dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan jenis alga. Kandungan lemak juga dipengaruhi oleh reaksi anabolisme dalam sel. Menurut Kimball (1983), lemak dapat disintesis dari karbohidrat dan protein, karena dalam metabolisme, ketiga zat tersebut bertemu di dalam daur Krebs. Sebagian besar pertemuannya berlangsung melalui pintu gerbang utama siklus (daur) Krebs, yaitu Asetil Ko-enzim A. Akibatnya ketiga macam senyawa tadi dapat saling mengisi sebagai bahan pembentuk semua zat tersebut. Lemak dapat dibentuk dari protein dan karbohidrat, karbohidrat dapat dibentuk dari lemak dan protein dan seterusnya. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat diduga bahwa kandungan lemak pada blooming alga dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat dan protein.

4.8 Analisis Kualitas Air Kolam

4.8.1 Analisis Parameter Fisika

❖ Suhu

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman dari badan air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi di badan air. Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi dan volatilisasi.

Hasil pengamatan di kolam BBI Punten didapatkan bahwa suhu air kolam pada tiga kali pengamatan berturut-turut adalah 19 °C, 18 °C, dan 20 °C. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa variasi suhu air di kolam BBI Punten sangat kecil.

Suhu air di kolam BBI Punten yang berkisar antara 18 °C – 20 °C merupakan suhu yang masih mampu ditoleransi oleh alga termasuk jenis *Oscillatoria*. Tang, *et al* (1997) dalam Graham dan Lee (2000) mengemukakan bahwa suhu optimal bagi pertumbuhan alga jenis *Oscillatoria* adalah berkisar antara 15 °C – 35 °C. Hal ini menunjukkan bahwa suhu di kolam BBI Punten merupakan suhu yang sangat optimal bagi pertumbuhan alga jenis *Oscillatoria*. Jadi dapat diduga bahwa suhu kolam di BBI Punten merupakan salah satu penyebab terjadinya blooming alga jenis *Oscillatoria*.

Selain mempengaruhi pertumbuhan alga, suhu juga sangat mempengaruhi kandungan lemak dalam alga. Suatu penelitian yang dilakukan oleh Ekawati tahun 2005 menunjukkan bahwa suhu mempunyai hubungan dengan kandungan lemak dalam alga, *Nannochloropsis* yang dikultur pada suhu budidaya 20 °C, 25 °C, 30 °C mempunyai kandungan lemak berturut-turut adalah 36,2; 36,5; dan 28,6 mg/g berat.

❖ Warna Perairan

Hasil pengamatan warna perairan menunjukkan bahwa perairan yang seluruh permukaannya ditutupi oleh blooming alga secara visual tampak warna perairan hijau tua. Hal ini diduga karena alga yang blooming merupakan alga hijau biru atau terdiri dari phylum Cyanophyta dan Chloropyta. Menurut Subarijanti (2000), perairan yang berwarna hijau tua disebabkan oleh alga biru hijau atau Cyanophyta seperti *Spirulina*, *Oscillatoria* dan *Microcoleus*. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat dikatakan bahwa warna perairan yang berwarna hijau tua dikarenakan oleh booming alga yang ada di BBI Punten didominasi oleh *Oscillatoria*, warna biru hijau yang terdapat pada *Oscillatoria*, menurut Graham dan Lee (2002), karena phylum Cyanophyta mempunyai klorofil dan pigmen pikosianin yaitu pigmen yang memberi warna biru pada Cyanophyta.

4.8.2 Analisis Parameter Kimia

Variabel kimia lingkungan perairan memainkan peranan penting didalam mendeterminasi tingkat pertumbuhan dan kualitas sel alga. Mikroalga dapat menyerap nutrient dari seluruh lapisan perairan, karena bisa mengabsorpsi langsung melalui membrane sel. Adapun variabel kimia yang sangat berperan dalam pertumbuhan alga adalah :

❖ Nitrat

Nitrat di perairan, digambarkan sebagai senyawa mikronutrien pengontrol produktivitas primer di lapisan permukaan daerah eufotik. Kadar nitrat di daerah eufotik sangat dipengaruhi oleh transportasi nitrat di daerah tersebut, oksidasi amoniak oleh mikroorganisme dan pengambilan nitrat untuk proses produktivitas primer. Menurut Lee

et al, (1978) dalam Graham dan Lee (2000) bahwa kisaran nitrat perairan berada antara 0,01 - 0,7 mg/l, sedangkan menurut Effendi (2003) bahwa kadar nitrat-nitrogen pada perairan alami hampir tidak pernah lebih dari 0,1 mg/l, akan tetapi jika kadar nitrat lebih besar 0,2 mg/l akan mengakibatkan eutrofikasi (pengayaan) yang selanjutnya menstimulir pertumbuhan alga dan tumbuhan air secara pesat.

