



ANALISIS SEBARAN SPASIAL DINOFLAGELLATA DI PERAIRAN PACIRAN LAMONGAN JAWA TIMUR

SKRIPSI

Oleh:
RIZKA OKTI MAULANI
NIM. 135080100111055



PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG
2018



ANALISIS SEBARAN SPASIAL DINOFLAGELLATA DI PERAIRAN PACIRAN LAMONGAN JAWA TIMUR

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
Di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :

**RIZKA OKTI MAULANI
NIM. 135080100111055**



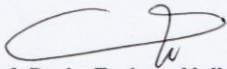
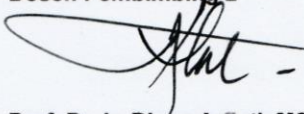
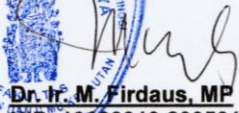
**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**



SKRIPSI

**ANALISIS SEBARAN SPASIAL DINOFLAGELLATA DI PERAIRAN
PACIRAN LAMONGAN JAWA TIMUR**

Oleh :

RIZKA OKTI MAULANI
NIM. 135080100111055**Dosen Pembimbing 1**
Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H., MS
NIP. 19570704 198403 2 001**Tanggal : 22 MAY 2018****Menyetujui,
Dosen Pembimbing 2**
Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS
NIP. 19591230 198503 2 002**Tanggal : 22 MAY 2018****Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP**
Dr. Ir. M. Firdaus, MP
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal : 22 MAY 2018



IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **ANALISIS SEBARAN SPASIAL DINOFLAGELLATA DI PERAIRAN PACIRAN LAMONGAN JAWA TIMUR**

Nama Mahasiswa : **RIZKA OKTI MAULANI**

NIM : **135080100111055**

Program Studi : **Manajemen Sumberdaya Perairan**

PENGUJI PEMBIMBING

Pembimbing 1 : **Prof. Dr. Ir. Endang Yuli Herawati, MS.**

Pembimbing 2 : **Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS.**

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : **Ir. Putut Widjanarko, MP.**

Dosen Penguji 2 : **Ir. Kusriani, MP.**

Tanggal Ujian : **Jum'at, 27 April 2018**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, Mei 2018

Mahasiswa

Rizka Okti Maulani

NIM. 135080100111055



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi tanpa halangan suatu apapun. Doa dan dukungan orang-orang ini yang membuat saya selalu mendapatkan kemudahan dalam penyusunan Skripsi ini. Untuk itu ucapan terima kasih sepenuhnya diberikan kepada :

1. Kedua orang tua atas doa-doa yang tidak henti-hentinya mengalir demi kelancaran dan kesuksesan peneliti dalam menyelesaikan skripsi. Atas doa-doa tersebut saya selalu mendapatkan berkah kebaikan dan kemudahan sampai saat ini. Serta selalu diberikan pengarahannya untuk menjadi seseorang yang lebih baik, senantiasa memberi dukungan, dan motivasi kepada peneliti.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H., MS. selaku Dosen Pembimbing 1 Skripsi yang telah membimbing dan memberikan masukan selama proses penulisan Laporan Skripsi.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Diana Ariati, MS. selaku Dosen Pembimbing 2 Skripsi yang telah membimbing dan memberikan masukan selama proses penulisan Laporan Skripsi dan selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahannya kepada penulis selama menempuh studi di Universitas Brawijaya.
4. Bapak Ir. Putut Widjanarko, MP. selaku Dosen Penguji 1 Skripsi yang telah memberikan kritik dan saran untuk penulisan Laporan Skripsi.
5. Ibu Ir. Kusriani, MP. selaku Dosen Penguji 2 Skripsi yang telah memberikan kritik dan saran untuk penulisan Laporan Skripsi.
6. Ibu Ana dan Keluarga yang telah membantu akomodasi selama berada di Desa Banjarwati, Paciran, Lamongan, Jawa Timur.
7. Rekan satu tim Lamongan, Desy Margi, Iga Kusuma W., Hafis Surahman dan Gus Aryadi yang telah membantu pengambilan sampel di lapang.
8. Teman saya, Desy Margi yang telah membantu saya menyusun judul skripsi hingga saya bisa sampai pada tahap ini. Serta teman Manajemen Sumberdaya Perairan angkatan 2013 terima kasih atas kebersamaannya selama ini.



9. Bude Ayu, Mbah Ti, dan Eyang Kakung yang juga selalu mendoakan dan memberi motivasi dalam menyelesaikan skripsi.

10. Dek Dela, Dek Angga, dan Dek Fia yang mendukung saya dan memberi motivasi dalam menyelesaikan skripsi. Semoga kita bisa sukses dunia dan akhirat. Aamiin ya rabbal 'alamin.

11. Semua pihak yang telah membantu, sehingga terselesaikanya penyusunan Laporan Skripsi.

Malang, Mei 2018

Penulis

RINGKASAN

RIZKA OKTI MAULANI. 135080100111055. Skripsi Sebaran Spasial Dinoflagellata di Perairan Paciran, Lamongan, Jawa Timur (dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. ENDANG YULI H., MS. dan Prof. Dr. Ir. DIANA ARFIATI, MS.)

Beberapa jenis Dinoflagellata dapat memproduksi toksin yang dapat membunuh ikan maupun meracuni kerang-kerangan. Masukan bahan di perairan yang bersumber dari aktivitas manusia seperti pemukiman, industri, dan kegiatan budidaya ikan yang berada di wilayah Paciran dan sekitarnya dapat menyebabkan peningkatan eutrofikasi di suatu perairan. Tujuan dilakukannya penelitian yaitu untuk mengetahui jenis serta kelimpahan Dinoflagellata di perairan Paciran, Lamongan. Selain itu, untuk mengetahui faktor fisika dan kimia perairan yang berpengaruh terhadap Dinoflagellata di perairan Paciran, Lamongan. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2017 di perairan Paciran, Lamongan, Jawa Timur. Pengambilan sampel air dan sampel Dinoflagellata dilakukan pada 3 stasiun pada 2 kedalaman yaitu pada kedalaman 1 (0-0,8 meter) dan kedalaman 2 (0,8-3 meter) dan diulang 2 kali. Analisis hasil kelimpahan Dinoflagellata dihitung dengan metode *Lackey Drop microtransect counting*. Analisa data dilakukan dengan menggunakan analisis Regresi Linier. Hasil pengamatan Dinoflagellata pada kedalaman 1, diemukan 7 genus Dinoflagellata, diantaranya dari genus *Dinophysis*, *Prorocentrum*, *Gonyaulax*, *Gymnodinium*, *Noctiluca*, *Protoperidinium*, dan *Ceratium*. Pada kedalaman 2, genus Dinoflagellata yang ditemukan sebanyak 5 genus, tidak ditemukan genus *Dinophysis* dan *Prorocentrum*. Pada kedalaman 1 kelimpahan tertinggi didominasi oleh genus *Gonyaulax* sebesar 215 sel/ml. Kelimpahan terendah pada kedalaman 1 pada genus *Dinophysis* dan *Protoperidinium* sebesar 30 sel/ml. Pada kedalaman 2 kelimpahan Dinoflagellata tertinggi ada pada genus *Gymnodinium* 155 sel/ml. Kelimpahan terendah pada kedalaman 2 pada genus *Noctiluca* sebesar 7 sel/ml. Kelimpahan Dinoflagellata pada perairan Paciran masih rendah. Nilai nitrat dan fosfat masih dalam kisaran optimum yang dapat digunakan untuk pertumbuhan fitoplankton. Belum termasuk dalam kisaran yang dapat menyebabkan *blooming* fitoplankton. Hasil analisis statistik regresi antara kondisi kualitas air dan Dinoflagellata, pada kedalaman 1 yang paling berhubungan terhadap kelimpahan Dinoflagellata yaitu kecerahan, arus, dan alkalinitas. Parameter yang lain seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut, pH, nitrat, dan fosfat, pengaruhnya tidak terlalu besar terhadap kelimpahan Dinoflagellata. Sedangkan pada kedalaman 2 yang paling berhubungan terhadap kelimpahan Dinoflagellata yaitu pH, nitrat, dan fosfat. Parameter yang lain seperti suhu, salinitas, kecerahan, arus, oksigen terlarut, dan alkalinitas, pengaruhnya tidak terlalu besar terhadap kelimpahan Dinoflagellata. Saran yang diberikan antara lain yaitu perlu dilakukan sosialisasi kepada masyarakat tentang jenis dan ciri-ciri *blooming* fitoplankton salah satunya Dinoflagellata yang dapat membahayakan apabila dikonsumsi oleh manusia. Selain itu, dilakukan pengawasan terhadap masuknya bahan organik di perairan Paciran, Lamongan sebagai upaya pencegahan *blooming* Dinoflagellata.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulisan Laporan Skripsi yang berjudul **“Analisis Sebaran Spasial Dinoflagellata di Perairan Paciran Lamongan Jawa Timur”** ini dapat terselesaikan. Penyusunan Laporan Skripsi ini adalah salah satu syarat untuk menyelesaikan studi program S1 di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

Laporan Skripsi ini disusun berdasarkan hasil analisa di perairan Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi pengamatan jenis dan jumlah kelimpahan Dinoflagellata pada perairan Paciran Lamongan, Jawa Timur. Selain itu dalam Laporan Skripsi membahas tentang hubungan faktor fisika dan kimia yang berpengaruh terhadap kelimpahan Dinoflagellata pada perairan Paciran, Lamongan, Jawa Timur.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangtepatan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Mei 2018

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
RINGKASAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.3 Kegunaan	4
1.4 Tempat dan Waktu	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ekologi Laut	6
2.2 Pengertian Fitoplankton	7
2.3 Pengertian Dinoflagellata	9
2.4 <i>Blooming</i> Fitoplankton	12
2.5 Dampak Positif dan Negatif adanya Dinoflagellata	15
2.6 Penyebab <i>Blooming</i> Fitoplankton	17
2.7 Faktor Kualitas Air	19
2.7.1 Suhu	19

xi



DAFTAR TABEL

Tabel

Halaman

1. Daftar Spesies Penyebab HAB yang Pernah ditemukan di Indonesia.....	14
2. Daftar Penyakit Akibat Spesies Dinoflagellata.....	17
3. Alat dan Bahan Penelitian.....	29
4. Kelimpahan Dinoflagellata pada Lokasi Penelitian.....	36



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema Proses Fotosintesis.....	8
2. Siklus Pembelahan Sel Dinoflagellata.....	11
3. Peristiwa Red Tide di Guangzhou.....	13
4. Siklus Nitrogen dalam Perairan.....	25
5. Dokumentasi <i>Dinophysis</i>	37
6. Dokumentasi <i>Prorocentrum</i>	39
7. Dokumentasi <i>Gonyaulax</i>	40
8. Dokumentasi <i>Gymnodinium</i>	41
9. Dokumentasi <i>Noctiluca</i>	43
10. Dokumentasi <i>Protopteridinium</i>	44
11. Dokumentasi <i>Ceratium</i>	45
12. Kelimpahan Dinoflagellata pada Kedalaman 1 (0-0,8 meter).....	48
13. Kelimpahan Dinoflagellata pada Kedalaman 2 (0,8-3 meter).....	49
14. Nilai Suhu pada Lokasi Penelitian.....	50
15. Hasil Perhitungan Regresi Kecepatan Arus.....	52
16. Hasil Perhitungan Regresi Kecerahan.....	54
17. Nilai Oksigen Terlarut pada Lokasi Penelitian.....	56
18. Nilai pH pada Lokasi Penelitian.....	58
19. Hasil Perhitungan Regresi pH.....	59
20. Nilai Nitrat pada Lokasi Penelitian.....	60
21. Hasil Perhitungan Regresi Nitrat.....	61
22. Nilai Fosfat pada Lokasi Penelitian.....	62
23. Hasil Perhitungan Regresi Fosfat.....	63
24. Nilai Alkalinitas pada Lokasi Penelitian.....	64
25. Hasil Perhitungan Regresi Alkalinitas.....	65



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Halaman

1. Peta Perairan Paciran.....	75
2. Data Kualitas Air.....	76
3. Data Kelimpahan Plankton dan Matriks Regresi.....	77
4. Dokumentasi.....	79



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plankton adalah organisme yang hidupnya melayang atau mengambang dan menghanyut mengikuti arus. Plankton berukuran sangat kecil, dan baru dapat diamati dengan baik dengan menggunakan mikroskop. Hanya ada satu atau dua yang berukuran besar yang bentuknya dapat dilihat dengan jelas, seperti misalnya ubur-ubur. Meskipun berukuran renik, tetapi plankton memiliki peran dan fungsi yang sangat besar pada ekosistem perairan. Selain itu, plankton juga ikut berperan dalam menentukan dan mengendalikan iklim global (Nontji, 2008). Plankton di perairan terbagi menjadi dua yaitu zooplankton dan fitoplankton yang hidup pada perairan tawar, payau maupun laut.

Diatom dan Dinoflagellata adalah 2 jenis fitoplankton yang paling umum ditemui dan yang mendominasi di perairan laut. Dinoflagellata memiliki dua buah cambuk yang berfungsi untuk memobilisasi organisme tersebut. Dinoflagellata merupakan mikroalga dari kelompok *Pyrrophyta* perairan dan merupakan organisme yang mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan. Spesies Dinoflagellata yang ditemukan dapat memproduksi zat racun berjumlah kurang lebih 30 spesies. Semua Dinoflagellata beracun merupakan organisme fotosintetis atau organisme autotropik yang mengandung klorofil (Sudarmiati dan Zaman, 2007).

Menurut Granéli dan Turner (2006), beberapa jenis Dinoflagellata dan *harmful alga* lainnya dapat memproduksi toksin yang dapat membunuh ikan maupun meracuni kerang-kerangan. Racun yang dapat dihasilkan diantaranya PSP (*Paralytic shellfish poisoning*), DSP (*diarrhetic shellfish poisoning*), ASP



(*amnesic shellfish poisoning*), dan NSP (*neurotoxic shellfish poisoning*). Selain itu terdapat pula toksin-toksik yang belum dapat digolongkan.

Dinoflagellata lebih sering dikenal dengan toksinnya yang merugikan, tetapi ada pula jenis Dinoflagellata yang tidak mengandung toksin. Walaupun seperti itu, Dinoflagellata tersebut tetap memiliki dampak negatif. Dampak yang dihasilkan ketika jenis Dinoflagellata non-toksik mengalami *blooming* diantaranya anoksia dan hipoksia, pencemaran pantai, menghalangi insang pada ikan yang menyebabkan kekurangan nafas pada ikan, dan merusak ekosistem perairan karena adanya *blooming* dari alga.

Menurut Susilaningsih (2014), Dinoflagellata pada perairan laut diduga menjadi penyebab fenomena *red tide*. Fenomena *red tide* atau umumnya lebih dikenal dengan HAB (*Harmful Algal Bloom*), dapat mengakibatkan kematian massal pada biota perairan. Kematian massal pada biota perairan diakibatkan karena racun yang diproduksi dari *blooming* alga. Selain mengakibatkan kematian massal pada biota perairan, *blooming* alga dari Dinoflagellata juga dapat mengakibatkan kematian pada manusia yang mengkonsumsi ikan yang mengakumulasi racun Dinoflagellata.

Pola spasial organisme adalah karakter penting dalam ekologi komunitas. Ini biasanya yang pertama kali diamati dalam melihat beberapa komunitas dan salah satu sifat dasar dari kebanyakan kelompok organisme hidup. Menurut Hutchinson (1953) pentingnya pola-pola spasial dalam suatu komunitas dan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab yang paling berperan pada pola-pola spasial suatu organisme antara lain faktor vektorial yang timbul dari gaya eksternal lingkungan, faktor reproduksi yang berkaitan dengan model reproduksi dari suatu organisme, faktor sosial karena tingkah laku penghuni, faktor koaktif



yang dihasilkan dari interaksi intraspesifik, dan faktor stokastik yang dihasilkan dari variasi yang acak pada beberapa faktor di atas.

Daerah Paciran merupakan daerah pariwisata dan tempat penangkapan ikan laut terbesar di Jawa Timur untuk konsumsi masyarakat. Masukan bahan di perairan yang bersumber dari aktivitas manusia seperti pemukiman, industri, dan kegiatan budidaya ikan yang berada di wilayah Paciran dan sekitarnya dapat menyebabkan peningkatan eutrofikasi di suatu perairan. Masukan bahan organik ini akan memengaruhi kualitas perairan di Paciran. Perubahan kualitas air tersebut akan berdampak pada kehidupan organisme perairan, khususnya plankton yang pertama merespons perubahan kualitas lingkungan. Walaupun di Paciran, Lamongan masih belum ada kasus yang mengakibatkan *blooming* alga, tetapi perlu diwaspadai mengenai *blooming* Dinoflagellata mengingat daerah Paciran, Lamongan merupakan tempat hasil penangkapan ikan laut untuk konsumsi masyarakat.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jenis-jenis serta distribusi Dinoflagellata beracun di perairan Paciran, Lamongan. Selain itu, penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor lingkungan baik itu faktor fisika perairan dan faktor kimia perairan yang mempengaruhi keberadaan adanya Dinoflagellata di perairan Paciran, Lamongan. Dengan mengetahui distribusi dari Dinoflagellata beracun di perairan Paciran, maka dampak negatif yang dapat ditimbulkan dapat dicegah, baik dari segi kesehatan masyarakat maupun kegiatan perekonomian setempat tidak terganggu. Serta dapat mengontrol kondisi lingkungan perairan, terutama masukan dari kegiatan aktivitas manusia untuk mencegah terjadinya *blooming* Dinoflagellata.



1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari pelaksanaan penelitian ini antara lain :

- Jenis Dinoflagellata dan jumlah kelimpahan Dinoflagellata yang ditemukan pada perairan Paciran, Lamongan?
- Apakah ada faktor-faktor lingkungan, terutama faktor fisika dan kimia perairan yang paling berperan terhadap keberadaan Dinoflagellata pada perairan Paciran, Lamongan?

1.3 Tujuan

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini antara lain :

- Mengetahui jenis Dinoflagellata dan jumlah kelimpahan Dinoflagellata yang ditemukan pada perairan Paciran, Lamongan.
- Mengetahui faktor-faktor lingkungan, terutama faktor fisika dan kimia perairan yang paling berpengaruh terhadap keberadaan Dinoflagellata pada perairan Paciran, Lamongan.

1.4 Kegunaan

Kegunaan dari pelaksanaan penelitian ini adalah untuk dapat meningkatkan pengetahuan dan menambah wawasan mengenai jenis plankton yang ada di laut serta jenis plankton yang dapat memproduksi racun. Dan dapat digunakan sebagai Selain itu, pelaksanaan penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber informasi dalam pelaksanaan penelitian selanjutnya serta sebagai penunjang materi pembelajaran yang terkait dengan penelitian ini.



1.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2017. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan dalam 2 tahap, yaitu pengambilan data di lapang serta analisis di laboratorium. Pengambilan data di lapang dilakukan di perairan Desa Banjarwati, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Sedangkan identifikasi plankton di laboratorium dilakukan pada Laboratorium Hidrologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekologi Laut

Permukaan bumi terdiri dari daratan dan perairan. Kurang lebih 71 persen permukaan bumi ditutupi oleh air asin yang disebut dengan lautan. Air laut adalah air murni yang di dalamnya terlarut berbagai zat padat dan gas.

