



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN

Kampus C Unair Jl. Mulyorejo - Surabaya 60115
Telp. (031) 5911451, Faks. (031) 5965741
website : <http://www.fpk.unair.ac.id> e-mail : fpk@unair.ac.id

K E P U T U S A N

DEKAN FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Nomor : 24 /UN3.1.12/KP/2017

T E N T A N G

PELAKSANAAN KEGIATAN JOINT RESEARCH

FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN UNIVERSITAS AIRLANGGA TAHUN 2017

DEKAN FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN UNIVERSITAS AIRLANGGA,

- Menimbang** :
- bahwa dalam rangka meningkatkan mutu kegiatan penelitian diperlukan kerjasama internasional yang dapat menambah pengetahuan inovatif dan produktif, maka dipandang perlu Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga menyelenggarakan kegiatan Joint Research;
 - bahwa kegiatan Joint Research Tahun 2017 yang diajukan oleh calon peneliti telah melalui tahap penilaian oleh pimpinan fakultas maupun pihak terkait;
 - bahwa untuk keperluan tersebut pada huruf a dan huruf b perlu diterbitkan Keputusan Dekan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga.
- Mengingat** :
- Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (LN No. 78 Tahun 2003, Tambahan LN No. 4301 Tahun 2003);
 - Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi (LN No. 158 Tahun 2012, Tambahan LN No. 5336 Tahun 2012);
 - Peraturan Pemerintah Nomor 30 Tahun 2014 tentang Statuta Universitas Airlangga;
 - Keputusan Majelis Wali Amanat Universitas Airlangga Nomor : 1032/UN3.MWA/K/2015 tentang Pengangkatan Rektor Universitas Airlangga Periode Tahun 2015 - 2020;
 - Keputusan Rektor Universitas Airlangga Nomor : 5887/J03/OT/2008 tentang Pendirian Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga;
 - Keputusan Rektor Universitas Airlangga Nomor : 1732/UN3/2015 tentang Pengangkatan Dekan dan Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga Periode Tahun 2015 - 2020.

M E M U T U S K A N

Menetapkan :

- PERTAMA** : Pelaksanaan kegiatan Joint Research Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Tahun 2017, sebagaimana tersebut dalam lampiran keputusan ini ;
- KEDUA** : 1. Biaya untuk keperluan tersebut dibebankan pada anggaran RKAT Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Tahun Anggaran 2017;



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN

KampusC UnairJl. Mulyorejo - Surabaya 60115
Telp. (031) 5911451, Faks. (031) 5965741
website : <http://www.fpk.unair.ac.id> e-mail : fpk@unair.ac.id

2. Dana Joint Research sebesar Rp. 150.000.000,- (Seratus lima puluh juta) untuk 2 Departemen, 70% dana akan dicairkan setelah penandatanganan kontrak kegiatan Joint Research dan sisa dana 30% akan dicairkan apabila pihak ke 2 telah accepted jurnal nasional terakreditasi/jurnal internasional bereputasi dari laporan hasil penelitian/buku ajar by research ber-ISBN;
3. Jangka waktu pelaksanaan kegiatan Joint Research selama 6 (enam) bulan terhitung mulai tanggal 5 Mei sampai dengan 5 Nopember 2017;

KETIGA : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan, dengan ketentuan bahwa apabila dalam keputusan ini terdapat kekeliruan akan dibetulkan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di : Surabaya
Pada tanggal : 5 Mei 2017

DEKAN,



MIRNI LAMID
NIP. 196201161992032001

Salinan : disampaikan kepada

1. Yth. Rektor Universitas Airlangga
2. Yth. Ketua Lembaga Penelitian dan Inovasi Unair
3. Yang bersangkutan.

LAMPIRAN SURAT KEPUTUSAN DEKAN : 24 /UN3.1.12/PL/2017, TANGGAL 5 MEI 2017
 TENTANG : PELAKSANAAN KEGIATAN JOINT RESEARCH FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN UNIVERSITAS AIRLANGGA TAHUN 2017

No.	KETUA PENELITI	ANGGOTA PENELITI		JUDUL USULAN PENELITIAN	JUMLAH
1	Dr. Endang Dewi Masithah,Ir.,M.P.	1	Prof. Kazuhiko Koike,Ph.D.	"Sebaran <i>Cyanophyceae</i> Pada Berbagai Salinitas Dan Tingkat Pengelolaan Tambak Di Jawa Timur Dalam Kaitannya Dengan Keamanan Pangan"	75,000,000
		2	Kustiawan Tri Pursetyo, S.Pi.,M.Vet.		
		3	Muhammad Nur Ghoyatul Amin,S.TP.,M.P.,M.Sc.		
2	Sudarno,Ir.,M.Kes.	1	Dr.Akhmad Taufiq Mukti,S.Pi.,M.Si.	"Peranan Ekstrak Buah Mengkudu Terhadap Respons Fisiologi dan Performa Pertumbuhan Ikan Nila (<i>Oreochromis Niloticus</i>)"	75,000,000
		2	Dr. Woro Hastuti Satyantini,Ir.,M.Kes.		
		3	Prof.Dr. Marina Hassan (Universitas Malaysia Terengganu)		
				JUMLAH	150,000,000



DEKAN

MIRNI LAMID

NIP. 196201161992032001



ybs

KONTRAK JOINT RESEARCH
SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN KEGIATAN JOINT RESEARCH
Nomor : 01 /UN3.1.12/KU/2017

Pada hari ini **Jumat**, tanggal **lima**, bulan **Mei** Tahun **Dua Ribu Tujuh Belas (05-05-2017)**, kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Prof.Dr. Mirni Lamid,drh.,M.P. : Dekan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga dalam hal ini selaku PIHAK PERTAMA;
2. **Dr.Endang Dewi Masithah,Ir.,M.P.:** Staf Pengajar pada Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga dalam hal ini selaku PIHAK KEDUA,

KEDUA belah pihak secara bersama-sama telah sepakat mengadakan perjanjian pelaksanaan kegiatan Joint Research bagi staf pengajar Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Tahun 2017

Dengan ketentuan sebagai berikut :

PASAL 1
BIAYA PENELITIAN

PIHAK PERTAMA memberikan bantuan biaya kegiatan Joint Research kepada PIHAK KEDUA sebesar Rp. 75.000.000,- (Tujuh puluh lima juta rupiah) dengan judul Joint Research :

"Sebaran *Cyanophyceae* Pada Berbagai Salinitas Dan Tingkat Pengelolaan Tambak Di Jawa Timur Dalam Kaitannya Dengan Keamanan Pangan"

Dana untuk kegiatan tersebut dibebankan pada RKAT Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Tahun Anggaran 2017 yang pembayarannya dilakukan secara bertahap sebagai berikut :



1. Tahap I sebesar 70% dari dana Joint Research sebesar Rp. 75.000.000,- (Tujuh puluh lima juta rupiah) yaitu sebesar Rp. 52.500.000,- (Lima puluh dua juta lima ratus ribu rupiah) yang dibayarkan kepada PIHAK KEDUA oleh PIHAK PERTAMA setelah penandatanganan perjanjian ini dan usulan proposal Joint Research telah disahkan/ditandatangani oleh Ketua Lembaga Penelitian dan Inovasi Universitas Airlangga;
2. Tahap II sebesar 30% dari dana Joint Research sebesar Rp. 75.000.000,- (Tujuh puluh lima juta rupiah) yaitu sebesar Rp. 22.500.000,- (Dua puluh dua juta lima ratus ribu rupiah) yang dibayarkan setelah PIHAK KEDUA setelah menyerahkan Laporan Hasil Joint Research dan Laporan Keuangan (SPJ Keuangan) Joint Research, dan Produk Akademik dari Hasil Joint Research.

PASAL 2
LAPORAN HASIL PENELITIAN

1. PIHAK KEDUA harus menyelesaikan dan melaporkan hasil Joint Research yang dimaksud pada Pasal 1 dalam jangka waktu maksimal 6 (enam) bulan, terhitung mulai tanggal 05 Mei 2017 sampai dengan tanggal 05 Nopember 2017
2. Tim Peneliti yang tercantum dalam proposal kegiatan Joint Research dimaksud turut serta bertanggungjawab atas penyelesaian kegiatan Joint Research
3. Laporan hasil Joint Research dan Laporan Keuangan (SPJ Keuangan) diserahkan pada PIHAK PERTAMA paling lambat tanggal 05 Nopembe 2017 sebanyak 2 (Lima) eksemplar.

PASAL 3
PRODUK AKADEMIK

1. Produk Akademik yang dimaksud pada Pasal 1 dapat berupa: publikasi ilmiah pada jurnal nasional terakreditasi, jurnal internasional terindek scopus;
2. PIHAK KEDUA harus menyerahkan bukti accepted dari publikasi ilmiah dalam jurnal internasional terindek scopus



PASAL 4
SANKSI

Apabila jangka waktu penelitian seperti tersebut pada pasal 2 ayat 1 tidak dapat dipenuhi oleh PIHAK KEDUA, maka untuk selanjutnya PIHAK PERTAMA akan menangguhkan usulan Joint Research berikutnya yang diajukan oleh yang bersangkutan

PASAL 5
PENUTUP

Surat Perjanjian Pelaksanaan Joint Research ini berlaku sejak tanggal ditetapkan, dengan ketentuan apabila ada hal-hal yang belum diatur dalam perjanjian ini akan ditentukan kemudian oleh KEDUA belah pihak secara musyawarah dan mufakat

Surabaya, 05 Mei 2017

PIHAK KEDUA,

Dr. Endang Dewi Masithah, Ir., M.P.
NIP. 196909121997022001

PIHAK PERTAMA,

Dekan,



Prof. Dr. Mirni Lamid, drh., M.P.
NIP. 196205111992032005

**LAPORAN JOINT RESEARCH
DANA RKAT TAHUN 2017**



**SEBARAN *Cyanophyceae* PADA BERBAGAI SALINITAS DAN
TINGKAT PENGELOLAAN TAMBAK DI JAWA TIMUR DALAM
KAITANNYA DENGAN KEAMANAN PANGAN**

TIM PENGUSUL

Dr. Endang Dewi Masithah, Ir. MP. (NIDN : 0012096902)

Prof. Kazuhiko Koike, Ph.D.

Kustiawan Tri Pursetyo, S.Pi., M.Vet. (NIDN : 0009079002)

Muhamad Nur Ghoyatul Amin, S.TP., MP., M.Sc. (NIDN :0006118303)

**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
NOPEMBER 2017**

HALAMAN PENGESAHAN
JOINT RESEARCH INTERNATIONAL

Judul Penelitian : Sebaran *Cyanophyceae* pada Berbagai Salinitas dan Tingkat Pengelolaan Tambak di Jawa Timur dalam Kaitannya dengan Keamanan Pangan

Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Dr. Endang Dewi Masithah, Ir. MP.
- b. NIDN : 0012096902
- c. Jabatan Fungsional : Lektor
- d. Program Studi : Budidaya Perairan
- e. Alamat Surel (e-mail) : een_kica@yahoo.co.id

Anggota Peneliti (1)

- a. Nama Lengkap : Prof. Kazuhiko Koike
- b. Perguruan Tinggi : Hiroshima University

Anggota Peneliti (2)

- a. Nama Lengkap : Kustiawan Tri Pursetyo, S.Pi.,M.Vet.
- b. NIDN : 0009079002
- c. Perguruan Tinggi : Universitas Airlangga

Anggota Peneliti (3)

- a. Nama Lengkap : Muhamad Nur Ghoyatul Amin, S.TP., MP., M.Sc.
- b. NIDN : 0006118303
- c. Perguruan Tinggi : Universitas Airlangga

Lama Penelitian Keseluruhan : 6 bulan

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 75.000.000,00

Biaya Penelitian :


- diusulkan ke DRPM : Rp. -
- dana internal PT : Rp. 75.000.000 (RKAT Fakultas)
- dana institusi lain : Rp. - /in kind tuliskan: tidak ada

Surabaya, 4 Oktober 2017


Mengetahui,
Dekan
Fakultas Perikanan dan Kelautan


Prof. Dr. M. Zamid, drh., MP.
NIP. 196201161992032001

Ketua Peneliti,


Dr. Endang Dewi Masithah, Ir., MP.
NIP. 196909121997022001

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian dan Inovasi


Prof. H. Hery Rano Basuki, Drs., M.Si., Ph.D
NIP. 196705071991021001

RINGKASAN

Cyanophyceae merupakan golongan plankton dengan jenis-jenis yang merugikan, diantaranya *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria* dan *Planktothrix*. Disamping menghasilkan geosmin penyebab bau tanah pada ikan, juga menghasilkan racun microcystin penyebab stress oksidatif dan kerusakan hati baik pada organisme budidaya maupun manusia yang mengkonsumsi. Hal ini perlu menjadi perhatian, terutama terkait peningkatan produksi berkelanjutan serta keamanan pangan.

Walaupun sudah cukup banyak penelitian tentang Cyanophyceae di Indonesia, namun masih sebatas pada dampaknya terhadap bau tanah pada ikan dan penurunan produksi tambak. Kaitan Cyanophyceae dengan geosmin, racun microcystin serta dampaknya terhadap organisme air, belum pernah dilakukan di Indonesia. Berdasar pengalaman petambak, munculnya Cyanophyceae di tambak, akan diikuti dengan serangan whitespot diseases yang membawa dampak pada kematian massal udang. Selain faktor alam, berkembangnya Cyanophyceae pada tambak juga dipengaruhi tingkat pengelolaan tambak, seperti pemupukan, pemilihan jenis pakan dan penggunaan probiotik.

Berbagai penelitian lanjutan untuk memecahkan permasalahan lapang dapat dikembangkan dengan mengetahui kaitan sebaran dan kelimpahan Cyanophyceae, kadar geosmin dan microcystin di perairan pada berbagai tingkat pengelolaan tambak. Dengan demikian, dapat dilakukan manajemen pengelolaan tambak untuk menghasilkan produktifitas yang baik serta terjamin dari segi keamanan pangan.

Penelitian ini bertujuan untuk : 1) mendapatkan informasi sebaran dan kepadatan *Cyanophyceae* pada berbagai salinitas dan tingkat pengelolaan tambak di Jawa Timur, 2) mendapatkan informasi kaitan kepadatan *Cyanophyceae* dengan konsentrasi geosmin serta microcystin di perairan dan ikan/udang, 3) mengetahui tingkat pengelolaan tambak untuk mengendalikan kepadatan *Cyanophyceae* guna menjaga mutu keamanan bahan pangan terkait kadar geosmin dan microcystin, 4) kesamaan spesies dengan *Cyanophyceae* di luar negeri yang menghasilkan geosmin dan microcystin.

Penelitian ini dilakukan pada berbagai salinitas dan tingkat pengelolaan tambak, yang terdiri dari : identifikasi keragaman, kepadatan dan dominansi plankton; proporsi dan jenis-jenis *Cyanophyceae* pada kondisi tersebut, pengukuran konsentrasi geosmin dan microcystin pada perairan dan produk budidaya ikan/udang serta analisa terhadap berbagai parameter kualitas air (pH, suhu, DO, sakinitas, chlorophyl a, chlorophyl b, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Phospat, Kesadahan, Alkalinitas dan transparansi). Analisa dendogram terhadap spesies-spesies *Cyanophyceae* yang berhasil diisolasi akan dilakukan jika memungkinkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran *Cyanophyceae* pada perairan tambak dipengaruhi oleh salinitas, jenis probiotik yang digunakan serta tingkat intensitas pengelolaan tambak. Jenis *Cyanophyceae* pada perairan tawar adalah *Aphanothece* sp, *Arthrospira* sp, *Chroococcus* sp, *Glaeocapsa* sp, *Merismopedia* sp, *Microcystis* sp, *Oscillatoria* sp, *Planktothrix*, *Romeria*, *Spirulina* dan *Synechococcus* sp. Sedangkan pada tambak payau, jenis *Cyanophyceae* yang ditemukan adalah *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria* dan *Chroococcus*. Jenis bakteri yang dikandung jenis probiotik yang berbeda, mempengaruhi proses perombakan bahan organik perairan, yang pada akhirnya menyumbang peranan pada rasio N:P perairan. Tingginya bahan organik sebagai konsekuensi tingginya kepadatan tebar pada tambak intensif, diikuti aktifnya proses nitrifikasi, sehingga kecepatan pertambahan N lebih tinggi dibanding kecepatan pertambahan P, yang diduga menyebabkan jenis *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria* dan *Chroococcus* mendominasi tambak payau dan diduga menghasilkan microcystin dan geosmin.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian dengan judul Sebaran *Cyanophyceae* pada Berbagai Salinitas dan Tingkat Pengelolaan Tambak di Jawa Timur dalam Kaitannya dengan Keamanan Pangan ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini merupakan joint research dalam rangka kerjasama antara Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga dengan School of Biosphere Science, Hiroshima Universtiy. Pada kesempatan penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Segenap Pimpinan Universitas Airlangga, Pimpinan Fakultas Perikanan dan Kelautan yang memberi kesempatan didanainya penelitian ini
2. Pimpinan School of Biosphere Science, Hiroshima Universtiy yang telah memberi kesempatan melakukan sebagian proses penelitian di Laboratorium Penelitian Hiroshima University
3. Berbagai pihak yang telah membantu, yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Akhir kata, kami sangat mengharapkan masukan dan saran dalam upaya pelaksanaan penelitian nantinya agar dapat menghasilkan luaran yang bermanfaat.

Surabaya, 20 Oktober 2017

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
RINGKASAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Plankton	5
2.2 Cyanobacteria	7
2.3 Distribusi Cyanobacteria	7
2.4 Dampak Negatif Cyanobacteria pada Organisme.....	8
2.5 Kontrol Cyanobacteria pada Perairan.....	9
2.6 Degradasi Toksin Cyanobacteria.....	10
III KONSEPTUAL PENELITIAN.....	12
IV METODE PENELITIAN	18
4.1 Waktu dan Tempat.....	18
4.2 Materi Penelitian.....	19
4.3 Metodologi Penelitian.....	19
4.4 Parameter Penelitian.....	24
4.5 Analisa Data.....	27
V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
5.1 Dinamika Kualitas Air dan Plankton pada Tambak Payau.....	28
5.2 Dinamika Kualitas Air dan Plankton pada Tambak Tawar.....	49
VI KESIMPULAN.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	67

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan 70% atau 2/3 wilayahnya merupakan perairan dan memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia yang mencapai lebih dari 100.000 km (antara news, 2017). Potensi geografi tersebut merupakan peluang pengembangan perikanan baik tawar, payau maupun laut, dilakukan di perairan umum terbuka maupun perairan tertutup seperti kolam dan tambak serta menggunakan tingkat pengelolaan budidaya tradisional sampai super intensif.

Berbagai metode intensifikasi budidaya telah dikembangkan untuk mengelola produktifitas perairan guna meningkatkan daya dukung perairan, mulai penggunaan kincir sampai bioteknologi menggunakan peran bakteri probiotik. Dalam kenyataannya, peranan plankton sebagai produsen primer tidak dapat dihilangkan dari sistem ekologi perairan. Keberadaan dan peranan plankton tidak dapat digantikan oleh jenis mikroorganisme lain. Sebagai produser primer, disamping mensintesis bahan organik dari unsur-unsur hara hasil dekomposisi mikroorganisme menjadi bahan pangan organisme budidaya, peran penting plankton adalah bahwa melalui proses tersebut terjadi penyeimbangan kadar berbagai senyawa di perairan sehingga tidak membahayakan bagi kehidupan organisme budidaya. Berbagai bahan aktif yang meningkatkan imunitas dan kesehatan organisme budidaya juga disuplai dari plankton.

Pada sisi lain, disamping yang menguntungkan, beberapa jenis plankton juga berbahaya bagi kehidupan organisme budidaya. Salah satu jenis plankton berbahaya adalah dari golongan Cyanobacteria. Beberapa jenis plankton dari Cyanobacteria seperti *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria* dan *Planktothrix* diketahui tidak menguntungkan pada kegiatan budidaya. Disamping menghasilkan geosmin penyebab bau tanah pada ikan, juga menghasilkan racun microcystin penyebab stress oksidatif dan kerusakan hati. Menurut Surono (2015), racun microcystin dapat menyebabkan kerusakan hati dan syaraf.

Cyanobacteria tidak saja menyerang perairan tawar seperti tambak daerah Gresik dan Lamongan yang secara topografi landai sehingga bahan organik menumpuk di tambak, di tambak asinpun jenis-jenis Cyanobacteria juga ditemukan. Berdasar informasi petambak, serangan WSSV (White Spot Syndrome Virus) pada udang, terjadi setelah didahului blooming Cyanobacteria (komunikasi pribadi, 20156). Diduga, microcystin yang dikeluarkan oleh Cyanobacteria, turut menyumbang turunnya imunitas udang sehingga terjadi serangan WSSV yang menyebabkan kematian massal.

Walaupun sudah cukup banyak penelitian tentang Cyanobacteria di Indonesia, namun masih sebatas pada dampaknya terhadap bau tanah pada ikan dan penurunan produksi tambak. Kaitan Cyanophyceae dengan kadar geosmin dan kadar racun microcystin pada perairan dan dampaknya terhadap organisme air serta kadar keduanya pada organisme budidaya (terutama terkait dengan keamanan pangan), belum pernah dilakukan di Indonesia. Kasus *blooming* Cyanobacteria di Indonesia yang terekspos adalah di Waduk Saguling, Jawa Barat (Hart, et.al., 2002); Bendungan Sutami, Jawa Timur (Retnaningdyah, dkk., 2010), namun belum mendeteksi kadar geosmin dan racun mycrocistin pada perairan dan organisme.

Penelitian tentang sebaran Cyanobacteria dan kadar geosmin serta microcystin di perairan dan organisme air di Indonesia perlu dilakukan. Melalui hasil penelitian ini, berbagai penelitian lanjutan untuk memecahkan permasalahan lapang dapat dikembangkan. Oleh karena itu, perlu diketahui sebaran Cyanobacateria pada berbagai salinitas dan tingkat pengelolaan tambak serta kaitannya dengan kadar geosmin dan kadar racun microcystin dalam perairan maupun ikan/udang dalam hubungannya dengan keamanan pangan sebagai database pengembangan penelitian selanjutnya, baik pada sisi budidaya ikan maupun sumber pangan.

Penelitian ini dilakukan pada berbagai salinitas dan kondisi pengelolaan tambak, yang terdiri dari : identifikasi keragaman, kepadatan dan dominansi plankton; proporsi dan jenis-jenis Cyanophyceae pada kondisi tersebut, pengukuran konsentrasi geosmin dan microcystin pada perairan dan produk budidaya serta analisa terhadap berbagai parameter kualitas air (pH, suhu, DO, salinitas, alkalinitas, kesadahan, chlorophyl a,

chlorophyll b, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Phospat, dan transparansi). Analisa dendogram terhadap spesies-spesies *Cyanophyceae* yang berhasil diisolasi akan dilakukan jika memungkinkan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

- 1) Bagaimana sebaran dan kepadatan *Cyanophyceae* pada berbagai salinitas dan tingkat pengelolaan tambak di Jawa Timur
- 2) Bagaimana kaitan kepadatan *Cyanophyceae* dengan konsentrasi geosmin serta microcysin pada perairan dan ikan/udang
- 3) Bagaimana pengelolaan tambak untuk mengendalikan kepadatan *Cyanophyceae* melalui pengelolaan kualitas air, guna menjaga mutu keamanan bahan pangan terkait kadar geosmin dan microcystin
- 4) Bagaimana tingkat kesamaan spesies *Cyanophyceae* penghasil geosmin dan racun microcystin di tambak Jawa Timur dibanding di luar negeri melalui analisa dendogram

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

- 1) Mengetahui sebaran dan kaitan kepadatan *Cyanophyceae* pada berbagai salinitas dan tingkat pengelolaan tambak di Jawa Timur
- 2) Mengetahui kaitan kepadatan *Cyanophyceae* dengan konsentrasi geosmin serta microcysin di perairan serta pada ikan/udang
- 3) Mengetahui tingkat pengelolaan tambak untuk mengendalikan kepadatan *Cyanophyceae* melalui pengelolaan kualitas air, guna menjaga mutu keamanan bahan pangan terkait kadar geosmin dan microcystin

- 4) Mengetahui tingkat kesamaan spesies *Cyanophyceae* penghasil geosmin dan racun microcystin di tambak Jawa Timur dibanding luar negeri melalui analisa dendogram

1.4 Manfaat

Penelitian kaitan *Cyanophyceae* dengan kadar geosmin dan racun microcystin, belum pernah dilakukan di Indonesia. Berdasar pengalaman petambak, munculnya *Cyanophyceae*, akan diikuti serangan whitespot diseases. Berbagai penelitian untuk memecahkan permasalahan lapang dapat dikembangkan dengan mengetahui kaitan sebaran dan kelimpahan *Cyanophyceae*, kadar geosmin dan microcystin di perairan pada berbagai tingkat pengelolaan tambak. Dengan demikian, dapat dilakukan manajemen pengelolaan tambak untuk menghasilkan produktifitas yang baik serta terjamin dari segi keamanan pangan.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plankton

Plankton dalam bahasa Yunani berarti pengembara yang pertama kali diperkenalkan oleh Victor Hensen pada tahun 1887. Menurut Goldman dan Horne (1983), plankton merupakan organisme renik yang umumnya melayang-layang di dalam air dan penyebarannya tergantung pada gerakan air. Plankton dapat ditemukan di perairan tawar, payau dan asin. Plankton dapat dibedakan menjadi dua yaitu zooplankton dan fitoplankton.

Zooplankton memiliki peranan yang penting di perairan terutama dalam rantai makanan, organisme ini merupakan konsumen I yang berperan besar dalam menjembatani transfer energi dari produsen primer (fitoplankton) ke jasad hidup yang berada pada trophic level lebih tinggi (golongan ikan dan udang). Zooplankton terutama dimangsa hewan karnivor yang lebih besar sebagai produsen tersier. Proses ini akan berlangsung dari produsen tingkat IV, tingkat V, dan seterusnya, yang dapat digambarkan dalam rantai makanan. Selain itu, plankton termasuk zooplankton dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk mengetahui kualitas dan kesuburan suatu perairan yang sangat diperlukan untuk mendukung pemanfaatan sumberdaya pesisir dan laut (Yuliana, 2014).