Hasil pengamatan kadar nitrat di kolam pengambilan sampel, didapatkan bahwa kandungan nitrat pada tiga kali pengamatan berturut-turut adalah 0,68 mg/l, 3,87 mg/l dan 1,50 mg/l. Kandungan nitrat pada kolam pengambilan sampel pada tiga kali pengamatan mempunyai nilai yang berbeda. Kandungan nitrat terendah diperoleh pada pengamatan minggu pertama, dan tertinggi pada minggu ke dua. Tinggi rendahnya kandungan nitrat dalam suatu perairan biasanya sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Subarijanti (2002), kandungan nitrat yang tinggi biasanya disebabkan oleh adanya pembusukan jasad-jasad organik yang membusuk didalam perairan dan difusi nitrogen dari udara. Sedangkan berkurangnya nitrat dalam suatu perairan biasanya disebabkan karena adanya pemanfaatan dari mikroalga dan organisme lainnya. Jadi dapat diduga bahwa rendahnya kandungan nitrat pada minggu pertama diduga disebabkan karena adanya pemanfaatan dari alga yang blooming dalam perairan tersebut sedangkan tingginya kandungan nitrat pada minggu kedua, diduga disebabkan karena adanya pembusukan dari mikroalga yang telah mati dan membusuk.

Penelitian yang dilakukan oleh Parikh *et.al* (2005) terhadap daya serap nitrat oleh *Oscillatoria* yang dikultur selama 16 hari menunjukkan bahwa pada hari pertama, kandungan nitrat dalam media kultur adalah 0,5 mg/l dan mengalami penurunan setiap hari dan pada hari ke 16, konsentrasi nitrat dalam media hanya 0,005 mg/l. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa *Oscillatoria* lebih banyak menyerap nitrat

dibandingkan *Navicula*, *Amphora*, dan *Cymbella*. Hal ini menunjukkan bahwa blooming alga di BBI Punten yang didominasi oleh *Oscillatoria* disebabkan oleh adanya kemampuan *Oscillatoria* dalam mengikat nitrat.

Nitrogen memegang peranan kritis dalam siklus organik dalam menghasilkan asam-asam amino yang membuat protein. Dalam siklus nitrogen, tumbuh-tumbuhan menyerap N-anorganik dalam salah satu gabungan atau sebagai nitrogen molekuler. Tumbuh-tumbuhan ini membuat protein yang kemudian dimakan hewan dan diubah menjadi protein hewani (Wiadnyana, 2007)

Nitrat yang diserap oleh *Oscillatoria* dan alga lainnya, digunakan untuk pembentukan protein dalam sel. Nitrat akan diubah menjadi ammonium dan kemudian diubah menjadi nitrat dalam bentuk organik di dalam sitoplasma, yang kemudian akan direduksi untuk mensintesis protein dan klorofil. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat diduga bahwa nitrat mempengaruhi jumlah protein yang ada di dalam sel alga.

❖ Orthofosfat

Orthofosfat merupakan nutrisi yang esensial bagi pertumbuhan suatu organisme perairan. Bertambahnya kedalaman, konsentrasi orthophosphat juga mengalami peningkatan. Selanjutnya Romimoharto dan Juwana, (2005) dalam Wiadnyana (2007) menyatakan bahwa rendahnya konsentrasi ortofosfat di permukaan perairan disebabkan karena penyerapan yang tinggi akibat tingginya produksi organik. Nilai orthofosfat yang didapatkan pada tiga kali pengamatan berturut-turut adalah 0,20 mg/l, 0,19 mg/l dan 0,26 mg/l.