Banyaknya senyawa terlarut tersebut disebut dengan salinitas. Satuan salinitas dinyatakan dalam satuan satu per seribu (‰). Zat terlarut memiliki senyawa anorganik yang berasal dari organisme hidup dan gas-gas terlarut. Senyawa anorganik memiliki peranan penting untuk organisme perairan laut. Selain itu gas-gas terlarut yang ada di laut ada macam gas, yaitu oksigen dan karbondioksida. Gas-gas terlarut penting dalam metabolisme (Nybakken, 1992).

Kumpulan volume air yang besar ini, terdapat kumpulan organisme yang sangat bervariasi. Kumpulan organisme di laut terbagi atas tiga kategori yaitu produsen, konsumen dan pengurai. Produsen merupakan organisme yang dapat mengubah zat-zat anorganik menjadi zat organik. Konsumen merupakan organisme yang dapat mencerna zat-zat organik. Konsumen tingkat pertama yaitu organisme yang langsung dapat mencerna zat-zat organik disebut dengan herbivora. Konsumen tingkat ke dua disebut dengan karnivora. Pengurai merupakan organisme yang dapat memecah molekul organik menjadi satuan molekul yang lebih kecil.

Menurut Barus (2004), dalam rantai makanan di suatu ekosistem air, fitoplankton termasuk ke dalam kelompok produsen karena kemampuannya melakukan fotosintesis. Fitoplankton adalah organisme plankton yang bersifat sebagai tumbuh-tumbuhan, sedangkan zooplankton adalah organisme plankton



yang bersifat hewan. Fitoplankton memiliki kemampuan dalam melakukan proses fotosintesis dengan tersedianya klorofil dalam sel-sel organisme tersebut. Oleh karena itu keberadaan fitoplankton di suatu ekosistem air menjadi sangat penting terutama dalam mendukung kelangsungan hidup organisme air lainnya, seperti zooplankton, bentos ikan dan sebagainya.

Zooplankton adalah salah satu komponen dalam rantai makanan yang diukur dalam kaitan dengan nilai produksi suatu ekosistem. Hal ini dikarenakan zooplankton berperan ganda, baik sebagai konsumen satu maupun konsumen dua, dimana merupakan rantai penghubung antara plankton dan nekton. Kelimpahan dan distribusi zooplankton dapat digunakan sebagai estimasi produksi sekunder (Pranoto *et al.*, 2005).

Hubungan antara faktor biotik dan abiotik di perairan laut sangat penting. Contohnya seperti, perubahan kualitas air pada suatu perairan akan berdampak pada kehidupan organisme akuatik, khususnya plankton yang pertama merespons perubahan kualitas lingkungan. Interaksi antara faktor biotik dan abiotik di perairan laut mengakibatkan pertumbuhan populasi setiap organisme serta pengaruhnya terhadap perubahan struktur komunitas biotik.

2.2 Pengertian Fitoplankton

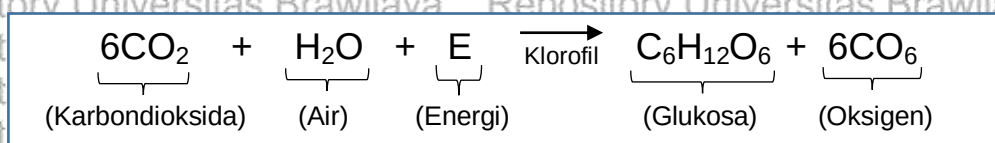
Menurut Nontji (2008), fitoplankton atau disebut juga plankton nabati, adalah tumbuhan yang hidupnya melayang atau mengapung dalam laut. Fitoplankton memiliki ukuran yang sangat kecil. Fitoplankton hanya dapat dilihat pada mikroskop. Ukuran fitoplankton yang paling umum berkisar antara 2 – 200 μm (1 μm = 0,001 mm). Fitoplankton umumnya berupa individu bersel tunggal, tetapi ada juga yang membentuk seperti rantai. Meskipun ukuran fitoplankton



sangat kecil, tetapi apabila jumlah fitoplankton di perairan sangat banyak dapat menyebabkan perubahan pada warna air laut. Perubahan warna tersebut dapat terlihat oleh mata.

Menurut Widyorini (2009), salah satu komponen penting di perairan yang mampu mengubah bahan-bahan anorganik menjadi bahan organik di perairan yaitu fitoplankton. Fitoplankton memiliki klorofil a sehingga dapat digunakan untuk berfotosintesis serta digunakan untuk menaksir produktivitas primer suatu perairan. Produktivitas primer tergantung dari biomasa fitoplankton. Penyerapan energi matahari oleh fitoplankton akan mengubah ikatan-ikatan anorganik sederhana, karbondioksida dan air menjadi ikatan-ikatan organik yang kompleks berupa glukosa.

Dalam proses fotosintesis, fitoplankton dapat mengikat secara tidak langsung gas CO_2 (karbondioksida) dari atmosfer, dan menghasilkan oksigen. Kemampuan fitoplankton untuk menyerap CO_2 tidak kalah besarnya dengan kemampuan menyerap CO_2 pada tumbuhan yang ada di daratan (Nontji, 2008). Pada **Gambar 1.** merupakan skema dari proses fotosintesis pada fitoplankton sebagai produktivitas primer.



Gambar 1. Skema proses fotosintesis

Pertumbuhan fitoplankton sangat bergantung dari kondisi lingkungan perairan. Pada kondisi lingkungan perairan yang ideal, fitoplankton dapat tumbuh dan berkembangbiak. Namun ada beberapa jenis fitoplankton yang dapat tumbuh pada kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti fitoplankton dari kelas



Bacillariophyta yang dapat hidup pada perairan dingin (salju atau es).

Fitoplankton membutuhkan zat hara organik. Zat hara organik berupa nitrat dan fosfat dijadikan sebagai pembatas pertumbuhan fitoplankton (Nybakken, 1988).

Menurut Amelia *et al.* (2012), komunitas plankton memegang peranan penting pada perairan karena plankton khususnya fitoplankton merupakan produsen primer yang dapat mengubah materi organik menjadi anorganik. Materi organik dan anorganik dapat mempengaruhi kelimpahan dan keragaman plankton. Selain itu, plankton dan organisme lain pada perairan sangat bergantung pada parameter fisika dan kimia perairan. Dari semua faktor fisika dan kimia tersebut, yang penting artinya bagi produktivitas fitoplankton adalah faktor cahaya dan nutrisi atau unsur hara. Hal ini disebabkan fotosintesis hanya dapat berlangsung pada kedalaman air yang masih dapat ditembus cahaya matahari.

Kelimpahan plankton mengindikasikan kesuburan suatu perairan. Plankton merupakan sumber pakan yang akan dimanfaatkan oleh nekton dan ikan peliharaan. Jika plankton tidak cukup berlimpah maka laju pertumbuhan plankton tidak akan dapat menyaingi pertumbuhan ikan peliharaan yang dapat berakibat ikan tidak dapat tumbuh secara baik (Qiptiyah *et al.*, 2008).

2.3 Pengertian Dinoflagellata

Kumpulan fitoplankton ke dua terbanyak yang ada di perairan laut setelah diatom yaitu Dinoflagellata. Menurut Algalbase (2017), klasifikasi mikroalga Dinoflagellata adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Chromista*

Phylum : *Miozoa*



Class : *Dinoflagellata*

Istilah *Dinoflagellata* berasal dari bahasa Yunani yaitu *dinos* “berputar” dan *flagela* “cambuk”, denyutan dua flagela dalam alur tegak lurus pada “armor” (lapisan baja) ini menghasilkan suatu gerakan berputar yang kemudian menjadi dasar penamaan organisme tersebut. Masing-masing spesies *Dinoflagellata* memiliki suatu bentuk khusus yang diperkuat oleh lempeng selulosa internal (Campbell, 2000).

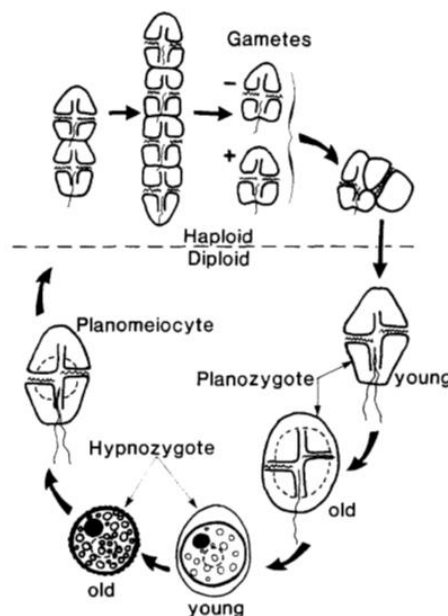
Menurut Tomascik *et al.* (1997), *Dinoflagellata* merupakan organisme uniseluler. Sebagian besar *Dinoflagellata* dapat berenang bebas di perairan tetapi beberapa jenis *Dinoflagellata* menetap di dasar perairan. *Dinoflagellata* dapat ditemukan pada perairan tawar dan laut serta beberapa spesies *Dinoflagellata* dapat melakukan simbiosis dengan organisme lain atau menjadi parasit pada organisme lain. Beberapa spesies *Dinoflagellata* dapat menghasilkan racun saat perairan mengalami *blooming*.

Menurut McConnaughey dan Zottoli (1983), tubuh *Dinoflagellata* diselubungi oleh selaput selulosa yang mengandung pelat-pelat keras serta membentuk dengan berbagai bentuk dan ukiran. Kebanyakan *Dinoflagellata* memiliki 2 buah alur, masing-masing memiliki bulu cambuk. Alur yang melintang mengelilingi tubuh seperti sabuk disebut dengan *anulus*. Alur yang memanjang pada bagian belakang tubuh disebut dengan *sulkus*. Gerakan pada kedua bulu cambuk tersebut digunakan *Dinoflagellata* untuk berenang.

Menurut Lalli dan Parsons (1997), reproduksi pada *Dinoflagellata* dilakukan secara pembelahan aseksual (vegetatif) dan seksual (generatif). Pada pembelahan secara aseksual, sel induk akan membelah diri menjadi 2 sel yang memiliki ukuran yang sama besar. Sebelum terjadi pembelahan, kulit bagian luar



atau *theca* pada Dinoflagellata akan pecah. Ketika sel sudah membelah diri, kulit bagian luar akan muncul kembali seiring dengan pertumbuhan. Atau pada saat sebelum terjadi pembelahan, kulit bagian luar atau *theca* pada Dinoflagellata akan terbelah menjadi dua bagian mengikuti sel baru. Pembelahan diri secara asexual pada Dinoflagellata menyebabkan pertumbuhan sel baru secara cepat ketika kondisi perairan tersebut menunjang pertumbuhan Dinoflagellata. Proses reproduksi dari Dinoflagellata disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Siklus reproduksi aseksual dan seksual Dinoflagellata spesies *Gymnodinium catenatum* (Blackburn et al., 1989).

Dinoflagellata juga dapat melakukan reproduksi seksual, yang melibatkan penyatuan dari dua gamet. Reproduksi seksual menghasilkan sel motil, zigot, yang dapat kembali ke tahap vegetatif atau menjadi hipnozygot, atau kista, yang tidak dapat berenang dan tenggelam ke dasar sedimen. Kista dapat bertahan dalam sedimen selama 5-10 tahun atau lebih. Kista diperairan seperti "bank benih" pada masa inokulum untuk membentuk *blooming* plankton begitu kondisi



perairan menguntungkan (terutama suhu). Selain itu, kista dari spesies beracun seperti *Alexandrium* spp. dan *Gymnodinium catenatum* mungkin lebih beracun daripada sel vegetatif motilnya dan oleh karena itu dapat mewakili sumber toksin *paralytic shellfish poisoning* (PSP) (Mohamed dan Al-Syehri, 2011).

Beberapa spesies Dinoflagellata seperti *Noctiluca* mampu menghasilkan cahaya melalui proses *bioluminesense*. Bila *Noctiluca* terdapat dalam jumlah besar, mereka dapat menyebabkan jalur ombak yang terjadi akibat berputarnya baling-baling kapal dan pecahan ombak di pantai tampak bercahaya di malam hari (Nybakken, 1988).

Dinoflagellata merupakan kelas fitoplankton yang sangat dominan pada kejadian HAB (*Harmfull Algal Bloom*) dan sering dihubungkan dengan meningkatnya masukan nutrisi ke ekosistem pesisir sebagai konsekuensi aktivitas manusia. HAB ini banyak terjadi di area-area dimana aktivitas manusia atau populasi manusia tidak diperhatikan peningkatannya dan merupakan faktor-faktor yang berkontribusi dalam kejadian tersebut (Glibert *et al.*, 2005 dalam Mujib *et al.*, 2015).

2.4 Blooming Fitoplankton

Blooming atau dominasi populasi oleh alga dapat muncul pada perairan di darat dan juga laut. Menurut Mann (1996), *blooming* alga pada ekosistem perairan tawar didominasi oleh plankton jenis *Cyanobacteria*, tetapi pada perairan laut didominasi oleh plankton jenis Dinoflagellata. Saat terjadi *blooming* oleh spesies Dinoflagellata, kondisi perairan akan berubah. *Blooming* alga dapat dikenali atau dilihat karena adanya perubahan warna perairan. *Blooming* alga dari spesies Dinoflagellata warna perairan akan berubah menjadi kemerah-

merahan, kecoklatan atau berwarna kekuning-kuningan. Perubahan warna air tersebut dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Peristiwa *red tide* di Guangzhou, China (ABC News, 2014)

Perairan yang pada awalnya jernih akan berubah menjadi keruh, berwarna dan ditutupi oleh kumpulan alga yang mengapung di permukaan perairan. Perubahan warna perairan disebabkan karena tingginya kepadatan alga serta pengaruh pigmen sel dari alga tersebut. Perubahan warna air laut tersebut pada umumnya dikenal dengan sebutan *red tide* (pasang merah). Atau peristiwa tersebut dikenal juga dengan istilah HABS (*Harmful Alga Blooms*) karena melimpahnya nutrisi pada perairan sehingga akan berdampak besar terhadap lingkungan perairan. Menurut Asriyana dan Yuliana (2012), pada umumnya perubahan warna air laut akibat *red tide* tidak hanya menyebabkan perubahan warna, tetapi juga dapat berupa perubahan bau. Pada malam hari, perubahan tersebut terlihat sebagai fosforesensi. Perairan dikatakan *blooming* jika kepadatan salah satu jenis fitoplankton mencapai jutaan individu per liter. Nuryati (2004) dalam Asriyana dan Yuliana (2012), menyatakan bahwa ambang batas dari fitoplankton dikatakan *blooming* adalah 10^6 individu/L.

Menurut Mujib *et al.* (2015), kejadian pasang merah (*red tide*) atau secara umum dikenal sebagai HAB (*Harmful Algal Bloom*) pernah terjadi di hampir seluruh kawasan pesisir dan laut, baik daerah tropis maupun subtropis. Hal ini dikarenakan tingginya unsur hara yang masuk ke perairan sehingga mendukung pertumbuhan Dinoflagellata. Berikut ini merupakan jenis-jenis mikroalga penyebab *red tide* / HAB yang pernah terjadi di perairan Indonesia disajikan pada

Tabel 1.

Tabel 1. Daftar spesies mikroalga penyebab HAB yang pernah ditemukan di Indonesia (Wiadnyana, 1997 *dalam* Kurniawan, 2008).

No.	Spesies Fitoplankton	Lokasi Penemuan	Bahaya yang ditimbulkan
1.	<i>Alexandrium</i> sp.	Teluk Ambon	PSP (<i>Paralytic Shellfish Poisoning</i>)
2.	<i>Ceratium fusus</i>	Teluk Jakarta, Teluk Bayur (Sumatra Barat), Ujung Pandang, Flores Timur (NTT), Kalimantan Timur	Kematian massal biota laut akibat terjadinya penurunan oksigen terlarut, serta kematian massal invertebrata
3.	<i>Ceratium tripos</i>	Teluk Jakarta, Flores Timur (NTT)	Kematian massal biota laut akibat terjadinya penurunan oksigen terlarut
4.	<i>Dinophysis acuminata</i>	Teluk Jakarta, Kuala Tungkal (Jambi)	DSP (<i>Diarrhetic Shellfish Poisoning</i>)
5.	<i>Dinophysis acuta</i>	Teluk Jakarta	DSP
6.	<i>Dinophysis caudata</i>	Teluk Jakarta, Kuala Tungkal (Jambi), Lampung, Flores Timur (NTT)	DSP
7.	<i>Dinophysis miles</i>	Teluk Jakarta, Teluk Bayur (Sumatra Barat), Flores Timur (NTT)	DSP
8.	<i>Dinophysis ovum</i>	Teluk Jakarta, Flores Timur (NTT)	DSP
9.	<i>Dinophysis rostrata</i>	Teluk Jakarta	DSP
10.	<i>Gambierdiscus toxicus</i>	Flores Timur (NTT), Pulau Tiga (Maluku)	CFP (<i>Ciguatera Fish Poisoning</i>)
11.	<i>Gonyaulax diagenesis</i>	Teluk Jakarta	PSP
12.	<i>Gonyaulax polyedra</i>	Ujung Pandang	PSP
13.	<i>Gonyaulax polygramma</i>	Teluk Jakarta	Kematian massal biota laut akibat terjadinya penurunan oksigen terlarut



14.	<i>Gonyaulax</i> sp.	Teluk Jakarta, Flores Timur (NTT)	Toksin PSP
15.	<i>Gymnodinium pulchellum</i>	Tambak Kamal (Jakarta)	Kematian massal udang

Tabel 1. Lanjutan

No.	Spesies Fitoplankton	Lokasi Penemuan	Bahaya yang ditimbulkan
16.	<i>Gymnodinium</i> sp1.	Flores Timur (NTT)	Toksin DSP
17.	<i>Gymnodinium</i> sp2.	Teluk Elpaputih (Maluku)	Kematian ikan akibat penyumbatan pada insang
18.	<i>Noctiluca scintillans</i>	Teluk Jakarta, Kalimantan, Ambon	Belum berdampak
19.	<i>Ostreopsis</i> sp.	Teluk Ambon	CFP
20.	<i>Prorocentrum lima</i>	Teluk Jakarta, Flores Timur (NTT), Ujung Pandang	DSP
21.	<i>Pseudonitzschia pungens</i>	Teluk Jakarta, Flores Timur (NTT), Ujung Pandang	DSP
22.	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>Compressum</i>	Teluk Kao (Maluku), Teluk Ambon, Teluk Tuhaha (Maluku), Teluk Piru (Maluku), Teluk Elpaputih (Maluku), Biak, Sorong, Teluk Jakarta	PSP
23.	<i>Trichodesmium thiebautii</i>	Lampung, Teluk Jakarta	Kematian massal biota laut akibat penurunan oksigen terlarut
24.	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	Teluk Kao (Maluku), Teluk Ambon	Belum berdampak

2.5 Dampak Postif dan Negatif adanya Dinoflagellata

Menurut Tasak *et al.* (2015), Dinoflagellata terbagi dalam dua kelompok, yaitu Dinoflagellata autotrof dan heterotrof. Dinoflagellata autotrof mengandung klorofil yang berperan dalam proses fotosintesis dan merupakan komponen produktivitas primer di perairan laut selain Diatom. Jumlah kelimpahan Dinoflagellata di perairan sangat dipengaruhi oleh jenis Dinoflagellata autotrof yang mengandung klorofil.