Sedangkan fitoplankton merupakan suatu kelompok mikroorganisme fotosintetik yang beradaptasi untuk hidup secara terbuka di laut, danau, waduk, tambak dan sungai, dimana fitoplankton tersebut memberikan kontribusi dalam menyediakan karbon organik sebagai makanan untuk organisme pelagis. Ukuran fitoplankton sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat oleh mata telanjang (Reynolds, 2006). Umumnya fitoplankton berukuran $0,2\mu\text{m} - >2\text{mm}$ (Sieburth *et al.* 1978 *dalam* Reynolds 2006). Meskipun ukurannya sangat kecil, namun fitoplankton dapat tumbuh dengan sangat padat sehingga dapat menyebabkan perubahan warna pada suatu perairan. Fitoplankton di perairan laut dan tawar memiliki keragaman ukuran, morfologi dan pembentukan koloni. Fitoplankton umumnya berupa individu bersel tunggal, tetapi juga ada yang berbentuk rantai.

Fitoplankton memiliki sifat kosmopolitan yang berarti dapat hidup di suatu perairan dengan beradaptasi pada kondisi lingkungan perairan tersebut (Davis, 1955).

Jenis fitoplankton yang sering dijumpai diperairan umum adalah dari kelas Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Chryptophyceae, Chyanophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, dan Xanthophyceae (Ruttner, 1965). Untuk jenis fitoplankton yang sering ditemukan di tambak meliputi alga hijau (Chlorophyta), euglena (Euglenophyta), alga kuning-hijau dan diatom (Chrysophyta), dinoflagellata (Pyrrhophyta), dan alga biru-hijau (Cyanobacteria) (Boyd and Tucker 1998).

Fitoplankton sangat membutuhkan nutrisi dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Nutrisi yang dibutuhkan fitoplankton berupa makronutrisi dan mikronutrisi. Makronutrisi adalah nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah banyak (C, O, H, N, S, P, K, Mg, Ca, Na, Cl dan Si). Sedangkan mikronutrisi merupakan nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Si, V dan Co) (Basmi 1995; Boyd and Tucker 1998).

Ketersediaan nutrisi utama dalam perairan sangat mempengaruhi produktivitas fitoplankton. Pada beberapa lingkungan perairan secara alami telah tersedia komposisi nutrisi yang dibutuhkan fitoplankton untuk pertumbuhan. Produktivitas fitoplankton dapat dipengaruhi oleh ketersediaan satu atau dua nutrisi utama (Boyd dan Tucker 1998). Secara umum, jika disuatu perairan kandungan nutrisinya meningkat, maka akan meningkat pula populasi fitoplankton di perairan tersebut dan sebaliknya (Basmi, 1995).

Keberadaan fitoplankton merupakan komponen yang sangat penting dalam kegiatan budidaya. Hal ini karena fitoplankton adalah makanan alami bagi ikan dan krustasea yang ada di tambak. Selain itu, hasil dari kegiatan fotosintesis fitoplankton dapat memberikan sumber energi utama bagi ekosistem budidaya (Boyd, 1990). Namun beberapa jenis dari *Cyanophyta/Cyanobacteria* diketahui dapat memproduksi toksin (racun) (Hoek *et al.*, 1995).

2.2 *Cyanobacteria*

Cyanophyta/Cyanobacteria masuk ke dalam kelas *Cyanophyceae* yang terbagi menjadi 4 ordo, yaitu *Chroococcales*, *Oscillatoriales*, *Nostocales* dan *Stigonematales*. Ordo *Chroococcales* memiliki 12 famili, 35 genus dan 98 spesies. Ordo *Oscillatoriales* memiliki 6 famili, 16 genus dan 139 spesies. Ordo *Nostocales* memiliki 7 famili, 16 genus dan 109 spesies. Ordo *Stigonematales* memiliki 3 famili, 6 genus dan 15 spesies (Whitton *et al.*, 2002)

Cyanophyta berasal dari bahasa Yunani, yaitu “*Cyano*” atau “*Kyanois*” yang berarti biru, sedangkan “*Phyta*” artinya tumbuhan. *Cyanophyta* dikenal juga dengan *Cyanobacteria*, alga hijau-biru, atau *Cyanophytes*. *Cyanobacteria* merupakan mikroalga prokariotik yang mendominasi kehidupan di bumi selama lebih dari 1,5 juta tahun (Graham and Wilcox, 2000). Nama *Cyanobacteria* didasarkan atas pigmen-pigmen yang terdapat di dalam selnya, yaitu klorofil-a, b-karotin, xantofil dan fikobilin. Pigmen fikobilin yang paling dikenal pada *Cyanobacteria* adalah pigmen biru c-fikosianin dan pigmen merah c-fikoeritrin yang tidak ditemukan pada anggota alga lain (Vashista, 1999). Perbandingan macam-macam pigmen/zat warna tersebut amat labil, oleh sebab itu warna alga tidak tetap (Tjitrosoepomo, 1998).

Cyanobacteria memiliki kemampuan untuk berfotosintesis sehingga alga ini dianggap sebagai salah satu pelopor dari kehidupan yang penting di dunia. *Cyanobacteria* mempunyai sifat-sifat yang khas, yang tidak dimiliki oleh tumbuhan lainnya, yaitu tahan kekeringan, tahan panas di dalam air, beberapa jenis lain dapat mengikat molekul N_2 dari udara jika di dalam tanah tidak ada nitrat, dapat tumbuh di lingkungan toksik dan dapat tumbuh pada perairan dengan salinitas tinggi (Thajuddin and Subramanian, 1992). Beberapa anggota dari *Cyanobacteria* telah menunjukkan kemampuannya mengikat nitrogen dari udara dimana kondisi terbaik yang dilakukan oleh *Cyanobacteria* umumnya pada pH 7,0-8,5 (Hardjowigeno, 2007).

2.3 Distribusi *Cyanobacteria*

Cyanobacteria dapat ditemukan pada berbagai kondisi lingkungan, baik lingkungan akuatik maupun terrestrial seperti laut, lumpur, rawa, air tawar, payau, tanah

dan bebatuan. Pada umumnya *Cyanobacteria* banyak ditemukan pada perairan tawar dengan pH netral. Meskipun begitu, ada juga *Cyanobacteria* yang hidup pada lingkungan ekstrim seperti sumber air panas, gunung berapi, kutub utara, perairan dengan salinitas yang tinggi dan gurun. Oleh karena itu *Cyanobacteria* dikenal sebagai organisme yang kosmopolit (Graham and Wilcox, 2000). *Cyanobacteria* dapat hidup secara soliter, hidup bebas, sebagai koloni atau filamen. Mereka berukuran mikroskopis tetapi populasinya dapat terlihat, misalnya sebagai benthik, kerak, atau koloni berupa gelatin yang besar (Catherine *et al.*, 2013).

Beberapa penelitian menunjukkan suhu optimal untuk pertumbuhan *Cyanobacteria* yaitu 15-35°C, namun beberapa spesies *Cyanobacteria* pernah ditemukan dapat bertahan hidup hingga suhu 72°C di dalam kolam air panas di Taman Nasional Yellowstone (USA). *Cyanobacteria* juga ditemukan pada saat musim dingin dimana suhu udara mencapai suhu 0°C sampai -60°C (Whitton *et al.*, 2002). Hal ini sesuai dengan pendapat Crossetti and Bicudo (2005) bahwa *Cyanobacteria* dapat lebih bertoleransi terhadap kisaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Cyanobacteria* dan diatom. Rahmadi Aziz (2015) juga menyatakan bahwa *Cyanobacteria* dan *Chlorophyta* merupakan jenis fitoplankton dominan di perairan yang tergenang, namun karena *Cyanobacteria* dapat lebih bertoleransi terhadap kisaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Chlorophyta* dan *Bacillariophyta* sehingga *Cyanobacteria* lebih mendominasi.

2.4 Dampak Negatif *Cyanobacteria* pada Organisme

Cyanophyta/Cyanobacteria menghasilkan sejumlah metabolit melalui proses metabolisme sekunder, beberapa di antaranya bisa sangat berbahaya (toksin). Toksin *Cyanobacteria* (cyanotoxin) dapat dirilis ke dalam air selama mereka mengalami penuaan hingga lisis. Banyak organisme air, terutama ikan, dapat langsung terpapar cyanotoxin yang larut dalam air (Drobac *et al.*, 2016). Toksin ini termasuk hepatotoksin seperti microcystin, nodularin dan cylindrospermopsin, neurotoksin seperti anatoxin, lyngbyatoksin dan β -N-methylamino-L-alanin (BMAA) (Downing *et al.*, 2015).

Cyanotoxin yang dihasilkan oleh spesies plankton air tawar ini terbukti terakumulasi di banyak organisme akuatik (Ibelings and Havens, 2008). Mayoritas studi ini telah berfokus pada microcystins. Selain bioakumulasinya di organisme akuatik, cyanotoxin dapat memiliki efek negatif pada organisme air mulai dari kerusakan hati yang parah, stres oksidatif, menghambat proses pertumbuhan dan keberhasilan reproduksi (Malbrouck and Kestemont, 2006; Ibelings and Havens, 2008).

Hidup dalam lingkungan air, ikan bisa dalam berbagai cara terpapar dengan cyanobacteria dan racun yang dihasilkan, yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan, perkembangan, histologi, reproduksi serta kelangsungan hidup (Li *et al.*, 2004; Palikova *et al.*, 2004; Deng *et al.*, 2010; Svircev *et al.*, 2015). Paparan cyanotoxin pada ikan dapat terjadi dalam dua cara: cara pertama adalah secara aktif dengan rute oral melalui air yang diminum ikan dan konsumsi sel *Cyanobacteria* dan organisme lain yang telah terakumulasi cyanotoxin. Cara lain yang potensial adalah cara pasif, yaitu melalui kontak langsung dengan epitel insang dan air sekitarnya yang mengandung racun. Kedua jenis paparan dapat terjadi pada kondisi alam (Malbrouck and Kestemont, 2006).

Udang yang menelan *Cyanobacteria* beracun telah dilaporkan menginduksi enteritis hemocytic, yaitu penyakit di mana lapisan epitel usus tengah rusak dan lapisan mukosa yang sehat digantikan oleh sel-sel nekrotik dan lapisan hemosit inflamasi (Lightner, 1978). Efek akut dari cyanobacteria dan bioakumulasi toksinnya juga berkontribusi menengahkan untuk produktivitas jangka panjang budidaya udang melalui penghambatan pertumbuhan hingga kematian, ditambah lagi masalah pada saat pemasaran udang tersebut, terindikasi *off-flavors* (bau lumpur) dan perubahan warna (Kankaanpää *et al.*, 2005).

2.5 Kontrol *Cyanobacteria* pada Perairan

Beberapa senyawa kimia telah diuji coba untuk digunakan sebagai algicides (bahan kimia yang ditambahkan ke air yang beracun untuk membunuh ganggang dan/atau *Cyanobacteria*) atau algistats (bahan kimia atau aditif, yang ditambahkan ke dalam air untuk menghambat atau memperlambat pertumbuhan alga, baik secara langsung, atau dengan modifikasi kimia dari kolom air). Tembaga sulfat (CuSO_4) adalah

algicide paling umum yang digunakan karena ekonomis, efektif, dan mudah untuk diaplikasikan (Padovesi-Fonseca and Philomeno, 2004). Namun, penggunaan tembaga sulfat (CuSO_4) terutama untuk danau dan waduk menimbulkan kekhawatiran tentang akumulasi logam berat dan racun. Sehingga diperlukan alternatif algicides selain tembaga sulfat (CuSO_4) karena keberadaan *cyanobacteria* akan terus meningkat, mengingat praktek penggunaan lahan di masa depan (Brookes and Carey, 2011; Carey *et al.*, 2012.).

Hidrogen peroksida (H_2O_2) merupakan oksidan yang ramah lingkungan untuk air dengan tidak meninggalkan sisa bahan kimia lainnya. Diusulkan bahwa H_2O_2 bisa menjadi algicide potensial di waduk karena dapat menyerang sel-sel *cyanobacteria* dan menahan aktivitas fotosintesis yang dilakukan *cyanobacteria* dengan menghambat perpindahan fotosintesis elektron (Kay *et al.*, 1982;. Drabkova *et al.*, 2007).

H_2O_2 dapat menghasilkan radikal hidroksil yang menyebabkan kerusakan sel *cyanobacteria* oleh oksidasi dari protein, lipid dan DNA (Latifi *et al.*, 2009). Telah dilaporkan juga bahwa *cyanobacteria* lebih sensitif terhadap H_2O_2 dibandingkan spesies fitoplankton lain di bawah pengamatan laboratorium dan limbah air (Drabkova *et al.*, 2007;. Barrington and Ghadouani, 2008). H_2O_2 juga bisa menginduksi sel lisis, tingkat lisis lebih cepat pada dosis $10,2 \text{ mg L}^{-1}$ (Fan *et al.*, 2013).

2.6 Degradasi Toksin *Cyanobacteria*

Beberapa penelitian juga telah dilakukan untuk mendegradasi toksin *cyanobacteria* yang telah terlarut dari berbagai jenis air. Rositano dan Nicholson (1994) menggunakan tiga koagulan (ferric sulfat, alum dan polyaluminium klorida) untuk mendegradasi microcystin terlarut, tetapi tidak berhasil, nyaris tidak ada pendegradasian racun tersebut. Penelitian oleh Craig dan Bailey (1995) menunjukkan bahwa karbon aktif granular dapat secara efektif mendegradasi racun cyanobacterial. Tapi, karbon itu habis dengan penggunaan konstan dalam jangka waktu yang relatif singkat. Agen pengoksidasi lainnya seperti klorin, ozon, kalium permanganat, hidrogen peroksida dan ozon dalam kombinasi dengan hidrogen peroksida juga dievaluasi karena kemampuan mereka untuk mendegradasi racun (Keijola *et al.*, 1988). Oksidan tersebut dievaluasi

dalam skala percobaan laboratorium untuk menentukan efektifitasnya pada proses degradasi racun. Studi menunjukkan bahwa efektifitas proses oksidasi dalam pengolahan air tidak hanya tergantung pada konsentrasi reaktan, tetapi juga pada kondisi suhu, pH serta komposisi ionik air tersebut (Al Momani *et al.*, 2008).

Penggunaan H₂O₂ untuk mendegradasi toksin *cyanobacteria* adalah salah satu kemungkinan yang efisien, H₂O₂ tidak terakumulasi di lingkungan karena dekomposisi yang cepat melalui mekanisme biologis, kimia dan fotokimia (Cooper *et al.*, 1994; Drábková *et al.*, 2007). Hidrogen peroksida telah terbukti menurunkan jumlah cyanobacterial dan konsentrasi microcystin di berbagai lingkungan (Drábková *et al.*, 2007.; Barrington & Ghadouani, 2008).

Hidrogen peroksida adalah algicide kuat yang dapat mengurangi cyanobacterial chl- α dan dapat menyebabkan pecahan yang lebih tinggi dari chlorophytes dan diatom dalam kumpulan fitoplankton. Dalam penelitian Barrington *et al* (2013), efek dari H₂O₂ terlihat sampai tiga minggu setelah aplikasi, hal ini menunjukkan bahwa pengulangan *treatment* mungkin diperlukan untuk kolam dengan *blooming cyanobacteria* dan toksisitas yang tinggi.

III KERANGKA KONSEPTUAL PENELITIAN

Jenis-jenis plankton yang tumbuh di perairan sangat dipengaruhi kualitas air. Dalam lingkungan budidaya, kualitas air dipengaruhi oleh masukan pada kolam/tambak, baik pakan maupun teknologi seperti probiotik, pupuk dan kincir. Berbagai unsur yang ada dalam air akan bereaksi secara kompleks menghasilkan kualitas air tertentu termasuk jenis-jenis plankton yang tumbuh. Intensifikasi dalam budidaya pada prinsipnya berupaya mengelola daya dukung lingkungan perairan agar mendukung pertumbuhan organisme budidaya, termasuk dominasi plankton yang tumbuh.

Ragam jenis dan dominasi plankton dalam perairan sangat dipengaruhi oleh rasio NP. Sementara rasio NP dibentuk oleh berbagai perlakuan dan juga peran kondisi alam. Fitoplankton dalam pertumbuhan dan perkembangbiakan membutuhkan nitrogen dalam bentuk nitrat. Senyawa-senyawa nitrogen dipengaruhi oleh kandungan oksigen terlarut, nitrogen berubah menjadi ammonia saat oksigen terlarut rendah, sebaliknya berubah menjadi nitrat saat oksigen terlarut tinggi (Nybakken, 1992). Sedangkan tinggi rendahnya kandungan fosfat dalam perairan merupakan pendorong terjadinya dominasi fitoplankton tertentu, perairan dengan kandungan fosfat rendah (0,00–0,02 ppm) akan didominasi oleh *Diatom*; pada kadar sedang (0,02– 9 0,05 ppm) didominasi oleh *Chlorophyta* dan pada kadar tinggi (lebih dari 0,10 ppm) didominasi oleh jenis *Cyanobacteria* (Liaw, 1969).

Beberapa hal penentu yang berpengaruh pada mundulnya *Cyanobacteria* antara lain : sumber air asal, letak geografis, perlakuan pada tandon air, perlakuan saat pengeringan tambak, penyiponan dan ganti air, jenis dan jumlah pakan yang diberikan, jenis dan jumlah pupuk yang diberikan, penggunaan probiotik serta rasio N:P perairan.

Letak geografis tambak mempengaruhi dari mana sumber air berasal. Beberapa daerah tambak di Jawa Timur seperti Lamongan dan Gresik, berada pada topografi landai dan jauh dari sumber air laut. Hal ini mempengaruhi salinitas air tambak, karena air bersumber dari sungai walaupun keluar masuknya air masih dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Topografi landai dan jauh dari pantai, juga kurang menguntungkan untuk

pembuangan bahan organik karena bahan organik yang terbuang bersama surutnya air laut, tidak dapat terbuang lepas ke perairan pantai, tetapi akan kembali masuk ke tambak bersama dengan masuknya air ketika pasang. Salinitas air sungai yang cenderung rendah (tawar), didukung bahan organik tinggi karena topografi landai, sangat sesuai untuk pertumbuhan salah satu jenis Cyanobacteria yaitu *Microcystis sp* yang memiliki sifat kosmopolitan. Ikan dan udang hasil budidaya pada tambak wilayah tersebut cenderung berbau tanah akibat geosmin yang diproduksi *Microcystis sp*. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa bau tanah pada ikan/udang berkorelasi positif dengan kepadatan *Microcystis sp* di wilayah Lamongan dan Gresik.

Tambak intensif menggunakan tandon sebagai perlakuan fisik awal dan juga perlakuan biologis dan kimia. Tandon secara fisik akan mengendapkan bahan organik dari sumber air yang masuk sehingga mengurangi bahan organik yang nantinya mempengaruhi rasio NP. Perlakuan biologis dan kimia dapat meningkatkan kualitas air untuk budidaya, termasuk menghilangkan bibit jenis-jenis plankton yang merugikan.

Pengeringan tambak setelah panen dapat membantu merombak bahan organik, membunuh berbagai bibit penyakit dan juga beberapa jenis plankton. Pada tambak tradisional yang landai dan jauh dari laut, pengeringan seringkali tidak terjadi sempurna, sehingga bahan organik masih tinggi. Pada tambak intensif, pengeringan mendapat perhatian tersendiri terutama apabila dasar tambak adalah tanah. Pemupukan, pengapuran dan perlakuan kimia (misal penggunaan H_2O_2) akan mempengaruhi kandungan bahan organik, kandungan N dan P perairan, kerja bakteri perombak dan juga terbunuhnya beberapa bibit penyakit serta plankton. Pengelolaan lahan pada tambak intensif diantaranya diarahkan untuk mengelola kualitas air salah satunya mengendalikan jenis-jenis plankton yang diharapkan tumbuh dan mendominasi perairan budidaya.

Tambak intensif umumnya memiliki luas lebih kecil dibandingkan tambak tradisional. Teknologi yang digunakan, memungkinkan pengelolaan air lebih terkontrol. Sebagai contoh, pemasangan kincir air pada titik-titik tertentu membuat aliran air memutar dan memungkinkan bahan organik terpusat di bagian tengah. Dengan

konstruksi kolam miring ke tengah dan adanya central drain, memungkinkan dilakukan penyiponan untuk membuang sisa bahan organik yang terkumpul di tengah. Terbuangnya bahan organik dari dasar tambak, mengurangi sumber N dan P yang akan didekomposisi oleh bakteri dan berkurangnya kemungkinan terjadinya eutrofikasi yang mempengaruhi jenis-jenis plankton di tambak.

Pergantian air rutin maupun insidental dalam pengelolaan tambak intensif dapat membuang sebagian bahan organik maupun kandungan N dan P perairan. Berkurangnya bahan organik, akan menurunkan sumber N dan P perairan hasil degradasi bakteri. Hal ini akan mempengaruhi N:P rasio perairan dan akan mempengaruhi dominasi plankton yang tumbuh di tambak.

Jenis dan jumlah pakan yang diberikan pada organisme budidaya akan mempengaruhi kualitas bahan organik baik dari sisa pakan maupun feses. Tambak intensif akan sangat memperhitungkan jumlah dan jenis pakan yang diberikan. Pakan berprotein tinggi akan meningkatkan kandungan N perairan, sehingga NP rasio tinggi.

Pemupukan dapat mengarahkan terbentuknya konsentrasi N dan P perairan sehingga N:P rasio yang diharapkan dapat tercapai yang akhirnya mempengaruhi jenis-jenis plankton yang dominan.

Dewasa ini aplikasi probiotik dalam pengelolaan kualitas air semakin berkembang. Bakteri jenis tertentu ditambahkan ke dalam perairan untuk mengarahkan proses dekomposisi bahan organik dan proses biokimiawi agar sesuai dengan kondisi yang dikehendaki. Keseluruhan proses biokimiawi oleh berbagai jenis bakteri tersebut, menghasilkan konsentrasi N dan P perairan sehingga jenis-jenis yang merugikan tidak dapat tumbuh berkembang.

Rasio N:P perairan mempengaruhi dominasi jenis plankton yang tumbuh (Makmur dkk., 2012). Sejalan dengan pendapat Lagus (2009) bahwa keragaman dan komposisi jenis plankton yang dominan di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh N:P rasio. Bila N:P rasio diatas 20, perairan akan didominasi oleh diatome; pada N:P rasio berkisar 10, perairan akan didominasi Chlorophyceae (alga hijau seperti *Chlorella*);

sedangkan N:P rasio di bawah 10 merupakan lingkungan yang kondusif untuk plankton jenis *Blue Green Algae* (BGA) termasuk *Cyanobacteria*.

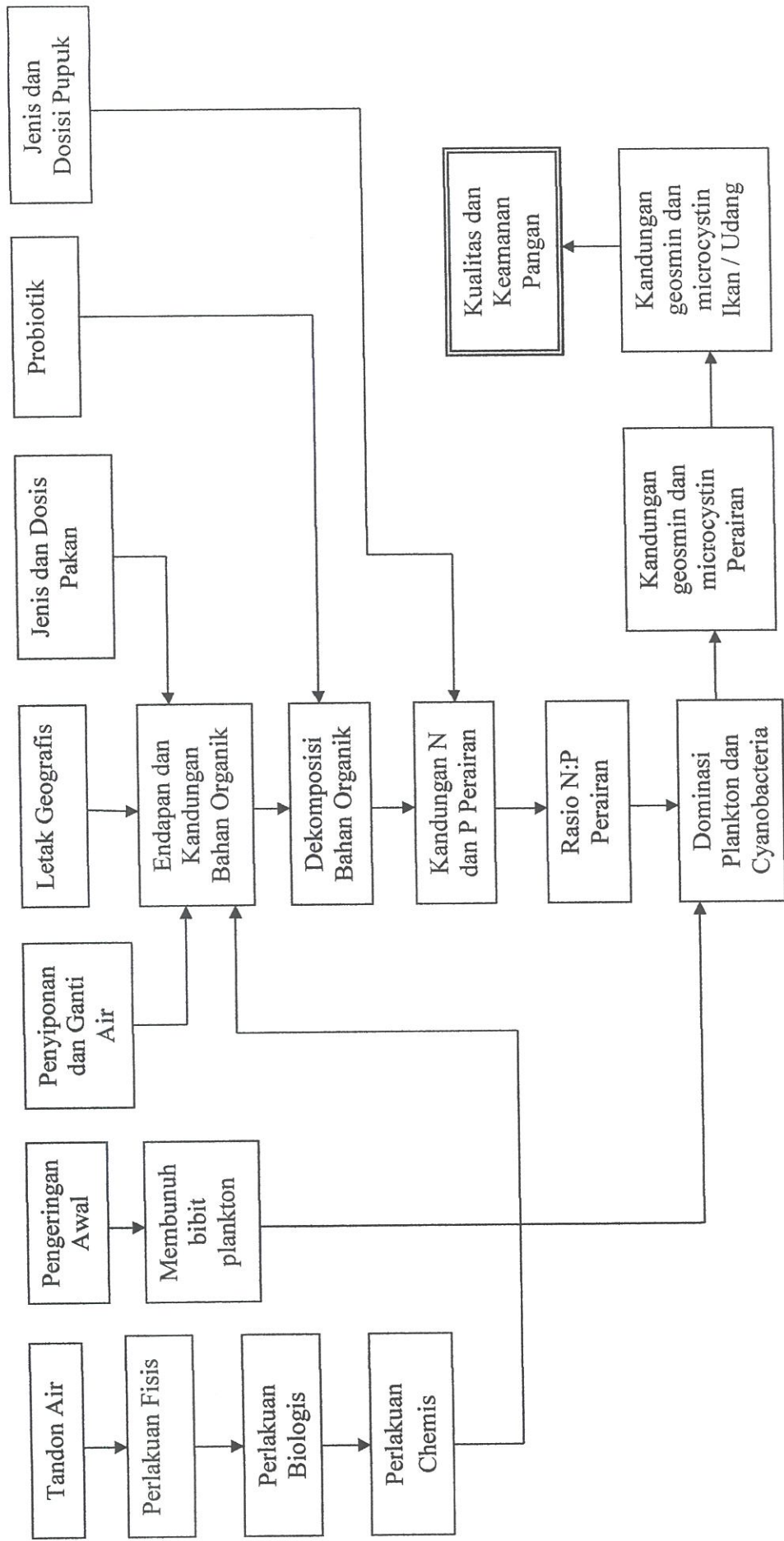
Secara umum, *Cyanobacteria* menghasilkan sejumlah metabolit melalui proses metabolisme sekunder, beberapa di antaranya bisa sangat berbahaya yang disebut dengan toksin *Cyanobacteria* (cyanotoxin) (Drobac *et al.*, 2016). Toksin ini termasuk hepatotoksin seperti microcystin, nodularin dan cylindrospermopsin serta neurotoksin seperti anatoksin, lyngbyatoksin dan β -N-methylamino-L-alanin (BMAA) (Downing *et al.*, 2015).