Berdasarkan kadar orthofosfat, menurut Wetsel (1975) dalam Effendi (2003) perairan diklasifikasikan menjadi tiga yaitu :

- Perairan Oligotrofik memiliki kandungan orthofosfat 0,003 – 0,01 mg/lt
- Perairan Mesotrofik memiliki kandungan orthofosfat 0,011 – 0,03 mg/lt
- Perairan eutrofik memiliki kandungan orthofosfat 0,031 – 0,1 mg/lt

Berdasarkan klasifikasi tersebut dapat dikatakan bahwa kadar orthofosfat dalam kolam pengambilan sampel mempunyai kandungan orthofosfat yang tinggi. Tingginya kandungan orthofosfat dalam suatu perairan, menurut Effendi (2003), dapat menstimulir terjadinya ledakan pertumbuhan alga. Hal ini ditambahkan pula oleh Kimbal (1992), yang menyatakan bahwa terjadinya blooming alga dalam suatu perairan disebabkan oleh tingginya kandungan fosfat dan bukan disebabkan oleh kandungan nitrogen. Jadi dapat diduga bahwa terjadinya blooming alga pada salah satu kolam yang ada di BBI Punten disebabkan karena tingginya kandungan orthofosfat dalam kolam tersebut. Tingginya kandungan orthofosfat di kolam BBI Punten diduga disebabkan karena air yang masuk ke dalam kolam telah tercemar oleh pestisida yang berasal dari kegiatan pertanian yang ada disekitar lokasi BBI Punten.

Sebuah percobaan berskala besar yang pernah dilakukan pada tahun 1968 terhadap Lake Erie (ELA Lake 226) di Amerika Serikat membuktikan bahwa bagian danau yang hanya ditambahkan karbon dan nitrogen tidak mengalami fenomena alga bloom selama delapan tahun pengamatan. Sebaliknya, bagian danau lainnya yang ditambahkan fosfor (dalam bentuk senyawa fosfat) di samping karbon dan nitrogen-terbukti nyata mengalami blooming alga.

Fosfor merupakan unsur yang berfungsi dalam pembentukan ATP, DNA, dan *phospholipids*. Selain mempengaruhi terjadinya blooming alga, kandungan fosfor juga mempengaruhi reaksi fotosintesis dalam sel tumbuhan dan alga. Menurut Falkowski (1997), kekurangan fosfor pada alga atau tanaman lainnya, menyebabkan terbatasnya reaksi fotosintesis sehingga reaksi fotosintesis dapat berkurang sampai dua kali lipat. Keterbatasan fotosintesis dapat menurunkan sintesis RNA, sehingga akan mempengaruhi perubahan energi fotosintesis.

Berdasarkan hal tersebut, maka dapat dikatakan bahwa kandungan orthofosfat yang cukup tinggi di kolam BBI Punten, menyebabkan terpenuhinya fosfat yang dibutuhkan oleh *Oscillatoria* dalam pembentukan ATP sehingga fotosintesis berjalan cukup optimal dan meningkatkan karbohidrat dalam sel. Menurut Kimball (1983), Pembentukan ATP pada alga menyebabkan terjadinya reaksi fotosintesis yang cukup optimal. ATP dalam alga atau tanaman lainnya digunakan dalam proses fotosintesis yaitu dalam pengambilan atau pengikatan CO₂ yang kemudian diubah menjadi glukosa atau karbohidrat. Jadi dapat dikatakan bahwa secara tidak langsung orthofosfat dapat mempengaruhi kandungan karbohidrat dalam sel alga.

Tingginya kandungan karbohidrat pada minggu ke tiga, diduga karena kandungan orthofosfat yang cukup tinggi. Ketersediaan orthofosfat tersebut, dimanfaatkan oleh alga dalam proses fotosintesis. Disamping ketersediaan fosfat, adanya pengaruh cahaya matahari pada minggu ke tiga menyebabkan terjadinya fotosintesis yang optimal sehingga karbohidrat yang dihasilkan lebih banyak. Namun, daya serap orthofosfat pada tiap jenis alga berbeda. *Oscillatoria* merupakan salah satu alga yang mempunyai daya serap yang cukup tinggi.