Dinoflagellata memiliki beberapa kandungan pigmen yakni klorofil-a, biasanya digunakan dalam menduga produktivitas primer. Selain klorofil-a,



terdapat pula klorofil-b, klorofil-c, dan pigmen-pigmen pelengkap lainnya yang ditemukan pada beberapa jenis organisme yang berfotosintesis. Klorofil-a dan klorofil-c ini menjadi salah satu indikator pertumbuhan pada dinoflagellata. (Matsuoka dan Shin, 2010 dalam Tasak et al., 2015).

Harmful alga merupakan kata-kata umum yang sering digunakan pada subyek penelitian ilmiah dan sosial pada saat ini. Yang dimaksudkan dengan harmful alga merupakan alga yang dapat mengakibatkan dampak negatif terhadap ekosistem perairan. Dampak negatif yang dihasilkan diantaranya mencemari lingkungan pantai, menurunkan kadar oksigen diperairan, penyumbatan pada insang ikan, atau bahkan dapat meracuni berbagai macam organisme. Dampak langsung dari adanya *blooming harmful* alga dapat menyebabkan turunnya kadar oksigen didasar perairan yang nantinya dapat mengakibatkan kematian massal organisme benthik dan ikan (Granéli dan Turner, 2006).

Harmful Algal Bloom (HAB) lebih sering dikenal dengan toksinnya yang merugikan, tetapi ada pula jenis HAB yang tidak mengandung toksin. Walaupun seperti itu, tetapi HAB tersebut tetap memiliki dampak negatif. Dampak yang dihasilkan ketika jenis Dinoflagellata non-toksin mengalami *blooming* diantaranya anoksia dan hipoksia, pencemaran pantai, menghalangi insang pada ikan yang menyebabkan kekurangan nafas pada ikan, dan merusak ekosistem perairan karena adanya *blooming* dari alga.

Dominasi spesies Dinoflagellata di perairan laut dapat memberikan dampak negatif. Dampak dari terjadinya *blooming* alga dapat membuat perekonomian menjadi terpuruk terutama pada sektor perikanan, baik itu perikanan tangkap maupun budidaya. Terjadinya *blooming* alga mengakibatkan kematian massal

ikan-ikan di laut. Selain itu juga memberikan dampak yang sangat buruk bagi kesehatan masyarakat. Masyarakat yang mengonsumsi ikan sebagai sumber protein yang terkontaminasi oleh racun yang disebabkan oleh *blooming* alga.

Hal ini terjadi karena berbagai jenis racun yang ditimbulkan oleh jenis fitoplankton yang dapat menyebabkan berbagai macam gangguan syaraf hingga dapat menyebabkan kematian (Mujib et al., 2015). Dengan terjadinya *blooming* alga dapat mempengaruhi perubahan struktur komunitas ekosistem (Makmur, 2008). Pada **Tabel 2** disajikan efek penyakit akibat mengonsumsi ikan yang terkontaminasi spesies Dinoflagellata.

Tabel 2. Daftar penyakit akibat spesies Dinoflagellata (Sidabutar, 2006 dalam Asriyana dan Yuliana, 2012).

Efek	Organisme Penyebab
Kesehatan Manusia (Human Health)	<i>Alexandrium</i> spp., <i>Pyrodinium bahamense</i> var <i>compressum</i> , <i>Gymnodinium catenatum</i>
PSP (Paralytic Shellfish Poisoning)	<i>Dinophysis</i> spp., <i>Prorocentrum</i> spp.
NSP (Neurotoxin Shellfish Poisoning)	<i>Gymnodinium breve</i>
ASP (Amnesic Shellfish Poisoning)	<i>Gambierdiscus toxicus</i>
CFP (Ciguatera Fishfood Poisoning)	<i>Gymnodinium breve</i> , <i>Pfiesteria piscida</i>
Gangguan pernafasan dan iritasi kulit, syaraf, neurological effects	
Hepatotoxicity	<i>Gymnodinium</i> spp., <i>Cochlodinium polykrikoides</i> , <i>Pfiesteria piscida</i> , <i>Gonyaulax</i> spp.
Negative effects on feeding behavior	<i>Noctiluca scintillans</i> , <i>Prorocentrum</i> spp.
Hypoxia, anoxia	<i>Noctiluca scintillans</i> , <i>Heterocapsa triquetra</i>
Negative impact effects on feeding behavior	<i>Prorocentrum minimum</i> , <i>Gymnodinium breve</i> , <i>Alexandrium</i> spp.

2.6 Penyebab *Blooming* Fitoplankton

Kegiatan permukiman dapat menyebabkan peningkatan eutrofikasi di suatu perairan. Eutrofikasi merupakan salah satu penyebab terjadinya pertambahan populasi mikroalga, termasuk Dinoflagellata. Eutrofikasi bukan faktor utama penyebab kelimpahan Dinoflagellata, tetapi adanya penurunan kualitas suatu perairan serta musim-musim tertentu sehingga dapat meningkatkan kelimpahan



Dinoflagellata. Faktor penunjang pertumbuhan fitoplankton sangat kompleks dan saling berinteraksi antara faktor fisika-kimia perairan seperti intensitas cahaya, oksigen terlarut, stratifikasi suhu, dan ketersediaan unsur hara nitrogen dan fosfor, sedangkan aspek biologi adalah adanya aktivitas pemangsaan oleh hewan, mortalitas alami, dan dekomposisi (Goldman dan Horne, 1983 dalam Widiarti *et al.*, 2016).

Menurut Suryanto (2011), masukan limbah dari daerah pertanian dan pemukiman penduduk banyak mengandung nitrat dan fosfat. Ketersediaan nitrat dan fosfat sangat berpengaruh terhadap kehidupan fitoplankton. Meningkatnya kandungan bahan organik N dan P di perairan menyebabkan peningkatan populasi fitoplankton yang melebihi batas normal.

Pemangsaan fitoplankton oleh hewan herbivora juga mempengaruhi kelimpahan fitoplankton di suatu perairan. Menurut Ruga *et al.* (2014), kehadiran zooplankton dalam suatu perairan merupakan pengontrol bagi produksi primer fitoplankton. Apabila kondisi lingkungan sesuai dengan kebutuhan zooplankton maka akan terjadi proses pemangsaan fitoplankton oleh zooplankton. Menurut Thoha (2004) dalam Ruga *et al.* (2014), jika kondisi lingkungan dan ketersediaan fitoplankton tidak sesuai dengan kebutuhan zooplankton maka zooplankton tidak dapat bertahan hidup dan akan mencari kondisi lingkungan yang sesuai. Penurunan populasi zooplankton akan memberi kesempatan fitoplankton untuk bereproduksi.

Upwelling sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi ledakan alga, dapat didefinisikan sebagai peristiwa naiknya massa air laut dari lapisan bawah ke permukaan karena proses fisik perairan. Keberadaan *upwelling* ditandai oleh naiknya unsur hara atau nutrisi pada lokasi tersebut, karena massa



air bawah permukaan pada umumnya lebih kaya zat hara dibanding dengan lapisan permukaannya. Nutrien, khususnya pospat dan silikat di zona fotik sangat berpengaruh terhadap produktivitas fitoplankton, dan oleh karena itu pada lokasi *upwelling* akan ditemui fitoplankton dalam jumlah yang besar (Makmur, 2008).

Menurut Asriyana dan Yuliana (2012), pasang surut air laut dapat mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton. Karena adanya kenaikan tinggi gelombang dan penguatan arus pasang surut yang menyebabkan pengadukan atau pencampuran dengan dasar laut. Hal tersebut akan memindahkan unsur hara dari lapisan dalam ke permukaan sehingga kandungan unsur hara melimpah di bagian permukaan.

2.7 Faktor Kualitas Air

Fungsi perairan dapat mengalami perubahan struktur dan tingkat kemampuan perairan sebagai pendukung kehidupan plankton. Perubahan tersebut disebabkan oleh faktor-faktor yang berasal dari alam maupun dari aktivitas manusia, seperti peningkatan konsentrasi unsur hara hingga melampaui batas normal yang dapat ditolerir oleh organisme hidup lainnya. Kondisi ini dapat menimbulkan dampak negatif berupa kematian massal organisme perairan akibat persaingan penggunaan oksigen terlarut serta kerusakan organ seperti insang, hati, usus, dan lain sebagainya akibat racun yang dihasilkan oleh Dinoflagellata.

Berikut ini merupakan beberapa faktor kualitas perairan yang mempengaruhi keberadaan Dinoflagellata.

2.7.1 Suhu

Suhu mempengaruhi aktivitas dari metabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme baik di lautan maupun di daerah perairan tawar dibatasi



oleh suhu perairan. Suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan dari biota air. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dapat menekan kehidupan biota perairan bahkan menyebabkan kematian bila peningkatan suhu sampai ekstrim (Kordi dan Tancung, 2007).

Menurut Arrignon (1999), suhu pada perairan akan mempengaruhi densitas, viskositas, kelarutan gas-gas terutama oksigen, dan jumlah reaksi kimia dan biokimia di perairan. Dengan adanya perbedaan suhu dapat mengakibatkan beberapa spesies organisme perairan akan hilang, tetapi juga dapat mengakibatkan munculnya spesies baru yang menyebabkan ketidakseimbangan ekologi.

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Suhu air laut di suatu perairan dipengaruhi oleh kondisi atmosfer, dan intensitas penyinaran matahari yang masuk ke laut, faktor geografis dan dinamika arus. Metabolisme yang optimum bagi sebagian besar makhluk hidup membutuhkan kisaran suhu yang relatif sempit. Pengaruh suhu secara langsung terhadap plankton adalah meningkatkan reaksi kimia sehingga laju fotosintesis meningkat seiring dengan kenaikan suhu (dari 10 °C – 20 °C). Pengaruh suhu tidak langsung adalah berkurangnya kelimpahan plankton akibat suhu semakin menurun dan kerapatan air semakin meningkat seiring bertambahnya kedalaman perairan (Raymont, 1980 dalam Simanjuntak, 2009).

Secara umum suhu air laut cenderung menurun dari permukaan sampai dasar perairan. Penampakan suhu di perairan tropik dan subtropik ditunjukkan oleh gradien suhu (perbedaan suhu per-meter kedalaman) yang kecil



sampai kedalaman tertentu. Distribusi suhu yang menyebar merata diakibatkan oleh arus dan ini tergantung dari besarnya pengaruh angin terhadap permukaan air. Perubahan suhu yang besar pada jarak kedalaman air yang kecil disebut termoklin (*thermocline*) (Sediadi, 1999).

2.7.2 Arus

Menurut Sugianto dan Agus (2007), arus adalah gerakan air yang mengakibatkan perpindahan horizontal dan vertikal massa air. Sehingga hal ini dimungkinkan menimbulkan fenomena-fenomena perairan yang tentunya akan sangat menarik untuk dikaji. Faktor-faktor seperti salinitas, suhu dan arah angin sangat bergantung pada keadaan musim. Pengaruh musim menyebabkan densitas, salinitas, suhu dan arah angin, dimana sistem angin monsun menyebabkan terjadinya musim hujan dan panas yang akhirnya berdampak terhadap variasi faktor tersebut. Pengaruh musim cukup signifikan untuk memberikan perubahan dinamika perairan, sedangkan pasut hanya sedikit memberikan kontribusi kondisi arus pada dasar perairan.

Secara teoritis, angin mengakibatkan terjadinya arus horizontal yang bergerak di permukaan perairan laut. Angin tersebut juga dapat mengakibatkan pergerakan massa air yang disebut taikan atau penaikan air (*upwelling*) dan sasapan atau penyasapan atau penenggelaman air (*downwelling*). Sementara itu, adanya proses pergerakan angin tidak langsung searah dengan pergerakan permukaan air laut tetapi, di belahan bumi utara bergerak sekitar 45° ke arah kanan, yang dapat mengangkat massa air dengan unsur hara yang berkonsentrasi tinggi yang ada dibawah permukaan (Sediadi, 2004).



2.7.3 Kecerahan

Sinar matahari mempunyai arti penting dalam hubungannya dengan beraneka gejala, termasuk penglihatan, fotosintesa dan pemanasan. Tingkat kecerahan dimaksudkan untuk mengetahui keberadaan intensitas sinar matahari yang masuk ke perairan. Sinar matahari merupakan sumber energi bagi kehidupan jasad hidup di perairan. Sinar matahari diperlukan oleh tumbuhan air untuk proses asimilasi (Riyadi *et al.*, 2005).

Menurut Asni (2015), kecerahan tidak berdampak langsung pada pertumbuhan alga akan tetapi secara tidak langsung melalui penetrasi cahaya. Penetrasi cahaya ke dalam perairan yang menyebabkan proses fotosintesis semakin tinggi jika tingkat kecerahannya semakin efektif untuk pertumbuhan alga. Jumlah cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan akan mempengaruhi tingkat kecerahan perairan yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan alga. Kecukupan sinar matahari sangat menentukan kecepatan alga untuk memenuhi kebutuhan nutrisi seperti karbon (C), nitrogen (N), dan fosfor (P) untuk pertumbuhan dan pembelahan selnya.

2.7.4 Salinitas

Air laut adalah air murni yang di dalamnya terlarut berbagai zat padat dan gas. Banyaknya senyawa terlarut tersebut disebut dengan salinitas. Satuan salinitas dinyatakan dalam satuan satu per seribu (‰) (Nybakken, 1992).

Menurut Lalli dan Parsons (1997), nilai salinitas tergantung pada iklim global. Nilai salinitas pada permukaan perairan akan naik karena adanya proses evaporasi, dan akan turun karena adanya masukan air tawar dari proses presipitasi baik itu dalam bentuk hujan maupun salju, serta masukan air tawar dari sungai. Nilai salinitas di laut rata-rata sebesar 35 ‰.



Variasi salinitas dapat mempengaruhi kehidupan berbagai jenis plankton dalam suatu perairan. Di perairan pantai yang bersalinitas rendah komunitas plankton lebih tinggi dari pada perairan yang letaknya jauh dari pantai yang bersalinitas tinggi terutama dalam menentukan terjadinya suksesi jenisnya (Chua, 1970 dalam Simanjutak, 2009).

2.7.5 Oksigen Terlarut

Menurut Salmin (2005), oksigen memegang peranan penting terhadap indikator suatu kualitas perairan, karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Selain itu, oksigen juga berperan untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik dengan hasil akhirnya adalah nutrisi yang akhirnya dapat memberikan dampak kesuburan pada suatu perairan. Dalam kondisi anaerobik, oksigen yang dihasilkan akan mereduksi senyawa-senyawa kimia menjadi lebih sederhana dalam bentuk nutrisi dan gas.

Plankton memiliki peranan terhadap oksigen terlarut seperti menurunnya kadar oksigen terlarut pada malam hari karena oksigen terlarut digunakan untuk respirasi dan bertambahnya oksigen terlarut karena terjadinya proses fotosintesis pada siang hari. Penurunan kadar oksigen terlarut dalam jumlah yang sedang akan menurunkan kegiatan fisiologis makhluk hidup dalam air diantaranya terjadinya penurunan pada nafsu makan, pertumbuhan dan kecepatan berenang ikan. Kadar oksigen terlarut di perairan ini mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kedalaman sampai mencapai oksigen terlarut minimum (Simanjutak, 2009).



2.7.6 Derajat Keasaman (pH)

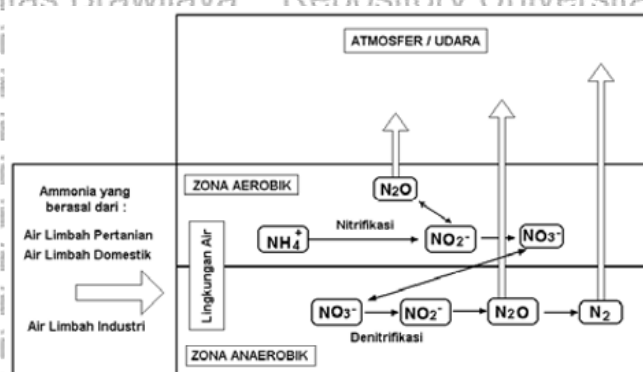
Pada umumnya air laut mempunyai nilai pH lebih besar dari 7 yang cenderung bersifat basa, namun dalam kondisi tertentu nilainya dapat menjadi lebih rendah dari 7 sehingga menjadi bersifat asam. Derajat keasaman suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang cukup penting dalam memantau kestabilan perairan. Perubahan nilai pH suatu perairan terhadap organisme akuatik mempunyai batasan tertentu dengan nilai pH yang bervariasi, tergantung pada suhu air laut, konsentrasi oksigen terlarut dan adanya anion dan kation (Pescod, 1978 dalam Simanjutak, 2009).

Derajat keasaman (pH) air dapat berpengaruh terhadap meningkat tidaknya daya racun amoniak dan hydrogen sulfida. Pada pH tinggi lebih banyak ditemukan senyawa amonia dan bersifat toksik. Hal ini disebabkan karena amoniak lebih mudah terserap kedalam tubuh. Apabila nilai pH semakin meningkat pada kadar tertentu, maka akan mengakibatkan daya racun amonia semakin meningkat (Effendi, 2003).

2.7.7 Nitrat

Menurut Simanjutak (2009), unsur fosfor (sebagai fosfat) dan nitrogen (sebagai nitrat), merupakan zat hara anorganik utama yang dibutuhkan fitoplankton sebagai rantai makanan untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya. Kelimpahan fitoplankton mempunyai pola yang mirip dengan fosfat dan nitrat. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan fitoplankton didukung oleh keberadaan fosfat dan nitrat. Menurut Nybakken (1992), zat hara anorganik utama yang dibutuhkan oleh fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang biak dengan baik adalah nitrogen yang masih dalam bentuk nitrat serta zat hara anorganik fosfat.

Menurut Herlambang dan Marsidi (2003), gas nitrogen yang diubah ke dalam bentuk organik nitrogen dan proses yang terjadi dinamakan fiksasi oleh sejumlah bakteri dan alga. Nitrogen organik yang disintesa oleh tumbuhan dan alga merupakan sumber nitrogen bagi hewan. Nitrogen akan dilepaskan oleh tumbuhan dan hewan melalui dekomposisi dan metabolisme sebagai amoniak melalui proses amonifikasi. Senyawa nitrat dan amoniak dalam air digunakan oleh tumbuhan dan mikroorganisme dalam proses biosintesis (asimilasi) untuk membentuk sel baru yang akan menghasilkan nitrogen organik. Setelah hewan dan tumbuhan mati, maka akan didekomposisi oleh proses biokimia dan bahan-bahan nitrogen organik akan diubah kembali dalam bentuk amoniak melalui proses mineralisasi. Sebagian besar amoniak di alam akan dioksidasi menjadi bentuk nitrit (NO_2^-) dan kemudian menjadi nitrat (NO_3^-) yang dilakukan oleh bakteri autotrof dalam proses yang disebut nitrifikasi. Selanjutnya senyawa nitrat di perairan akan diubah menjadi gas nitrogen (N_2) melalui proses denitrifikasi. Denitrifikasi adalah proses tahap kedua dalam proses penghilangan amoniak dengan sistem nitrifikasi-denitrifikasi. Pada **Gambar 4**. Dijelaskan siklus nitrogen dalam perairan.