Berdasar komunikasi pribadi dengan petambak, blooming *Cyanobacteria* pada tambak udang umumnya akan disusul dengan serangan WSSV. Disamping faktor bahan organik dasar tambak yang tinggi sehingga lingkungan budidaya menjadi kotor, diduga racun microcystin menurunkan imunitas udang, sehingga serangan WSSV dapat terjadi.

Dari sisi keamanan pangan, cemaran cyanotoksin pada manusia bisa ditularkan melalui rantai makanan baik sayuran dari air irigasi tercemar, maupun produk budidaya pada perairan tercemar yang dikonsumsi manusia atau kontak melalui kulit selama kegiatan berwisata. Menurut Surono (2015), tahun 2003, toksin yang sama ditemukan pada otak 9 orang penderita Alzheimer di Kanada, yang ternyata diketahui bahwa suplemen makanan dari ganggang yang dikonsumsi tercemar cyanotoksin penghasil racun. Produk serupa juga ditemukan di Jerman dan Swiss, mengandung microcystin-LR. Health Canada, Food Research Division Banting Research Center di Ontario memonitor 100 sampel makanan suplemen Spirulina dalam bentuk pil, kapsul dan bubuk di pasaran, dan menemukan microcystin pada makanan suplemen dari plankton yang hidup di perairan yang tercemar *Cyanobacteria* beracun.

Cyanobacteria secara umum menghasilkan sejumlah metabolit melalui proses metabolisme sekunder, beberapa di antaranya bisa sangat berbahaya yang disebut dengan toksin *Cyanobacteria* (cyanotoxin) (Drobac *et al.*, 2016). Toksin ini termasuk hepatotoksin seperti microcystin, nodularin dan cylindrospermopsin, neurotoksin seperti anatoksin, lyngbyatoksin dan β -N-methylamino-L-alanin (BMAA) (Downing *et al.*, 2015).

Pengetahuan tentang sebaran Cyanobacteria pada berbagai salinitas perairan dan berbagai tingkat pengelolaan tambak serta kandungan geosmin dan microcystin yang terdapat pada perairan maupun pada organisme budidaya (ikan dan udang), merupakan peluang pengelolaan perairan untuk meminimalisir berkembangnya Cyanobacteria di perairan untuk mencegah menurunnya budidaya dan menjaga keamanan ikan/udang sebagai bahan pangan.



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

IV METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Oktober 2017. Penelitian dilakukan di beberapa tempat :

- a. Pengambilan sampel air dan plankton dilakukan di 2 macam tambak yaitu tambak daerah Gresik dan Lamongan mewakili tambak tradisional dengan salinitas tergolong tawar sampai payau serta tambak di daerah Banyuwangi mewakili tambak intensif dengan salinitas tergolong asin/ air laut.
- b. Analisa plankton dilakukan di Laboratorium Pendidikan, FPK Unair serta Laboratorium Tambak Intensif PT Surya Windu Kartika.
- c. Analisa NH_3 , NH_4 , NO_2 , NO_3 , PO_4 , kesadahan dan alkalinitas dilakukan di Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri dan Perdagangan (Baristand) Surabaya.
- d. Analisa chlorophyl a dan chlorophyl b dilakukan di Laboratorium Pendidikan, FPK Unair dan Laboratorium Perikanan, Unair, PDD Banyuwangi
- e. Penghitungan kadar geosmin, kadar microcystin, analisa nutrisi bioflok dan sequencing DNA Cyanophyceae dilakukan di School of Biosphere Science, Hiroshima University.

4.2 Materi Penelitian

4.2.1 Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah DO meter, pH pen, plankton net, timba, *sedgwick rafter*, pipet tetes, mikroskop, plankton net nomor 25, obyek glass, cover glass, botol sampel, buret, statif, klem, gelas ukur 100 ml, erlenmeyer 300 ml, erlenmeyer 500 ml, pipet volume 2 ml.

4.2.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sampel air tambak, Indikator PP 1%, Aquadest, H₂O₂ 0,02N, Broom Cresol Green, Methyl Red, Aquadest, Test Kit ammonium, bahan pereaksi untuk kesadahan, nitrit, nitrat, fosfat, standard geosmin Supelco CRM47522, microcystin LF solution Sigma

4.3 Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian survei yang dilakukan pada tambak intensif. Metodologi survey atau metode deskriptif yaitu suatu metode penelitian yang ditujukan untuk menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, yang berlangsung pada saat ini atau saat yang lampau. Penelitian ini tidak mengadakan manipulasi atau perubahan pada variabel-variabel bebas, tetapi menggambarkan suatu kondisi apa adanya (Sukmadinata, 2012).

Sebagai subyek pengamatan adalah beberapa parameter pada tambak yaitu penggunaan probiotik, keragaman Cyanobacteria, dominansi Cyanobacteria, rasio N:P perairan, kandungan geosmindan microcystin perairan dan udang. Sebagai parameter

penunjang adalah parameter kualitas air terdiri dari ; pH, suhu, DO, salinitas dan alkalinitas.

4.3.1 Penentuan Lokasi Tambak

Beberapa lokasi tambak dipilih untuk dapat mewakili tambak tawar, payau dan asin dengan tingkat budidaya tradisional dan intensif, dan masih mengandung plankton Cyanophyceae. Tambak tawar tradisional dipilih di daerah Lamongan, tambak payau tradisional di daerah Gresik. Tambak asin intensif dengan penggunaan probiotik, dipilih tambak daerah Bomo dan Rogojampi, Banyuwangi. Tiap-tiap tambak akan diambil sampelnya pada lokasi : sumber asal air; inlet, tengah dan outlet serta tandon air.

4.3.2 Pengukuran Kualaitas Air

Parameter kualitas air yang diamati meliputi pH, suhu, DO, salinitas, NH₃, NH₄, NO₂, NO₃, PO₄, kesadahan dan alkalinitas, kecerahan dan BOD. Pengukuran kesadahan, kecerahan, alkalinitas, nitrit, nitrat, amonium, amonia dan BOD dilakukan satu kali yaitu pada pukul 13.00 WIB dimana pada waktu tersebut pH, suhu dan oksigen terlarut mulai mencapai titik tertinggi (Furtado *et al.*, 2011).

Pengaruh suhu karena intensitas cahaya matahari secara langsung terhadap plankton dapat meningkatkan reaksi kimia laju fotosintesis sehingga mengakibatkan ketersediaan oksigen terlarut meningkat dan pH juga mengalami peningkatan karena ada ion hidroksil yang dihasilkan saat proses fotosintesis (Simanjuntak, 2009). Berdasarkan hal ini, maka pengukuran pH, suhu dan DO dilakukan setiap hari.

Pengukuran alkalinitas, nitrit, nitrat, fosfat, amonium dan amonia (Aminot and Chaussepied, 1983) serta pengukuran kesadahan, BOD (Zaidy dkk., 2008) dilakukan 3 hari sekali.

Alkalinitas sangat erat kaitannya dengan pH perairan karena alkalinitas berperan sebagai penyangga, sehingga jika alkalinitas meningkat maka pH akan meningkat pula. Peningkatan alkalinitas terjadi setelah pengaplikasian kapur di perairan karena reaksi kimia kapur di perairan. Pada reaksi tersebut akan menghasilkan ion-ion penyusun alkalinitas sehingga nilai pH di perairan akan tetap terjaga serta menghasilkan ion utama penyusun kesadahan air yaitu Ca^{2+} atau Mg^{2+} (Wurts and Durborow, 1992). Pengukuran alkalinitas dilakukan pada saat pH rendah dan tinggi karena komposisi dari penyusun alkalinitas jumlahnya berbeda (Wilson, 2010).

Pengukuran BOD didasarkan karena bakteri aerob membutuhkan waktu tersebut dalam mendekomposisi bahan organik dalam perairan dan membutuhkan oksigen dalam proses dekomposisi tersebut. Dekomposisi bahan organik membutuhkan waktu 20 hari oleh bakteri aerob tapi pemilihan 3 hari didasarkan penguraian bahan organik pada waktu tersebut sudah mencapai kurang lebih 70%, maka pengukuran yang umum dilakukan adalah pengukuran selama 3 hari (Suthers and Rissik, 2008). Pengukuran nitrit, nitrat, amonium didasarkan pada kinerja bakteri nitrifikasi dan bakteri denitrifikasi anaerob dalam mengoksidasi perubahan tahap dari $\text{NH}_4\text{-NO}_2\text{-NO}_3\text{-N}_2$ dalam perairan (Furtado *et al.*, 2011).

Pengambilan sampel air untuk pengujian nitrit, nitrat, amonium, fosfat, kesadahan, alkalinitas, BOD, menggunakan prinsip botol tertutup. Botol diturunkan

dalam air pada kedalaman tertentu dengan keadaan botol tertutup. Tutup botol dibuka pada saat berada di air sehingga air sampel yang diinginkan masuk kedalam botol sampel. Kualitas air sampel dapat dijaga dengan menggunakan suhu 4°C. Kualitas air sampel dapat menurun tergantung penempatan dan lama penyimpanan air sampel (Nontji, 2008).

Pengukuran suhu air dan oksigen terlarut menggunakan DO meter YSI 550 A; pH menggunakan pH pen Senz dan pH paper range 6,5-10 Merck KGaA; nitrit menggunakan metode spektrofotometri dengan panjang gelombang 543 nm (SNI 06-6989.9-2004); nitrat menggunakan spektrofotometri dengan panjang gelombang 410 nm (SNI 06-2480-1991); fosfat menggunakan spektrofotometri dengan panjang gelombang 880 nm (Sandart methods 20th edition 1998); kesadahan menggunakan metode titrametri (SNI 06-6989.12-200); amonium menggunakan test kit; BOD menggunakan metode titrasi winkler (SNI 6989.2:2009); alkalinitas menggunakan metode titrasi (IS:302)

4.3.3 Pengamatan Plankton dan *Cyanophyceae*

A. Kepadatan dan Jenis-jenis *Cyanophyceae*

Pengamatan *Cyanophyceae* menggunakan Sedgwick rafter dan buku identifikasi plankton. Pengambilan plankton termasuk *Cyanophyceae* dilakukan pada pukul 13.00 WIB dimana pada waktu tersebut merupakan waktu suhu dan aktifitas fotosintesis tertinggi. Pengamatan plankton meliputi identifikasi jenis plankton, identifikasi *Cyanophyceae* , kepadatan, keragaman dan dominansi. Sampel air sebanyak 50 liter disaring hingga menjadi 100 ml dengan menggunakan plankton net nomor 25, selanjutnya diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 100x.

Metode yang digunakan dalam identifikasi dan pengamatan fitoplankton adalah metode perhitungan langsung (*direct counting*) menggunakan *sedgwick rafter* dengan cara mengambil 1 ml air sampel dari botol 100 ml, kemudian ditutup dengan *cover glass*. Penghitungan dilakukan dengan menghitung jumlah plankton yang terdapat dalam *sedgwick rafter*. Apabila sampel terlalu padat, dilakukan pengenceran dengan *distilled water*. Jumlah plankton dari 10 lapangan pandang dihitung secara teratur dan berurutan. Pada setiap lapang pandang dihitung jumlah plankton yang terlihat. Jumlah plankter persatuan volume dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$D = q (s/lp) (p/v)$$

Dimana D = jumlah plankter per satuan volume; q = jumlah plankter dalam 10 pandangan; s = jumlah lapang pandang *Sedgwick-rafter*; lp = jumlah lapang pandang yang digunakan; p = volume subsampel; v = volume air tersaring.

B. Indeks keragaman (H')

Untuk mengetahui keanekaragaman fitoplankton digunakan persamaan indeks *Shannon-Wiener* sebagai berikut (Odum, 1993) :

$$H' = -\sum_{i=0}^i p_i \ln p_i$$

Keterangan :

- H' = Indeks keanekaragaman
- p_i = n_i/N
- n_i = Jumlah individu jenis ke-i
- N = Jumlah total individu

Kisaran nilai indeks keanekaragaman dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

$H' < 2,306$ = keanekaragaman rendah
 $2,3026 < H' < 6,9076$ = keanekaragaman sedang
 $H' > 6,9078$ = keanekaragaman tinggi

C. Indeks dominansi (C)

Indeks dominansi digunakan untuk melihat adanya dominansi oleh jenis tertentu pada populasi fitoplankton dengan menggunakan Indeks Dominansi *Simpson* (Odum, 1993) dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{1}{\sum_{i=0}^i (n_i / N)^2}$$

Keterangan :

C = Indeks dominansi *Simpson*

n_i = Jumlah individu jenis ke- i

N = Jumlah total individu

Nilai C berkisar antara 0 – 1. Apabila nilai C mendekati 0 berarti hampir tidak ada individu yang mendominasi dan biasanya diikuti dengan nilai E yang besar (mendekati 1), sedangkan apabila nilai C mendekati 1 berarti terjadi dominansi jenis tertentu dan dicirikan dengan nilai E yang lebih kecil atau mendekati 0 (Odum, 1993).

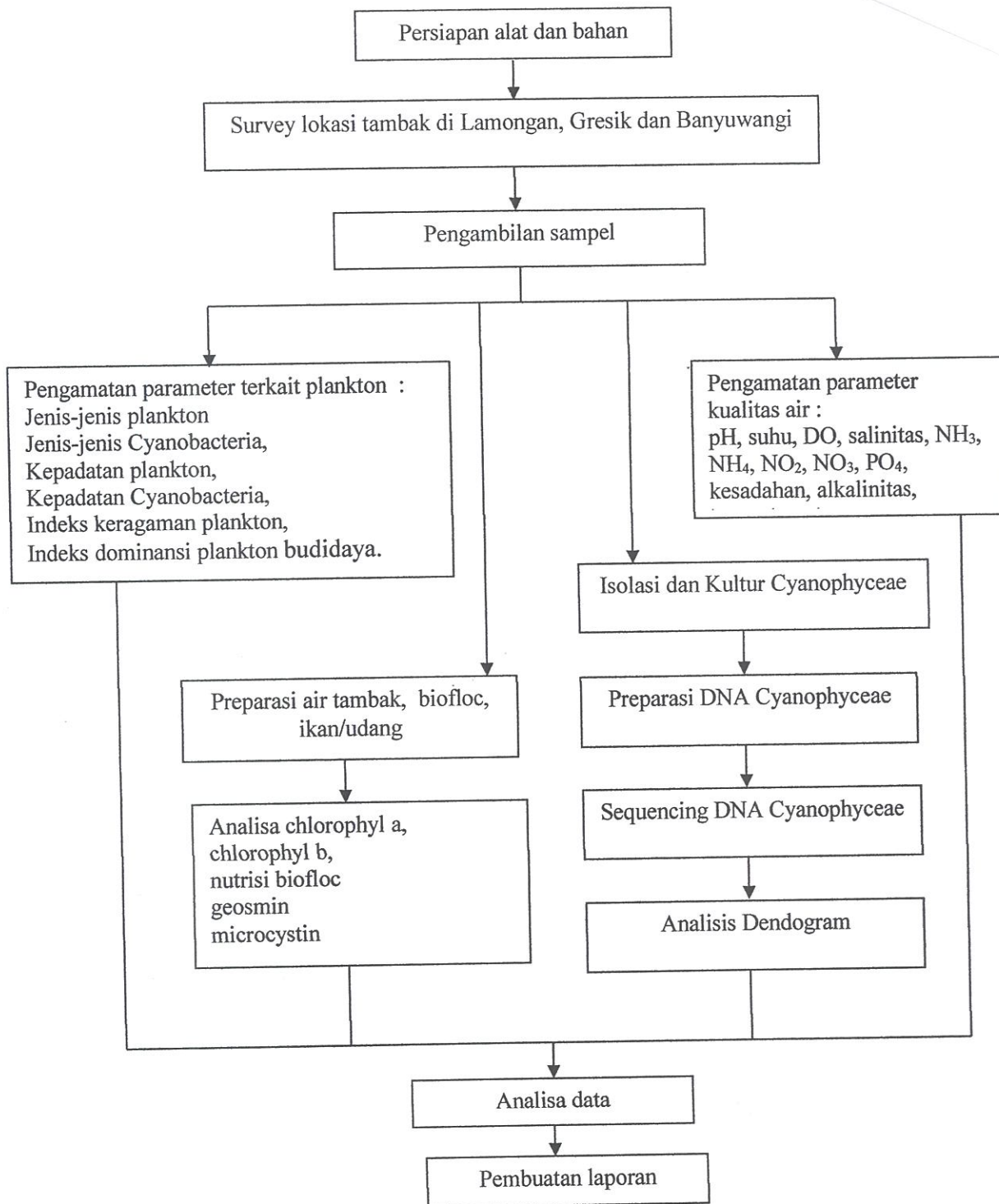
4.4. Parameter Penelitian

Parameter utama pada penelitian ini adalah jenis-jenis plankton, jenis-jenis Cyanobacteria, kepadatan plankton, kepadatan Cyanobacteria, indeks keragaman

plankton, indeks dominansi plankton, kandungan nutrisi bioflok, chlorophyl a, chlorophyl b, kandungan geosmin serta microcystin pada perairan dan ikan/udang hasil budidaya. Disamping itu dibuat pula dendogram dari Cyanobaacteria yang ditemukan.

Parameter pendukung pada penelitian ini meliputi meliputi pH, suhu, DO, salinitas, NH_3 , NH_4 , NO_2 , NO_3 , PO_4 , kesadahan, alkalinitas, kecerahan dan BOD.

Diagram alur penelitian disajikan pada gambar berikut ini :



Gambar 2. Diagram alur penelitian

4.5 Analisa Data

Semua data dianalisis secara deskriptif untuk mempelajari : hubungan antara salinitas dengan jenis-jenis Cyanophyceae dan kepadatannya pada komunitas plankton di perairan; tingkat pengelolaan budidaya dengan jenis-jenis Cyanophyceae dan kepadatannya pada komunitas plankton di perairan; sebaran Cyanophyceae dari sumber air tambak hingga outlet setelah mendapatkan berbagai perlakuan dalam sistem budidaya; hubungan antara salinitas dan tingkat budidaya dengan komposisi plankton, komposisi Cyanophyceae serta produktifitas primer (chlorophyl a dan b); hubungan antara salinitas dan tingkat budidaya dengan komposisi plankton, komposisi Cyanophyceae serta kandungan nutrisi bioflok; hubungan antara jenis-jenis dan kepadatan Cyanophyceae dengan kandungan geosmin perairan dan ikan/udang; hubungan antara jenis-jenis dan kepadatan Cyanophyceae dengan kandungan microcystin, kekerabatan jenis-jenis Cyanophyceae pada tambak di Lamongan, Gresik dan Banyuwangi dengan jenis-jenis Cyanophyceae penghasil geosmin dan microcystin di seluruh dunia melalui analisis dendogram. Analisis secara deskriptif juga dilakukan untuk mengetahui hubungan antara komposisi dan kepadatan Cyanophyceae dengan parameter kualitas air.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Dinamika Kualitas Air dan Plankton Pada Tambak Payau

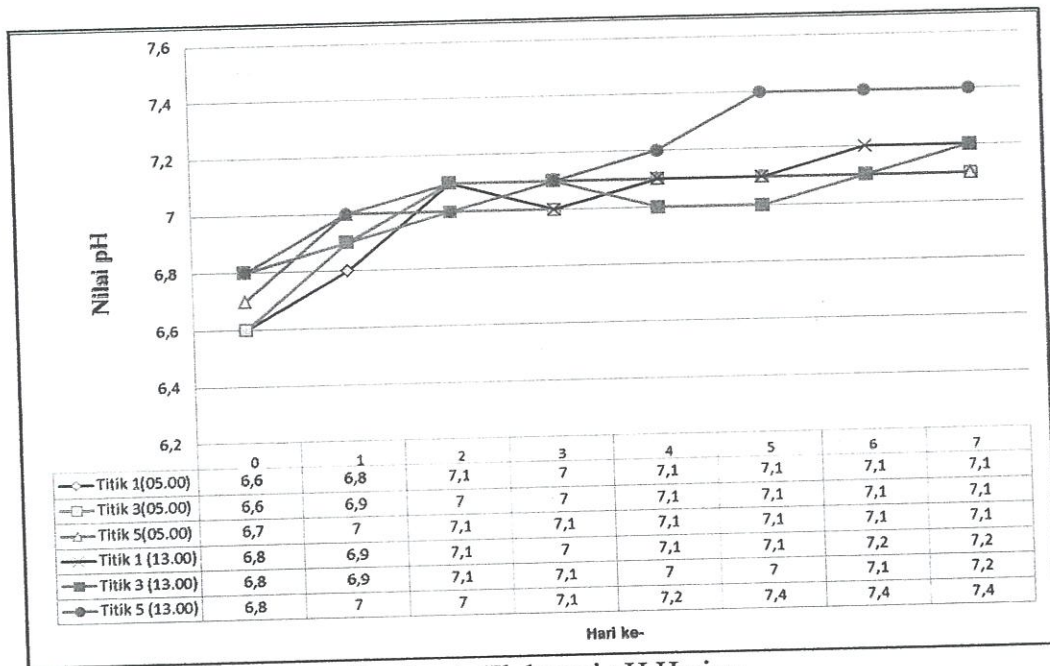
5.1.1 Nilai pH

Nilai pH air pukul 05.00 dan 13.00 setelah pemberian probiotik mengalami peningkatan yaitu sebesar 6,8-7,4 sehingga dapat diartikan pH setelah pemberian probiotik mengalami peningkatan mencapai pH normal. Peningkatan ini dikarenakan probiotik bekerja pada Ca(OH)_2 dan NaHCO_3 yang berperan sebagai *buffer* pH karena kedua bahan tersebut dapat mensuplai ion bikarbonat dalam perairan.

Ion bikarbonat merupakan salah satu ion yang berperan dalam *buffer* (penyangga) pH perairan. Ion bikarbonat juga merupakan sumber karbon anorganik yang dapat diubah oleh fitoplankton menjadi CO_2 sebagai sumber karbon untuk melakukan fotosintesis. Hasil dari proses fotosintesis ini akan menghasilkan ion karbonat yang nantinya akan diubah lagi menjadi ion bikarbonat dalam perairan dan juga menghasilkan ion hidroksil dimana ion ini mengakibatkan perairan menjadi basa. Ketiga ion tersebut berperan sebagai *buffer* pH dalam perairan sehingga nilai pH perairan akan tetap stabil dan terjaga atau tidak terjadi perubahan pH secara drastis.

Peningkatan pH pagi dan siang hari ini masih tergolong optimal untuk kegiatan budidaya. Kisaran pH pagi dan siang hari yang ideal untuk kegiatan budidaya yaitu berkisar antara 6-9 tapi untuk meningkatkan produktivitas perairan nilai pH berkisar antara 6,5-8,5.

Fluktuasi pH harian masih dapat dikatakan optimal untuk kegiatan budidaya ikan yaitu berkisar antara 0-0,3. Fluktuasi pH harian yang optimal untuk kegiatan budidaya yaitu 0,5. Fluktuasi harian pH yang tinggi dapat mengakibatkan tingkat stress organisme perairan meningkat bahkan dapat mengakibatkan kematian.



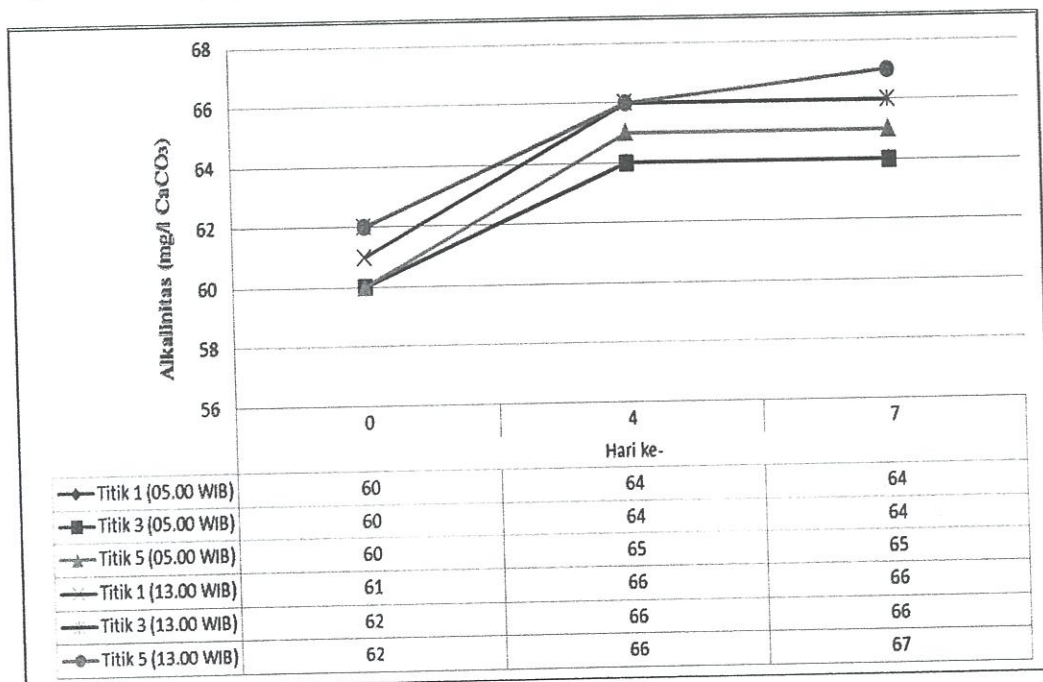
Gambar 1. Fluktuasi pH Harian

5.1.2 Nilai Alkalinitas

Pemberian probiotik yang mengandung Ca(OH)_2 dan NaHCO_3 dapat meningkatkan nilai alkalinitas perairan pada pukul 05.00 dan pukul 13.00 secara berurutan yaitu 64-65 mg/l CaCO_3 dan 65-68 mg/l CaCO_3 . Peningkatan ini dikarenakan adanya suplai ion bikarbonat dari kedua bahan tersebut di dalam perairan. Ion bikarbonat merupakan salah satu anion penyusun alkalinitas selain ion karbonat dan ion hidroksil. Ion bikarbonat ini merupakan sumber karbon anorganik yang dapat diubah menjadi karbondioksida oleh fitoplankton sehingga

ion ini menjadi sumber karbon dalam proses fotosintesis dimana proses ini merupakan salah satu bagian yang sangat berpengaruh dalam pembentukan bahan organik di dalam perairan. Selain suplai oksigen terlarut, fotosintesis juga menghasilkan ion karbonat di dalam perairan. Ion karbonat dalam air akan diubah lagi menjadi ion bikarbonat dan ion hidroksil.