Penelitian yang dilakukan Yusoff (2005), terhadap daya serap fosfor oleh *Oscillatoria* menunjukkan bahwa *Oscillatoria* yang dikultur selama 16 hari dapat menyerap orthofosfat yang awalnya dalam media 0,5 mg/l dan pada hari ke 16, orthofosfat dalam media menjadi 0,1 mg/lt sedangkan pada alga lainnya seperti *Naviculla* dan *Amphora* hanya mampu menyerap orthofosfat sampai tersisa 0,2 mg/l. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat dikatakan bahwa blooming alga di BBI Punten diduga karena adanya kemampuan *Oscillatoria* dalam menyerap orthofosfat dalam jumlah yang cukup banyak.

❖ pH (Derajat Keasaman)

Hasil pengamatan pH pada kolam BBI Punten pada tiga kali pengamatan berturut-turut adalah 7, 8, dan 7. Hal ini menunjukkan bahwa pH pada kolam blooming tersebut, termasuk dalam kondisi normal dan cukup stabil. Menurut Graham dan Lee (2000), phylum Cyanophyta merupakan organisme yang dapat tumbuh dengan baik pada kondisi lingkungan yang mempunyai pH 8 – 9. Hal ini menunjukkan bahwa pH perairan mempengaruhi pertumbuhan alga.

pH mempunyai pengaruh secara tidak langsung terhadap kandungan protein, karbohidrat, dan lemak pada alga. pH mempengaruhi keberadaan karbondioksida dalam suatu perairan. Keberadaan karbondioksida dalam perairan sangat mempengaruhi proses fotosintesis dimana karbondioksida merupakan unsur yang dapat membentuk karbohidrat dari hasil fotosintesis. Menurut Effendi (2003), alga akan memanfaatkan karbondioksida hingga batas pH yang tidak memungkinkan lagi bagi alga untuk tidak menggunakan karbondioksida (sekitar 10 – 11), karena pada pH ini karbondioksida bebas tidak dapat ditemukan. Jadi dapat dikatakan bahwa pH secara tidak langsung

dapat mempengaruhi kandungan karbohidrat pada alga. Hal ini disebabkan karena pH sangat mempengaruhi karbondioksida yang digunakan pada proses fotosintesis yang menghasilkan karbohidrat.

Menurut Subarijanti (2002), selain mempengaruhi CO_2 , pH mempengaruhi pembentukan nitrat dalam perairan. Bila pH normal, maka aktifitas bakteri Nitrosomonas akan merubah NH_4 menjadi NO_2 (nitrit). Nitrit oleh bakteri Nitrobakter dengan bantuan O_2 yang cukup akan diubah menjadi NO_3 yang kemudian dimanfaatkan oleh fitoplankton yang melalui fotosintesis menjadi bahan organik dalam tubuhnya.

Berdasarkan hal tersebut, maka diduga bahwa terjadinya blooming alga di BBI Punten dipengaruhi oleh pH perairan. pH di BBI Punten yang berkisar 7 – 8 merupakan pH yang cukup netral sehingga proses nitrifikasi yang menghasilkan nitrat berjalan dengan baik. Adanya proses nitrifikasi, menyebabkan tersedianya nitrat dalam air sehingga dapat digunakan oleh *Oscillatoria* yang pada akhirnya akan disintesis membentuk protein dan klorofil dalam tubuh.

V. KESIMPULAN dan SARAN

5.1 Kesimpulan

Blooming alga di BBI Punten terdiri dari Oscillatoria dengan kelimpahan relatif rata-rata 66%, Spirulina 1%, Ulothrix 22%, dan Spyrogyra 33%. Blooming alga tersebut mengandung protein rata-rata 3,23%, karbohidrat rata-rata 2,29% dan lemak rata-rata 0,5%.

Kualitas air di kolam BBI Punten menunjukkan bahwa pH berkisar antara 7 – 8, suhu 18 °C – 20 °C, nitrat berturut-turut dalam tiga minggu adalah 0,68 mg/lit, 3,87 mg/lit dan 1,50 mg/lit dan orthofosfat berturut-turut adalah 0,20 mg/lit, 0,19 mg/lit dan 0,26 mg/lit.