Gambar 4. Siklus Nitrogen dalam Perairan (Herlambang dan Marsidi, 2003)



Menurut Nontji (1984), nitrogen dalam laut berada dalam bentuk nitrogen molekuler (N_2) atau sebagai garam-garam anorganik berupa nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), amonium (NH_4^+) dan beberapa senyawa nitrogen organik berupa urea dan asam-asam amino. Pada umumnya, alga dapat menyerap nitrat, nitrit dan amonium secara berturut-turut. Untuk dapat diserap oleh sel, nitrat dan nitrit pertama-tama harus terlebih dulu direduksi oleh enzim. Sedangkan amonium digunakan langsung untuk sintesis asam-asam amino melalui proses transaminasi. Alga fitoplankton mempunyai kecenderungan untuk terlebih dahulu menggunakan N anorganik dan urea, sedangkan asam amino hanya digunakan bila sumber-sumber N lainnya sudah habis.

2.7.8 Fosfat

Fosfat merupakan salah satu unsur hara yang diabsorpsi oleh fitoplankton dan seterusnya masuk ke dalam rantai makanan. Zat hara merupakan zat-zat yang sangat penting bagi produktifitas primer fitoplankton dalam air. Zat hara anorganik utama yang diperlukan fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang biak adalah nitrogen dalam bentuk nitrat dan fosfat (Nybakken, 1992).

Senyawa fosfor di alam biasanya terdapat dalam bentuk senyawa HPO_4^{2-} dan $H_2PO_4^-$ melalui reaksi reduksi senyawa-senyawa tersebut diuraikan menjadi fosfat dalam bentuk PO_4^{3-} . Bentuk gabungan lain dari unsur fosfor ialah senyawa Trikalsium fosfat ($Ca_3(PO_4)_2$). Trikalsium fosfat ini berbentuk padat dan merupakan senyawa fosfat yang paling umum terdapat dalam perairan. Senyawa tersebut oleh beberapa jenis bakteri heterotrofik akan digunakan sebagai sumber energi, sedangkan sisanya akan dilepaskan oleh bakteri tersebut ke dalam ekosistem perairan. Jenis-jenis bakteri yang berperan meliputi marga

Pseudomonas, *Aeromonas*, *Escherichia*, *Bacillus* dan *Micrococcus* (Kunarso, 1988).

Menurut Patty *et al.* (2015), fosfat merupakan salah satu zat hara yang penting bagi pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton. Bila konsentrasi fosfat diperairan melebihi nilai ambang batas, maka terjadi eutrofikasi atau pengkayaan zat hara yang ditandai dengan *blooming* fitoplankton. Fosfat berasal dari perairan itu sendiri melalui proses-proses penguraian pelapukan ataupun dekomposisi tumbuhan dan sisa organisme mati. Selain itu, sumbangan dari daratan melalui aliran sungai yang mengandung senyawa organik.

2.7.9 Alkalinitas

Alkalinitas air adalah gambaran kapasitas air untuk menetralkan asam atau kuantitas anion di dalam air yang dapat menetralkan kation hidrogen. Alkalinitas juga diartikan sebagai kapasitas penyangga terhadap penurunan pH perairan. Secara khusus, alkalinitas sering disebut sebagai besaran yang menunjukkan kapasitas penyanggahan ion bikarbonat, dan sampai dengan tahap tertentu, juga menunjukkan penyanggahan terhadap ion karbonat dan hidroksida dalam air. Makin tinggi alkalinitas, makin tinggi kemampuan air untuk menyangga sehingga fluktuasi pH perairan makin rendah. Alkalinitas biasanya dinyatakan dalam kalsium karbonat dengan satuan ppm (mg/L) (Yulfiperius *et al.*, 2006).

Alkalinitas perairan berkaitan dengan gambaran kandungan karbonat dari batuan dan tanah yang dilewati oleh air serta sedimen dasar perairan. Tingkat produktivitas perairan tidak berkaitan langsung dengan nilai alkalinitas, tetapi berkaitan dengan keberadaan fosfor dan elemen esensial lainnya yang kadarnya meningkat dengan meningkatnya nilai alkalinitas (Effendi, 2003).



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi pada penelitian kali ini yaitu membahas tentang pengukuran kualitas air serta analisis fitoplankton jenis Dinoflagellata yang ada di perairan Desa Banjarwati, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Adapun parameter yang akan diukur antara lain parameter fisika, kimia serta biologi perairan. Parameter fisika perairan yang diukur antara lain seperti suhu, salinitas, dan kecerahan, parameter kimia perairan yang diukur antara lain oksigen terlarut, pH, nitrat, fosfat dan alkalinitas, serta parameter biologi diambil dari fitoplankton jenis Dinoflagellata yang ada di perairan Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur.

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pengambilan data parameter fisika, kimia dan biologi pada penelitian ini diambil pada perairan Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur pada bulan Agustus 2017. Pengambilan sampel air laut dan plankton dilakukan untuk mengetahui kualitas air dan jenis plankton genus Dinoflagellata yang ada di perairan Paciran, Lamongan, Jawa Timur. Sampel untuk pengujian kualitas air serta plankton di ambil pada lokasi sekitar nelayan mengambil ikan.

Pengambilan sampel di ambil di 3 titik stasiun. Pada satu stasiun diambil sampel air laut beserta plankton di permukaan perairan dan kedalaman perairan laut, kemudian sampel tersebut diulang 2 kali pengulangan. Stasiun 1 terletak pada titik koordinat $6^{\circ} 52' 11.8''$ LS dan $112^{\circ} 23' 14.69''$ BT. Stasiun 2 terletak pada titik koordinat $6^{\circ} 51' 48.68''$ LS dan $112^{\circ} 23' 18.44''$ BT. Stasiun 3 terletak pada titik koordinat $6^{\circ} 51' 49.9''$ LS dan $112^{\circ} 24' 2.39''$ BT. Peta stasiun pengambilan sampel dilampirkan pada **Lampiran 1**.



3.3 Alat dan Bahan

Penelitian tentang sebaran Dinoflagellata di perairan Paciran, Lamongan, yang meliputi pengukuran parameter fisika, kimia dan biologi perairan yang dilakukan secara insitu dan eksitu serta analisis plankton menggunakan alat dan bahan yang tercantum pada **Tabel 3** adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Alat dan Bahan Penelitian

Parameter	Alat	Bahan	Unit Satuan
Suhu	Thermometer Hg	Air Laut	°C
Kecepatan Arus	Current Meter	Air Laut	m/s
Kecerahan	Secchi Disk	Air Laut	M
Salinitas	Refraktometer	Air Laut	‰
Oksigen Terlarut	DO meter	Air Laut	mg/L
pH	pH paper	Air Laut	
Nitrat	Spektrofotometer	Air Laut	mg/L
Fosfat	Spektrofotometer	Air Laut	mg/L
Alkalinitas	Spektrofotometer	Air Laut	mg/L
Plankton	Plankton net, Mikroskop	Air Laut	Sel/ml

3.4 Metode Penelitian

Metode penelitian ada 2 cara. Yang pertama pengambilan dan pengukuran sampel air. Dan metode pengambilan dan pengamatan plankton.

3.4.1 Pengambilan dan Pengukuran Sampel Air

Pengambilan dan pengukuran parameter kualitas air dilakukan dengan 2 cara, yaitu secara insitu dan eksitu. Parameter yang diukur yaitu parameter fisika dan kimia. Parameter fisika meliputi pengukuran suhu, arus, dan kecerahan, serta parameter kimia meliputi pengukuran salinitas, oksigen terlarut, pH, nitrat, fosfat, dan alkalinitas. Parameter yang diukur secara insitu yaitu suhu, salinitas, kecerahan, pH serta oksigen terlarut. Sedangkan parameter yang diukur secara eksitu dilakukan pada Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang, yaitu nitrat, fosfat dan alkalinitas.



Pengambilan sampel dilakukan pada 3 stasiun pada 2 kedalaman dan diulang 2 kali. Sampel air diperoleh dengan mengambil pada kedalaman 1 berkisar antara 0-0,8 meter dan kedalaman 2 mengacu pada nilai kecerahan perairan berkisar antara 0,8-3 meter, masing-masing contoh air diambil sebanyak 5 liter dengan menggunakan *water sampler*. Pengukuran parameter yang diukur langsung di lapang antara lain, suhu diukur menggunakan termometer Hg, salinitas diukur menggunakan refraktometer, kecerahan diukur dengan Secchi Disk, pH diukur dengan pH meter, serta oksigen terlarut diukur menggunakan DO Meter. Dan parameter yang diukur pada laboratorium diukur dengan menggunakan spektrofotometer.

3.4.2 Pengambilan dan Pengamatan Plankton

Parameter biologi yang diambil serta dianalisis adalah fitoplankton perairan laut. Sampel fitoplankton diambil dengan cara menyaring air pada kedua kedalaman dengan menggunakan *water sampler*, sebanyak 5 liter. Sampel tersebut disaring menggunakan plankton net dengan ukuran mata jaring 20 μm , air sampel yang tersaring dimasukkan dalam botol sampel volume 30 ml dan diawetkan dengan menggunakan pengawet Lugol dengan konsentrasi akhir sebesar 1%, kemudian diberikan sebanyak 3-5 tetes atau sebesar 0,1-0,2 ml.

Identifikasi plankton dilakukan pada Laboratorium Hidrobiologi Divisi Biota Air, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

3.5 Metode Pengolahan

Metode pengolahan data dibagi menjadi 3. Yang pertama ada metode pengolahan data hasil kualitas air. Yang kedua ada metode pengolahan data hasil analisa plankton. Dan yang ketiga menggunakan metode pengolahan analisis data menggunakan Regresi. Metode pengolahan data penting untuk



membandingkan data hasil penelitian dengan referensi yang ada untuk menarik kesimpulan kondisi perairan di Paciran.

3.5.1 Analisis Kualitas Air

Data kualitas air yang diperoleh dianalisis secara deskriptif, yaitu dengan membandingkan data hasil pengolahan dengan referensi yang ada dan standar Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut berdasarkan Kep. Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 serta berdasarkan studi literatur untuk melihat kondisi perairan secara umum. Hasil perbandingan tersebut selanjutnya digunakan untuk menarik kesimpulan mengenai kondisi kualitatif perairan di Paciran pada penelitian.

3.5.2 Analisis Kelimpahan Plankton

Menurut Abida (2010), komposisi dan kelimpahan tertentu dari fitoplankton pada suatu perairan sangat berperan sebagai makanan alami pada tropik level di atasnya, juga berperan sebagai penyedia oksigen dalam perairan. Adanya masukan bahan-bahan organik dan tingkat kekeruhan yang sangat tinggi, menyebabkan ketersediaan unsur hara yang tersebar tidak merata dan penetrasi cahaya yang masuk ke dalam perairan akan berkurang dan sangat mempengaruhi aktivitas fitoplankton dalam berfotosintesis.

Kelimpahan plankton mengindikasikan kesuburan suatu perairan. Plankton merupakan sumber pakan yang akan dimanfaatkan oleh nekton dan ikan peliharaan. Jika plankton tidak cukup berlimpah maka laju pertumbuhan plankton tidak akan dapat menyaingi pertumbuhan ikan peliharaan yang dapat berakibat ikan tidak dapat tumbuh secara baik (Qiptiyah *et al.*, 2008).

Menurut APHA (1989) dalam Astuti *et al.* (2009), kelimpahan plankton dapat dicari dengan menggunakan metode *Lackey Drop microtransect counting*, dengan rumus :



$$N = \frac{T \times V}{L \times v \times p \times w} \times n$$

Keterangan :

N = jumlah total individu (sel/ml)

n = jumlah rata-rata total individu per lapang pandang

T = luas gelas penutup (mm²)

V = volume air terkonsentrasi (l)

L = luas satu lapang pandang (mm²)

v = volume air satu tetes (ml) dibawah gelas penutup

p = jumlah bidang pandang

w = volume air yang disaring dilapangan (l)

3.5.3. Analisa Data

Analisis data hasil penelitian dilakukan dengan menggunakan analisis data

Regresi Linier. Penggunaan analisis data Regresi Linier dilakukan untuk mengetahui hubungan antara parameter kualitas air terhadap kelimpahan

Dinoflagelata. Menurut Subiyanto (2000), teknik perhitungan regresi digunakan untuk menjelaskan bentuk hubungan diantara dua variabel atau lebih, khususnya hubungan antara variabel-variabel yang mengandung sebab akibat.

Analisa regresi linier menghitung dengan cara mengukur nilai X dan Y.

Dimana X merupakan data kualitas air (variabel bebas) dan Y merupakan data kelimpahan Dinoflagellata (variabel terikat). Hal ini ditumuskan dengan formula sebagai berikut :

$$Y = a + bX$$

Keterangan :

Y = variabel terikat

a = konstanta

b = koefisien kemiringan

X = variabel bebas



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Penelitian mengenai kelimpahan Dinoflagellata dilakukan di perairan Paciran, Desa Banjarwati, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Kecamatan Paciran memiliki luas wilayah sebesar 70,21 km². Kecamatan Paciran memiliki ketinggian wilayah 2 meter diatas permukaan laut. Panjang garis pantai yang dimiliki adalah $\pm$ 14,6 km yang membentang diantara 12 desa pesisir. Kecamatan Paciran berbatasan dengan wilayah-wilayah sebagai berikut :

- Sebelah utara : Laut Jawa
- Sebelah selatan : Kec. Solokuro
- Sebelah timur : Kec. Panceng
- Sebelah barat : Kec. Brondong

Kecamatan Paciran merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi dibidang perikanan dan kelautan yang cukup besar di Kabupaten Lamongan. Mayoritas mata pencaharian penduduk Paciran yaitu sebagai nelayan. Dari data monografi Kecamatan Paciran tahun 2009, disebutkan bahwa lebih dari 17.000 warga tercatat berpencaharian sebagai nelayan. Kecamatan Paciran memiliki potensi perikanan dan kelautan antara lain di bidang perikanan tangkap, budidaya ikan dan udang, maupun pengolahan hasil perikanan serta didukung oleh bidang kegiatan lainnya.

Mayoritas nelayan di Kecamatan Paciran masih menggunakan perahu yang berukuran kecil yang hanya menjangkau lautan daerah sekitarnya saja. Terdapat pula nelayan yang sudah menggunakan perahu besar dipergunakan untuk mencari ikan sampai keluar pulau. Nelayan menggunakan berbagai jenis alat tangkap, diantaranya adalah *purse seine*, *gill net* (bringsang, rajungan),



payang, pancing/ rawai, bubu, dan *tramel net*. Dan hasil tangkapan yang tertangkap terdiri dari berbagai jenis antara lain, tongkol, kembung, kuningan, ajahan, layang, mata besar atau swangi, teri, rajungan, tongkol, cumi-cumi, udang, layur, tengiri dll. Dalam memasarkan Ikan-ikan hasil tangkapan nelayan ini didukung dengan keberadaan 2 unit PPI (Pusat Pendaratan Ikan) yaitu: PPI Desa Weru dan PPI Desa Kranji. Produksi ikan hasil tangkap yang didaratkan di PPI Kranji mencapai 3.997,6 ton dan PPI Weru mencapai 2.574,6 ton. Terdapat pula Koperasi yang ikut mendukung potensi perikanan dan kelautan di wilayah Paciran sebanyak tiga unit, yakni KUD Tani Bahari Paciran, Koperasi Serba Usaha "TONGKOL" Desa Kranji dan Koperasi Nelayan Lamongan (KOPNELA).

Selain perikanan tangkap, potensi budidaya ikan maupun udang juga terdapat di Paciran. Luas areal tambak air payau yang ada mencapai 68 ha berupa pembesaran udang vanami, bandeng, nila, dan kepiting serta kerapu. Sedangkan luas kolam 1.277 m², berupa kolam terpal maupun kolam tanah untuk pembesaran lele. Selain pembesaran ikan dan udang, juga terdapat HSRT (*Hatchery* Skala Rumah Tangga) yaitu pembenihan udang vanami, udang windu dan kerapu.

Selain dijual dalam bentuk segar ikan juga dapat diolah dalam berbagai produk olahan. Berbagai jenis olahan hasil perikanan terdapat di Paciran antara lain; pemindangan, pengeringan, pengasapan, terasi, krupuk ikan, krupuk cumi, krupuk rajungan, abon ikan, abon rajungan, tepung ikan, bakso ikan dan lain-lain. Besarnya potensi perikanan di Paciran juga didukung dengan keberadaan 3 pabrik pengolahan ikan (*cold storage*) yaitu, PT. HATNI berada di Desa Tlogosadang, PT. 689 berada di Desa Kemantren dan PT. Starfood International beralamat di Desa Kandangsemangkon.



Penelitian dilakukan pada Desa Banjarwati, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan Jawa Timur. Penelitian dilakukan pada 3 stasiun, diantaranya, lokasi Stasiun 1 berada pada titik koordinat $6^{\circ} 52' 11.8''$ LS - $112^{\circ} 23' 14.69''$ BT. Letak Stasiun 1 berdekatan dengan pelabuhan kapal. Pelabuhan tersebut merupakan tempat pendaratan kapal nelayan yang membawa ikan. Kemudian nelayan menjual hasil tangkapan di TPI Kranji. Selain itu stasiun 1 lebih dekat dengan pesisir pantai. Pengambilan sampel air pada stasiun 1 diambil pada pukul 08.42 WIB.

Lokasi Stasiun 2 berada pada titik koordinat $6^{\circ} 51' 48.68''$ LS - $112^{\circ} 23' 18.44''$ BT. Letak stasiun 2 lebih menjorok ke arah laut Jawa. Stasiun 2 sejajar dengan stasiun 1, namun lebih jauh ke arah laut Jawa. Pengambilan sampel air pada stasiun 2 diambil pada pukul 09.45 WIB.

Lokasi Stasiun 3 berada pada titik koordinat $6^{\circ} 51' 49.59''$ LS - $112^{\circ} 24' 2.39''$ BT. Letak stasiun 3 berdekatan dengan tempat pariwisata. Selain itu stasiun 3 dekat dengan pesisir pantai. Pada stasiun 3 ditemukan banyak nelayan yang mengambil ikan dengan menggunakan puresein. Pengambilan sampel air pada stasiun 3 diambil pada pukul 10.50.

4.2 Jenis Dinoflagellata

Parameter biologi yang diambil pada penelitian kali ini yaitu plankton. Plankton adalah makhluk (tumbuhan atau hewan) yang hidupnya mengapung, mengambang, atau melayang di dalam air yang kemampuan renangnya sangat terbatas hingga selalu terbawa oleh arus (Nontji, 2008). Plankton dapat digolongkan yang sesuai dengan daur hidupnya, ukurannya, fungsinya dan sifat sebarannya.



Sebagai organisme perairan, plankton memiliki kisaran toleransi tertentu terhadap perubahan berbagai faktor lingkungan abiotik seperti temperatur air, pH, kadar oksigen terlarut (DO) dan sebagainya. Sehingga perubahan nilai dari berbagai faktor lingkungan abiotik tersebut secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman plankton (Barus, 2004).