Alkalinitas sangat dibutuhkan di dalam perairan karena alkalinitas merupakan kemampuan air dalam menetralkan asam perairan (*Buffer pH*). Apabila alkalinitas di dalam perairan tinggi maka fluktuasi pH yang tinggi tidak akan terjadi. Sebaliknya apabila alkalinitas di dalam perairan rendah maka fluktuasi pH akan tinggi yang dapat mengakibatkan dampak buruk baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap organisme perairan. Peningkatan nilai alkalinitas diatas tergolong optimal untuk kegiatan budidaya. Alkalinitas yang optimal untuk kegiatan budidaya yaitu $> 20 \text{ mg/l CaCO}_3$.



Gambar 2. Fluktuasi Alkalinitas

5.1.3 Nilai Kesadahan Air

Penambahan probiotik yang mengandung Ca(OH)_2 dan NaHCO_3 dapat menurunkan kesadahan air mencapai 130,2 mg/l CaCO_3 . Nilai kesadahan tersebut masih tergolong optimal untuk kegiatan budidaya yaitu antara 75-150 mg/l CaCO_3 . Ca(OH)_2 dan NaHCO_3 dapat menurunkan kadar air sadah melalui proses pengendapan kimia. Pelunakkan air sadah dapat dilakukan dengan tiga proses yaitu pemanasan, pengendapan kimia dan pertukaran ion (*Ion exchange*).

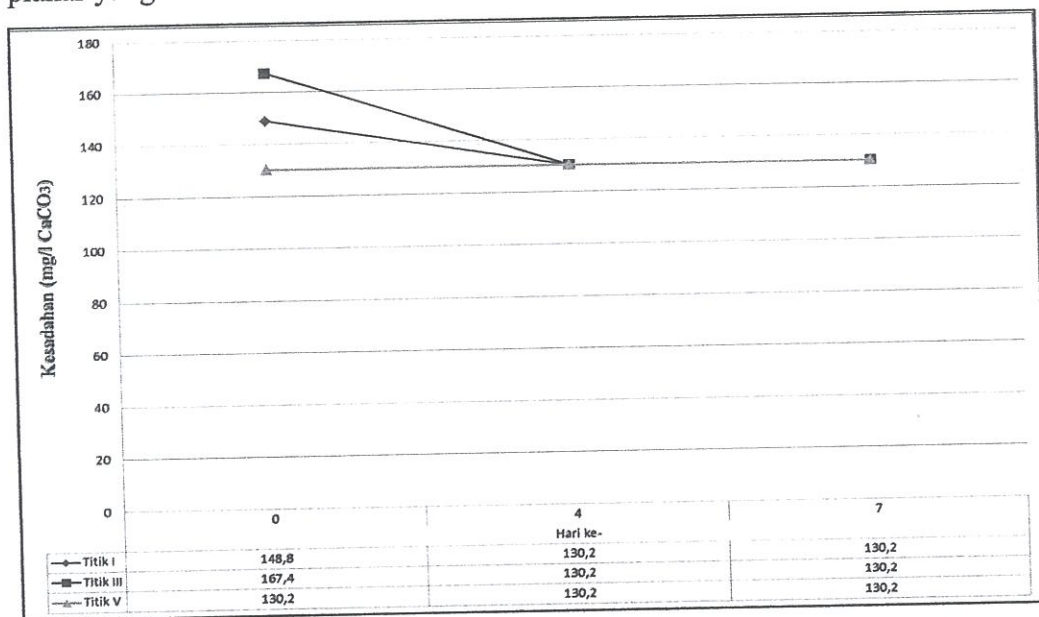
Kapur Ca(OH)_2 dapat melunakkan kesadahan sementara/karbonat dan NaHCO_3 dapat melunakkan kesadahan non karbonat perairan. Kesadahan karbonat merupakan gabungan antara ion kesadahan dengan bikarbonat seperti $\text{Ca(HCO}_3)_2$, $\text{Mg(HCO}_3)_2$ maupun karbonat (CaCO_3 dan MgCO_3). Kesadahan non karbonat biasanya dikontribusi oleh garam seperti kalsium klorida (CaCl_2), magnesium sulfat (MgSO_4) dan magnesium klorida (MgCl_2).

Proses penghilangan kesadahan melalui pengendapan kimia bertujuan untuk membentuk garam-garam kalsium dan magnesium menjadi bentuk garam-garam yang tidak larut, sehingga dapat diendapkan dan dapat dipisahkan dari air. Bentuk garam kalsium dan magnesium yang tidak larut dalam air adalah CaCO_3 dan MgCO_3 .

Kesadahan kalsium non karbonat yang terbentuk maupun yang ada di dalam air sebelumnya dapat dihilangkan dengan cara penambahan soda kue (NaHCO_3). Garam natrium yang terbentuk bersifat larut di dalam air dimana sampai konsentrasi tertentu masih diperbolehkan untuk perairan tawar

Perairan sadah lebih disukai oleh organisme perairan dibandingkan dengan perairan lunak. Air sadah mengandung banyak nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan organisme perairan. Kesadahan terdiri dari dua komponen utama yaitu unsur kalsium dan magnesium.

Kalsium biasanya digunakan oleh tumbuhan untuk pembentukan dinding sel sedangkan oleh hewan bercangkang dimanfaatkan untuk pembentukan cangkang baru. Magnesium untuk fitoplankton berperan sebagai pembentuk struktur klorofil a dan b. Magnesium akan berikatan dengan 4 atom nitrogen dalam satu cincin porfirin. Kombinasi tersebut membentuk senyawa kompleks planar yang kokoh.



Gambar 3. Fluktuasi Nilai Kesadahan Air

5.1.4 Nilai Nitrit dan Nitrat

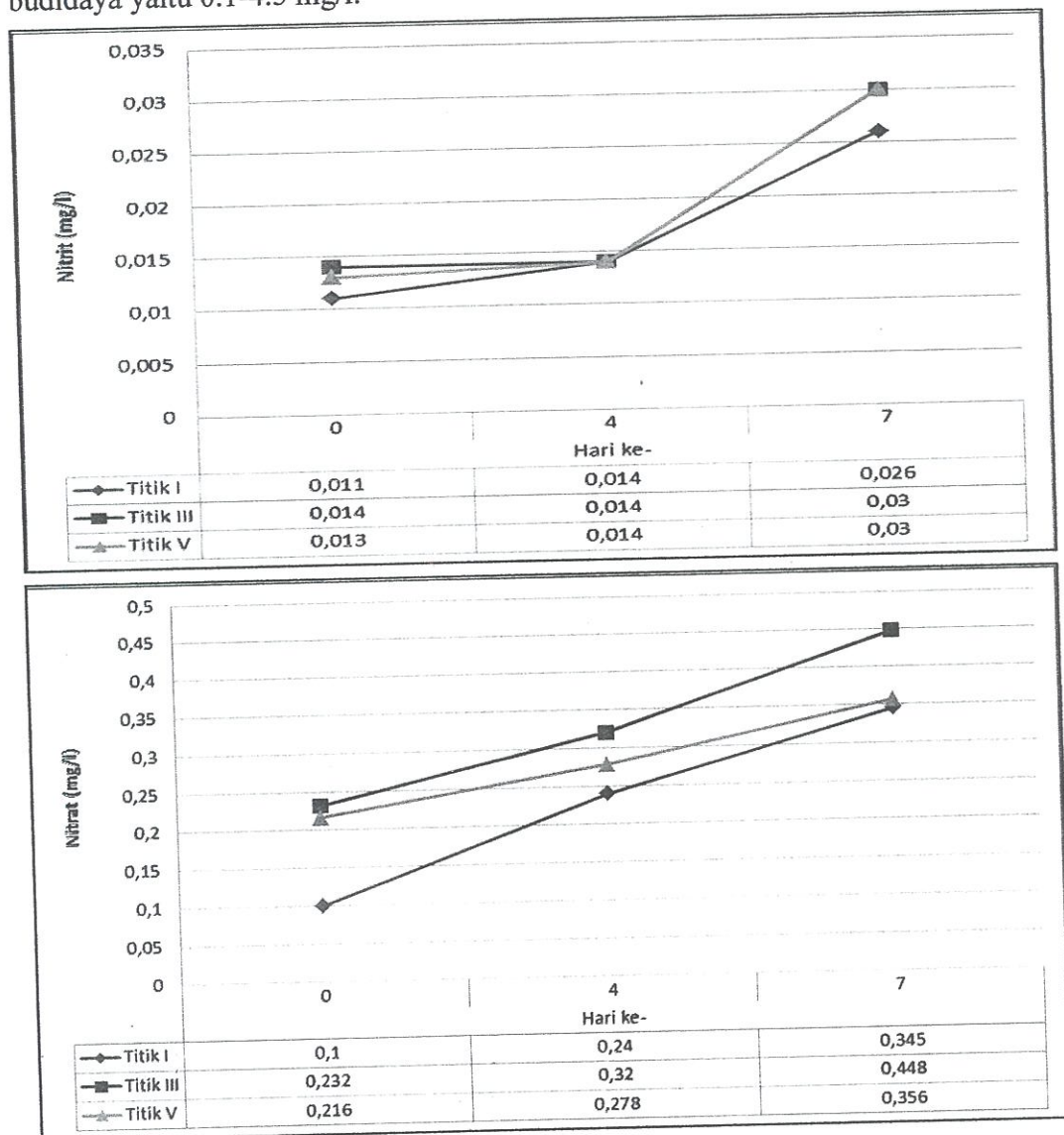
Pemberian probiotik yang mengandung Ca(OH)_2 dan NaHCO_3 secara tidak langsung dapat meningkatkan nilai nitrit dan nitrat dalam perairan secara berurutan mencapai 0,03 dan 0,448 mg/l. Penambahan bahan tersebut dapat

menyuplai ion bikarbonat dalam perairan dimana ion tersebut merupakan sumber karbon anorganik yang dapat dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk fotosintesis. Selain melakukan fotosintesis, fitoplankton juga dapat menyerap N_2 di udara. Sumber nitrogen di perairan dapat diperoleh dari atmosfer. Nitrogen bebas tersebut oleh fitoplankton diubah menjadi amonia (NH_3) dalam perairan. Siklus nitrogen akan berjalan apabila ada amonia dalam perairan. Amonia akan diubah menjadi nitrat dalam proses nitrifikasi oleh bantuan bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*.

Peningkatan nilai nitrit dan nitrat dalam perairan juga dapat diakibatkan oleh intensitas hujan. Selain mengikat karbondioksida di udara, air hujan dapat mengikat nitrogen bebas di udara dan berdifusi ke perairan menjadi amonia (NH_3). Amonia tersebut akan mengalami siklus nitrogen dan menghasilkan nitrat dimana nitrat merupakan bentuk senyawa stabil yang merupakan zat hara penting bagi organisme autotrof dan diketahui sebagai faktor pembatas pertumbuhan fitoplankton.

Peningkatan nilai nitrit dan nitrat juga dapat diakibatkan oleh pengikatan fosfat perairan oleh kalsium sehingga kepadatan dari fitoplankton akan berkurang. Hal ini dikarenakan fosfat merupakan faktor pembatas artinya apabila kadar fosfat perairan menurun maka kepadatan plankton akan menurun juga dan begitu pula sebaliknya. Keadaan seperti ini mengakibatkan nitrat yang harusnya dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhan menjadi meningkat karena tidak ada pemanfaatan nitrat oleh fitoplankton.

Nilai nitrit tidak terdapat dalam jumlah yang besar pada suatu perairan karena nitrit merupakan bentuk nitrogen yang tidak stabil dan merupakan keadaan sementara proses oksidasi antara ammonia dan nitrat. Selain itu, nitrit merupakan senyawa toksik yang dapat mematikan organisme air. Peningkatan nilai nitrit dan nitrat diatas masih tergolong optimal untuk kegiatan budidaya. Kisaran optimum nitrit untuk budidaya yaitu <0.02 mg/l sedangkan kisaran optimum nitrat untuk budidaya yaitu 0.1-4.5 mg/l.



Gambar 4. Fluktuasi Nilai Nitrit dan Nitrat

5.1.5 Nilai Suhu

Nilai suhu pukul 05.00 setelah pemberian oxysorb berkisar antara 26,9-28,6 °C sedangkan suhu pukul 13.00 hari berkisar 28,9-30 °C. Peningkatan suhu selama penelitian dikarenakan adanya cuaca panas yang dapat meningkatkan suhu dalam perairan sedangkan penurunan suhu dikarenakan oleh adanya curah hujan yang tinggi. Kisaran suhu tersebut dapat dikatakan optimal untuk budidaya perairan. Kisaran suhu optimal untuk budidaya yaitu berkisar 15-35 °C.

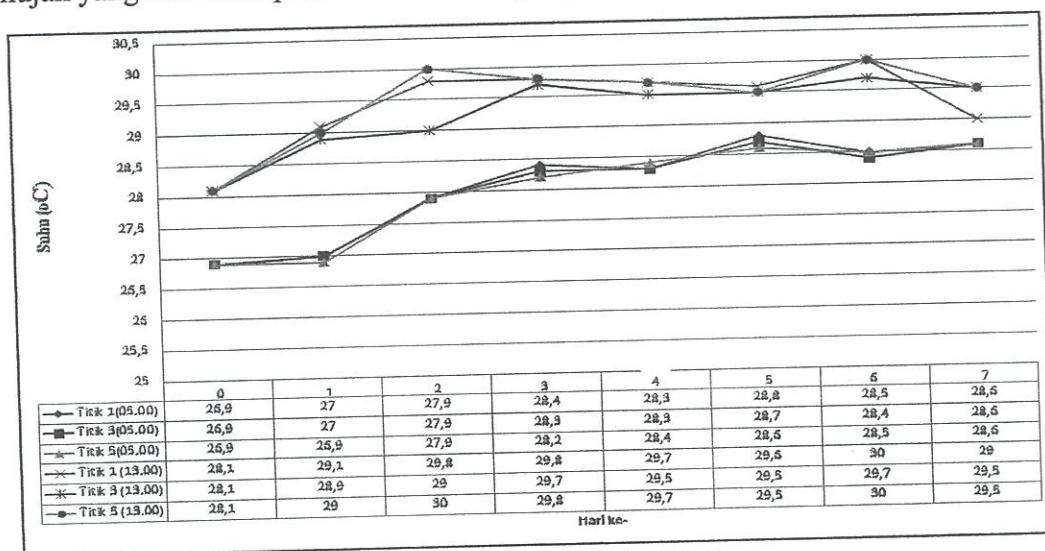
Fluktuasi suhu harian dapat dikatakan optimal untuk kegiatan budidaya ikan yaitu berkisar antara 0,4-2,1. Fluktuasi suhu harian yang optimal untuk kegiatan budidaya yaitu <5 °C. Hampir semua organisme sangat peka terhadap perubahan suhu lingkungan yang terjadi secara drastis, perubahan suhu lingkungan sebesar 5 °C secara tiba-tiba dapat menimbulkan stress atau bahkan kematian pada beberapa jenis organisme. Fluktuasi suhu harian yang tinggi juga dapat meningkatkan konsumsi oksigen mencapai 2-3x lipat.

Peningkatan suhu ini sangat berkaitan dengan adanya kepadatan fitoplankton di suatu perairan. Fitoplankton dapat berperan dalam kestabilan suhu di dalam perairan. Kestabilan suhu ini juga didukung oleh suplai karbon yang digunakan oleh fitoplankton dalam melakukan fotosintesis. Suplai karbon dapat diperoleh setelah pemberian probiotik dapat mensuplai ion bikarbonat di dalam perairan. Ion bikarbonat merupakan sumber karbon anorganik yang dapat digunakan untuk proses fotosintesis. Penurunan suhu diduga dikarenakan adanya curah hujan yang tinggi karena air hujan akan mengalami proses kondensasi di atmosfer yang mengakibatkan suhu air hujan menjadi rendah. Selain itu,

penurunan suhu selama penelitian diduga dikarenakan oleh kepadatan dari fitoplankton yang rendah sehingga peran fitoplankton sebagai penstabil suhu menjadi berkurang.

Kadar suhu yang berfluktuasi secara alamiah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti intensitas cahaya matahari, intensitas curah hujan, pertukaran panas antara air dan udara sekelilingnya dan juga oleh faktor kanopi (penutupan oleh vegetasi) dari pepohonan yang tumbuh di sekitarnya.

Suhu berperan dalam ekologi dan distribusi plankton baik fitoplankton maupun zooplankton. Semua faktor fisika dan kimia yang memiliki peranan paling penting bagi produktivitas fitoplankton adalah faktor cahaya dan nutrisi unsur hara. Hal ini disebabkan fotosintesis hanya dapat berlangsung pada kedalaman air yang masih dapat ditembus cahaya matahari. Unsur hara/nutrien juga hanya dapat dimanfaatkan pada kedalaman yang masih dapat ditembus oleh cahaya matahari. Besar-kecilnya intensitas cahaya matahari dan intensitas curah hujan yang masuk ke perairan akan mempengaruhi suhu suatu perairan tersebut.



Gambar 5. Fluktuasi Suhu Harian

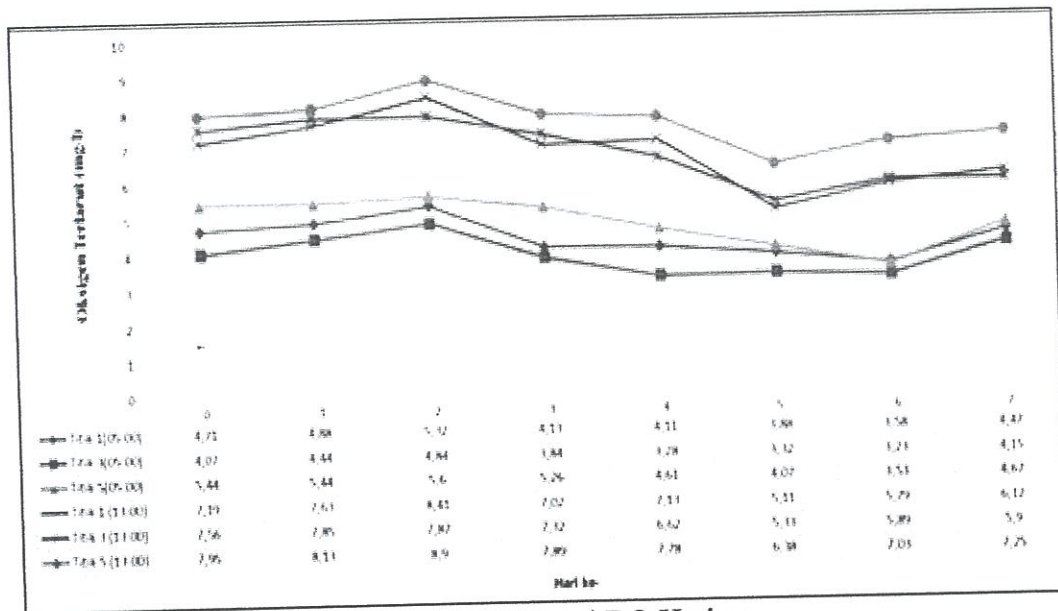
5.1.6 Nilai DO (Oksigen Terlarut)

Penambahan probiotik yang mengandung Ca(OH)_2 dan NaHCO_3 dapat meningkatkan nilai oksigen terlarut dalam perairan pada pukul 05.00 dan 13.00 yaitu berturut-turut mencapai 5,60 mg/l dan 8,90 mg/l. Kisaran oksigen terlarut tersebut dapat dikatakan optimal untuk budidaya perairan khususnya plankton. Plankton dapat hidup baik pada konsentrasi oksigen lebih dari 3 mg/l.

Ca(OH)_2 dan NaHCO_3 dapat mensuplai ion bikarbonat dalam perairan yang akan digunakan oleh fitoplankton untuk fotosintesis sehingga kadar oksigen terlarut dalam air meningkat. Proses ini juga tidak lepas dari peran faktor fisika dan kimia air. Penetrasi cahaya matahari diperlukan agar proses fotosintesis berjalan dengan lancar sehingga suplai oksigen terlarut dalam air meningkat.

Sumber oksigen terlarut di perairan dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton. Kebutuhan oksigen terlarut dalam perairan pada siang hari lebih banyak dibandingkan malam hari karena aktivitas organisme perairan pada siang hari akan meningkat sehingga butuh pasokan oksigen terlarut yang tinggi.

Penurunan oksigen terlarut dalam perairan selama penelitian diakibatkan karena intensitas curah hujan yang tinggi pada pukul 05.00 dan 13.00 yaitu berturut-turut mencapai 3,23 mg/l dan 5,79 mg/l. Air hujan akan mengikat karbondioksida di udara dan membawanya ke dalam perairan sehingga kadar karbondioksida dalam perairan menjadi meningkat. Kadar oksigen terlarut dan karbondioksida dalam perairan berbanding terbalik sehingga jika pasokan karbondioksida dalam perairan meningkat maka oksigen terlarut akan menurun.



Gambar 6. Fluktuasi DO Harian

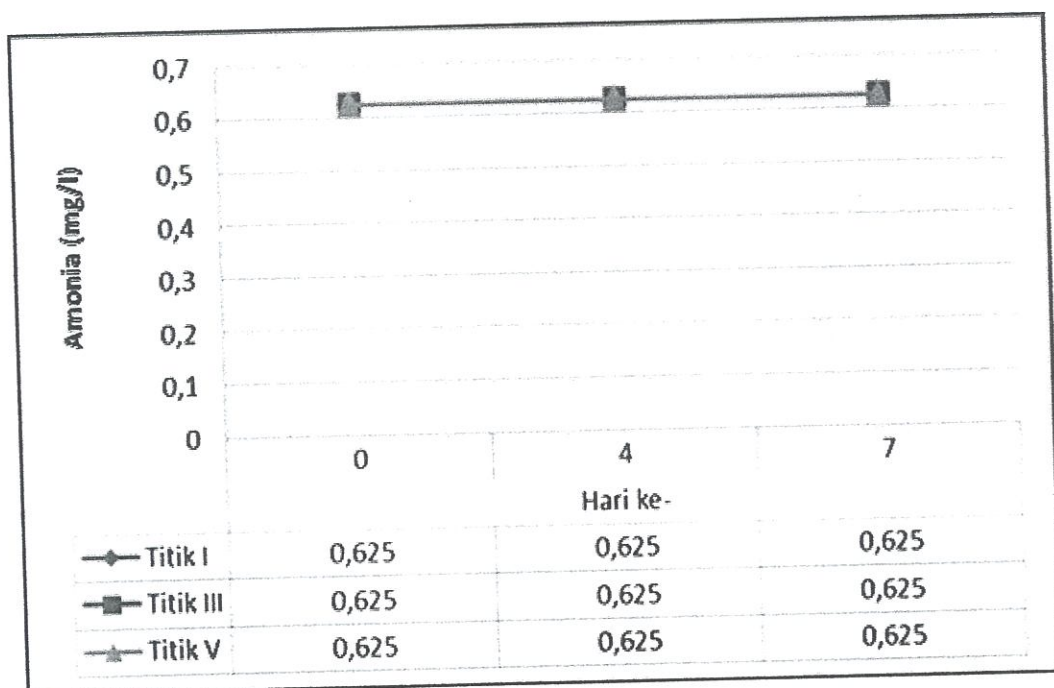
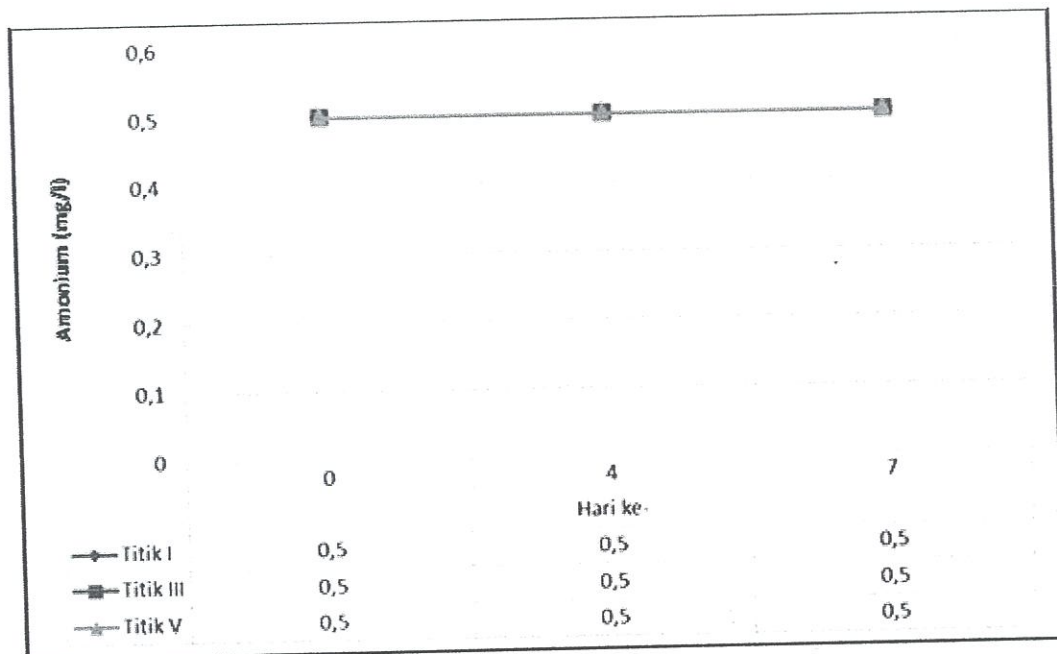
5.1.7 Nilai Ammonium dan Amonia

Penambahan probiotik yang mengandung Ca(OH)_2 dan NaHCO_3 dapat mensuplai ion bikarbonat kedalam perairan dimana ion tersebut dapat membuat proses fotosintesis menjadi lebih tinggi. Hasil dari fotosintesis tersebut dapat menghasilkan bahan organik di dalam perairan. Bahan organik tersebut akan dirombak oleh bakteri aerob salah satunya menjadi amonium dan akan diubah menjadi amonia melalui proses amonifikasi. Nilai amonium dan amonia selama penelitian sebesar 0,5 dan 0,625 mg/l.

Berdasarkan hasil diatas diketahui bahwa amonium dan amonia di kolam pendidikan selama penelitian dapat ditolerir untuk kegiatan budidaya. Kisaran amonium dan amonia yang masih bisa ditolerir dalam budidaya yaitu <1 mg/l.

Nilai amonia pada perairan alami dapat diakibatkan oleh beberapa faktor antara lain curah hujan, sisa pakan, dan feses. Kestabilan nilai amonia di dalam kolam pendidikan FPK Unair terjadi diduga dikarenakan oleh tidak adanya

kegiatan budidaya seperti pemberian pakan di dalam kolam. Selain itu, kepadatan ikan di kolam tersebut juga tergolong rendah sehingga hasil dari metabolisme juga akan rendah.