5.2 Saran

Tingginya kadar protein dari blooming alga yang ada di BBI Punten maka diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memanfaatkan sumber protein dari alga (blooming) tersebut agar memiliki nilai ekonomis penting lainnya mengingat alga ini sulit dimanfaatkan secara langsung oleh ikan ataupun organisme lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E dan Evi L. 2005. **Pakan Ikan**. Kanisius. Yogyakarta
- Arfiati, D. 2001. **Diktat Limnologi**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- Anggoradi. 1984. **Ilmu Makanan Ternak**. PT Gramedia. Jakarta
- Azwar, S. 1997. **Metode Penelitian**. Pustaka Pelajar. Yogyakarta
- Bloom, J.H. 1998. **Chemical and Physical Water Quality Analysis**. Nuffic Unibraw/LUW/Fish. Malang
- Boyd, C.E. 1982. **Water Quality Management for Pond Fish Culture in Aquaculture and Fish Science**. Elsevier Scientific Publishing Company. USA
- Brown. 2007. **Nutritional Value and Use of Microalgae in Aquaculture**. www.Csiro.org
- Effendi, H. 2003. **Teleaah Kualitas Air**. Kanisius. Yogyakarta
- Ekawati, A.W. 2005. **Budidaya Makanan Alami**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- Falkowski, P.O. dan John A. Raven. 1997. **Aquatic Photosynthesis**. Blackwell Science. USA
- Girindra, A. 1990. **Biokimia**. Jilid 1. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Graham, L.E dan Lee. 2000. **Algae**. Upper Saddle United Stated. America
- Herawati, E. 1982. **Planktonologi**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- Indonesia Biotechnology Information Centre. 2008. **Krisis BBM, Jarak dan "Alga"**. http://indobic.or.id/berita_detail.php?id_berita=1738
- Isnansetyo, A dan Kurniastuty. 1995. **Teknik Kultur Phytoplankton-Zooplankton**. Kanisius. Jakarta
- Jauhari, R.Z. 1990. **Kebutuhan Protein dan Asam Amino Pada Ikan Teleostei**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijay. Malang
- Kadek, R. 2003. **Upaya Memperkaya Jaringan Lemak Sub Kutan Ayam Dengan Asam Lemak Omega 3 Melalui Penggunaan Chlorella Sebagai Pakan Ayam Boiler**. <http://adln.lib.unair.ac.id/>

Ketaren. 1975. **Peran Lemak Dalam Bahan Pangan**. Fakultas Teknologi Hasil Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Kimball, W. J. 1992. **Biologi**. Erlangga. Jakarta

Mahasiswa sentra energi. 2007. **Membuat Biodiesel dari Tumbuhan Alga**.
www.kamase.org

Marzuki. 1983. **Metodologi Penelitian**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Mujizat, K. 2008. **Makhluk Mini Pengisi Tangki**. <http://www.trubus-online.co.id>

Odum, Eugene. P 1971. **Fundamental Of Ecology**. W.B. Saunders Co Ltd. Toppan Company Tokyo. Japan

-----, 1993. **Dasar-Dasar Ekologi**. Edisi tiga alih bahasa : T. Tjahjono Samingan. Gajah Mada University. Yogyakarta

Pelczar M. J. 1986. **Dasar-dasar Mikrobiologi**. UI press. Jakarta

Putra, S. 2007. **Alga Laut sebagai Biotarget Industri**. oc.its.ac.id/ambilfile.php

Richmound, A. 2005. **Handbook of Microalga Cultur** : Biotechnology and Applied Phicology. Blackwell Science. USA

Salisbury, F.B dan Cleon. 1992. **Plant Physiology** ; diterjemahkan oleh Diah R Lukman. ITB. Bandung

Sharma, O.P. 1986. **Texbook of Algae**. Departement of Botany. Meerut Collage. Meerut. Tata McGraw-Hill. Publishing Company Limiteded. New Delhi

Sheehan, J ; Terri Dunahay; John Benemann and Paul Roessler. 1998. **A Look Back at the U.S. Department of Energy's Aquatic Species Program—Biodiesel from Algae**. www.aseanbiotechnology.info/Abstract/21019420.pdf

Singarimbun, M. dan S. Effendi. 1995. **Metode Penelitian Survei**. PT Pustaka LP3ES Indonesia. Jakarta

Spoehr dan Milner. 1995. **Biodiesel from Algae**. www.biodieselamerica.org

Subarijanti, H.U. 2000. **Pemupukan dan Kesuburan Perairan**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang

-----, 2001. **Limnologi**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang

-----, 2002. **Unsur Carbon, Nitrogen, dan Fosfor Sebagai Kunci Eutrofikasi**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang

Sudarmaji, S. 1996. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty. Yogyakarta