Tabel 4. Kelimpahan Dinoflagellata pada Lokasi Penelitian

Divisi	Genus	Kelimpahan Kedalaman 1 (sel/ml)			Subtotal
		St.1	St.2	St.3	
Dinoflagellata	Dinophysis	0	30	0	30
	Prorocentrum	148	30	0	178
	Gonyaulax	0	0	215	215
	Gymnodinium	15	30	81	126
	Noctiluca	0	0	37	37
	Protopteridinium	30	0	0	30
	Ceratium	22	37	0	59
	Subtotal	215	126	333	673
Divisi	Genus	Kelimpahan Kedalaman 2 (sel/ml)			Subtotal
		St.1	St.2	St.3	
Dinoflagellata	Dinophysis	0	0	0	0
	Prorocentrum	0	0	0	0
	Gonyaulax	30	81	37	148
	Gymnodinium	44	59	52	155
	Noctiluca	0	7	0	7
	Protopteridinium	0	30	0	30
	Ceratium	0	0	30	30
	Subtotal	74	178	118	370

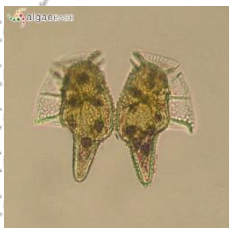
Hasil penelitian ditemukan 7 genus Dinoflagellata antara lain *Dinophysis*, *Prorocentrum*, *Gonyaulax*, *Gymnodinium*, *Noctiluca*, *Protopteridinium*, dan *Ceratium*. Serta pada Tabel 4, ditampilkan nilai kelimpahan yang didapatkan pada kedua kedalaman. Berikut ini merupakan pengertian dari jenis-jenis Dinoflagellata yang ditemukan pada ketiga stasiun lokasi penelitian, antara lain :

a. *Dinophysis*



Dinophysis ditemukan pada stasiun 2 pada kedalaman 1 (0-0,8 meter).

Jumlah kelimpahan yang ditemukan yaitu 30 sel/ml. Sedangkan pada kedalaman 2 (0,8-3 meter), tidak ditemukan *Dinophysis*. Berikut ini merupakan hasil dokumentasi pengamatan *Dinophysis* (dapat dilihat pada **Gambar 5**) beserta klasifikasinya



Algaebase (2017)



Dok. Pribadi (2017)

Gambar 5. Dokumentasi *Dinophysis*

Klasifikasi dari *Dinophysis* :

Kingdom : *Chromista*

Phylum : *Miozoa*

Superclass : *Dinoflagellata*

Class : *Dinophyceae*

Order : *Dinophysiales*

Family : *Dinophysaceae*

Genus : *Dinophysis*

(Algaebase, 2017)

Menurut Nishitani dan Ima (2003), Dinoflagellata dari genus *Dinophysis*, dapat mengakibatkan *diarrhetic shellfish poisoning* (DSP). Spesies alga *Dinophysis caudata* merupakan organisme yang dapat melakukan fotosintesis serta memiliki kloroplas pada selnya. Selain dapat melakukan fotosintesis, *Dinophysis caudata* memiliki vakuola pada selnya. Hal tersebut memungkinkan *Dinophysis caudata* dapat mendapatkan energi dari sumber lainnya, seperti fitoplankton yang memiliki ukuran antara 8-1,5 μm . *Dinophysis caudata* dapat bertahan hidup dengan cara mendapatkan energi dari sumber lain sebagai adaptasi bertahan hidup ketika proses fotosintesis tidak dapat dilakukan. Spesies alga ini dapat ditemukan pada permukaan air untuk melakukan fotosintesis.

Menurut Marasigan *et al.* (2001), *diarrhetic shellfish poisoning* (DSP) merupakan kejadian dimana manusia mengkonsumsi makanan dari laut yang



mengandung toksin *diarrhetic shellfish poisonig* (DSP). Toksin DSP terdiri dari *okadaic acid* (OA) dan turunan dari 35-methyl, *dinophysis-toxin-1* (DTX-1). Toksin DSP juga ada pada sel alga dari spesies *Dinophysis caudata*, walaupun saat keadaan perairan memiliki kepadatan spesies yang rendah. Dengan demikian, kemungkinan terjadinya penyebaran penyakit DSP oleh spesies *Dinophysis caudata* pada perairan tropis muncul, jika kepadatan massa jenis dari spesies alga ini tinggi. Menurut pemaparan hasil penelitian dari Marasigan *et al.* (2001), pada 20 gram jaringan kerang *Perna viridis*, terdapat 1,12 µg/g *okadaic acid* (OA), nilai tersebut sudah melampaui ambang batas yang dapat diterima oleh manusia yaitu sebesar 0,2 µg/g.

Nincévic -Gladan *et al.* (2008), menyatakan bahwa ekologi dan ekofisiologi spesies *Dinophysis* masih kurang dipahami. Karena pada umumnya muncul dengan nilai kelimpahan rendah dan masih sulit untuk dikultur di laboratorium. *Dinophysis* dapat mengakibatkan *diarrhetic shellfish poisonig* (DSP). *Blooming* dari *Dinophysis* sangat jarang terjadi di perairan, tetapi *Dinophysis* dapat memproduksi racun walaupun memiliki nilai kepadatan yang rendah. Hasil pengamatan Nincévic -Gladan *et al.* (2008) terhadap *Dinophysis* spp. di perairan Adriatic, Kroasia yaitu kelimpahan *Dinophysis* tertinggi terjadi disaat perairan memiliki perbedaan yang tinggi pada nilai temperatur dan salinitas di permukaan dan dasar perairan. Rendahnya nilai salinitas dan tingginya eutrofikasi pada perairan juga dapat menyebabkan *blooming* dari *Dinophysis*.

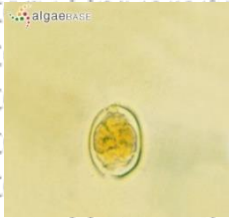
b. *Prorocentrum*

Prorocentrum pada kedalaman 1 (0-0,8 meter), ditemukan pada stasiun 1 dan stasiun 2. Jumlah kelimpahan yang ditemukan masing-masing sebesar 148 sel/ml dan 30 sel/ml. Sedangkan pada kedalaman 2 (0,8-3 meter), tidak



ditemukan *Prorocentrum*. Berikut ini merupakan hasil dokumentasi pengamatan

Prorocentrum (dapat dilihat pada **Gambar 6**) beserta klasifikasinya.



Algaebase (2017)



Dok. Pribadi (2017)

Klasifikasi dari *Prorocentrum* :

Kingdom : *Chromista*

Phylum : *Miozoa*

Superclass : *Dinoflagellata*

Class : *Dinophyceae*

Order : *Prorocentrales*

Family : *Prorocentraceae*

Genus : *Prorocentrum*

Gambar 6. Dokumentasi *Prorocentrum* (Algaebase, 2017)

Menurut Wikfors (2005), *Prorocentrum minimum* seringkali *blooming* pada saat musim semi dan musim panas di perairan. Perubahan pH dan nutrisi di perairan selama hasil fotosintesis tertinggi dapat menyebabkan fisiologikal stress pada *Prorocentrum minimum* dan dapat memproduksi racun. Pada penelitian tersebut, peneliti mengungkapkan bahwa nilai toksin yang dihasilkan oleh *Prorocentrum minimum* tergantung pada ketersediaan karbon pada lingkungan. Toksin yang dihasilkan *Prorocentrum minimum* dapat mempengaruhi mamalia dan dapat pula menyebabkan stress dan membunuh moluska yang memakan spesies ini. Pada awal mula dan akhir terjadinya *blooming Prorocentrum minimum*, biota pelagis memakan *Prorocentrum minimum* tidak dapat mengontrol populasi dari algae tersebut. Pada bivalvia, mereka dapat bertahan hidup dari perubahan status trofik di perairan.

Menurut Tango et al. (2005), *blooming* alga dari spesies *Prorocentrum minimum*, pada umumnya dinamakan sebagai “arus pasang mahogani” karena



pada saat terjadi *blooming* warna perairan berubah menjadi merah-kecoklatan hingga kecoklatan. Spesies *Prorocentrum minimum* yang tidak menghasilkan racun merupakan sumber makanan untuk biota perairan. Namun ketika terjadi *blooming Prorocentrum minimum* di ekosistem, spesies ini dapat mengakibatkan hipoksia atau anoksia pada ikan, membunuh ikan, dan mengurangi densitas vegetasi di dalam perairan dan penutupan vegetasi. Selain itu *blooming Prorocentrum minimum* dapat menghasilkan toksin dan mengakibatkan hal negatif terhadap manusia karena mengkonsumsi ikan ketika *blooming* pada perairan.

c. *Gonyaulax*

Gonyaulax pada kedalaman 1 (0-0,8 meter) ditemukan hanya pada stasiun 1. Jumlah kelimpahan yang ditemukan sebesar 215 sel/ml. Sedangkan pada kedalaman 2 (0,8-3 meter), *Gonyaulax* ditemukan pada stasiun 1, 2, dan 3 dengan jumlah kelimpahan masing-masing yaitu sebesar 30 sel/ml, 87 sel/ml, dan 37 sel/ml. Hasil dokumentasi pengamatan *Gonyaulax* dapat dilihat pada **Gambar 7** beserta klasifikasinya.



Algaebase (2107)



Dok. Pribadi (2017)

Klasifikasi dari *Gonyaulax* :

Kingdom : *Chromista*

Phylum : *Miozoa*

Superclass : *Dinoflagellata*

Class : *Dinophyceae*

Order : *Gonyaulacales*

Family : *Gonyaulacales*

Genus : *Gonyaulax*

Gambar 7. Dokumentasi *Gonyaulax*

(Algaebase, 2017)



Menurut Steidinger (1975), *blooming* Dinoflagellata dari spesies *Gonyaulax*

polyedra seringkali muncul secara tiba-tiba dan tidak menentu. Hal ini terjadi karena adanya kehadiran kista *Gonyaulax polyedra* yang dalam keadaan dorman pada sedimen dengan jumlah yang sangat banyak. Adanya status perubahan lingkungan pada ekosistem perikanan, menyebabkan munculnya *Gonyaulax polyedra* secara tiba-tiba.

Menurut Sudarniati dan Zaman (2007), toksin *paralytic shellfish poison* (PSP) diproduksi oleh fitoplankton dari genus *Gonyaulax*. Penyakit PSP akan muncul jika manusia mengonsumsi makanan laut yang mengakumulasi toksin PSP. Toksin PSP memiliki kandungan saxitoxin yang dapat menghambat pemasukan Na^+ pada membran saraf sehingga tidak dapat menerima impuls atau tanggapan dan mengakibatkan terjadinya paralisis.

d. *Gymnodinium*

Gymnodinium ditemukan pada seluruh stasiun, baik pada kedalaman 1 (0-0,8 meter) maupun pada kedalaman 2 (0,8-3 meter). Pada kedalaman 1 di stasiun 1, 2, dan 3, jumlah kelimpahan yang ditemukan masing-masing sebesar 15 sel/ml, 30 sel/ml, dan 81 sel/ml. Sedangkan pada kedalaman 2, *Gymnodinium* ditemukan pada stasiun 1, 2, dan 3 dengan jumlah kelimpahan masing-masing yaitu sebesar 44 sel/ml, 59 sel/ml, dan 52 sel/ml. Hasil dokumentasi pengamatan *Gymnodinium* dapat dilihat pada **Gambar 8** beserta klasifikasinya.



Algaebase (2017)

Klasifikasi dari *Gymnodinium* :

Kingdom : *Chromista*

Phylum : *Miozoa*

Superclass : *Dinoflagellata*

Class : *Dinophyceae*



Dok. Pribadi (2017)

Order : Gymnodiniales

Family : Gymnodiniaceae

Genus : Gymnodinium

(Algaebase, 2017)

Gambar 8. Dokumentasi *Gymnodinium*

Gymnodinium sanguineum adalah spesies HAB yang kadang kala

dikaitkan dengan kematian ikan masal. Tanda dari *blooming* alga ini ditunjukkan

dengan berubahnya warna perairan menjadi warna kecoklatan. Selain itu,

spesies ini dapat memproduksi kista. Pertumbuhan secara cepat pada

Gymnodinium dapat didorong bila ketersediaan hara di perairan tinggi.

Diperlukan studi lebih lanjut tentang siklus hidupnya dan kemungkinan toksisitas

pada selnya serta studi tentang kondisi nutrisi pada perairan, untuk memprediksi

kapan *blooming* *Gymnodinium* akan terjadi dan kemungkinan konsekuensinya

(Robichaux dan Wrenn, 1998).

Menurut Bockstahler dan Coast (1993), disebutkan bahwa *Gymnodinium*

sanguineum melakukan migrasi vertikal. Tujuan melakukan migrasi vertikal yaitu

sebagai adaptasi untuk hidup pada perairan yang memiliki nutrisi yang rendah.

Ketika sumber nutrisi pada permukaan perairan berkurang maka *Gymnodinium*

akan bermigrasi pada kedalaman perairan untuk mencari sumber nitrogen yang

tinggi. *Gymnodinium* adalah jenis Dinoflagellata *mixotrophs*, mendapatkan

makanan baik melalui fotosintesis dan fagositosis sebagai salah satu mekanisme

pertahanan hidup.

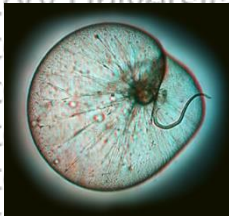
e. *Noctiluca*

Noctiluca pada kedalaman 1 (0-0,8 meter), ditemukan pada stasiun 3.

Jumlah kelimpahan yang ditemukan sebesar 37 sel/ml. Sedangkan pada



kedalaman 2 (0,8-3 meter), *Noctiluca* ditemukan pada stasiun 2, dengan jumlah kelimpahan sebesar 7 sel/ml. Hasil dokumentasi pengamatan *Noctiluca* dapat dilihat pada **Gambar 9** beserta klasifikasinya.



Algaebase (2017)



Dok. Pribadi (2017)

Gambar 9. Dokumentasi *Noctiluca*

Klasifikasi dari *Noctiluca* :

Kingdom : *Chromista*

Phylum : *Miozoa*

Superclass : *Dinoflagellata*

Class : *Noctilucopephyceae*

Order : *Noctilucales*

Family : *Noctilucaeae*

Genus : *Noctiluca*

(Algaebase, 2017)

Menurut Padmakumar et al. (2010), *Noctiluca* merupakan salah satu jenis spesies alga yang masuk ke dalam klasifikasi *Harmful Algae Blooms* (HAB).

Noctiluca dapat mengakibatkan kematian massal pada ikan dengan cara menurunkan nilai oksigen terlarut dalam perairan, selain itu *Noctiluca* dapat menghalangi insang pada biota perairan dan alga jenis ini dapat memproduksi NH_3 ketika *blooming* alga terjadi. *Noctiluca* dapat memproduksi cahaya berwarna biru pada saat malam hari. Kemampuan tersebut dinamakan dengan *bioluminescence* karena produksi *luciferin-luciferase* pada organel yang berada pada sitoplasma dari *Noctiluca*.

Suhu pada permukaan perairan ketika *blooming Noctiluca* berada pada kisaran 26,03-27,24 °C. Pada kondisi perairan laut yang tenang dengan nilai suhu yang rendah, dapat menjadi pemicu terjadinya *blooming Noctiluca*. Dengan rendahnya nilai suhu perairan, nilai salinitas tinggi, arus perairan tenang, kondisi cuaca yang cepat berubah (panas dan lembab), dan tingginya sumber makanan

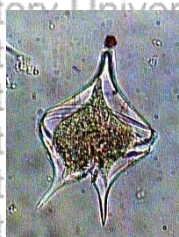


pada perairan ketika tahap akhir upwelling terjadi akan menyebabkan tingginya berkembangbiakan dan *blooming* *Noctiluca*. Nilai salinitas pada saat *blooming* *Noctiluca* terjadi berkisar antara p34,11 PSU ((Padmakumar et al., 2010).

f. *Protoperidinium*

Protoperidinium pada kedalaman 1 (0-0,8 meter), ditemukan pada stasiun

1. Jumlah kelimpahan yang ditemukan sebesar 30 sel/ml. Sedangkan pada kedalaman 2 (0,8-3 meter), *Protoperidinium* ditemukan pada stasiun 2, dengan jumlah kelimpahan sebesar 30 sel/ml. Berikut ini merupakan hasil dokumentasi pengamatan *Protoperidinium* (dapat dilihat pada **Gambar 10**) beserta klasifikasinya.



Algaebase (2017)



Dok. Pribadi (2017)

Klasifikasi dari *Protoperidinium* :

Kingdom : *Chromista*
Phylum : *Miozoa*
Superclass : *Dinoflagellata*
Class : *Dinophyceae*
Order : *Peridinales*
Family : *Protoperidiniaceae*
Genus : *Protoperidinium*
(Algaebase, 2017)

Gambar 10. Dokumentasi *Protoperidinium*

Menurut Kjaeret et al. (2000), *Protoperidinium* merupakan salah jenis Dinoflagelata yang memiliki *theca* dan bersifat heterotorpik. Spesies ini mendapatkan mangsa dengan cara melahap seluruh jenis makanannya atau sering disebut dengan “*raptorial feeders*” Ukuran sel dari *Protoperidinium* berkisar antara 30-80 μm . Dengan memiliki ukuran sebesar ini, memungkinkan



Protopteridinium mampu memakan sel dengan berbagai ukuran bahkan dengan sel yang hampir sama dengan ukurannya.

Berdasarkan Jacobson dan Anderson (1986) dalam Jeong dan Latz (1994), kebiasaan makan pada Dinoflagellata *Protopteridinium* dilakukan dengan cara menyebarkan pallium (*feeding veil*) menutupi seluruh sel mangsanya. Ketika *Protopteridinium* mendeteksi mangsa yang sesuai, ia berputar di sekitar mangsanya beberapa kali kemudian menangkap sel tersebut dengan cara menarik filamen. Setelah sel mangsa tertutup oleh pallium, sel tersebut kemudian tampak hancur setelah sitoplasmanya dicerna oleh *Protopteridinium*. Pada akhir proses, pallium akan melepaskan diri dari sel mangsa dan dihasilkan sebuah feses berbentuk bulat dari sisa sel mangsa yang tidak dapat dicerna. Proses makan pada *Protopteridinium* memakan waktu kurang lebih 30 menit sampai dengan 1,5 jam.

g. *Ceratium*

Ceratium ditemukan pada stasiun 1 dan stasiun 2 pada kedalaman 1 (0-0,8 meter). Jumlah kelimpahan yang ditemukan masing-masing yaitu sebesar 22 sel/ml dan 37 sel/ml. Sedangkan pada kedalaman 2 (0,8-3 meter), *Ceratium* ditemukan pada stasiun 3 dengan jumlah kelimpahan sebesar 30 sel/ml. Berikut ini merupakan hasil dokumentasi pengamatan *Ceratium* (dapat dilihat pada

Gambar 11) beserta klasifikasinya.



Algaebase (2017)

Klasifikasi dari *Ceratium* :

Kingdom : *Chromista*

Phylum : *Miozoa*

Superclass : *Dinoflagellata*

Class : *Dinophyceae*



Dok. Pribadi (2017)

Order : Gonyaulacales

Family : Ceratiaceae

Genus : Ceratium

(Algaebase, 2017)

Gambar 11. Dokumentasi Ceratium

Ceratium adalah mikroalga laut bersel tunggal yang tergolong dalam kelas *Dinophyceae*. *Ceratium* ini memiliki lengan atau tanduk (*horn*) yang dapat membantunya mengambang dalam kolom air, dan mencegah agar tidak bergerak terlalu cepat. Dan memiliki flagella yang berfungsi sebagai alat untuk berenang. Ukuran lebar sel nya antara 15 – 30 μm dan panjang antara 200 – 300 μm . *Ceratium* adalah organisme yang tidak memproduksi toksin. Namun, dapat menyebabkan *red tide* jika kondisi lingkungan perairannya dapat mendukung dalam pertumbuhannya yang sangat pesat atau disebut dengan *algae bloom*.

Blooming dari *Ceratium* dapat mengakibatkan kematian massal organisme laut. *Ceratium* adalah *mixotrophs*, mendapatkan makanan baik melalui fotosintesis dan fagositosis (Weliyadi, 2013).