Gambar 7. Fluktuasi Nilai Amonium dan Amonia

5.1.8 Nilai Fosfat

Penurunan fosfat dalam perairan diakibatkan oleh probiotik yang salah satu kandungannya yaitu kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Pemberian produk oxysorb dapat menurunkan nilai fosfat mencapai 0,2 mg/l. Kalsium hidroksida dapat mengikat fosfat di perairan oleh ion kalsium. Pengikatan tersebut membuat fosfat tidak dapat larut sehingga mengendap dalam dasar perairan. Pengikatan fosfor oleh ion kalsium dapat dilihat dari reaksi berikut.



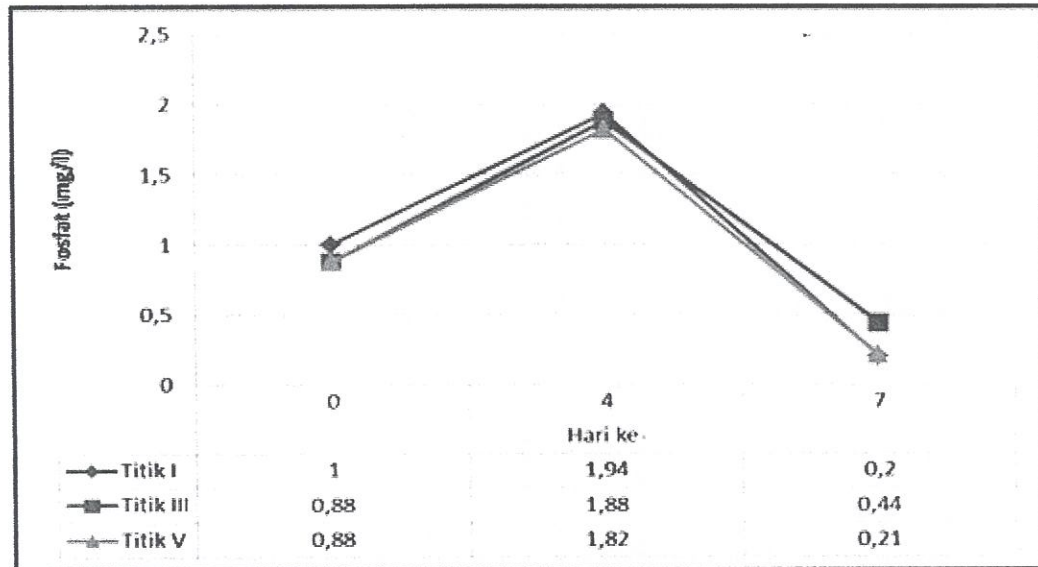
Fosfor bersama dengan nitrogen sangat berperan dalam proses terjadinya eutrofikasi di suatu ekosistem air, seperti diketahui bahwa fitoplankton dan tumbuhan air lainnya membutuhkan nitrogen dan fosfat sebagai sumber nutrisi yang utama bagi pertumbuhannya.

Peningkatan fosfor selama penelitian juga diduga diakibatkan oleh ion bikarbonat yang berasal dari $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan NaHCO_3 mencapai sebesar 1,94 mg/l. Ion bikarbonat merupakan sumber karbon anorganik untuk fitoplankton dalam proses fotosintesis. Pada kondisi dengan intensitas sinar matahari tinggi fitoplankton akan menghasilkan bahan organik dalam perairan sebagai produk hasil fotosintesis. Bahan organik dalam perairan akan dirombak oleh bakteri aerob dan akan berubah menjadi C,H,O,N,P,S. Salah satu hasil perombakan merupakan fosfat. Hal ini yang mengakibatkan fosfat menjadi meningkat pada saat intensitas cahaya matahari tinggi.

Peningkatan pada penelitian ini juga diduga karena adanya hujan pada saat pengambilan sampel. Hujan dapat mengaduk tanah dasar atau sedimen perairan

oleh air hujan. Fosfor dalam perairan hanya dapat didapatkan di tanah dasar, sedimen, batu-batuan dan bahan organik.

Kisaran fosfat selama penelitian masih tergolong optimum untuk kegiatan budidaya. Kisaran fosfat yang ideal dalam budidaya yaitu 0,01-3 mg/l.



Gambar 8. Fluktuasi Nilai Fosfat

5.1.9 Nilai BOD dan COD

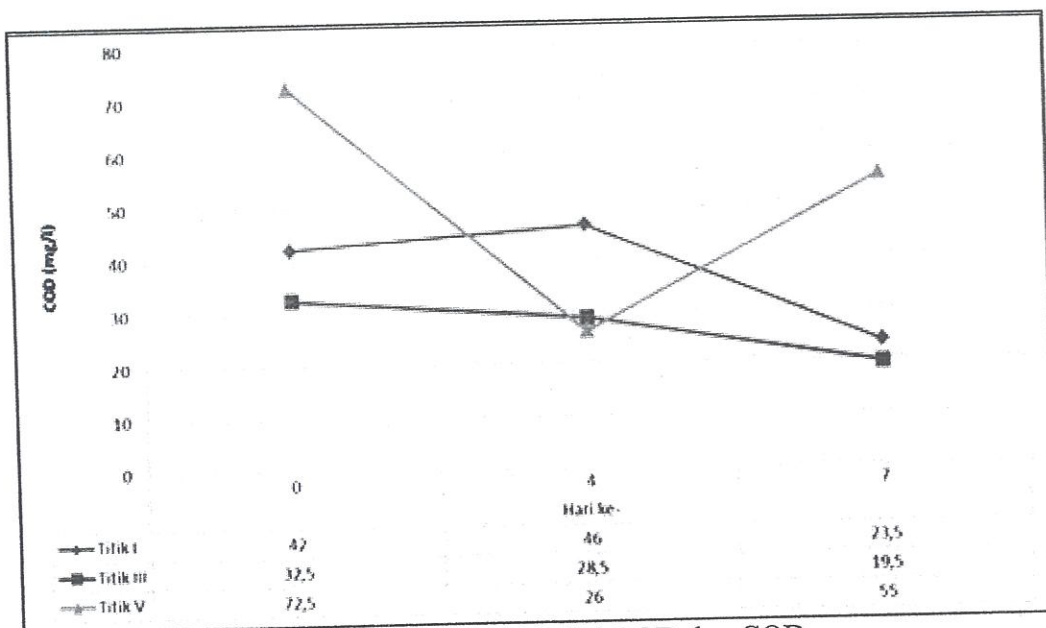
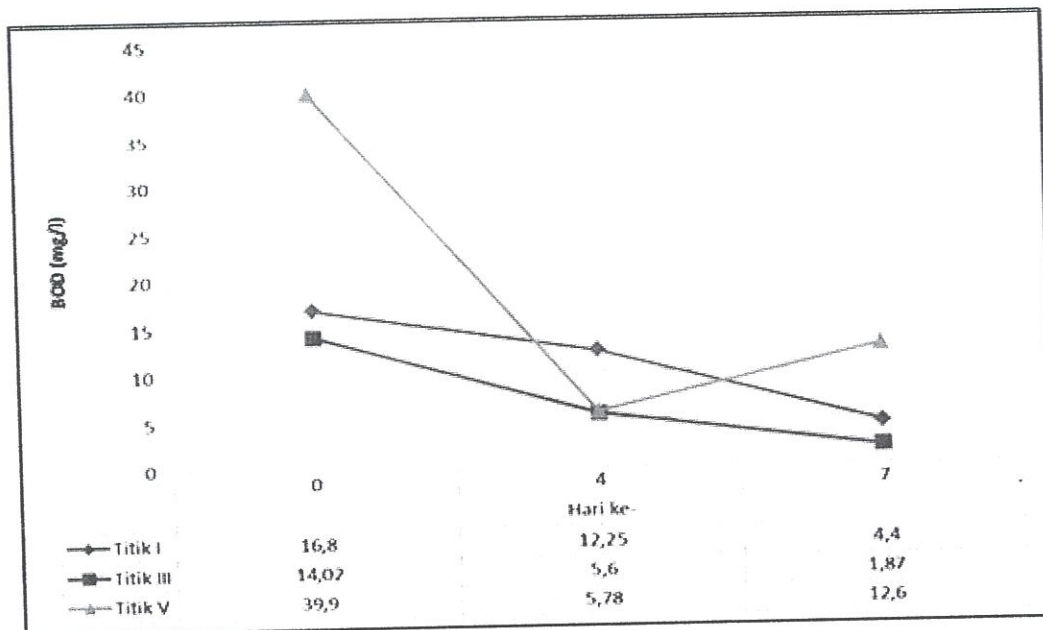
Penurunan nilai BOD dan COD dikarenakan oleh probiotik yang mengandung $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan NaHCO_3 berturut-turut mencapai sebesar 1,87 mg/l dan 19,5 mg/l. Berdasarkan hasil diatas diketahui bahwa nilai BOD di kolam pendidikan dapat dikatakan perairan tidak tercemar. Kisaran nilai BOD > 10 mg/l dianggap telah mengalami pencemaran sedangkan nilai COD di kolam pendidikan dapat dikatakan rendah. Kisaran nilai COD pada perairan tidak tercemar biasanya < 20 mg/l, sedangkan perairan yang tercemar dapat > 200 mg/l. Penurunan nilai BOD dan COD ini disebabkan oleh adanya ion bikarbonat yang dihasilkan oleh bahan yang ditambahkan ke dalam perairan. Ion bikarbonat merupakan sumber

karbon anorganik yang dapat digunakan oleh fitoplankton untuk fotosintesis. Selain menghasilkan oksigen terlarut di dalam perairan, fotosintesis dari fitoplankton ini juga menghasilkan ion hidroksil di dalam perairan.

Ion hidroksil (OH^-) berperan dalam merombak ikatan-ikatan dari persenyawaan kimia, baik organik maupun organik yang terdapat dalam limbah, sehingga mikroorganisme akan mengalami kekurangan bahan atau nutrisi yang akan diurai, dengan demikian akan mengurangi jumlah oksigen yang terkandung di dalam limbah tersebut. Nilai bahan organik juga dapat meningkat diantaranya dipengaruhi oleh adanya hasil metabolisme organisme perairan dan buangan limbah rumah tangga.

Perombakan bahan organik dari mikroorganisme dan kimia terbantu adanya suplai ion hidroksil didalam perairan. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pengukuran BOD adalah jumlah senyawa organik yang akan diuraikan, tersedianya mikroorganisme aerob yang mampu menguraikan senyawa organik tersebut, dan tersedianya sejumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses penguraian itu.

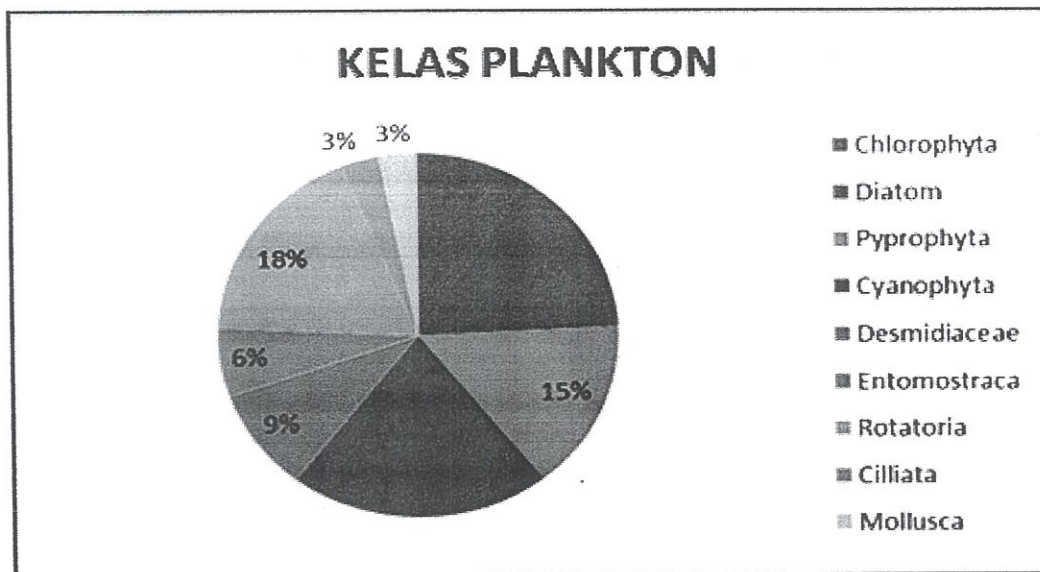
Nilai BOD akan lebih kecil dibandingkan nilai COD karena tidak semua bahan organik dalam perairan dapat dirombak oleh mikroorganisme. Bahan organik yang dapat dirombak oleh mikroorganisme hanya bahan organik dari rumah tangga. Produk-produk kimiawi seperti senyawa minyak dan buangan kimia lainnya akan sangat sulit atau bahkan tidak bisa diuraikan oleh mikroorganisme. Oleh karena itu, disamping mengukur nilai BOD perlu dilakukan pengukuran terhadap COD perairan.



Gambar 9. Fluktuasi Nilai BOD dan COD

5.1.10 Kelimpahan Plankton

Jenis plankton pada tambak penelitian meliputi fitoplankton jenis chlorophyta, cyanophyta, pyrophyta, desmidiciae, diatom dan zooplankton golongan entomostraca, rotatoria, cilliata, mollusca.



Gambar 10. Jenis plankton yang terdapat pada kolam FPK Unair

Pemberian probiotik dapat menurunkan kepadatan total plankton pukul 05.00 mencapai 21.875×10^4 ind/l dan pukul 13.00 mencapai 12.500×10^4 ind/l. Penurunan ini dikarenakan probiotik yang mengandung $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dimana kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dapat mengikat senyawa fosfat di dalam perairan. Meskipun terjadi penurunan kepadatan plankton khususnya pada golongan fitoplankton namun jika dilihat dari kecerahan kolam masih tergolong optimal untuk kegiatan budidaya ikan yaitu 25-35 cm

Fosfat bersama dengan nitrogen sangat berperan dalam proses terjadinya eutrofikasi di suatu ekosistem air, seperti diketahui bahwa fitoplankton dan tumbuhan air lainnya membutuhkan nitrogen dan fosfat sebagai sumber nutrisi utama bagi pertumbuhannya. Fosfat untuk fitoplankton merupakan faktor pembatas artinya apabila kadar fosfat menurun maka kepadatan plankton akan menurun juga. Perbandingan nitrogen dan fosfat tidak sama, nitrogen dibutuhkan dalam jumlah besar oleh fitoplankton sebagai sumber protein dan fosfat dibutuhkan dalam jumlah sedikit untuk sumber energi.

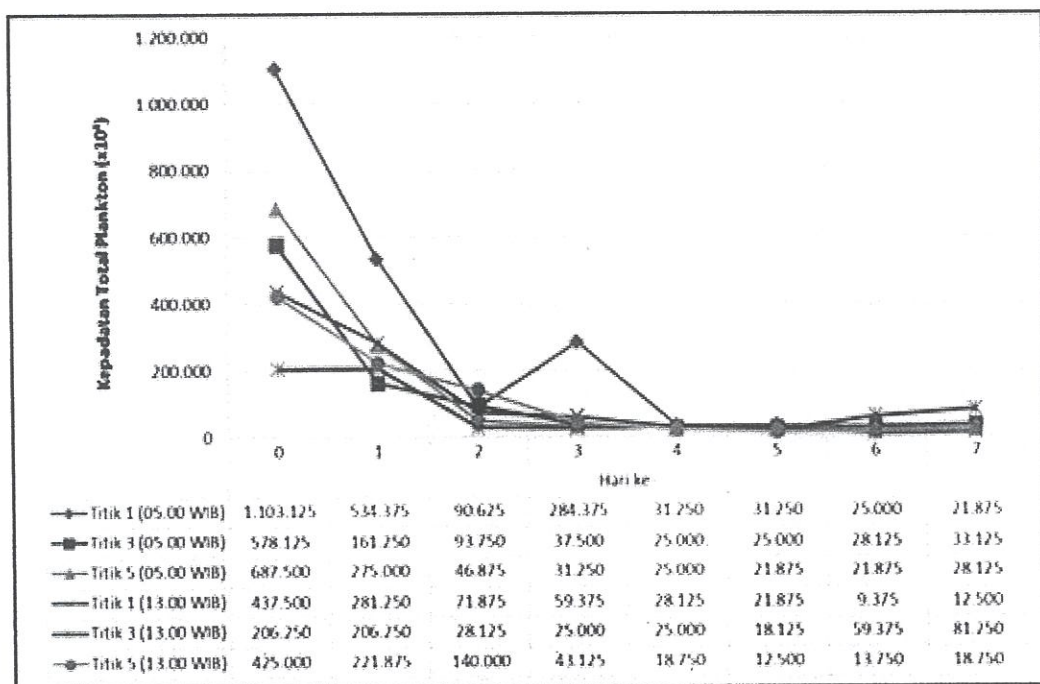
Peningkatan kepadatan total plankton dikarenakan adanya dominasi oleh golongan jenis zooplankton. Dominasi tersebut diduga diakibatkan oleh adanya pengikatan senyawa fosfat perairan oleh kalsium hidroksida. Dominasi dari zooplankton ini juga dikarenakan oleh curah hujan yang tinggi. Musim penghujan juga dapat meningkatkan dominasi zooplankton karena penetrasi cahaya matahari yang masuk kedalam perairan menjadi berkurang. Oleh karena itu, keberadaan fitoplankton digantikan oleh zooplankton karena tidak ada sumber cahaya matahari yang digunakan fitoplankton untuk melakukan fotosintesis.

Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Shannon-Weaver, keanekaragaman dan kestabilan komunitas ketiga titik pengamatan ($<2,3062$) termasuk dalam kategori rendah dengan jumlah jenis rendah dan pemerataan penyebaran jumlah individu tiap jenis rendah. Indeks keanekaragaman pada tambak penelitian selama penelitian berkisar 0,2-0,7.

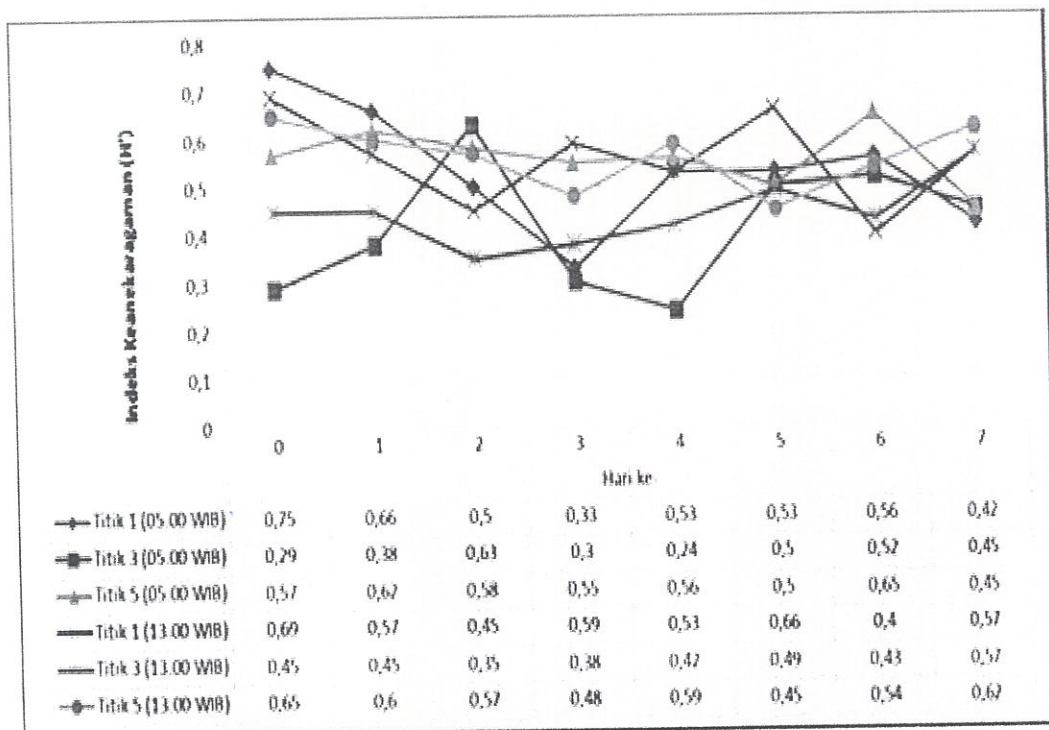
Keanekaragaman dan kestabilan plankton di tambak penelitian yang rendah dikarenakan tidak adanya *treatment* seperti pemupukan pada kolam tersebut yang dapat memperkaya jumlah dan jenis fitoplankton di perairan. Pemupukan dapat menyuburkan perairan dengan cara memperbaiki kualitas air dan meningkatkan suplai pakan alami berupa plankton (mengurangi ransum pakan buatan) karena pupuk mengandung unsur N, P, K yang dibutuhkan untuk pertumbuhan fitoplankton di perairan. Selain itu, keanekaragaman yang rendah dikarenakan adanya pengikatan fosfat oleh kapur kalsium hidroksida sehingga terjadi penurunan pada fitoplankton jenis tertentu.

Berdasarkan Indeks Keseragaman, penyebaran jumlah individu setiap spesies pada ketiga titik pengamatan (mendekati 0,0) dapat dikatakan penyebaran jumlah individu setiap jenis tidak sama, ada kecenderungan terjadi dominansi oleh jenis-jenis tertentu. Indeks keseragaman pada tambak penelitian selama penelitian berkisar 0,2-0,4. Hal ini diketahui adanya dominansi beberapa spesies fitoplankton maupun zooplankton yang ada pada kolam tersebut. Dominansi terbanyak terdapat pada *Chlorella* sp., *Nitzschia curvula* dan *Branchionus* sp.

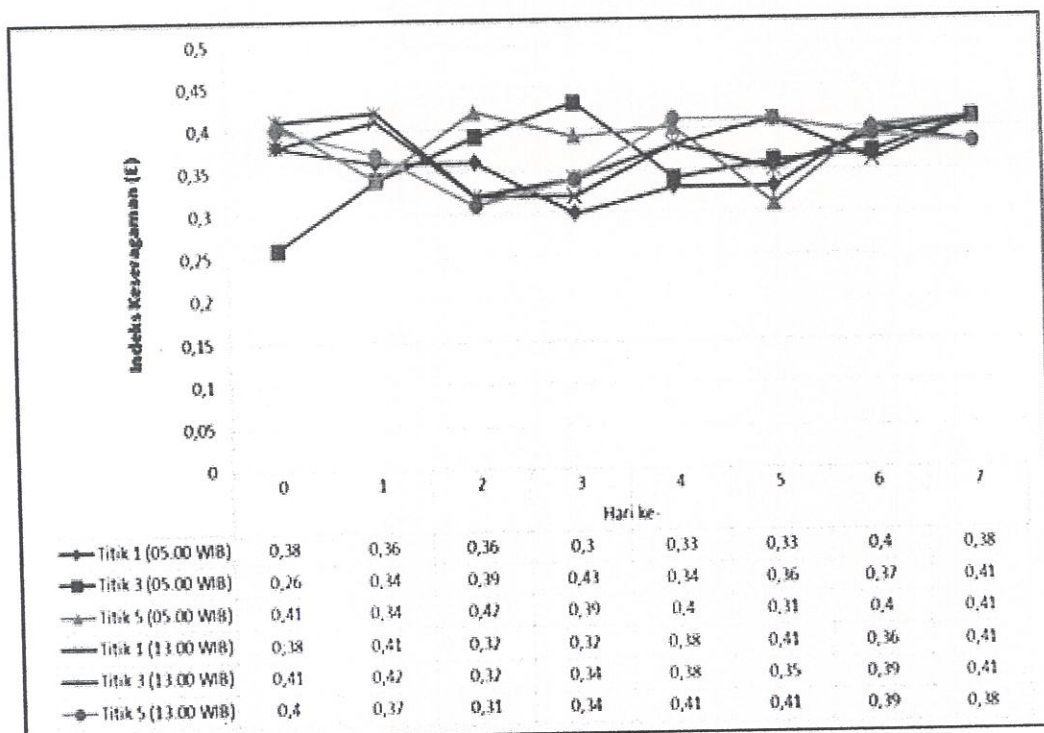
Berdasarkan Indeks Dominansi, ada spesies yang mendominasi spesies lainnya dalam struktur komunitas fitoplankton dan struktur komunitas plankton pada ketiga titik pengamatan (mendekati 1,0) dalam keadaan labil. Hal ini ditunjukkan Indeks dominansi pada tambak penelitian selama penelitian berkisar 0,9-1.