Suryabrata, S. 1989. **Metode Penelitian**. CV. Rajawali. Jakarta

Targore, 2007. **Partial Characterization of Extracellular Polysaccharides from Cyanobacteria**. www. Sciencedirect.Com

Volk, W dan Wheeler. 1989. **Mikrobiologi Dasar**. Edisi ke lima. Editor Edisumanto. Erlangga. Jakarta

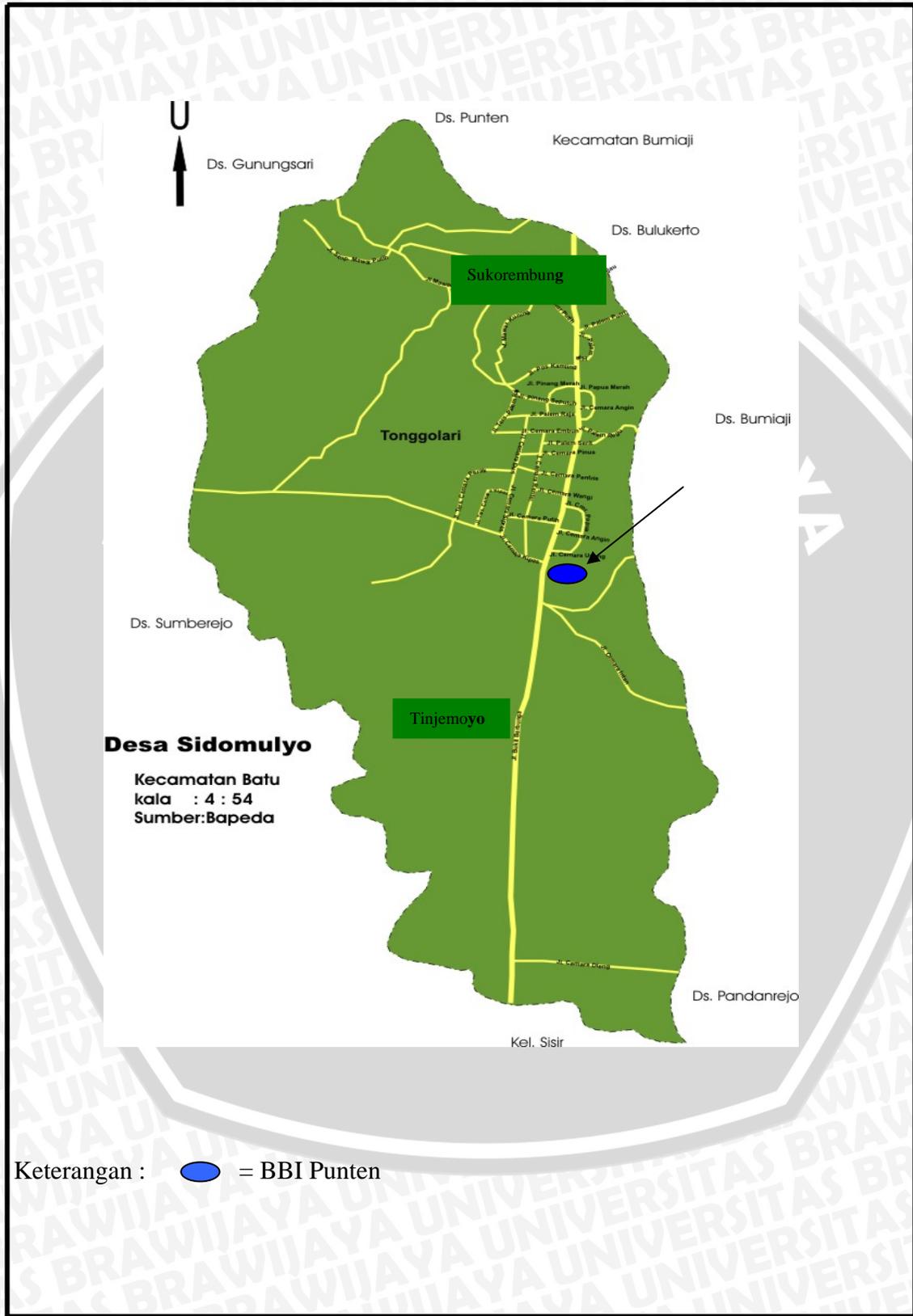
Wiadnyana, N. 2002. **Mikroalga Berbahaya di Perairan Indonesia**. [http// www. Bioline. Org. bar](http://www.Bioline.Org.bar)