Menurut Wetherbee (1975), populasi *Ceratium tripos* banyak ditemukan pada zona yang mendekati zona eufotik. Ketika terjadi *blooming* spesies *Ceratium tripos*, tingkat pertumbuhan diestimasi dari nilai fotosintesis per biomassa dan dilihat dari meningkatnya kepadatan sel dari waktu ke waktu seiring dengan meningkatnya suhu perairan. HAB juga sering diartikan sebagai *blooming* dari Dinoflagellata beracun, tetapi *Ceratium tripos* merupakan salah satu spesies Dinoflagellata yang tidak dapat menghasilkan racun. Dampak adanya *blooming Ceratium tripos* salah satunya menyebabkan anoxia dan hipoxia. Hal tersebut terjadi pada tahun 1976 di New York dan 1987 sampai dengan 1988 di Teluk Kattegat (Scandinavia).



Menurut Malone (1978), terjadinya *blooming Ceratium tripos* yang berakibat pada menurunnya nilai oksigen terlarut pada lapisan subtermoklin perairan. Serta dapat mengakibatkan kematian massal ikan di perairan. Saat terjadi stratifikasi suhu, populasi *Ceratium tripos* pada lapisan termoklin memiliki kepadatan sel yang tinggi. Saat *blooming*, secara bertahap *Ceratium tripos* menghasilkan akumulasi partikel bahan organik dalam jumlah besar dan selanjutnya mengalami pembusukan. *Blooming Ceratium tripos* yang terjadi di New York pada Januari-Maret 1976 tidak tergantung pada pengkayaan nutrisi akibat masuknya limbah rumah tangga dan industri. Dan masih belum diketahui penyebab pasti pemicu pertumbuhan *Ceratium tripos* dan kematian *Ceratium tripos* saat *blooming*.

4.3 Kelimpahan Dinoflagellata

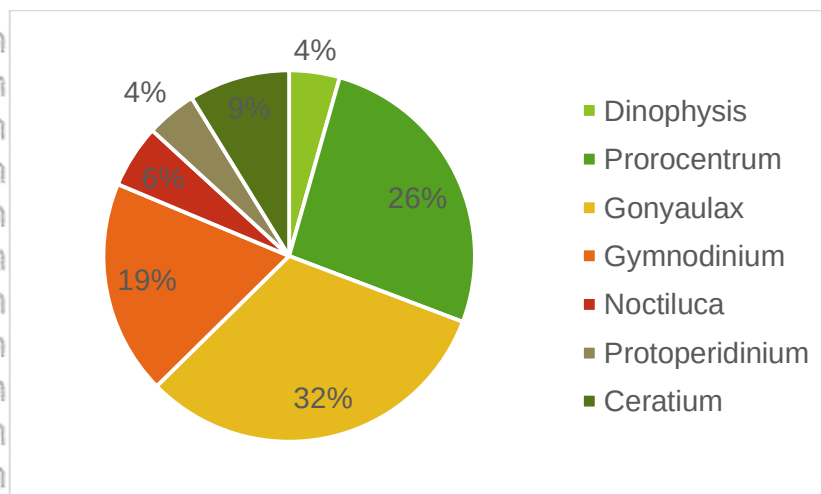
Ditemukan sebanyak 7 genus Dinoflagellata pada ketiga stasiun lokasi penelitian. Ketujuh jenis Dinoflagellata tersebut antara lain *Dinophysis*, *Prorocentrum*, *Gonyaulax*, *Gymnodinium*, *Noctiluca*, *Protoperdinium*, dan *Ceratium*. Jenis Dinoflagellata yang ditemukan dapat menyebabkan *Harmful Algal Bloom* (HAB).

a. Kedalaman 1 (0-0,8 meter)

Hasil pengamatan kelimpahan Dinoflagellata pada kedua kedalaman (pada Tabel 4). Hasil pengamatan Dinoflagellata pada kedalaman 1 (0-0,8 meter) ditemukan 7 genus Dinoflagellata. Pada kedalaman 1 kelimpahan tertinggi didominasi oleh genus *Gonyaulax* sebesar 215 sel/ml. Hal ini disebabkan karena suhu pada kedalaman 1 mencukupi untuk pertumbuhan *Gonyaulax*. Hasil penelitian dari Watras et al. (1982) menyatakan bahwa, pertumbuhan *Gonyaulax*

akan bertambah jika suhu perairan tinggi. Sehingga memicu pertumbuhan *Gonyaulax* di kedalaman 1.

Kelimpahan terendah pada genus *Dinophysis* dan *Protoperidinium* sebesar 30 sel/ml. Menurut Alkawri et al. (2016), *blooming Protoperidinium* dapat didorong bila suhu perairan tinggi. Hasil pengukuran suhu pada kedalaman 1 termasuk dalam kisaran nilai optimum. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Alkawri et al. (2016) sehingga hasil kelimpahan *Dinophysis* dan *Protoperidinium* memiliki kelimpahan yang rendah. Kelimpahan Dinoflagellata pada kedalaman 1 ditunjukkan pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Kelimpahan Dinoflagellata pada Kedalaman 1 (0-0,8 meter)

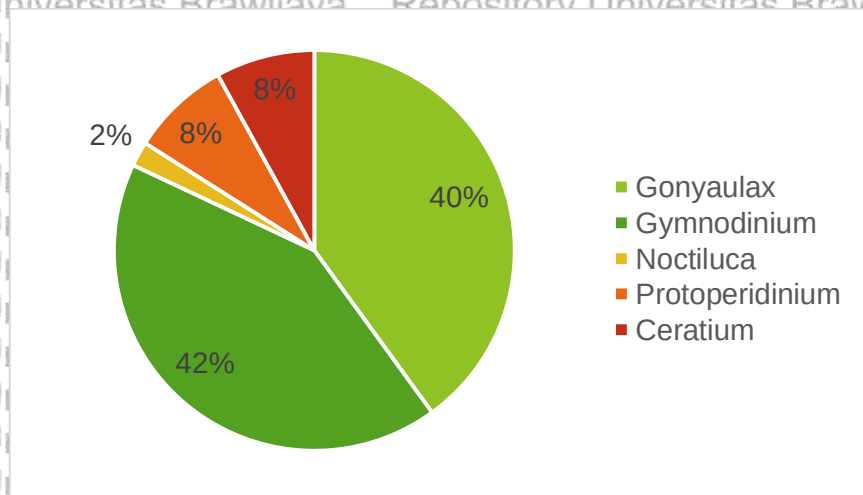
b. Kedalaman 2 (0,8-3 meter)

Hasil pengamatan Dinoflagellata pada kedalaman 2 (0,8-3 meter), kelimpahan tertinggi didominasi oleh genus *Gymnodinium* sebanyak 155 sel/ml. Hal ini disebabkan karena hasil pengukuran salinitas pada kedalaman 2 mencukupi untuk pertumbuhan *Gymnodinium*. Menurut Robichaux dan Wrenn (1998), pertumbuhan secara cepat pada *Gymnodinium* dapat didorong bila ketersediaan hara di perairan tinggi. Hasil pengukuran nilai nitrat dan fosfat pada

kedalaman 2 lebih tinggi dibandingkan dengan nilai nitrat dan fosfat pada kedalaman 1. Sehingga memicu pertumbuhan *Gonyaulax* di kedalaman 2.

Kelimpahan terendah pada genus *Noctiluca* sebanyak 7 sel/ml. Hal tersebut disebabkan karena faktor fisika dan kimia perairan masih dalam keadaan konstan, tidak ada perubahan secara signifikan. Menurut pernyataan Morton dan Twentyman (1971) menyebutkan bahwa, *Noctiluca* tumbuh secara cepat disaat perairan mengalami perubahan suhu yang cepat. Selain itu, adanya angin akan mempengaruhi gelombang yang akan mengaduk nutrisi di dasar perairan di pesisir pantai. Sedangkan, pada pengamatan di lokasi penelitian suhu tetap konstan dan perairan berarus relatif tenang, sehingga pengadukan nutrisi tidak terlalu besar. Pada kedalaman 2, genus Dinoflagellata yang ditemukan 5 genus. Dan tidak ditemukan genus *Dinophysis* dan *Prorocentrum* pada kedalaman 2. Kelimpahan Dinoflagellata pada kedalaman 2 ditunjukkan pada

Gambar 13.



Gambar 13. Kelimpahan Dinoflagellata pada Kedalaman 2 (0,8-3 meter)

4.4 Faktor Kualitas Air Terhadap Kelimpahan Dinoflagellata

Faktor kualitas perairan sangat mempengaruhi keberadaan plankton. Faktor lingkungan tersebut diantaranya faktor fisika dan faktor kimia perairan.



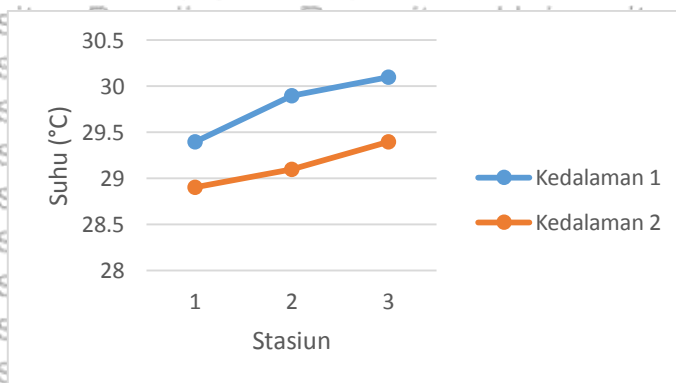
Faktor fisika diantaranya suhu, warna perairan, arus, pasang-surut, kecerahan.

Faktor kimia perairan diantaranya pH, oksigen terlarut, nitrat, fosfat, alkalinitas.

Kondisi perairan yang berubah dapat disebabkan karena faktor alam dan faktor manusia.

Hasil perhitungan kualitas air terhadap kelimpahan Dinoflagellata di perairan Paciran, Lamongan disajikan pada **Lampiran 2**. Dengan kondisi perairan yang diteliti yaitu suhu, salinitas, kecerahan, kecepatan arus, oksigen terlarut, pH, nitrat, fosfat dan alkalinitas. Penelitian dilakukan pada 3 stasiun yang dibagi menjadi 2 kedalaman.

a. Suhu



Gambar 14. Nilai Suhu pada Lokasi Penelitian

Pengukuran suhu pada penelitian kali ini dilakukan secara insitu. Suhu diukur dengan menggunakan alat Thermometer Hg. Pada saat melakukan pengukuran suhu, keadaan cuaca disekitar lokasi penelitian cerah. Pengukuran suhu yang didapat pada kedalaman 1 (0-0,8 meter) yaitu sekitar 29,4 – 30,1 °C, sedangkan suhu pada perairan kedalaman 2 (0,8-3 meter) sekitar 28,9 – 29,4 °C.

Suhu pada kedalaman 1 lebih tinggi dari kedalaman 2. Hal tersebut dikarenakan pada kedalaman 1 suhu masih dipengaruhi oleh radiasi sinar matahari. Hasil pengukuran suhu pada kedalaman 1 dan kedalaman 2 dapat dilihat pada



Gambar 14. Hasil penelitian didapatkan kisaran suhu pada lokasi pengamatan dalam kisaran suhu yang optimum. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Nybakken (1988), bahwa kisaran suhu air di perairan laut umumnya, dimana nilai suhu di lapisan permukaan laut yang normal berkisar antara 20 - 30°C. Sedangkan, menurut Nontji (2008), suhu air permukaan di perairan Indonesia pada umumnya berkisar antara 28 - 31°C.

Menurut Subarijanti (2000), suhu diperairan mempunyai peranan penting dalam ekosistem perairan. Selain berpengaruh terhadap berat jenis, viskositas dan densitas air juga berpengaruh terhadap kelarutan gas-gas dalam air serta mempengaruhi pertumbuhan maupun aktivitas organisme lain.

Hasil analisis regresi Dinoflagellata pada kedalaman 1 dan 2 tidak memiliki hubungan. Karena suhu pada perairan di lokasi termasuk dalam nilai yang optimum dan kedalaman pada lokasi termasuk pada perairan yang dangkal, tidak terjadi stratifikasi suhu pada perairan yang dapat menyebabkan *blooming* fitoplankton. Nilai koefisien determinasi pada kedalaman 1 dan 2, suhu dengan Dinoflagellata memiliki pengaruh yang rendah yaitu sebesar 0,12 dan 0,1. Matriks hasil regresi antara Dinoflagellata dan suhu dapat dilihat pada dan

Lampiran 3.

Menurut Wetherbee (1975), populasi Dinoflagellata dari spesies *Ceratium tripos* banyak ditemukan pada zona yang mendekati zona eufotik. Ketika terjadi *blooming* spesies *Ceratium tripos*, tingkat pertumbuhan diestimasi dari nilai fotosintesis per biomassa dan dilihat dari meningkatnya kepadatan sel dari waktu ke waktu seiring dengan meningkatnya suhu perairan.

b. Kecepatan Arus

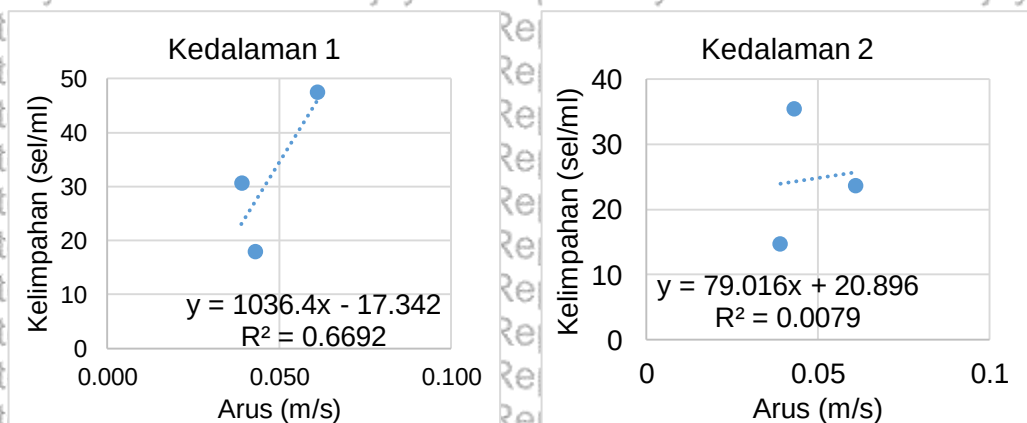
Kondisi arus pada lokasi penelitian saat melakukan pengukuran, kecepatan arus tergolong arus tenang. Hasil pengukuran kecepatan arus pada stasiun 1, 2,

dan 3 berturut-turut sebesar 0,039 m/s; 0,043 m/s; dan 0,61 m/s. Perbedaan nilai arus pada ketiga stasiun disebabkan karena arus laut dapat disebabkan karena adanya angin, perbedaan tekanan, perbedaan suhu perairan, dan adanya pasang surut air laut.

Nilai kecepatan arus pada lokasi penelitian tergolong rendah. Arus laut merupakan faktor penting untuk kehidupan biota laut. Selain untuk difusi oksigen, arus juga digunakan fitoplankton untuk perpindahan atau persebaran fitoplankton pada perairan. Pergerakan fitoplankton sangat dipengaruhi dengan adanya arus.

Menurut AS-Syakur dan Wiyanto (2016), arus yang masih dalam batas untuk pertumbuhan biota laut berkisar antara 0,7-1,3 meter/detik.

Arus juga berperan dalam proses pembersihan dari endapan-endapan material dan menyuplai oksigen yang berasal dari laut lepas. Sirkulasi arus sangat berperan penting dalam proses transfer energi. Pertumbuhan karang di perairan yang airnya selalu teraduk oleh arus dan ombak lebih baik dari pada di perairan yang tenang dan terlindung (Nontji, 1987).



Gambar 15. Hasil perhitungan regresi arus

Hasil perhitungan Dinoflagellata pada kedalaman 1 dan 2 memiliki hubungan jika nilai arus naik maka kelimpahan genus Dinoflagellata juga ikut naik. Di kedalaman 1 yakni di permukaan perairan, arus berpengaruh terhadap



kehidupan fitoplankton. Sedangkan pada kedalaman 2 tidak ada pengaruh arus terhadap kelimpahan, karena pengukuran pada kedalaman 2 berada pada kedalaman antara 0,8-3 meter dan arus dari permukaan tidak bisa mencapai pada kedalaman 2. Dan nilai koefisien determinasi pada kedalaman 1, memiliki nilai 0,669. Yang berarti Dinoflagellata dipengaruhi oleh arus sebesar 67%. Dan nilai korelasi antara arus dan kelimpahan Dinoflagellata sebesar 0,818. Yang berarti antara arus dan kelimpahan Dinoflagellata memiliki hubungan yang sangat kuat. Matriks hasil regresi antara Dinoflagellata dan arus dapat dilihat pada **Gambar 15** dan **Lampiran 3**.

Nilai kecepatan arus pada lokasi penelitian dalam kisaran nilai yang rendah. Padmakumar *et al.* (2010) menyatakan bahwa pada kondisi perairan laut yang tenang, dapat menjadi pemicu terjadinya *blooming* Dinoflagellata dari genus *Noctiluca*. Dengan arus perairan tenang, rendahnya nilai suhu perairan, nilai salinitas tinggi, kondisi cuaca yang cepat berubah (panas dan lembab), dan tingginya sumber makanan pada perairan ketika tahap akhir upwelling terjadi akan menyebabkan tingginya perkembangbiakan dan *blooming Noctiluca*.

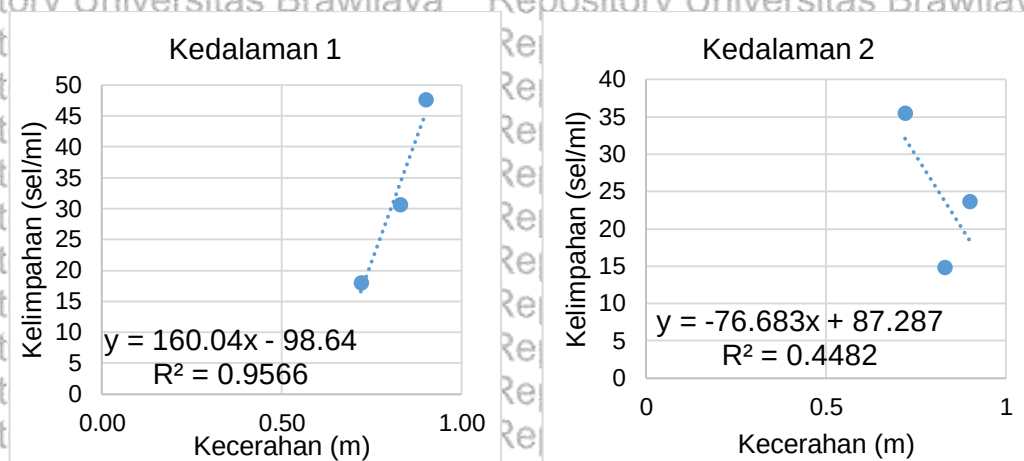
c. Kecerahan

Kecerahan pada perairan sangat dipengaruhi oleh penetrasi cahaya matahari yang masuk kedalam perairan. Pengukuran kecerahan dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut dengan *Secchi Disk*. Hasil pengukuran kecerahan pada stasiun 1 sebesar 0,83 meter. Pada stasiun 2 nilai kecerahan didapatkan sebesar 0,72 meter. Dan nilai kecerahan pada stasiun 3 sebesar 0,9 meter. Menurut Keputusan Men.LH. No. 51 tahun 2004 tentang pedoman baku mutu air laut untuk biota, kecerahan yang diinginkan adalah lebih besar dari 5 m.