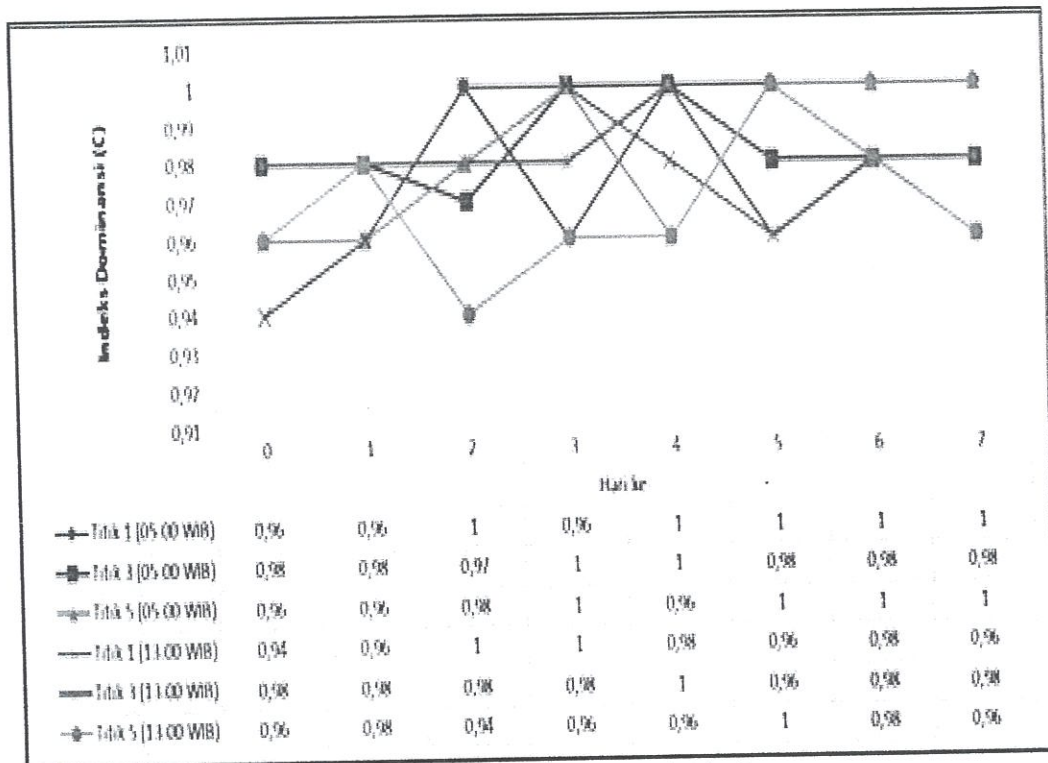
Gambar 11. Fluktuasi Kepadatan Total Plankton Harian



Gambar 12. Indeks Keanekaragaman Plankton



Gambar 13. Indeks Keseragaman Plankton



Gambar 14. Indeks Dominansi Plankton

5.2 Dinamika Kualitas Air dan Plankton Tambak Air Tawar

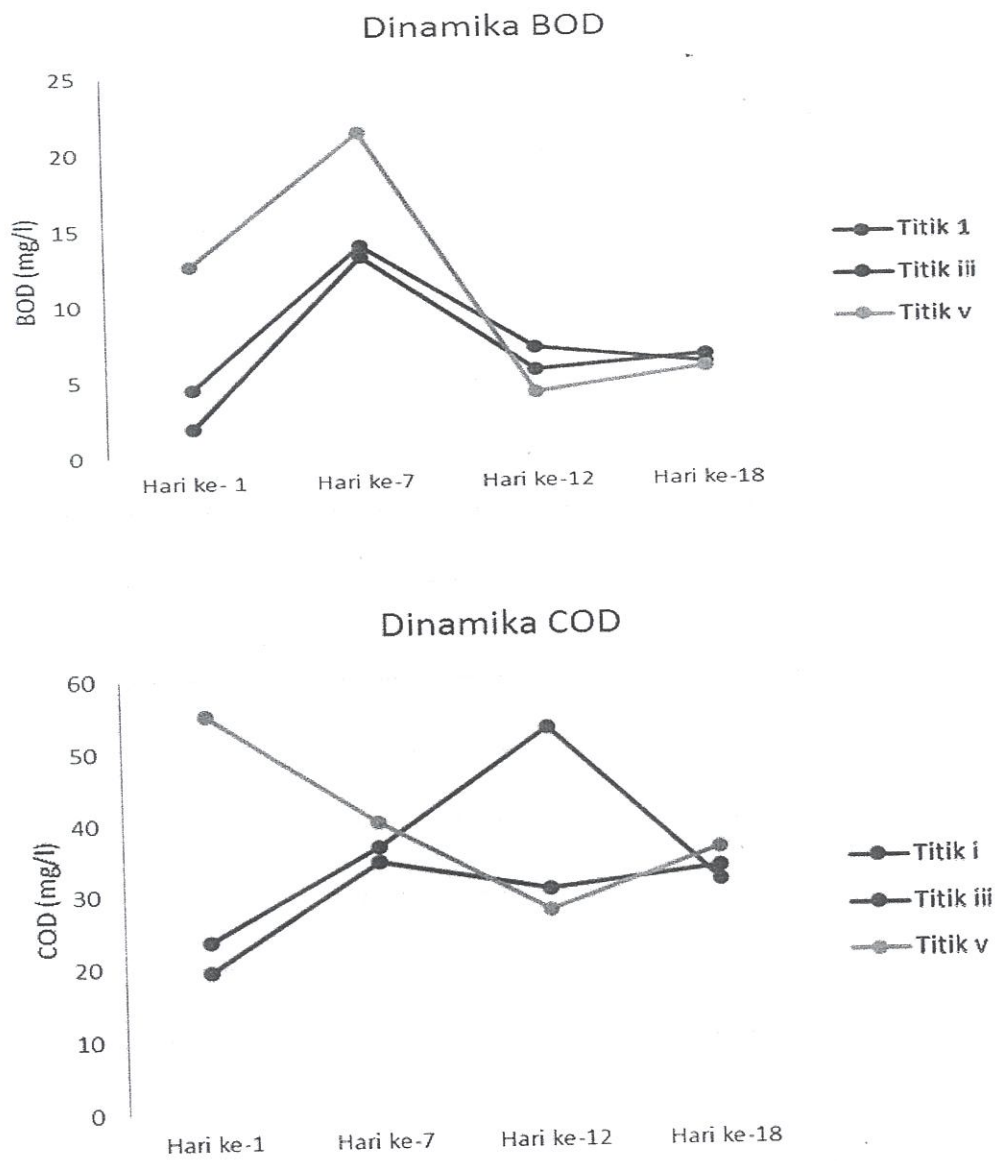
5.2.2 BOD dan COD

Peningkatan dan penurunan BOD dan COD disebabkan karena penggunaan probiotik yang mengandung *Lactobacillus* spp. mampu mengurai bahan organik di dasar perairan dan mampu menghasilkan H_2O_2 (Hidrogen Peroksida). Pada saat nilai BOD mengalami peningkatan, namun nilai DO dan COD mengalami penurunan, hal ini karena adanya penambahan probiotik yang mengandung bakteri *Lactobacillus* spp. yang mampu membantu menguraikan bahan organik dalam perairan sehingga meningkatkan nilai BOD. Nilai oksigen akan mempengaruhi bakteri mengurai bahan organik secara biologi atau nilai BOD dan juga penguraian bahan organik secara kimia atau COD.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa nilai BOD berada pada kisaran 2-21 ppm, pada nilai tertinggi BOD disebabkan oleh peningkatan kandungan bahan organik di dalam air. Nilai optimal BOD dalam perairan adalah 6 ppm (<10 ppm) untuk perairan tidak dikatakan tercemar. Namun nilai BOD >10 ppm hanya terjadi 1x disebabkan karena adanya peningkatan kandungan bahan organik dalam air. Sedangkan nilai COD dari hasil penelitian adalah berkisar 20-55 ppm. Nilai optimum COD di perairan adalah <50 ppm, apabila nilai COD >50 ppm maka bisa dikatakan perairan tersebut tercemar. Namun nilai COD >50 ppm hanya terjadi sekali pada awal pemberian produk, namun selanjutnya nilai COD menurun hingga <50 ppm.

Nilai COD akan lebih tinggi dari pada BOD, sebab tidak semua bahan organik mampu diurai secara biologi oleh bakteri. Bahan organik yang berasal

dari sisa metabolisme mampu diurai secara biologis namun ada beberapa bahan organik yang hanya bisa diurai secara kimia contohnya adalah bahan organik yang mengandung bahan kimia.



Gambar 15. Dinamika Nilai BOD dan COD

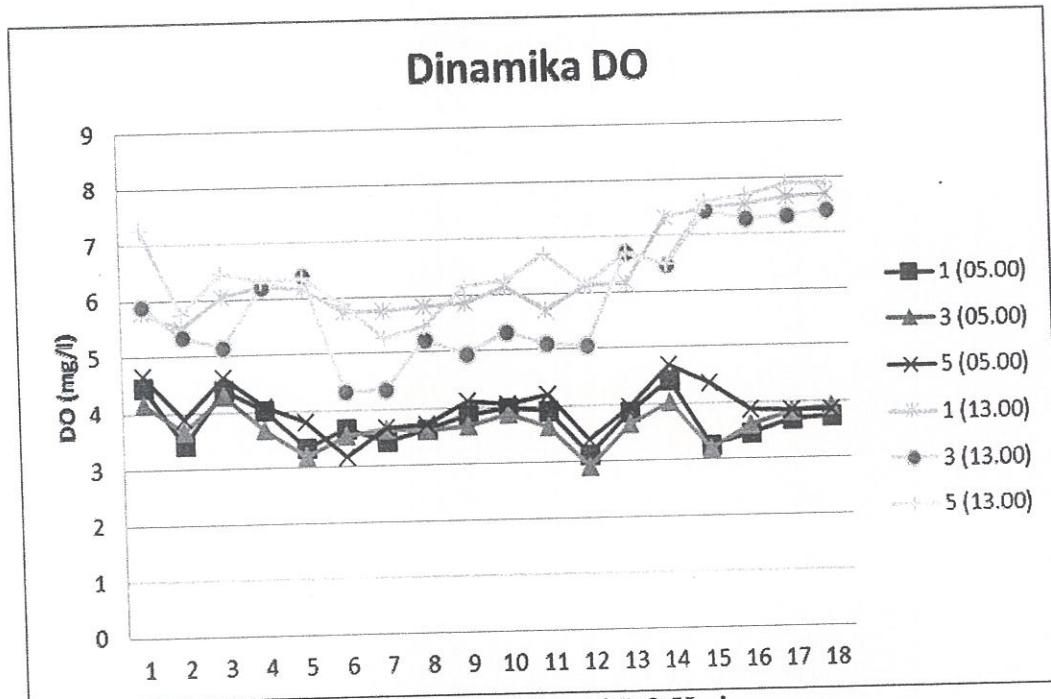
5.2.2 DO Perairan Tambak

Selama penelitian nilai dinamika DO masih dalam tingkat wajar dan masih baik untuk budidaya. Nilai DO pada pagi hari berkisar antara 3,0 mg/l -4,0 mg/l dan pada siang hari pada siang hari berkisar antara 5mg/l - 7 mg/l. Nilai tersebut merupakan nilai yang masih bisa diterima untuk ikan budidaya agar dapat bertahan (Harada, 1978). Menurut Saliman (2005), perairan yang mengandung 5 mg/liter oksigen pada suhu 20 sampai 30°C masih dipandang sebagai air yang cukup baik untuk kehidupan ikan.

Hari pertama penelitian yaitu hari sebelum penebaran, dinamika DO pada pukul 05.00 WIB, nilai pada titik 1 sebesar 4,5 ppm, titik 3 4,2 ppm dan titik 5 sebesar 4,7 ppm. pada hari ke-2 nilai DO pada tiap titik mengalami penurunan. Hal ini diduga aktifitas bakteri *Lactobacillus* spp. yang terkandung pada produk komersial yang menyebabkan percepatan perombakan bahan organik dalam perairan sehingga penggunaan oksigen terlarut dalam perairan menjadi meningkat. Pada hari ke-3 dinamika DO mengalami peningkatan hal tersebut diduga karena reaksi dari senyawa H_2O_2 yang memiliki sifat bakterisidal dimana sifat bakterisidal yaitu dapat mengurangi mikroorganisme merugikan dalam sehingga penggunaan DO dalam perairan menjadi berkurang.

Pada hari berikutnya yaitu hari ke-16 sampai dengan hari ke-18 mulai mengalami kenaikan dinamika DO dan kembali stabil dikarenakan cuaca yang mulai stabil dan cerah sehingga proses fotosintesis juga berjalan dengan baik dan indeks keragaman dan kepadatan plankton di pagi hari lebih stabil.

Berfluktuasinya nilai dinamika DO diduga karena proses perombakan bahan organik dalam perairan dari aktifitas bakteri *Laktobacillus* spp., faktor lain juga diduga karena kondisi cuaca yang sangat berpengaruh dalam proses fotosintesis serta dinamika keanekaragaman dari plankton dalam perairan.



Gambar 16. Fluktuasi DO Harian

5.2.3 Nilai pH

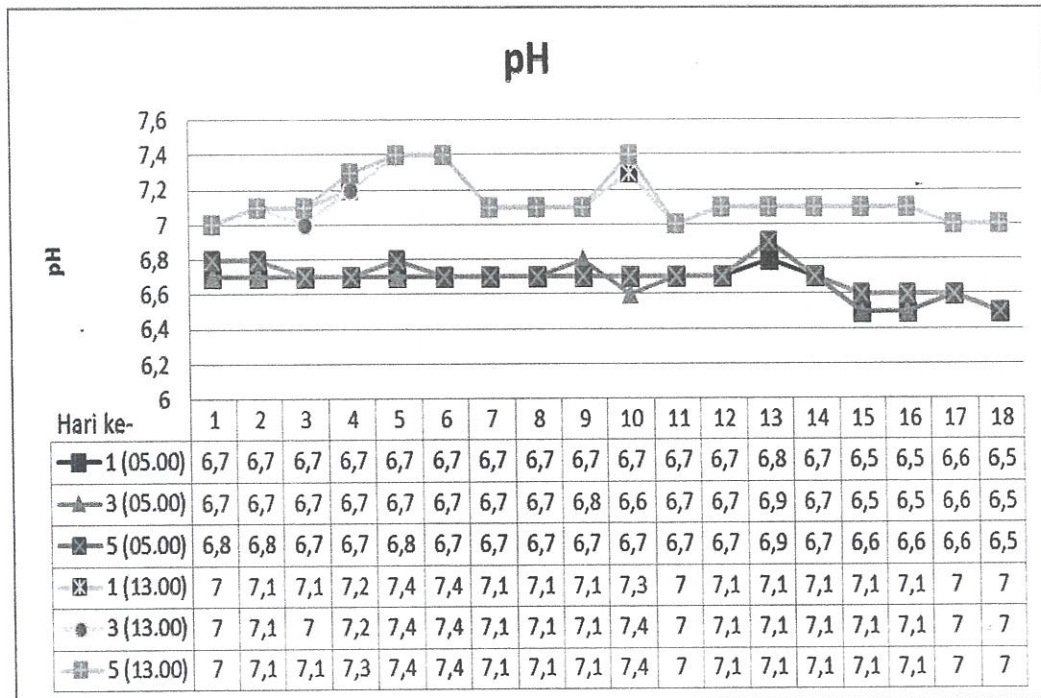
Selama penelitian nilai dinamika pH masih dalam tingkat wajar dan berada pada kisaran 6-6,4 pada pukul 05.00 WIB dan 7-7,4 pada pukul 13.00 WIB. Nilai pH berkisar antara 0 – 14, nilai pH kurang dari 7 menunjukkan lingkungan yang asam sedangkan nilai diatas 7 menunjukkan lingkungan yang basa, untuk pH 7 disebut sebagai netral (Hardjojo dan Djokosetiyanto, 2005). Perairan dengan pH < 4 merupakan perairan yang sangat asam dan dapat menyebabkan kematian makhluk hidup, sedangkan pH > 9,5 merupakan perairan yang sangat basa yang dapat menyebabkan kematian dan mengurangi produktivitas perairan.

Perairan kolam dengan nilai pH berkisar pH 6,7 – 8,6 bisa dikatakan normal hal ini dikarenakan karena kedalaman kolam dangkal, kenaikan dan penurunan pH sejalan dengan kedalaman, diikuti kenaikan konduktivitas (Hardjojo dan Djokosetiyanto, 2005).

Pada hari pertama penelitian yaitu hari sebelum penebaran dinamika pH memiliki nilai pada titik 1 sebesar 6,7 , titik 3 6,7 dan titik 5 sebesar 6,8. Pada hari ke-2 (setelah penebaran) nilai pH dalam keadaan stabil, titik 1 dan titik 3 memiliki nilai 6,7 dan titik 5 bernilai 6,8. Pada hari ke-3 sampai hari ke-8 titik 1 dan titik 3 masih menunjukkan nilai yang stabil, namun pada titik 5 terdapat penurunan pada hari ke-3 yang diduga karena banyaknya bahan organik pada titik 5 hal tersebut sesuai dengan hasil uji BOD dan COD yang mengalami kenaikan nilai. Pada hari ke-6 titik 5 kembali mengalami penurunan, hal ini berbanding lurus dengan dinamika DO pada hari ke-6 yaitu dari 3,8 ppm ke-3,1 ppm. Berfluktuasinya dinamika pH pada titik 5 diduga juga karena kerja dari bakteri *Laktobacillus* spp. yang banyak terdapat pada titik 5 yang dimana bakteri tersebut sebagai penghasil bakteri asam laktat. Pada hari ke-13 ke-3 titik sama sama mengalami kenaikan. Hal ini berbanding lurus dengan DO di perairan yaitu karena kondisi cuaca yang mulai cerah. Pada hari ke-14 pH mulai stabil kembali. Pada hari ke-16 sampai hari ke-18 mulai stabil kembali dikarenakan kondisi cuaca yang stabil dan baik atau panas.

Nilai dinamika pH dalam cenderung stabil dan tidak mengalami fluktuasi yang cukup signifikan, penurunan nilai pH diduga karena aktifitas fotosintesis

dari fitoplankton dan kondisi kadar CO₂ dalam perairan. Dapat disimpulkan *Lactobacillus spp.* dan dapat menstabilkan dinamika pH dalam perairan.



Gambar 17. Fluktuasi pH Harian

5.2.4 Suhu Perairan

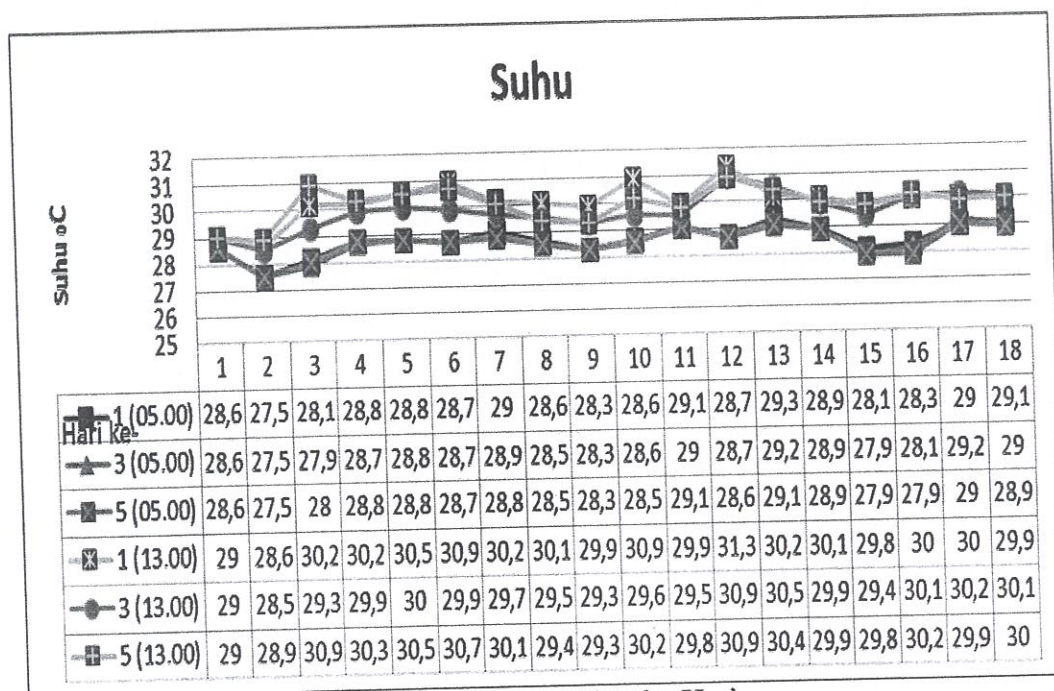
Hasil pengukuran suhu selama penelitian berkisar 27,5 - 30,9 C⁰ menunjukkan bahwa suhu masih berada pada kisaran yang dapat ditolerir untuk kehidupan ikan dan plankton, hal ini sesuai dengan pernyataan Effendi (2003), kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan ialah 20 - 30 C⁰.

Pada hari pertama penelitian sebelum diberikan *Lactobacillus sp.* menunjukkan semua titik 28,6 C⁰. Suhu memang tidak terlalu berfluktuasi jika dilihat dari data dinamika yang didapat. Namun perubahan perubahan suhu pada hari hari tertentu dikarenakan kondisi cuaca yang sedang hujan. Namun pada kondisi mendung, berangin dan cerah sekalipun suhu tidak menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Hal tersebut diduga karena letak tambak yang berada di

bagian tepi tembok bangunan, sehingga cahaya cenderung terhalang dan tidak bisa optimal memapar kolam tersebut.

Menurut Asriyana dan Yuliana (2012) menyatakan peningkatan suhu pada kisaran toleransi akan meningkatkan laju metabolisme dan aktivitas fotosintesis fitoplankton. Reaksi kimia enzimatik dalam proses fotosintesis dipengaruhi secara langsung oleh suhu, karena suhu air merupakan salah satu faktor abiotik yang keberadaanya dapat mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton.

Menurut Putra (2012), fluktuasi pada keanekaragaman plankton ini terjadi akibat faktor abiotik yang terdiri dari suhu, kecerahan, kecepatan arus, salinitas, pH dan DO. Sedangkan faktor biotik yang mempengaruhi fluktuasi kelimpahan plankton ini adalah bahan nutrient dan ketersediaan makanan bagi plankton.



Gambar 18. Fluktuasi Suhu Harian

5.2.5 Nilai Rasio N/P dan Kelimpahan Plankton

a. Rasio N/P

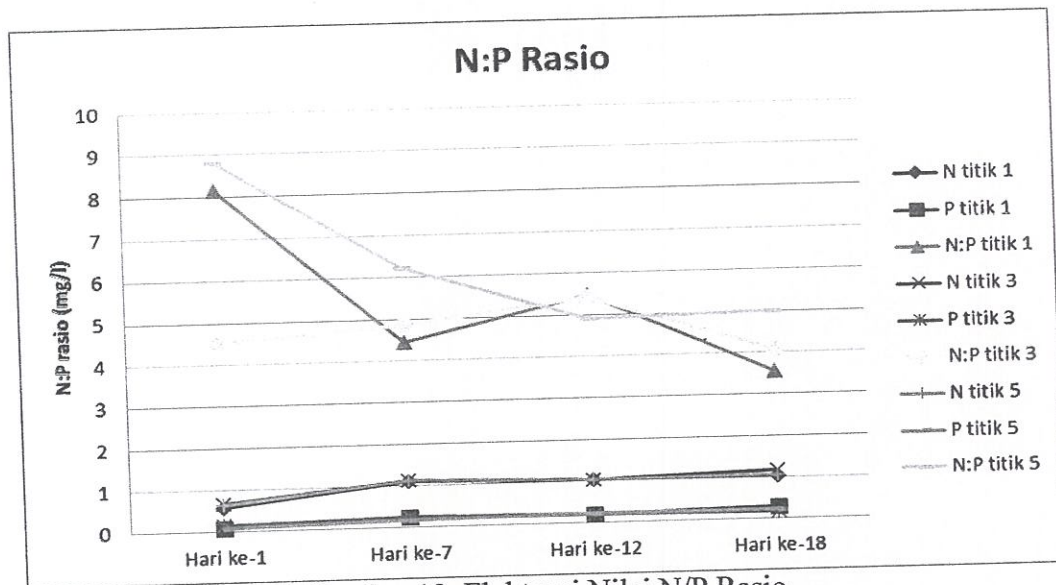
Penambahan probiotik yang berisi *Lactobacillus* spp. dapat meningkatkan nilai N dan P pada perairan, sehingga dapat mempengaruhi nilai rasio N/P pada perairan. Peningkatan pada nilai N berkisar pada 1,05 - 1,19 dan untuk nilai P berkisar 0,165 - 0,29 dan rasio N/P berkisar 3,62 - 5,13.

Peningkatan nilai nitrogen yang terjadi dapat dikarenakan *Lactobacillus* spp. yang berfungsi mendegradasi bahan organik pada perairan sehingga hasil dari pendegradasian bahan organik tersebut dapat meningkatkan kandungan nitrogen pada perairan. Salah satu hasil dari pendegradasian bahan organik tersebut yaitu amonia, jika amonia meningkat maka dapat menyebabkan kandungan nitrogen pada perairan juga meningkat.

Peningkatan kandungan P setelah diberikan *Lactobacillus* spp. dapat dikarenakan terjadinya penurunan pada kepadatan plankton yang disebabkan oleh fungsi probiotik tersebut. Penurunan kepadatan plankton dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan bahan organik karena terdapat jasad renik plankton yang mati. Penurunan kepadatan plankton yang terjadi karena probiotik dapat melisiskan dinding sel dengan menghasilkan hidrogen peroksida (H_2O_2).

Rasio N:P yang diperoleh ialah 3,62 - 5,13 hal ini dapat dikatakan bahwa perairan tersebut didominasi plankton dari jenis *blue green algae*. Dominasi plankton di suatu perairan seperti *Blue Green Algae* ditentukan oleh proporsi nilai nitrogen terhadap fosfor, pada lingkungan eutrofik dengan perbandingan total

ppm N dibagi total ppm P apabila dibawah 10 ($N:P \text{ rasio} < 10$) maka perairan didominasi pertumbuhan *Blue Green Algae*.



Gambar 19. Fluktuasi Nilai N/P Rasio

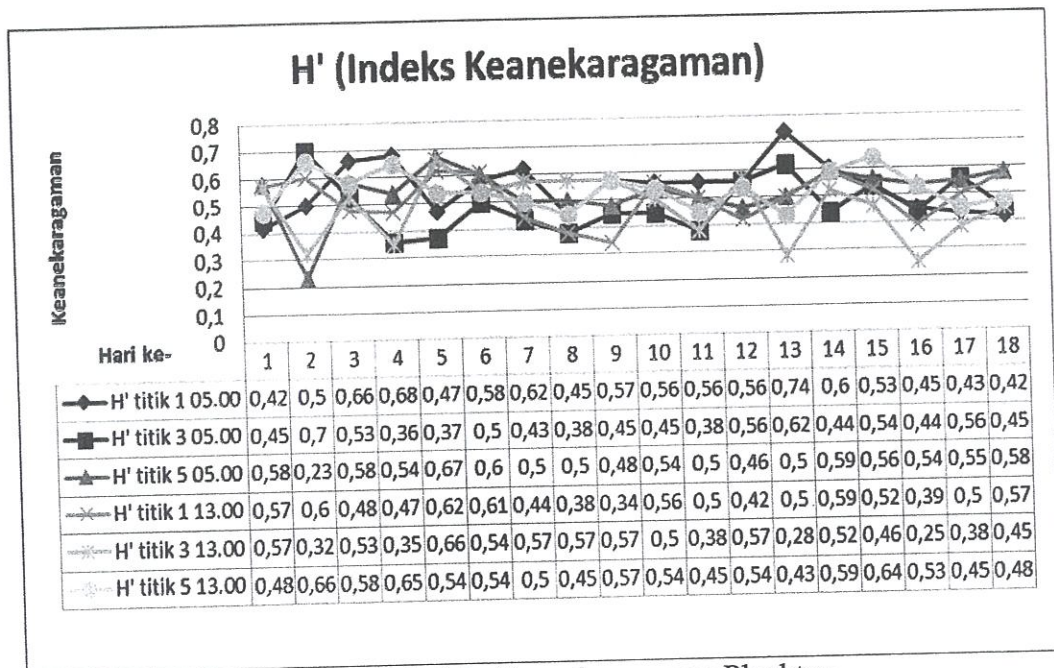
b. Kelimpahan Plankton

Jenis plankton yang terdapat pada tambak penelitian meliputi fitoplankton jenis chlorophyta, cyanophyta, pyrophyta, desmidiaceae, diatom dan zooplankton golongan entomostraca, rotatoria, ciliata, mollusca. Perubahan dominansi plankton juga dapat diketahui dari perubahan warna air. Setelah penebaran probiotik yang berisi *Lactobacillus* spp., warna air berubah menjadi hijau pucat. Hal ini sesuai dengan data indeks dominansi plankton yang cenderung menurun dengan ditemukannya jenis plankton yang lebih beragam.