Winarno, F.G. 2002. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT Gramedia Pustaka. Jakarta

Wirawan, I. 1995. **Limnology**. Jurusan Perikanan Universitas DR Soetomo. Surabaya



Lampiran 1. Peta Lokasi BBI Punten

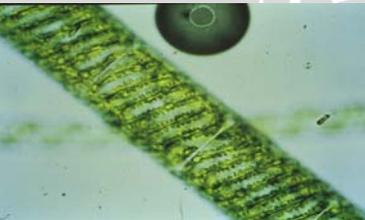
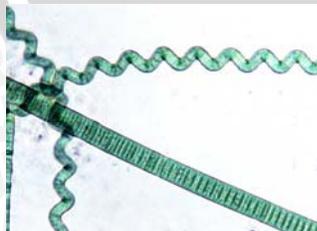


Lampiran 2. Jenis dan Kelimpahan Alga

Minggu	Phylum	Kelimpahan (unit/gram)	KR (%)
I	Chyanophyta		
	- <i>Oscillatoria</i>	1000	62.50
	- <i>Spirullina</i>	50	3.13
	Chlorophyta		
	- <i>Ulothrix</i>	350	21.87
	- <i>Spyrogyra</i>	200	12.5
	Total : 1.600		
II	Chyanophyta		
	- <i>Oscillatoria</i>	900	69.23
	Chlorophyta		
	- <i>Ulothrix</i>	300	23.08
	- <i>Spyrogyra</i>	100	7.69
	Total : 1.300		
III	Chyanophyta		
	- <i>Oscillatoria</i>	1100	66.67
	Chlorophyta		
	- <i>Ulothrix</i>	350	21.21
	- <i>Spyrogyra</i>	200	12.12
	Total : 1.650		



Lampiran 3. Gambar Jenis Alga yang ditemukan

Gambar	Klasifikasi
 <p data-bbox="357 613 743 682">{0}<>0{>364 x 480 - 24k<0} www.micrographia.com</p>	<p data-bbox="812 340 1177 373">Phylum : Cyanophyta</p> <p data-bbox="812 394 1209 428">Class : Cyanophyceae</p> <p data-bbox="812 449 1161 483">Ordo : Nostocales</p> <p data-bbox="812 504 1209 537">Family : Oscillatoriacea</p> <p data-bbox="812 558 1169 592">Genus : Oscillatoria</p>
 <p data-bbox="349 949 750 1018">{0}<>0{>1024 x 768 - 87k<0} www.epa.gov</p>	<p data-bbox="812 690 1177 724">Phylum : Chlorophyta</p> <p data-bbox="812 745 1209 779">Klas : Chlorophyceae</p> <p data-bbox="812 800 1177 833">Ordo : Ulotrichales</p> <p data-bbox="812 854 1193 888">Family : Ulotrichaceae</p> <p data-bbox="812 909 1112 942">Genus : Ulothrix</p>
 <p data-bbox="349 1295 750 1365">{0}<>0{>1024 x 768 - 87k<0} www.epa.gov</p>	<p data-bbox="812 1026 1177 1060">Phylum : Chlorophyta</p> <p data-bbox="812 1094 1193 1127">Class : Chloropyceae</p> <p data-bbox="812 1148 1193 1182">Ordo : Zygnematales</p> <p data-bbox="812 1203 1218 1236">Family : Zygnemataceae</p> <p data-bbox="812 1257 1144 1291">Genus : Spirogyra</p>
 <p data-bbox="349 1673 750 1743">{0}<>0{>1024 x 768 - 87k<0} www.epa.gov</p>	<p data-bbox="812 1392 1177 1425">Phylum : Cyanophyta</p> <p data-bbox="812 1446 1209 1480">Class : Cyanophyceae</p> <p data-bbox="812 1501 1161 1535">Ordo : Nostocales</p> <p data-bbox="812 1556 1209 1589">Family : Oscillatoriacea</p> <p data-bbox="812 1610 1136 1644">Genus : Spirulina</p>

Lampiran 4. Proses Pembersihan dan Hasil Pengamatan Alga

1. Pembersihan alga



2. Hasil pengamatan