Nilai kecerahan pada lokasi penelitian memiliki nilai yang rendah. Terjadinya perbedaan nilai kecerahan pada stasiun 1, 2, dan 3 sesuai dengan



pernyataan Tarigan dan Edward (2003). Menurut Tarigan dan Edward (2003), umumnya tingkat kekeruhan atau kecerahan suatu perairan sangat dipengaruhi oleh kandungan zat padat suspensi. Kandungan zat padat tersuspensi yang tinggi banyak mengurangi penetrasi cahaya matahari ke dalam laut, sehingga panas yang diterima air laut permukaan tidak cukup efektif untuk proses fotosintesis. Nilai kecerahan pada perairan laut untuk kepentingan perikanan yakni > 3 m, taman laut konservasi yaitu < 30 m, dan pariwisata (mandi selam dan renang) yaitu > 10 m.



Gambar 16. Hasil perhitungan regresi kecerahan

Hasil perhitungan Dinoflagellata pada kedalaman 1 memiliki hubungan jika kecerahan naik maka kelimpahan genus Dinoflagellata juga ikut naik. Hal tersebut dikarenakan adanya penetrasi cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan digunakan Dinoflagellata untuk fotosintesis. Dan nilai koefisien determinasi pada kedalaman 1, memiliki nilai 0,956. Yang berarti Dinoflagellata dipengaruhi oleh kecerahan sebesar 96%. Dan nilai korelasi antara kecerahan dan kelimpahan Dinoflagellata sebesar 0,978. Yang berarti hubungan antara kecerahan dan kelimpahan Dinoflagellata memiliki hubungan yang sangat kuat. Sedangkan pada kedalaman 2 memiliki hubungan jika nilai kecerahan tinggi



maka kelimpahan Dinoflagellata akan turun. Karena penetrasi cahaya pada kedalaman 2 sudah sangat sedikit, bahkan sudah tidak mencapai ke kedalaman 2. Selain itu juga, karena Dinoflagellata membutuhkan cahaya untuk fotosintesis sehingga lebih ditemukan Dinoflagellata di permukaan perairan. Matriks hasil regresi antara Dinoflagellata dan kecerahan dapat dilihat pada **Gambar 16** dan **Lampiran 3**.

Kecerahan pada kedalaman 1 memiliki pengaruh terhadap Dinoflagellata. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Nishitani dan Ima (2003), karena Dinoflagellata salah satunya genus *Dinophysis* ditemukan memerlukan cahaya untuk melakukan fotosintesis. Menurut Nishitani dan Ima (2003), Dinoflagellata dari genus *Dinophysis* merupakan organisme yang dapat melakukan fotosintesis serta memiliki kloroplas pada selnya. Selain dapat melakukan fotosintesis, *Dinophysis caudata* memiliki vakuola pada selnya. Spesies alga ini dapat ditemukan pada permukaan air untuk melakukan fotosintesis.

d. Salinitas

Pengukuran nilai salinitas pada lokasi penelitian dilakukan secara insitu pada siang hari. Pada saat pengukuran salinitas, cuaca pada lokasi penelitian cerah. Pengukuran salinitas diukur dengan menggunakan alat Salinometer. Hasil pengukuran salinitas di stasiun 1, 2, dan 3 besarnya berturut-turut 30 ppt, 31 ppt, dan 32 ppt. Menurut Nontji (2008), bahwa salinitas di perairan laut berkisar antara 24-35 ‰. Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor tersebut antara lain seperti sirkulasi air, penguapan air laut, curah hujan dan aliran sungai yang masuk ke perairan laut.

Nilai salinitas pada stasiun 1, 2, dan 3 memiliki nilai salinitas yang berbeda-beda. Pada saat pengamatan cuaca pada lokasi penelitian cerah. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Simanjutak (2009). Menurut Simanjutak (2009),



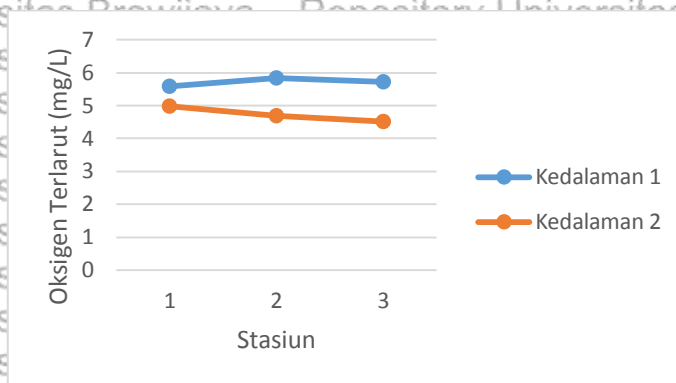
tingginya penguapan air laut yang pada siang hari dan rendahnya curah hujan juga dapat menyebabkan nilai salinitas di perairan menjadi tinggi. Tingginya nilai salinitas pada perairan terjadi disebabkan adanya pemasukan massa air bersalinitas tinggi ($> 32 \text{ ‰}$) ke suatu perairan laut. Nilai rata-rata salinitas mengalami kenaikan dengan bertambahnya kedalaman.

Hasil perhitungan Dinoflagellata pada kedalaman 1 dan 2 memiliki hubungan jika salinitas naik maka kelimpahan genus Dinoflagellata juga ikut naik. Dan nilai koefisien determinasi pada kedalaman 1 dan 2 memiliki nilai yang rendah yaitu sebesar 0,32 dan 0,18. Yang berarti Dinoflagellata dengan salinitas memiliki pengaruh yang rendah. Karena nilai salinitas pada lokasi pengamatan masih dalam kisaran optimum dan belum termasuk kisaran yang dapat menimbulkan *blooming* Dinoflagellata. Matriks hasil regresi antara Dinoflagellata dan salinitas dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Padmakumar *et al.* (2010). Menurut Padmakumar *et al.* (2010), pada kondisi perairan laut memiliki salinitas tinggi, dapat menjadi pemicu terjadinya *blooming* Dinoflagellata dari genus *Noctiluca*. Dengan nilai salinitas tinggi, nilai suhu perairan, arus perairan tenang, kondisi cuaca yang cepat berubah (panas dan lembab), dan tingginya sumber makanan pada perairan ketika tahap akhir *upwelling* terjadi akan menyebabkan tingginya perkembangbiakan dan *blooming* *Noctiluca*.



e. Oksigen Terlarut



Gambar 17. Nilai Oksigen Terlarut pada Lokasi Penelitian

Oksigen terlarut dalam perairan merupakan faktor terpenting untuk kehidupan organisme perairan. Pengukuran oksigen terlarut dilakukan secara insitu dengan menggunakan DO meter. Hasil pengukuran oksigen terlarut pada kedalaman 1 (0-0,8 meter) berkisar antara 5,58-5,84 mg/l, sedangkan oksigen terlarut pada kedalaman 2 (0,8-3 meter) berkisar antara 4,52 – 4,99 mg/l. Hasil pengukuran oksigen terlarut pada kedalaman 1 dan kedalaman 2 dapat dilihat pada **Gambar 17**. Menurut Patty (2013), kadar oksigen terlarut di dalam massa air nilainya adalah relatif dan bervariasi. Kadar nilai oksigen terlarut biasanya berkisar antara 6-14 ppm. Sedangkan kadar oksigen di permukaan laut yang normal berkisar antara 5,7-8,5 ppm.

Nilai oksigen terlarut hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan oksigen terlarut pada semua stasiun merupakan nilai yang optimal. Menurut Simanjutak (2007), nilai variasi kadar oksigen terlarut alami di lapisan permukaan perairan Indonesia berkisar antara 4,50-7,00 mg/l atau 3,15-4,90 ml/l.

Nilai oksigen terlarut pada kedalaman 1 lebih besar dibandingkan dengan kedalaman 2. Perbedaan nilai oksigen terlarut pada kedalaman 1 dan 2 karena adanya perbedaan kedalaman ketika pengambilan sampel. Hal tersebut

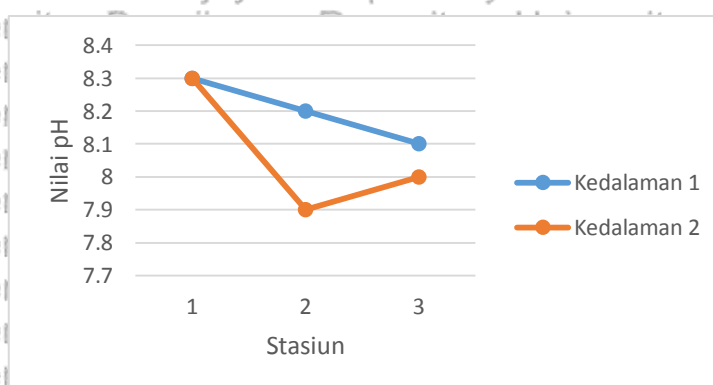


disebabkan karena pada kedalaman 1 terjadi difusi oksigen di udara melalui permukaan air, pergerakan arus, dan hasil fotosintesis fitoplankton di perairan.

Hasil perhitungan Dinoflagellata pada kedalaman 1 dan 2 memiliki pengaruh jika nilai oksigen terlarut tinggi maka kelimpahan Dinoflagellata rendah, sebaliknya, jika nilai oksigen terlarut rendah maka kelimpahan Dinoflagellata tinggi. Hal tersebut terjadi karena adanya kompetisi antara Dinoflagellata dan fitoplankton jenis lain. Dan nilai koefisien determinasi pada kedalaman 1 dan 2 yaitu sebesar 0,15 dan 0,32 yang artinya kelimpahan Dinoflagellata dengan oksigen terlarut memiliki pengaruh yang rendah. Matriks hasil regresi antara oksigen terlarut terhadap Dinoflagellata dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

Nilai oksigen terlarut pada lokasi penelitian termasuk kisaran nilai yang optimum. Menurut Malone (1978), terjadinya *blooming* dari Dinoflagellata spesies *Ceratium tripos* yang berakibat pada menurunnya nilai oksigen terlarut pada lapisan subtermoklin perairan. Saat terjadi stratifikasi suhu, populasi *Ceratium tripos* pada lapisan termoklin memiliki kepadatan sel yang tinggi. Saat *blooming*, secara bertahap, *Ceratium tripos* menghasilkan akumulasi partikel bahan organik dalam jumlah besar dan selanjutnya mengalami pembusukan.

f. Derajat Keasaman (pH)



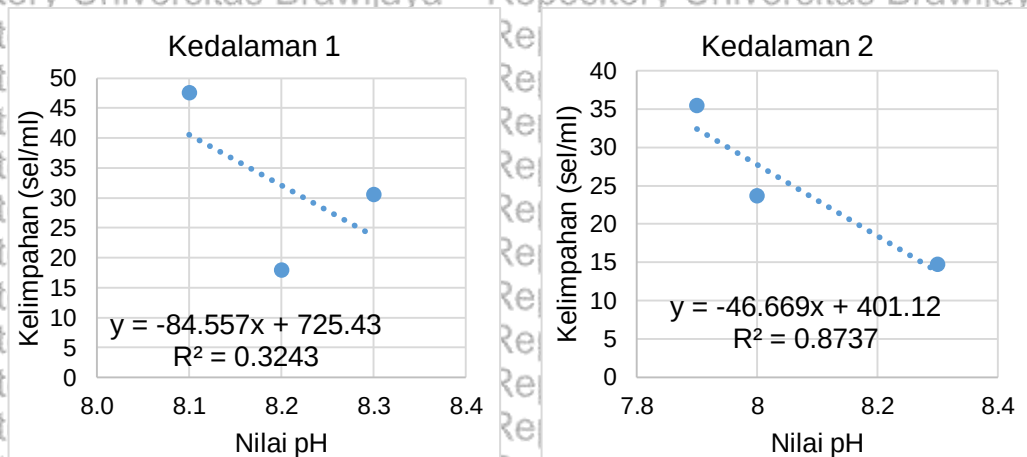
Gambar 18. Nilai pH pada Lokasi Penelitian



Pengukuran pH dilakukan secara insitu pada lokasi penelitian. Nilai pH didapatkan dari pengukuran air laut dengan menggunakan alat yaitu pH meter. Nilai pH pada kedalaman 1 (0-0,8 meter) berkisar antara 8,1-8,3. Sedangkan nilai pH pada kedalaman 2 (0,8-3 meter) didapatkan berkisar 7,9-8,3. Hasil pengukuran pH pada kedalaman 1 dan kedalaman 2 dapat dilihat pada **Gambar 18**.

Nilai pH pada kedalaman 1 lebih besar dibandingkan dengan kedalaman 2. Karena pada kedalaman 1 terdapat peristiwa fotosintesis oleh fitoplankton. Dimana fitoplankton mengambil O_2 diperairan untuk proses fotosintesis, sehingga mengakibatkan nilai pH di kedalaman 1 tinggi. Nilai pH pada semua lokasi penelitian merupakan nilai pH yang optimum. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Simanjutak (2009). Menurut Simanjutak (2009), pada umumnya, nilai pH dalam suatu perairan berkisar antara 4 – 9.

pH perairan laut Indonesia pada umumnya bervariasi. Nilai pH pada perairan laut Indonesia berkisar antara 6,0-8,5. Pada perairan yang berkondisi asam dengan pH kurang dari 6, fitoplankton pada perairan tersebut tidak akan hidup dengan baik. Sedangkan, jika pH perairan lebih dari 9,5 merupakan perairan yang sangat basa akan menyebabkan kematian dan mengurangi produktivitas (Asriyana dan Yuliana, 2012).



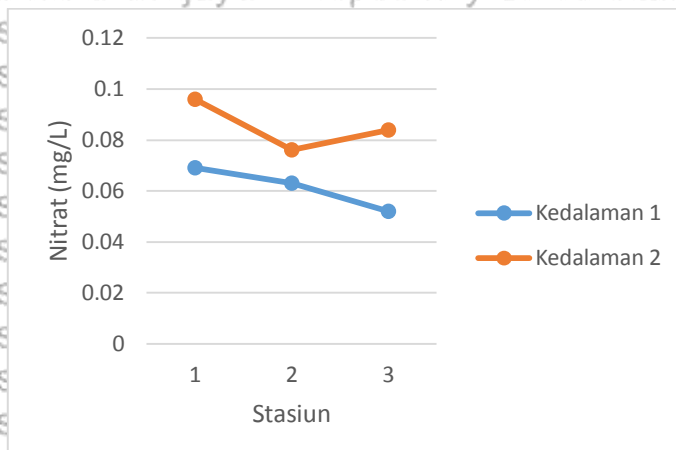
Gambar 19. Hasil perhitungan regresi pH

Hasil perhitungan Dinoflagellata pada kedalaman 1 dan 2 memiliki hubungan jika nilai pH tinggi maka kelimpahan Dinoflagellata rendah, sebaliknya, jika nilai pH rendah maka kelimpahan Dinoflagellata tinggi. Hal tersebut dikarenakan adanya kompetisi penggunaan pH di perairan antara Dinoflagellata dengan fitoplankton dari filum lainnya. Selain itu, pada kedalaman 2 lebih banyak karbondioksida daripada kedalaman 1 sehingga mengakibatkan nilai pH turun dan kelimpahan Dinoflagellata menjadi rendah. Nilai koefisien determinasi pada kedalaman 2 memiliki nilai 0,874. Yang berarti Dinoflagellata dipengaruhi pH sebesar 87%. Dan nilai korelasi antara pH dan kelimpahan Dinoflagellata sebesar 0,934 Yang berarti antara pH dan kelimpahan Dinoflagellata memiliki hubungan yang sangat kuat. Matriks hasil regresi antara Dinoflagellata dan pH dapat dilihat pada **Gambar 19** dan **Lampiran 3**.

Nilai pH pada lokasi penelitian memiliki nilai yang optimum. Menurut Marasovic (1989), kondisi perairan yang memiliki nilai pH rendah dan kadar oksigen diperairan rendah merupakan salah satu indikasi *blooming Gonyaulax polyedra*. Ketika terjadi *blooming* oleh fitoplakton spesies *Gonyaulax polyedra*, banyak kematian massal pada ikan demersal. Akibat lain dari *blooming*

Gonyaulax polyedra adalah dapat menyebabkan kista *Gonyaulax polyedra* dalam sedimen akan mulai muncul ke permukaan perairan.

g. Nitrat



Gambar 20. Nilai Nitrat pada Lokasi Penelitian

Pengukuran nitrat dilakukan secara exsitu. Pengukuran nilai nitrat pada penelitian kali ini dilakukan dengan menggunakan metode Spektrofotometer.

Nilai nitrat pada kedalaman 1 (0-0,8 meter) yaitu sekitar 0,052 – 0,069 mg/L.

Sedangkan nilai nitrat pada kedalaman 2 (0,8-3 meter) sekitar 0,076 – 0,096

mg/L. Hasil pengukuran nitrat pada kedalaman 1 dan kedalaman 2 dapat dilihat pada **Gambar 20**.

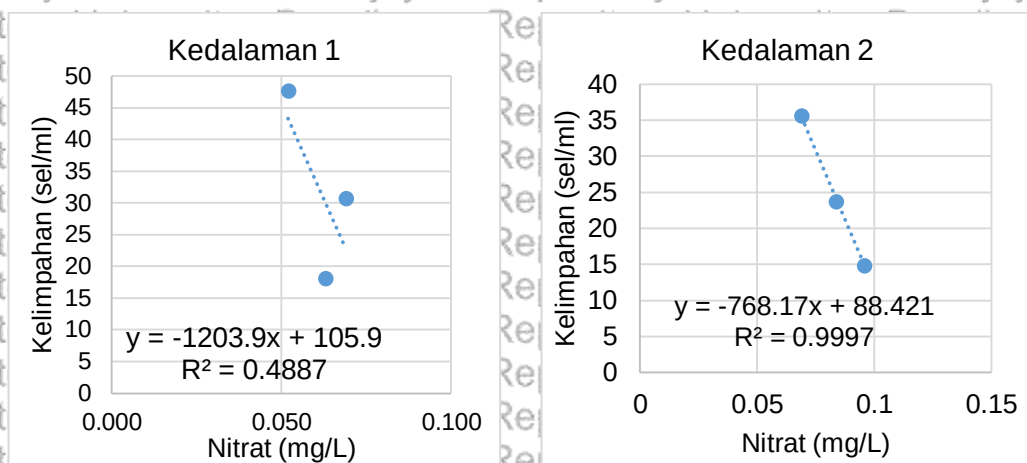
Nilai nitrat pada kedalaman 2 lebih besar dibandingkan dengan kedalaman

1. Distribusi vertikal Nitrat di laut menunjukkan bahwa kadar Nitrat semakin tinggi bila kedalaman laut bertambah. Hal ini disebabkan karena tenggelamnya

partikel-partikel yang mengandung Nitrat serta bertambahnya partikel tersebut menjadi Nitrogen organik. Selanjutnya distribusi Nitrat di laut dipengaruhi oleh

proses fotosintesa, gravitasi residu organisme air dan gerakan arus atau massa air (adveksi, *upwelling* dll.) (Hutagalung et al.,1997).