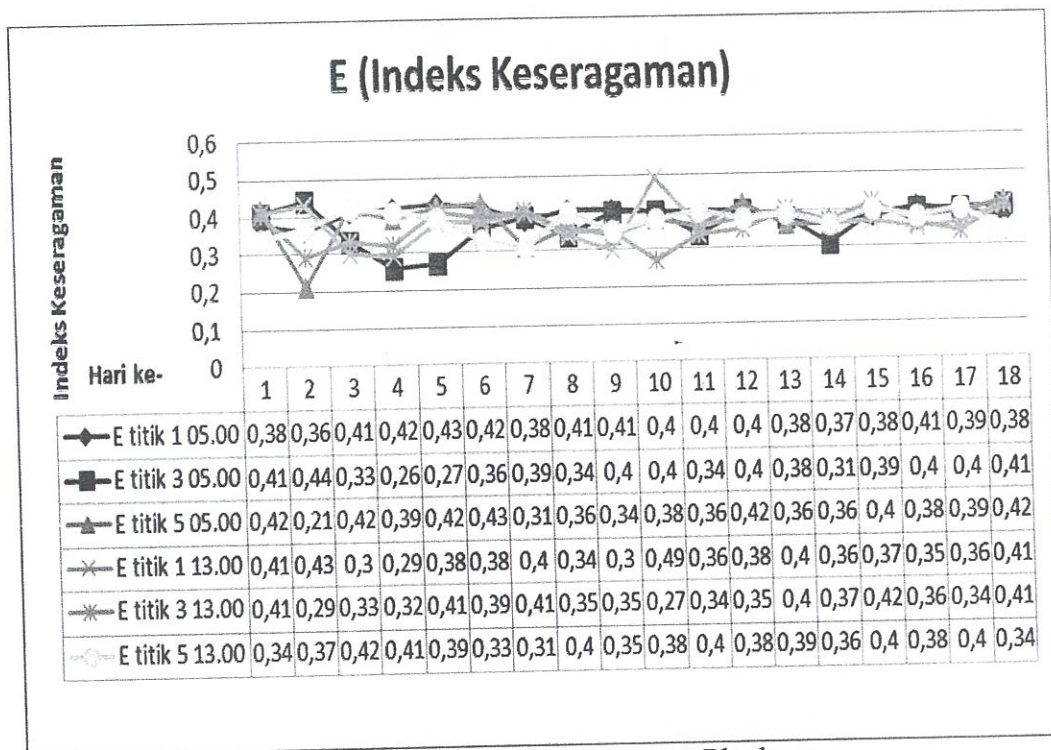
Keanekaragaman plankton yang diperoleh setelah diberikan *Lactobacillus* spp. menunjukkan kisaran 0,23 hingga 0,74. Hasil tersebut menunjukkan keanekaragaman plankton yang cukup sedang, karena suatu keanekaragaman plankton pada perairan sangat dipengaruhi oleh kondisi perairan tersebut.

Kelimpahan plankton sendiri dapat mempengaruhi perubahan warna pada perairan, warna perairan setelah tebar berwarna hijau pucat dan didominasi plankton jenis zooplankton dan diatom. Perubahan warna kolam sendiri dapat disebabkan karena berkurangnya kepadatan dari fitoplankton akibat dinding sel dari fitoplankton yang dihancurkan H_2O_2 yang dihasilkan.

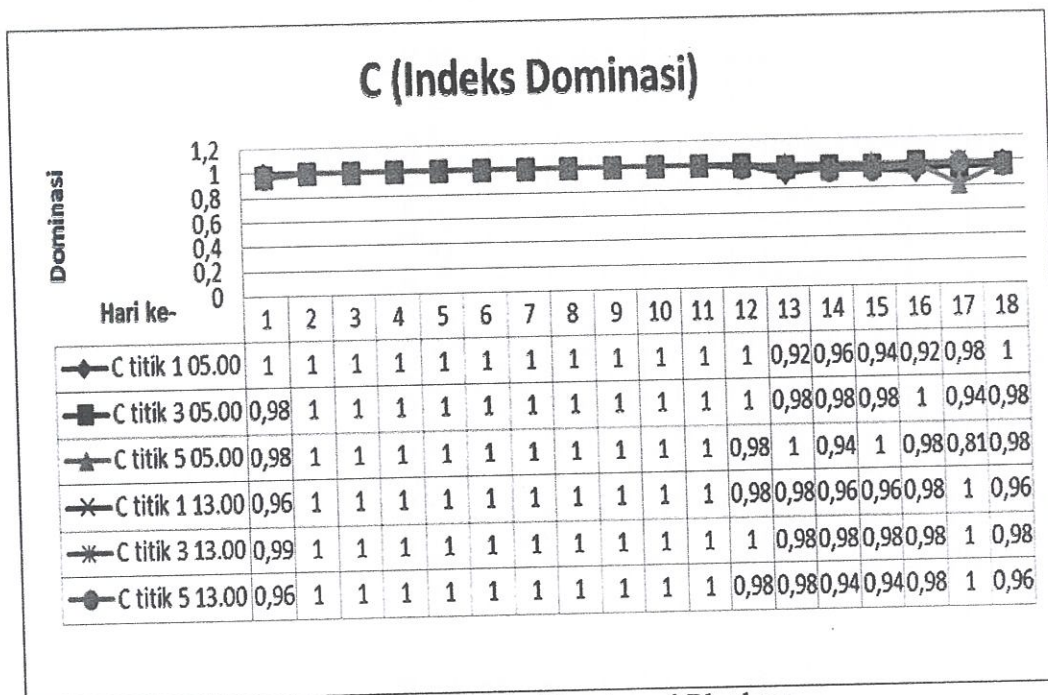
Dominansi plankton yang dihasilkan pada setiap titik menunjukkan angka berkisar 0,84 sampai 1. Hasil ini menunjukkan bahwa indeks dominansi plankton cukup tinggi dan keanekaragaman yang cukup beragam, salah satunya didominasi oleh fitoplankton jenis Cyanophyta (*Calothrix* sp.) dan Chlorophyta (*Chlorella* sp.) dan beberapa zooplankton (*Branchionus* sp.). Hal ini sesuai dengan pendapat bahwa tinggi atau rendahnya konsentrasi nutrisi akan berpengaruh terhadap produktivitas perairan, namun komposisi antara komponen nutrisi, yaitu rasio N terhadap P yang sering disebut dengan *redfield ratio*, akan berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton jenis tertentu.



Gambar 20. Indeks Keanekaragaman Plankton



Gambar 21. Indeks Keseragaman Plankton



Gambar 22. Indeks Dominansi Plankton

VI KESIMPULAN

Berdasar hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sebaran Cyanophyceae pada perairan tambak dipengaruhi oleh salinitas, jenis probiotik yang digunakan serta tingkat intensitas pengelolaan tambak. Jenis Cyanophyceae pada perairan tawar adalah *Aphanothece* sp, *Arthrospira* sp, *Chroococcus* sp, *Glaeocapsa* sp, *Merismopedia* sp, *Microcystis* sp, *Oscillatoria* sp, *Planktothrix*, *Romeria*, *Spirulina* dan *Synechococcus* sp. Sedangkan pada tambak payau, jenis Cyanophyceae yang ditemukan adalah *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria* dan *Chroococcus*. Jenis bakteri yang dikandung jenis probiotik yang berbeda, mempengaruhi proses perombakan bahan organik perairan, yang pada akhirnya menyumbang peranan pada rasio N:P perairan. Tingginya bahan organik sebagai konsekuensi tingginya kepadatan tebar pada tambak intensif, diikuti aktifnya proses nitrifikasi, sehingga kecepatan pertambahan N lebih tinggi dibanding kecepatan pertambahan P, yang diduga menyebabkan jenis *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria* dan *Chroococcus* mendominasi tambak payau dan diduga menghasilkan microcystis dan geosmin.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Momani, F., D.W. Smith and M.G. El-Din. 2008. Degradation of *Cyanobacteria* Toxin by Advanced Oxidation Processes. *Journal of Hazardous Materials* 150, 238-249.
- Aminot, A., and M. Chaussepied. 1983. *Manuel des Analyses Chimiques en Milieu Marin*. CNEXO. Brest. 395 pp.
- Aziz, R., K. Nirmala., R. Affandi dan T. Prihadi. 2015. Kelimpahan Plankton Penyebab Bau Lumpur pada Budidaya Ikan Bandeng Menggunakan Pupuk N:P Berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 14 (1). 58–68.
- Barrington, D.J. and Ghadouani, A. 2008. Application of Hydrogen Peroxide for the Removal of Toxic *Cyanobacteria* and Other Phytoplankton from Wastewater. *Environment Science Technology* 42, 8916-8921.
- Barrington, D.J., E.S. Reichwaldt and A. Ghadouani. 2013. The Use of Hydrogen Peroxide to Remove *Cyanobacteria* and Microcystins from Waste Stabilization Ponds and Hypereutrophic Systems. *Ecological Engineering* 50, 86-94.
- Basmi, J. 1995. *Planktonologi Produktivitas Primer*. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor.
- Boettcher A.A., C. Dyer, J. Casey and N.M. Targett. 1997. Hydrogen Peroxide Induced Metamorphosis of Queen Conch, *Strombus gigas*: Test at the Commercial Scale. *Aquaculture* 148: 247-258.
- Boyd, C.E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Auburn, AL: Auburn University/Alabama Agricultural Experiment Station.
- Boyd, C.E. and Tucker, C.S. 1998. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Springer Science and Business Media, New York.
- Brookes, J.D., Carey, C.C., 2011. Resilience to blooms. *Science* 334, 46-47.
- Carey, C.C., B.W. Ibelings, E.P. Hoffmann, D.P. Hamilton and J.D. Brookes. 2012. Eco-physiological Adaptations that Favour Freshwater *Cyanobacteria* in A Changing Climate. *Water Research*, 46: 1394–1407.
- Catherine, Q., W. Susanna, E. Isidora, H. Mark, V. Aurelie and H. Jean-Francois. 2013. A Review of Current Knowledge on Toxic Benthic Freshwater *Cyanobacteria* - Ecology, Toxin Production and Risk Management. *Water Research* 47: 5464 – 5479.

- Cooper, W. J., Shao, C.W, Lean, D.R.S, Gordon, A.S and Scully, F.E. 1994. Factors Affecting the Distribution of H₂O₂ in Surface Waters, in: Environmental Chemistry of Lakes and Reservoirs, edited by: Baker, L.A., American Chemical Society, Washington, DC, 237, 391–422.
- Craig, K. and D. Bailey. 1995. Cyanobacterial Toxin Microcystin-lr Removal Using Granular Activated Carbon-hunter Water Corporation Experience, in: Proceeding of the 16th Australian Water and Wastewater Association Federal Convention, AWWA Inc, Artarmon, NSW, page: 579–586.
- Crossetti, L.O. and C.E.D.M. Bicudo. 2005. Effects of Nutrient Impoverishment on Phytoplankton Biomass: A Mesocosms Experimental Approach in A Shallow Eutrophic Reservoir (Garças Pond), São Paulo, Southeast Brazil. Brazilian Journal of Botany, 28: 95–108.
- Davis, C.C. 1955. The Marine and Freshwater Plankton. USA: Michigan State University Press.
- Deng, D.F., K.K. Zheng, F.C. Teh, P.W. Lehman and S.J. Teh. 2010. Toxic Threshold of Dietary Microcystin (-LR) for Quart Medaka. Toxicon, 55(4): 787–794.
- Drábková, M., Admiraal, W and Marsálek, B. 2007. Combined Exposure to Hydrogen Peroxide and Light – Selective Effects on *Cyanobacteria*, Green Algae, and Diatoms. Environment Science Technology 41, 309-314.
- Drobac, D., N. Tokodi, J. Lujic, Z. Marinovic, G. Subakov-Simic, T. Dulic, T. Vazic, S. Nybomd, J. Meriluoto, G.A. Codd and Z. Svircev. 2016. *Cyanobacteria* and Cyanotoxins in Fishponds and Their Effects on Fish Tissue. Harmful Algae, 55: 66–76.
- Downing, T.G., R.R. Phelan and S.Downing. 2015. A Potential Physiological Role for Cyanotoxins in *Cyanobacteria* of Arid Environments. Journal of Arid Environments, 112: 147-151.
- Fan, J., L. Ho, P. Hobson and J. Brookes. 2013. Evaluating the Effectiveness of Copper Sulphate, Chlorine, Potassium Permanganate, Hydrogen Peroxide and Ozone on Cyanobacterial Cell Integrity. Water Research 47, 5153-5164.
- Furtado, P.S., L.H. Poersch and W. Wasielesky Jr. 2011. Effect of Calcium Hydroxide, Carbonate and Sodium Bicarbonate on Water Quality and Zootechnical Performance of Shrimp *Litopenaeus vannamei* Reared in Bio-Flocs Technology (BFT) Systems. ELSEVIER. Aquaculture 321: 130–135.
- Graham, L.E. and L.W. Wilcox. 2000. Algae. Pretince Hall Inc. New Jersey.

- Goldman, C.E. and Horne, A.J. 1983. *Limnology*. New York: Mc. Graw Hill Book Company.
- Hardjowigeno, H.S. 2007. *Ilmu Tanah*. Akademik Pressindo. Jakarta.
- Hoek, C. Van den, D.G. Mann and H.M. Jahns. 1995. *Algae: An Introduction to Phycology*, Cambridge University Press, Melbourne.
- Ibelings, B.W. and Havens, K.E. 2008. Cyanobacterial Toxins: A Qualitative Meta-analysis of Concentrations, Dosage and Effects in Freshwater, Estuarine and Marine Biota. In: *Cyanobacterial Harmful Algal Blooms: State of the Science and Research Needs*. *Advances in Experimental Medicine and Biology* 619, 675-732.
- Ivanka, 2016. Cara Baru Menghilangkan Alga (Green Water) Tanpa Zat Kimia. Lembi, CA. 2002. *Aquatic Plant Management Barel Straw for Algae Control*. United States. Purdue University.
- Jayanudin. 2009. Pemutihan Daun Nanas Menggunakan Hidrogen Peroksida. *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol. 3, No. 1: 5 hal.
- Juhar, R. 2008. Karakteristik Fe, Nitrogen, Fosfor dan Fitoplankton pada Beberapa Tipe Perairan Kolong Bekas Galian Timah. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal. 1-4.
- Kankaanpää, H.T., J. Holliday, H. Schröder, T.J. Goddard, R. von Fister and W.W. Carmichael. 2005. *Cyanobacteria* and Prawn Farming in Northern New South Wales, Australia-A Case Study on *Cyanobacteria* Diversity and Hepatotoxin Bioaccumulation. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 203: 243-256.
- Kay, S.H., Quimby, P.C and Ouzts, J.D., 1982. H₂O₂: A potential algicide for aquaculture. *Proceedings, Southern Weed Science Society* 35, 275-289.
- Keijola, A., K. Himberg, A. Esala, K. Sivonen and L. Kiisvirata. 1988. Removal of Cyanobacterial Toxins in Water Treatment Processes: Laboratory and Pilot Plant Experiments, *Toxic. Assess.* 3, 643-656.
- Lagus, A. 2009. Role of Nutrients in Regulation of the Phytoplankton Community in the Archipelago Sea, Northern Baltic Sea. *Turun Yliopiston Julkaisuja Annales Universitatis Turkuensis*. Page 5-43.
- Latifi, A., Ruiz, M and Zhang, C.C., 2009. Oxidative Stress in *Cyanobacteria*. *FEMS Microbiology Reviews*, 33: 258-278.
- Li, X.Y., Chung, I.K, Kim, J.I and Lee, J.A. 2004. Subchronic Oral Toxicity of Microcystin in Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) Exposed to Microcystis Under Laboratory Conditions. *Toxicon*, 44: 821-827.

- Liaw, W.K. 1969. Chemical and Biological Studies of Fish Pond and Reservoir in Taiwan. Chinese American Joint Commission on Rural. Reconstruction Fish, Series (7): 1-43.
- Lightner, D.V. 1978. Possible Toxic Effects of the Marine Blue-Green Algae, *Spirulina Subsalsa*, on the Blue Shrimp *Penaeus stylirostris*. Journal Invertebrata Pathology, 32: 139-150.
- Makmur, M., H. Kusnoputranto, S.S. Moersidik dan D. S. Wisnubroto. 2012. Pengaruh Limbah Organik dan Rasio N/P terhadap Kelimpahan Fitoplankton di Kawasan Budidaya Kerang Hijau Cilincing. Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah, 15(2): 59-64.
- Malbrouck, C. and Kestemont, P. 2006. Effects of Microcystins on Fish. Environments Toxicology Chemistry, 25: 72-86.
- Nindl G. 2004. Hydrogen Peroxide from Oxidative Stressor to Redox Regulator. Cell Sci Rev, 1(2): 1-12.
- Nontji, A. 2008. Plankton Laut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Press. Jakarta. Hal. 59-82.
- Nurjanah, Komari dan E. Susanto. 2006. Penambahan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) dalam Mempertahankan Waktu Hidup Ikan Kerapu Lumpur (*Epinephelus suillus*). Buletin Teknologi Hasil Perikanan, Vol IX Nomor 2: 9 hal.
- Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologis. Diterjemahkan oleh H. M. Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. PT Gramedia. Jakarta.
- Odum, E. P. 1993. Dasar-Dasar Ekologi. Edisi ketiga. Terjemahan : Samingan, T., Srigandono. Fundamentals Of Ecology. Third Edition. Gajah Mada University Press.
- Padovesi-Fonseca, C. and Philomeno, M.G. 2004. Effects of Algicide (Copper Sulfate) Application on Short-Term Fluctuations of Phytoplankton in Lake Paranoá, Central Brazil. Braz. J. Biol, 64(4): 819-826.
- Palikova, M., S. Navratil, F. Sterba, F. Tichy, B. Marsalek and L. Blaha. 2004. Histopathology of Carp (*Cyprinus carpio* L.) Larvae Exposed to *Cyanobacteria* Extract. Acta Vet. Brno, 73: 253-257.
- Reynolds, C.S. 2006. The Ecology of Phytoplankton. New York: Cambridge University Press.
- Rositano, J. and B.C. Nicholson. 1994. Water Treatment Techniques for Removal of Cyanobacterial Toxins from Water. Bull. Bureau Plant. Indus. USDA, 76: 19-55.

- Ruttner F. 1965. *Fundamental of Limnology. Thrid Edition*. Toronto, Canada: University of Toronto Press.
- Simanjuntak, M. 2009. Hubungan Faktor Lingkungan Kimia, Fisika terhadap Distribusi Plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.)* XI (1): 31-45. ISSN: 0853-6384.
- Sukmadinata, N. S. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan*. Rosdarkarya. Bandung hal. 54.
- Suthers, I. M. and D. Rissik. 2008. *Plankton*. CSIRO Publishing. Australia.
- Svirčev, Z., J. Lujić, Z. Marinović, D. Drobac, N. Tokodi, B. Stojiljković and J. Meriluoto. 2015. Toxicopathology Induced by Microcystins and Nodularin: A Histopathological Review. *Journal Environment Science Health C* 33 (2), 125-167.
- Thajuddin, N. and G. Subramanian. 1992. Survey of Cyanobacterial Flora of the Southern East Coast of India. *Botanica Marina*, 35(4) : 305-314.
- Tjitrosoepomo, G. 1998. *Taksonomi Tumbuhan (Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta)*. UGM Press. Yogyakarta.
- van Hullebusch, E., P. Chatenet, V. Deluchat, P.M. Chazal, D. Froissard, M. Botineau, A. Ghestem and M. Baudu. 2003. Copper accumulation in a reservoir ecosystem following copper sulfate treatment (St. Germain Les Belles, France). *Water Air Soil Pollut.* 150, 3.
- Vashishta, B.R. 1999. *Algae Part I. Eight Revised Ed.* S. Chand & Company LTD. New Delhi.
- Whitton, B.A. 2002. Phylum Cyanophyta (*Cyanobacteria*), in: Jhon, D.M., B.A. Whitton, A.J. Brook (Eds.), *The Freshwater Alga Flora of The British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Wilson, P. C. 2010. *Water Quality Notes: Alkalinity and Hardness*. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. Florida.
- Wiranatha, I.G.P., I.G.A.M. Aryasih dan D.A.A. Posmaningsih. 2014. Pengaruh Lama Kontak Hidrogen Peroksida terhadap Keluhan Subyektif Pengrajin Lontar. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol. 4, No.1: 61-69.
- Wurts, W.A. and R.M. Durborow. 1992. *Interactions of pH, Carbon dioxide, Alkalinity and Hardness in Fish Ponds*. Southern Regional Aquaculture Center, Publication 464.

- Yuliana. 2014. Keterkaitan Antara Kelimpahan Zooplankton dengan Fitoplankton dan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Jaiholo, Halmahera Barat. *Jurnal Maspari*, 6: 25-31.
- Zaidy, A.B., R. Affandi, B. Kiranadi, K. Praptokardiyo dan W. Manalu. 2008. Pendayagunaan Kalsium Media Perairan dalam Proses Ganti Kulit dan Konsekuensinya bagi Pertumbuhan Udang Galah (*Macrobrachium Rosenbergii* De Man). *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. Jilid 15. No. 2. Hal. 117-125.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Jenis-jenis Plankton yang Ditemukan

Waktu	Titik	Spesies	Kepadatan Plankton (10^4)						
			Hari ke-						
			1	2	3	4	5	6	
05.00 WIB	1	<i>Calothrix</i> sp.	-	-	-	-	-	-	6.250
		<i>Chlorella</i> sp.	62.500	-	12.500	-	-	-	-
		<i>Closterium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	3.125	-	-	-
		<i>Gonyaulax polyodern</i>	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Haemeromonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Oocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Polyedrium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Diatoma vulgareae</i>	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Nitzschia curvula</i>	9.375	-	6.250	6.250	-	-	-
		<i>Asplancha herricki</i>	-	-	-	-	18.750	12.500	-
		<i>Branchionus</i> sp.	12.500	31.250	15.625	6.250	15.625	9.375	-
		<i>Cresseis virgula</i>	-	6.250	6.250	-	-	-	-
		<i>Cyclops atrennus</i>	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Daphnia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Euchlanis dilalata</i>	-	9.375	-	6.250	-	-	-
		<i>Nuteus militaria</i>	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Moina dubia</i>	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Monostila lunaris</i>	-	-	-	-	1.250	-	-
		<i>Pseudeuphrosn intiferons</i>	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Pyrooypris nuteus</i>	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Tetramantix apolanaia</i>	-	9.375	12500	6.250	6.250	21.875	-

	3	<i>Calothrix</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Ceratium fisis</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Chlorella</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Chroococcus limneticus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gonyaulax polyderm</i>	-	6250	-	-	-	-
		<i>Hymenomonas</i> sp.	-	-	3125	-	-	-
		<i>Diatoma vulgareae</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nitzschia curvula</i>	6250	9375	25000	6250	-	15625
		<i>Asplancha herricki</i>	-	-	-	15625	21875	9375
		<i>Branchiomus</i> sp.	12500	12500	34375	90625	-	40625
		<i>Cratella chlochelarlis</i>	1875	3125	-	-	-	-
		<i>Copepoda</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cyclops atrennus</i>	-	-	-	-	6250	9375
		<i>Dipanosoma tetra</i>	-	-	3125	-	-	-
		<i>Euchlanis dilalata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gronbladia inflata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Monostyla lunaris</i>	-	-	-	9375	-	-
		<i>Nauplius branchionus</i>	-	-	-	-	3125	-
		<i>Pyrooypris nuteus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Tetramantix apolianaia</i>	12500	-	9375	-	-	-
	5	<i>Calothrix</i> sp.	-	-	-	-	-	6250
		<i>Ceratium fisis</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Chlorella</i> sp.	18750	6250	-	10000	1875	-

		<i>Chroococcus limneticus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Closterium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Glocotricha echinulata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gontozygon monotaenium</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gymodinium costatum</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gronbladia inflata</i>	9375	-	-	-	-	-
		<i>Raphidium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Diatoma vulgariae</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nitzschia curvula</i>	-	-	-	-	6250	-
		<i>Rhizosolenia stiliformis</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Asplancha herricki</i>	-	-	-	18750	12500	12500
		<i>Branchionus</i> sp.	12500	34375	12500	-	6250	12500
		<i>Cladocera</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Colpodium</i> sp.	-	-	6250	-	-	-
		<i>Cyclops atrennus</i>	6250	-	-	-	-	-
		<i>Daphnia</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Euchaeta consinna</i>	-	-	-	15625	-	-
		<i>Euchlanis dilalata</i>	-	-	6250	-	-	-
		<i>Nauplius cyclops</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nuteus militaria</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Tetramantix apolianaia</i>	-	3125	66250	15625	9375	9375
13.00 WIB	1	<i>Chlorella</i> sp.	-	-	-	-	-	-

		<i>Closterum</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Desmidium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Glocotricha echinulata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gonyanulax polyodern</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gronbladia inflata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Microcystis</i> sp.	-	78125	-	-	-	-
		<i>Oocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Peridinium gutwinski</i>	-	-	3125	-	-	-
		<i>Diatoma vulgariae</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nitzschia curvula</i>	6250	-	-	3125	-	6250
		<i>Asplancha herricki</i>	-	-	-	-	9375	-
		<i>Branchionus</i> sp.	6250	-	62500	31250	-	18750
		<i>Cathypna unguate</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cladocera</i>	-	-	12500	-	-	-
		<i>Colpodium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Creseis virgula</i>	-	9375	-	-	-	-
		<i>Cyclops atrennus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cypridopsis vidua</i>	-	-	28125	-	-	-
		<i>Euchlanis dilatata</i>	-	-	-	-	25000	-
		<i>Euglena oxyrus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Noctiluca miliaris</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nuteus militariaa</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Pedalion mirum</i>	-	-	-	-	6250	-
		<i>Tetramanotrix apolianaia</i>	-	-	-	-	-	12500
		<i>Volvox</i> sp.	-	-	3125	-	-	-

3	<i>Aphanotheca atagnina</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Calothrix</i> sp.	6250					-
	<i>Chlorella</i> sp.	-	-	-	-	-	-
	<i>Closterum</i> sp.	-	-	-	-	-	-
	<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Glocotricha echimulata</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Gonyaulax polyodern</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Gronbladia inflata</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Lyngbin spiruloidea</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
	<i>Oocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
	<i>Diatoma vulgareae</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Nitzschia curvula</i>	9375	3125	-	3125	-	9375
	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	-	12500	-	-	-	-
	<i>Asplancha herricki</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Branchionus</i> sp.	62500	34375	21875	15625	9375	2500
	<i>Cathypna unguulate</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Cladocera</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Colpodium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
	<i>Copepod</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Creseis virgula</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Cyclops atrennus</i>	-	-	-	2500	12500	12500
	<i>Cypridopsis vidua</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Eucampia zodiacus</i>	3125	-	-	-	-	-

		<i>Euchlanis dilatata</i>	-	-	-	2500	40625	-
		<i>Euglena oxyrus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Noctiluca miliaris</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nuteus militariaa</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	-	-	3125	-	-	-
		<i>Tetramanotrix apolianaia</i>	-	9375	6250	9375	15625	-
	5	<i>Aphanotheca atagnina</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Calothrix</i> sp.	-	6250	-	-	-	-
		<i>Chlorella</i> sp.	2500	37500	-	-	-	-
		<i>Closterum</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Glocotricha echinulata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gontozygon monotaenium</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gonyanulax polyodern</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gronbladia inflata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Lyngbin spiruloidea</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Oocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Peridinium cressipes</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Peridinium gutwinski</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Bacillaria paradoxa</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Diatoma vulgareae</i>	-	-	-	-	-	-

	<i>Nitzschia curvula</i>	-	-	-	-	-	9375
	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Anabaena</i> sp.	6250	-	-	-	-	-
	<i>Asplancha herricki</i>		-	-	6250	-	15625
	<i>Bosmina longirostris</i>	6250	-	-	-	-	-
	<i>Branchionus</i> sp.	9375	18750	18750	2500	9375	6250
	<i>Cathypna unguate</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Cladocera</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Colpodium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
	<i>Copepod</i>	-	3125	-	-	-	-
	<i>Creseis virgula</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Cyclops atrennus</i>	-	-	-	-	6250	6250
	<i>Cypridopsis vidua</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Eucampia zodiacus</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Euchlanis dilatata</i>	15625	-	-	37500	56250	-
	<i>Euglena oxyrus</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Frontania</i> sp.	3125	-	-	-	-	-
	<i>Gymodinium costatum</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Hymenomonas</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Noctiluca miliaris</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Nuteus militariaa</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Pedalion mirum</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Tetramanotrix apolianaia</i>	-	-	15625	2500	59375	-
	<i>Trichodeamium erythreum</i>	-	-	-	-	-	-

Waktu	Titik	Spesies	Kepadatan Plankton (10 ⁴)					
			Hari ke-					
			7	8	9	10	11	12
05.00 WIB	1	<i>Calothrix</i> sp.	6.250	-	-	-	-	62500
		<i>Chlorella</i> sp.	-	62.500	-	-	-	-
		<i>Closterium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Goryanulax polyodern</i>	-	-	6.250	6.250	-	-
		<i>Haemeromonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Oocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Polyedrium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Diatoma vulgare</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nitzschia curvula</i>	3.125	3.125	-	3.125	-	62500
		<i>Asplancha herricki</i>	-	-	-	6.250	-	-
		<i>Branchionus</i> sp.	12.500	-	9.375	9.375	9375	18750 0
		<i>Cresseis virgula</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cyclops atrennus</i>	-	3.125	-	-	9375	-
		<i>Daphnia</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Euchlanis dilalata</i>	15.625	-	-	-	18750	-
		<i>Nuteus militaria</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Moina dubia</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Monostila lunaris</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Pseudeuphnosn intiferons</i>	-	-	-	-	-	-

		<i>Pyrooxypris nuteus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Tetramantix apolanaia</i>	-	-	12500	-	12500	93750
	3	<i>Calothrix</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Ceratium fisis</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Chlorella</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Chroococcus limneticus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gonyaulax polyderm</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Hymenomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Diatoma vulgareae</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nitzschia curvula</i>	-	3125	9375	-	6250	62500
		<i>Asplancha herricki</i>	-	-	9375	-	-	156250
		<i>Branchionus</i> sp.	-	15625	15625	9375	21875	187500
		<i>Cratella chlochelarlis</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Copepoda</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cyclops atrennus</i>	6250	6250	12500	-	62500	62500
		<i>Dipanosoma tetra</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Euchlanis dilalata</i>	18750	-	-	12500	-	-
		<i>Gronbladia inflata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Monostyla lunaris</i>	-	-	-	-	-	-

		<i>Nauplius branchionus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Pyrooypriis nuteus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Tetramantix apolianaia</i>	21875	-	21875	15625	-	-
	5	<i>Calothrix</i> sp.	-	3125	-	6250	-	-
		<i>Ceratium fesus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Chlorella</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Chrococcus limneticus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Closterium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Glocotricha echinulata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gontozygon monotaenium</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gymodinium costatum</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gronbladia inflata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Raphidium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Diatoma vulgareae</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nitzschia curvula</i>	3125	-	3125	-	62500	-
		<i>Rhizosolenia stiliformis</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Asplancha herricki</i>	-	-	6250	-	15625 0	15625 0
		<i>Branchionus</i> sp.	-	12500	15625	-	18750 0	31250
		<i>Cladocera</i> sp.	3125	-	-	-	-	-
		<i>Colpodium</i> sp.	-	-	-	-	-	-

		<i>Cyclops atrennus</i>	-	6250	-	-	-	31250
		<i>Daphnia</i> sp.	-	-	-	9375	-	-
		<i>Euchaeta consinna</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Euchlanis dilalata</i>	28125	-	-	15625	62500	-
		<i>Nauplius cyclops</i>	-	-	-	15625	-	-
		<i>Nuteus militaria</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Tetramantix apolianaia</i>	25000	15625	21875	-	-	-
13.00 WIB	1	<i>Chlorella</i> sp.	-	-	218.750	-	-	-
		<i>Closterum</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Desmidium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Glocotricha echinulata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gonyaulax polyodern</i>	-	9375	-	-	-	-
		<i>Gronbladia inflata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Oocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Peridinium gutwinski</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Diatoma vulgariae</i>	3125	-	-	-	-	-
		<i>Nitzschia curvula</i>	-	6250	9375	-	-	12500
		<i>Asplancha herricki</i>	-	25000	-	-	-	-
		<i>Branchionus</i> sp.	-	6250	-	9375	21875	18750
		<i>Cathypna</i>	-	-	-	-	-	-

		<i>ungulate</i>						
		<i>Cladocera</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Colpodium sp.</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Creseis virgula</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cyclops atrennus</i>	-	-	21875	3125	9375	12500
		<i>Cypridopsis vidua</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Euchlanis dilatata</i>	-	62500	18750	15625	9375	15625
		<i>Euglena oxyrus</i>	-	6250	-	-	-	-
		<i>Noctiluca miliaris</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nuteus militariaa</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Pedalion mirum</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Tetramanotrix apolianaia</i>	15625	-	-	21875	-	-
		<i>Volvox sp.</i>	-	-	-	-	-	-
	3	<i>Aphanotheca atagnina</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Calothrix sp.</i>	6250	6250	-	-	-	-
		<i>Chlorella sp.</i>	-	-	187.500	-	312.500	-
		<i>Closterum sp.</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Glocotricha echinulata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gonyamulax polyodern</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gronbladia inflata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Lyngbin spiruloidea</i>	-	-	-	-	-	-

		<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Oocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Diatoma vulgarae</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nitzschia curvula</i>	-	-	6250	6250	-	12500
		<i>Rhizosolenia styliformis</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Asplancha herricki</i>	-	-	6250	9375	-	-
		<i>Branchionus</i> sp.	-	21875	9375	-	21875	21875
		<i>Cathypna ungulate</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cladocera</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Colpodium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Copepod</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Creseis virgula</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cyclops atrennus</i>	3125	-	-	6250	6250	
		<i>Cypridopsis vidua</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Eucampia zodiacus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Euchlanis dilatata</i>	2500	31250	-	21875	25000	-
		<i>Euglena oxyrus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Noctiluca miliaris</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nuteus militariaa</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Tetramanotrix apolianaia</i>	21873	21875	9375	-	6250	-

5	<i>Aphanotheca atagnina</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Calothrix</i> sp.	-	-	-	-	-	-
	<i>Chlorella</i> sp.	-	-	-	-	-	-
	<i>Closterum</i> sp.	-	-	-	-	-	-
	<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Glocotricha echinulata</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Gontozygon monotaenium</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Gonyanulax polyodern</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Gronbladia inflata</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Lyngbin spiruloidea</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
	<i>Oocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
	<i>Peridinium cressipes</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Peridinium gutwinski</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Bacillaria paradoxa</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Diatoma vulgare</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Nitzschia curvula</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>Anabaena</i> sp.	-	-	-	-	-	-
	<i>Asplancha herricki</i>	-	6250	9575	21875	-	-
	<i>Bosmina longirostris</i>	-	-	-	-	-	-

		<i>Branchionus</i> sp.	25000	-	18750	-	21875	21875
		<i>Cathypna unguate</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cladocera</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Colpodium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Copepod</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Creseis virgula</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cyclops atrennus</i>	-	9375	9575	-	6250	9375
		<i>Cypridopsis vidua</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Eucampia zodiacus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Euchlanis dilatata</i>	21875	31250	31250	25000	25000	9375
		<i>Euglena oxyrus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Frontania</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Gymnodinium costatum</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Hymenomonas</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Noctiluca miliaris</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nuteus militariaa</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Pedalion mirum</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Tetramanotrix apolianaia</i>	15625	21875	21875	15625	34375	-
		<i>Trichodeamium erythreum</i>	-	-	-	-	-	-

Waktu	Titik	Spesies	Kepadatan Plankton (10 ⁴)					
			Hari ke-					
			13	14	15	16	17	18
05.00 WIB	1	<i>Calothrix</i> sp.	-	62500	-	-	-	62500
		<i>Chlorella</i> sp.	12500	-	2500	-	93750	-
		<i>Closterium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	31250	-	-	-	-
		<i>Gonyanulax polyodern</i>	-	-	62500	-	-	-
		<i>Haemeromonas</i> sp.	31250	-	-	-	-	-
		<i>Oocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Polyedrium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Diatoma vulgare</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nitzschia curvula</i>	25000	93750	62500	93750	62500	62500
		<i>Asplancha herricki</i>	-	312500	-	62500	-	-
		<i>Branchiomus</i> sp.	343750	-	-	62500	-	12500
		<i>Cresseis virgula</i>	93750	-	-	-	-	-
		<i>Cyclops atrennus</i>	-	62500	-	-	-	-
		<i>Daphnia</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Euchlanis dilalata</i>	6250	-	12500	-	93750	-
		<i>Nuteus militaria</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Moina dubia</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Monostila lunaris</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Pseudeuphmosn intiferons</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Pyroocypris</i>	-	-	-	-	-	-

		<i>nuteus</i>						
		<i>Tetramantix apolanaia</i>	93750	-	-	-	-	-
	3	<i>Calothrix</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Ceratium fisis</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Chlorella</i> sp.	-	-	-	-	-	1875
		<i>Chroococcus limneticus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gonyaulax polyderm</i>	937500	-	-	-	-	-
		<i>Hymenomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Diatoma vulgare</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nitzschia curvula</i>	93750	-	93750	-	93750	6250
		<i>Asplancha herricki</i>	-	31250	31250	31250	93750	-
		<i>Branchiomus</i> sp.	-	12500	93750	31250	21875	12500
		<i>Cratella chlochelar</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Copepoda</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cyclops atrennus</i>	62500	62500	31250	31250	15625	-
		<i>Dipanosoma tetra</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Euchlanis dilalata</i>	93750	-	-	-	-	-
		<i>Gronbladia inflata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Monostyla lunaris</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nauplius branchiomus</i>	-	-	-	-	-	-

		<i>Pyrooyprius nuteus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Tetramantix apolianaia</i>	62500	-	-	-	-	-
	5	<i>Calothrix</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Ceratium fesus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Chlorella</i> sp.	-	-	-	-	-	1875
		<i>Chroococcus limneticus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Closterium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	-	3125	-	-	3125
		<i>Glocotricha echinulata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gontozygon monotaenium</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gymodinium costatum</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gronbladia inflata</i>	-	-	-	-	-	9375
		<i>Raphidium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Diatoma vulgare</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nitzschia curvula</i>	9375	9375	9375	9375	6250	-
		<i>Rhizosolenia stiliformis</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Asplancha herricki</i>	-	9375	9375	9375	9375	-
		<i>Branchionus</i> sp.	12500	21875	9375	21875	9375	12500
		<i>Cladocera</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Colpodium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Cyclops atrennus</i>	62500	6250	-	-	-	6250
		<i>Daphnia</i> sp.	-	-	-	-	-	-

		<i>Euchaeta consinna</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Euchlanis dilalata</i>	93750	-	-	-	-	-
		<i>Nauplius cyclops</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nuteus militaria</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Tetramantix apolianaia</i>	-	6250	-	6250	-	-
13.00 WIB	1	<i>Chlorella</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Closterum</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Desmidium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Glocotricha echinulata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gonyamulax polyodern</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gronbladia inflata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Oocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Peridinium gutwinski</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Diatoma vulgariae</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nitzschia curvula</i>	9375	-	9375	-	-	-
		<i>Asplancha herricki</i>	15625	6250	-	-	-	-
		<i>Branchionus</i> sp.		15625	25000	21875	15625	18757
		<i>Cathypna unguate</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cladocera</i>	-	-	-	-	-	-

		<i>Colpodium</i> sp.	-	-	-	-	15625	-
		<i>Creseis virgula</i>	-	-	-	-	9375	-
		<i>Cyclops atrennus</i>	6250	6250	6250	3125	-	-
		<i>Cypridopsis vidua</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Euchlanis dilatata</i>	-	21875	-	15625	12500	9375
		<i>Euglena oxyrus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Noctiluca miliaris</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nuteus militariaa</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Pedalion mirum</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Tetramanotrix apolianaia</i>	-	-	-	9375	-	15625
		<i>Volvox</i> sp.	-	-	-	-	-	-
	3	<i>Aphanotheca atagnina</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Calothrix</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Chlorella</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Closterum</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Glocotricha echinulata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gonyanulax polyodern</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gronbladia inflata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Lyngbin spiruloidea</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Oocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-

		<i>Diatoma vulgare</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nitzschia curvula</i>	-	-	-	21875	-	-
		<i>Rhizosolenia styliformis</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Asplancha herricki</i>	9375	-	-	9375	-	9375
		<i>Branchionus sp.</i>	15625	15625	15625	-	15625	-
		<i>Cathypna unguate</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cladocera</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Colpodium sp.</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Copepod</i>	3125	-	-	-	-	-
		<i>Creseis virgula</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cyclops atrennus</i>	6250	-	6250	-	-	3125
		<i>Cypridopsis vidua</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Eucampia zodiacus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Euchlanis dilatata</i>	-	21875	-	6250	15625	21875
		<i>Euglena oxyrus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Noctiluca miliaris</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nuteus militariaa</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Tetramanotrix apolianaia</i>	-	15625	-	-	12500	-
	5	<i>Aphanotheca atagnina</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Calothrix sp.</i>	-	-	-	-	-	-

		<i>Chlorella</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Closterum</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Dinophysis miles</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Glocotricha echimulata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gontozygon monotaenium</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gonyamulax polyodern</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Gronbladia inflata</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Lyngbin spiruloidea</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Oocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Peridinium cressipes</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Peridinium gutwinski</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Bacillaria paradoxa</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Diatoma vulgare</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nitzschia curvula</i>	9375	9375	3125	-	-	-
		<i>Rhizosolenia styliformis</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Anabaena</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Asplancha herricki</i>	15625	-	9375	21875	-	15625
		<i>Bosmina longirostris</i>	-	-	-	-	21875	-
		<i>Branchionus</i> sp.	-	21875	15626	-	-	-
		<i>Cathypna unguate</i>	-	-	-	-	-	-

		<i>Cladocera</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Colpodium</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Copepod</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Creseis virgula</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cyclops atrennus</i>	6250	-	6250	-	-	6250
		<i>Cypridopsis vidua</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Eucampia zodiacus</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Euchlanis dilatata</i>	-	15625	-	25000	15625	-
		<i>Euglena oxyrus</i>	-	-	-	-	3125	3125
		<i>Frontania</i> sp.	-	-	-	-	-	-
		<i>Gymodinium costatum</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Hymenomonas</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Noctiluca miliaris</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Nuteus militariaa</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Pedalion mirum</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Tetramanotrix apolianaia</i>	-	15625	-	15625	-	15625
		<i>Trichodeamium erythreum</i>	-	-	-	-	-	-



KONTRAK JOINT RESEARCH
SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN KEGIATAN JOINT RESEARCH
Nomor : 01 /UN3.1.12/KU/2017

Pada hari ini **Jumat**, tanggal lima, bulan Mei Tahun Dua Ribu Tujuh Belas (05-05-2017), kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Prof.Dr. Mirni Lamid,drh.,M.P. : Dekan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga dalam hal ini selaku PIHAK PERTAMA;
2. Dr.Endang Dewi Masithah,Ir.,M.P.: Staf Pengajar pada Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga dalam hal ini selaku PIHAK KEDUA,

KEDUA belah pihak secara bersama-sama telah sepakat mengadakan perjanjian pelaksanaan kegiatan Joint Research bagi staf pengajar Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Tahun 2017

Dengan ketentuan sebagai berikut :

PASAL 1
BIAYA PENELITIAN

PIHAK PERTAMA memberikan bantuan biaya kegiatan Joint Research kepada PIHAK KEDUA sebesar Rp. 75.000.000,- (Tujuh puluh lima juta rupiah) dengan judul Joint Research :

"Sebaran *Cyanophyceae* Pada Berbagai Salinitas Dan Tingkat Pengelolaan Tambak Di Jawa Timur Dalam Kaitannya Dengan Keamanan Pangan"

Dana untuk kegiatan tersebut dibebankan pada RKAT Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Tahun Anggaran 2017 yang pembayarannya dilakukan secara bertahap sebagai berikut :



1. Tahap I sebesar 70% dari dana Joint Research sebesar Rp. 75.000.000,- (Tujuh puluh lima juta rupiah) yaitu sebesar Rp. 52.500.000,- (Lima puluh dua juta lima ratus ribu rupiah) yang dibayarkan kepada PIHAK KEDUA oleh PIHAK PERTAMA setelah penandatanganan perjanjian ini dan usulan proposal Joint Research telah disahkan/ditandatangani oleh Ketua Lembaga Penelitian dan Inovasi Universitas Airlangga;
2. Tahap II sebesar 30% dari dana Joint Research sebesar Rp. 75.000.000,- (Tujuh puluh lima juta rupiah) yaitu sebesar Rp. 22.500.000,- (Dua puluh dua juta lima ratus ribu rupiah) yang dibayarkan setelah PIHAK KEDUA setelah menyerahkan Laporan Hasil Joint Research dan Laporan Keuangan (SPJ Keuangan) Joint Research, dan Produk Akademik dari Hasil Joint Research.

PASAL 2
LAPORAN HASIL PENELITIAN

1. PIHAK KEDUA harus menyelesaikan dan melaporkan hasil Joint Research yang dimaksud pada Pasal 1 dalam jangka waktu maksimal 6 (enam) bulan, terhitung mulai tanggal 05 Mei 2017 sampai dengan tanggal 05 Nopember 2017
2. Tim Peneliti yang tercantum dalam proposal kegiatan Joint Research dimaksud turut serta bertanggungjawab atas penyelesaian kegiatan Joint Research
3. Laporan hasil Joint Research dan Laporan Keuangan (SPJ Keuangan) diserahkan pada PIHAK PERTAMA paling lambat tanggal 05 Nopembe 2017 sebanyak 2 (Lima) eksemplar.

PASAL 3
PRODUK AKADEMIK

1. Produk Akademik yang dimaksud pada Pasal 1 dapat berupa: publikasi ilmiah pada jurnal nasional terakreditasi, jurnal internasional terindek scopus;
2. PIHAK KEDUA harus menyerahkan bukti accepted dari publikasi ilmiah dalam jurnal internasional terindek scopus



PASAL 4
SANKSI

Apabila jangka waktu penelitian seperti tersebut pada pasal 2 ayat 1 tidak dapat dipenuhi oleh PIHAK KEDUA, maka untuk selanjutnya PIHAK PERTAMA akan menanggukhan usulan Joint Research berikutnya yang diajukan oleh yang bersangkutan

PASAL 5
PENUTUP

Surat Perjanjian Pelaksanaan Joint Research ini berlaku sejak tanggal ditetapkan, dengan ketentuan apabila ada hal-hal yang belum diatur dalam perjanjian ini akan ditentukan kemudian oleh KEDUA belah pihak secara musyawarah dan mufakat

Surabaya, 05 Mei 2017

PIHAK KEDUA,



Dr.Endang Dewi Masithah.Ir.,M.P.
NIP. 196909121997022001

PIHAK PERTAMA,
Dekan,



Prof.Dr. Mirni Lamid,drh.,M.P.
NIP. 196205111992032005



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN

KampusC UnairJl. Mulyorejo - Surabaya 60115
Telp. (031) 5911451, Faks. (031) 5965741
website : <http://www.fpk.unair.ac.id> e-mail : fpk@unair.ac.id

K E P U T U S A N

DEKAN FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Nomor : 24 /UN3.1.12/KP/2017

T E N T A N G

PELAKSANAAN KEGIATAN JOINT RESEARCH

FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN UNIVERSITAS AIRLANGGA TAHUN 2017

DEKAN FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN UNIVERSITAS AIRLANGGA,

- Menimbang** :
- bahwa dalam rangka meningkatkan mutu kegiatan penelitian diperlukan kerjasama internasional yang dapat menambah pengetahuan inovatif dan produktif, maka dipandang perlu Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga menyelenggarakan kegiatan Joint Research;
 - bahwa kegiatan Joint Research Tahun 2017 yang diajukan oleh calon peneliti telah melalui tahap penilaian oleh pimpinan fakultas maupun pihak terkait;
 - bahwa untuk keperluan tersebut pada huruf a dan huruf b perlu diterbitkan Keputusan Dekan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga.
- Mengingat** :
- Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (LN No. 78 Tahun 2003, Tambahan LN No. 4301 Tahun 2003);
 - Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi (LN No. 158 Tahun 2012, Tambahan LN No. 5336 Tahun 2012);
 - Peraturan Pemerintah Nomor 30 Tahun 2014 tentang Statuta Universitas Airlangga;
 - Keputusan Majelis Wali Amanat Universitas Airlangga Nomor : 1032/UN3.MWA/K/2015 tentang Pengangkatan Rektor Universitas Airlangga Periode Tahun 2015 - 2020;
 - Keputusan Rektor Universitas Airlangga Nomor : 5887/J03/OT/2008 tentang Pendirian Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga;
 - Keputusan Rektor Universitas Airlangga Nomor : 1732/UN3/2015 tentang Pengangkatan Dekan dan Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga Periode Tahun 2015 - 2020.

MEMUTUSKAN

Menetapkan :

- PERTAMA** : Pelaksanaan kegiatan Joint Research Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Tahun 2017, sebagaimana tersebut dalam lampiran keputusan ini ;
- KEDUA** : 1. Biaya untuk keperluan tersebut dibebankan pada anggaran RKAT Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Tahun Anggaran 2017;



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN

KampusC UnairJl. Mulyorejo - Surabaya 60115
Telp. (031) 5911451, Faks. (031) 5965741
website : <http://www.fpk.unair.ac.id> e-mail : fpk@unair.ac.id

2. Dana Joint Research sebesar Rp. 150.000.000,- (Seratus lima puluh juta) untuk 2 Departemen, 70% dana akan dicairkan setelah penandatanganan kontrak kegiatan Joint Research dan sisa dana 30% akan dicairkan apabila pihak ke 2 telah accepted jurnal nasional terakreditasi/jurnal internasional bereputasi dari laporan hasil penelitian/buku ajar by research ber-ISBN;
3. Jangka waktu pelaksanaan kegiatan Joint Research selama 6 (enam) bulan terhitung mulai tanggal 5 Mei sampai dengan 5 Nopember 2017;

KETIGA : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan, dengan ketentuan bahwa apabila dalam keputusan ini terdapat kekeliruan akan dibetulkan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di : Surabaya
Pada tanggal : 5 Mei 2017

DEKAN,



MIRNI LAMID
NIP. 196201161992032001

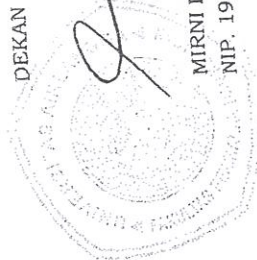
Salinan : disampaikan kepada

1. Yth. Rektor Universitas Airlangga
2. Yth. Ketua Lembaga Penelitian dan Inovasi Unair
3. Yang bersangkutan.

LAMPIRAN SURAT KEPUTUSAN DEKAN : 24 /UN3.1.12/PL/2017, TANGGAL 5 MEI 2017
 TENTANG : PELAKSANAAN KEGIATAN JOINT RESEARCH FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN UNIVERSITAS AIRLANGGA TAHUN 2017

No.	KETUA PENELITIAN		ANGGOTA PENELITIAN	JUDUL USULAN PENELITIAN	JUMLAH
1	Dr. Endang Dewi Masithah, Ir., M.P.	1	Prof. Kazuhiko Koike, Ph.D.	"Sebaran <i>Cyanophyceae</i> Pada Berbagai Salinitas Dan Tingkat Pengelolaan Tambak Di Jawa Timur Dalam Kaitannya Dengan Keamanan Pangan"	75,000,000
		2	Kustiawan Tri Pursetyo, S.Pi., M. Vet.		
		3	Muhammad Nur Ghoyatul Amin, S.TP., M.P., M.Sc.		
2	Sudarno, Ir., M.Kes.	1	Dr. Akhmad Taufiq Mukti, S.Pi., M.Si.	"Peranan Ekstrak Buah Mengkudu Terhadap Respons Fisiologi dan Performa Pertumbuhan Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)"	75,000,000
		2	Dr. Woro Hastuti Satyantini, Ir., M.Kes.		
		3	Prof. Dr. Marina Hassan (Universitas Malaysia Terengganu)		
				JUMLAH	150,000,000

DEKAN



[Handwritten Signature]

MIRNI LAMID
 NIP. 196201161992032001