Nilai nitrat pada seluruh stasiun pengamatan menunjukkan bahwa nilai nitrat yang didapatkan merupakan nilai yang rendah dalam perairan. Menurut Davis dan Cornwell (1991) dalam Effendi (2003), menyatakan bahwa kadar nitrat-nitrogen pada perairan alami hampir tidak pernah lebih dari 0,1 mg/L. Kadar nitrat-nitrogen yang lebih dari 0,2 mg/L dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan. Jika kadar nitrat-nitrogen lebih dari 0,2 mg/L dapat menstimulir pertumbuhan alga dan tumbuhan air secara pesat (*blooming*).



Gambar 21. Hasil perhitungan regresi nitrat

Hasil analisa regresi pada kedalaman 1 dan 2 nitrat memiliki pengaruh jika nitrat tinggi maka kelimpahan Dinoflagellata rendah, sebaliknya, jika nilai nitrat rendah maka kelimpahan Dinoflagellata tinggi. Pengaruh tersebut menunjukkan bahwa penurunan kadar nitrat terjadi karena pemanfaatan nitrat secara optimum oleh Dinoflagellata. Dan karena adanya kompetisi Dinoflagellata dengan jenis fitoplankton dari filum lain yang memiliki nilai kelimpahan lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelimpahan Dinoflagellata. Selain itu, nitrat pada kedalaman 2 lebih tinggi daripada kedalaman 1 karena adanya pelapukan dan dekomposisi bahan organik yang telah lama terakumulasi dalam sedimen, mengakibatkan nilai nitrat berpengaruh pada kelimpahan Dinoflagellata pada

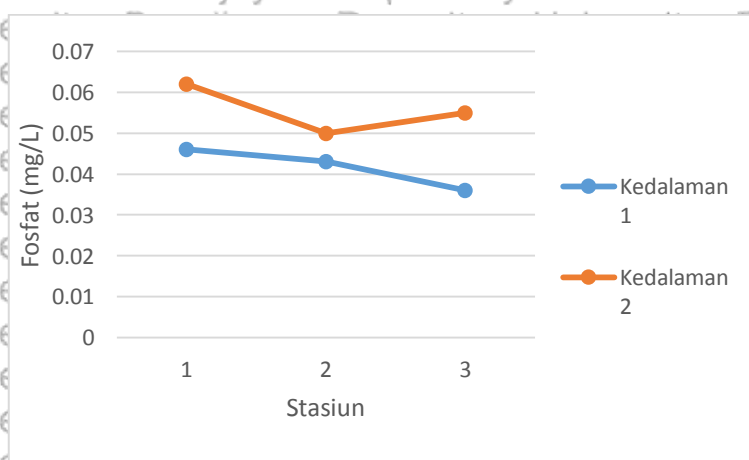
kedalaman 2. Nilai koefisien determinasi pada kedalaman 2 memiliki nilai 0,999.

Yang berarti Dinoflagellata dipengaruhi nitrat sebesar 99%. Dan nilai korelasi antara nitrat dan kelimpahan Dinoflagellata sebesar 0,999. Yang berarti antara nitrat dan kelimpahan Dinoflagellata memiliki hubungan yang sangat kuat.

Matriks hasil regresi antara Dinoflagellata dan nitrat dapat dilihat pada **Gambar 21 dan Lampiran 3**.

Menurut Bockstahler dan Coast (1993), disebutkan bahwa Dinoflagellata dari spesies *Gymnodinium sanguineum* mencari sumber nutrisi dengan cara melakukan migrasi vertikal. Ketika sumber nutrisi pada permukaan perairan berkurang maka *Gymnodinium* akan bermigrasi pada kedalaman perairan untuk mencari sumber nitrogen yang tinggi.

h. Fosfat



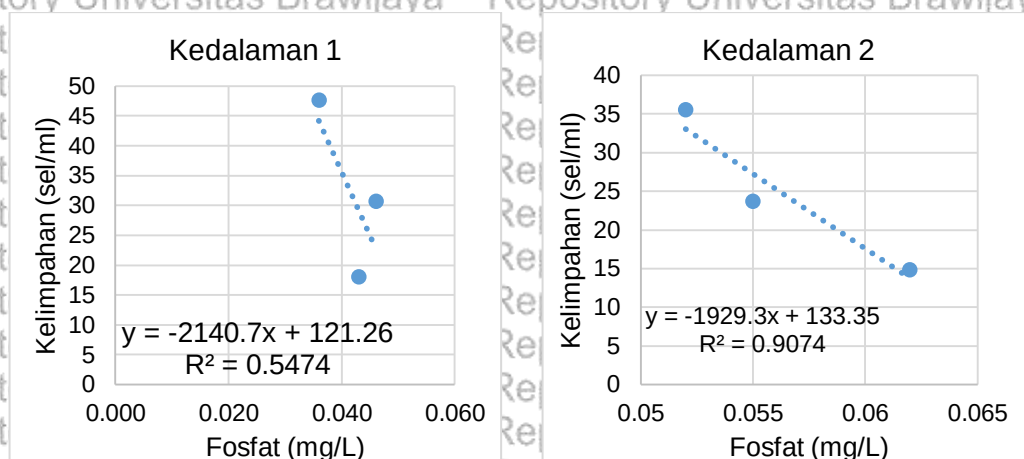
Gambar 22. Nilai Fosfat pada Lokasi Penelitian

Pengukuran nilai fosfat pada penelitian kali ini menggunakan metode Spektrofotometer. Nilai fosfat pada kedalaman 1 (0-0,8 meter) yaitu sekitar 0,046 – 0,036 mg/L. Sedangkan nilai fosfat pada kedalaman 2 (0,8-3 meter) sekitar 0,062 – 0,050 mg/L. Hasil pengukuran fosfat pada kedalaman 1 dan kedalaman 2 terlihat pada **Gambar 22**. Nilai fosfat pada seluruh stasiun baik pada



kedalaman 1 dan kedalaman 2 merupakan nilai optimum. Menurut Winanto (2004), batas yang layak kadar ortofosfat yang optimal bagi fitoplankton adalah 0,01 mg/l - 0,16 mg/l. Kisaran tersebut baik untuk pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton.

Nilai fosfat pada kedalaman 2 lebih tinggi jika dibandingkan dengan kedalaman 1. Nilai phospat yang optimal untuk biota perairan laut yaitu sebesar kurang dari atau sama dengan 1 mg/l. Nilai phospat yang tinggi disebabkan karena adanya aliran unsur hara phospat yang berasal dari daratan saat terjadi hujan. Selain itu, disebabkan karena tingginya kegiatan manusia yang dapat meningkatkan unsur hara fosfat ke dalam perairan (Handoko *et al.*, 2013).



Gambar 23. Hasil perhitungan regresi fosfat

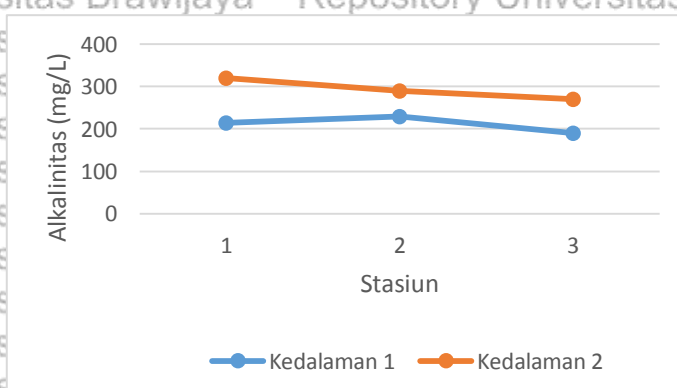
Hasil analisa regresi pada kedalaman 1 dan 2 fosfat memiliki pengaruh jika nitrat tinggi maka kelimpahan Dinoflagellata rendah, sebaliknya, jika nilai nitrat rendah maka kelimpahan Dinoflagellata tinggi. Pengaruh tersebut menunjukkan bahwa penurunan kadar fosfat terjadi karena pemanfaatan fosfat secara optimum oleh Dinoflagellata. Dan karena adanya kompetisi Dinoflagellata dengan jenis fitoplankton dari filum lain yang memiliki nilai kelimpahan lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelimpahan Dinoflagellata. Selain itu, pada kedalaman



2 memiliki nilai fosfat lebih tinggi daripada kedalaman 1 karena adanya pelapukan dan dekomposisi bahan organik yang telah lama terakumulasi dalam sedimen, mengakibatkan nilai fosfat berpengaruh pada kelimpahan Dinoflagellata pada kedalaman 2. Dan nilai koefisien determinasi pada kedalaman 2 yaitu sebesar 0,91 memiliki hubungan yang kuat antara Dinoflagellata dengan fosfat. Pada kedalaman 2, fosfat mempengaruhi kelimpahan Dinoflagellata sebesar 91%. Dan nilai korelasi antara fosfat dan kelimpahan Dinoflagellata sebesar 0,952. Yang berarti antara fosfat dan kelimpahan Dinoflagellata memiliki hubungan yang sangat kuat. Matriks hasil regresi antara Dinoflagellata dan fosfat dapat dilihat pada **Gambar 23** dan **Lampiran 3**.

Pertumbuhan secara cepat pada Dinoflagellata dari spesies *Gymnodinium* dapat didorong bila ketersediaan hara di perairan tinggi. Tanda dari *blooming* *Gymnodinium sanguineum* alga ditunjukkan dengan berubahnya warna perairan menjadi warna kecoklatan. Selain itu, spesies ini dapat memproduksi kista (Robichaux dan Wrenn, 1998).

1. Alkalinitas

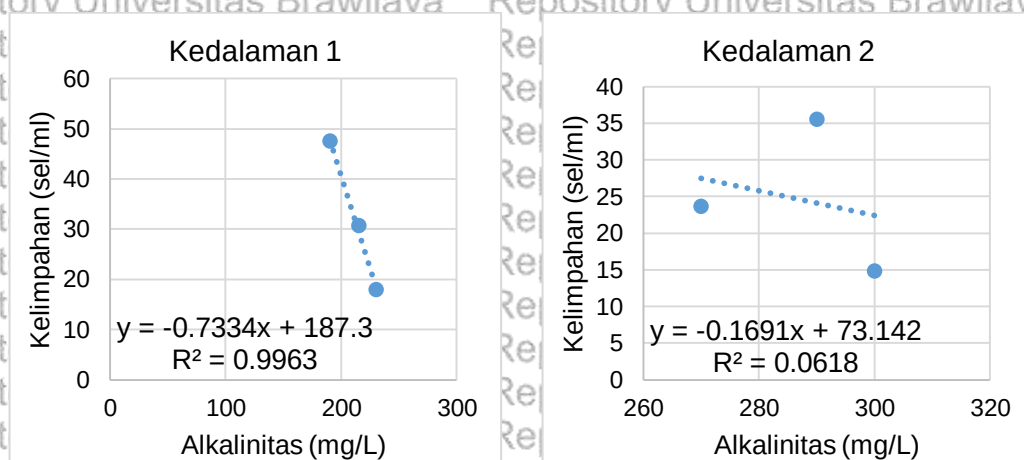


Gambar 24. Nilai Alkalinitas pada Lokasi Penelitian



Pengukuran nilai alkalinitas pada penelitian kali ini dilakukan dengan menggunakan metode Spektrofotometer. Nilai alkalinitas pada kedalaman 1 (0-0,8 meter) yaitu sekitar 230 – 190 mg/L. Sedangkan nilai alkalinitas pada kedalaman 2 (0,8-3 meter) sekitar 320 – 270 mg/L. Hasil pengukuran alkalinitas pada kedalaman 1 dan kedalaman 2 terlihat pada **Gambar 24**. Nilai alkalinitas pada seluruh stasiun lokasi pengamatan baik pada permukaan maupun pada kedalaman merupakan nilai alkalinitas yang optimum. Pada seluruh stasiun, nilai alkalinitas pada kedalaman 1 lebih besar daripada nilai alkalinitas pada kedalaman 2. Nilai alkalinitas perairan alam hampir tidak pernah melebihi 500 mg/Liter CaCO_3 . Nilai alkalinitas yang baik berkisar antara 30 – 500 mg/L CaCO_3 . Nilai alkalinitas pada perairan alami adalah 40 mg/L CaCO_3 (Boyd, 1988 dalam Bintoro dan Abidin, 2014).

Lingkungan yang baik bagi kehidupan biota di perairan pada umumnya adalah dengan alkalinitas diatas 20 mg/l. Kisaran alkalinitas dan kesadahan bagi biota perairan adalah 20 mg/l hingga 300 mg/l. Fungsi utama alkalinitas adalah sebagai penyangga fluktuasi pH air. Semakin rendah alkalinitas, semakin tinggi kemampuan air untuk menyanggah sehingga fluktuasi pH, semakin rendah (Smith, 1982 dalam Yulfiperius et al., 2006).



Gambar 25. Hasil perhitungan regresi alkalinitas



Hasil analisa regresi pada kedalaman 1 dan 2 alkalinitas memiliki pengaruh berbanding terbalik terhadap Dinoflagellata. Pengaruh tersebut menunjukkan bahwa penurunan kadar alkalinitas terjadi karena pemanfaatan alkalinitas secara optimum oleh Dinoflagellata. Dan karena adanya kompetisi Dinoflagellata dengan jenis fitoplankton dari filum lain yang memiliki nilai kelimpahan lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelimpahan Dinoflagellata. Selain itu, adanya karbondioksida yang berdifusi langsung di permukaan perairan dan lebih mudah didapatkan, mengakibatkan nilai alkalinitas pada kedalaman 1 lebih berpengaruh pada kelimpahan Dinoflagellata jika dibandingkan dengan kedalaman 2. Yang berpengaruh antara kelimpahan Dinoflagellata dan Alkalinitas hanya pada kedalaman 1. Dengan memiliki nilai koefisien determinasi 0,996. Yang berarti Dinoflagellata dipengaruhi alkalinitas sebesar 99%. Dan nilai korelasi antara alkalinitas dan kelimpahan Dinoflagellata sebesar 0,998. Yang berarti hubungan antara alkalinitas dan kelimpahan Dinoflagellata memiliki hubungan yang sangat kuat. Matriks hasil regresi antara Dinoflagellata dan alkalinitas dapat dilihat pada

Gambar 25 dan Lampiran 3.

Menurut Boyd (1990) dalam Nurbaeti dan Octorina (2012) produktivitas tinggi tidak diakibatkan secara langsung oleh alkalinitas, tetapi disebabkan oleh unsur hara lain yang ikut meningkat bersamaan nilai alkalinitas. *Gymnodinium sanguineum* adalah spesies HAB yang kadang kala dikaitkan dengan kematian ikan masal. Pertumbuhan secara cepat pada *Gymnodinium* dapat didorong bila ketersediaan hara di perairan tinggi. Tanda dari *blooming* alga ini ditunjukkan dengan berubahnya warna perairan menjadi warna kecoklatan. Selain itu, spesies ini dapat memproduksi kista (Robichaux dan Wrenn, 1998).

[illegible][illegible][illegible]



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil pengamatan Dinoflagellata pada perairan Paciran, Lamongan, Jawa Timur pada kedua kedalaman yaitu kedalaman 1 (0-0,8 meter) dan kedalaman 2 (0,8-3 meter), didapatkan disimpulkan bahwa :

- a. Didapatkan 7 genus Dinoflagellata, diantaranya dari genus *Dinophysis*, *Ceratium*, *Gonyaulax*, *Gymnodinium*, *Noctiluca*, *Protoberidinium*, *Prorocentrum*. Pada kedalaman 2, genus Dinoflagellata yang ditemukan sebanyak 5 genus, yaitu *Ceratium*, *Gonyaulax*, *Gymnodinium*, *Noctiluca*, dan *Protoberidinium*. Pada kedalaman 1 kelimpahan tertinggi didominasi oleh genus *Gonyaulax* sebesar 215 sel/ml. Kelimpahan terendah pada kedalaman 1 pada genus *Dinophysis* dan *Protoberidinium* sebesar 30 sel/ml. Pada kedalaman 2 kelimpahan Dinoflagellata tertinggi ada pada genus *Gymnodinium* 155 sel/ml. Kelimpahan terendah pada kedalaman 2 pada genus *Noctiluca* sebesar 7 sel/ml.
- b. Hasil pengamatan penelitian Dinoflagellata pada Perairan Paciran, Lamongan menunjukkan bahwa kelimpahan Dinoflagellata tergolong dalam nilai yang masih baik. Laju pertumbuhan Dinoflagellata masih terkendali. Nilai nitrat dan fosfat masih dalam kisaran optimum yang masih dapat digunakan untuk pertumbuhan fitoplankton. Belum tergolong pada kisaran ambang batas yang dapat menyebabkan *blooming* Dinoflagellata yang berdampak negatif untuk perairan. Dari hasil analisis statistik regresi antara kondisi kualitas air dan Dinoflagellata, pada kedalaman 1 yang paling berhubungan terhadap kelimpahan Dinoflagellata yaitu kecerahan, arus, dan alkalinitas. Parameter yang lain seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut, pH, nitrat, dan fosfat,



pengaruhnya tidak terlalu besar terhadap kelimpahan Dinoflagellata.

Sedangkan pada kedalaman 2 yang paling berhubungan terhadap kelimpahan Dinoflagellata yaitu pH, nitrat, dan fosfat. Parameter yang lain seperti suhu, salinitas, kecerahan, arus, oksigen terlarut, dan alkalinitas, pengaruhnya tidak terlalu besar terhadap kelimpahan Dinoflagellata.

5.2 Saran

Saran yang diberikan antara lain yaitu perlu dilakukan sosialisasi kepada masyarakat tentang jenis dan ciri-ciri *blooming* fitoplankton salah satunya Dinoflagellata yang dapat membahayakan apabila dikonsumsi oleh manusia. Selain itu, dilakukan pengawasan terhadap masuknya bahan organik di perairan Paciran, Lamongan sebagai upaya pencegahan *blooming* Dinoflagellata.

DAFTAR PUSTAKA

- ABC News. 2014. Massive Red Tide Off the Coast of Florida. <http://abcnews.go.com>. Online.
- Abida, I. W. 2010. Struktur Komunitas dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo. *Jurnal Kelautan*. 3 (1).
- Algalbase. 2017. <http://www.algalbase.org/>. Online.
- AlKawri, A., M. Al-Areeki, dan K. AlSharaby. 2016. The First Recorded Bloom of *Protoperdinium quinquecorne* and Its Link to a Massive Fish Kill in Yemeni Coastal Waters, Southern Red Sea. *Plankton and Benthos Research*. 11 (2) : 75-78.
- Amelia, C. D., Z. Hasan dan Y. Mulyani. 2012. Distribusi Spasial Komunitas Plankton sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Situ Bagendit Kecamatan Banyuresmi, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3 (4) : 301-311.
- Asni, Andi. 2015. Analisis Produksi Rumpun Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Berdasarkan Musim dan Jarak Lokasi Budidaya di Perairan Kabupaten Bantaeng. *Jurnal Akuatika*. VI (2) : 140-153.
- Asriyana dan Yuliana. 2012. Produktivitas Perairan. *Bumi Aksara*. Jakarta.
- Astuti, L. P., A. Warsa dan H. Satria. 2009. Kualitas Air dan Kelimpahan Plankton Di Danau Sentani, Kabupaten Jayapura. *Jurnal Perikanan*. XI (1) : 66-77.
- As-Syakur, Abd. R. dan D.B. Wiyanto. 2016. Studi Kondisi Hidrologis sebagai Lokasi Penempatan Terumbu Buatan di Perairan Tanjung Benoa Bali. *Jurnal Kelautan*. Volume 9 : (1).
- Barus, Ternala Alexander. 2004. Faktor-faktor Lingkungan Abiotik dan Keanekaragaman Plankton sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. XI (2) : 64-72.
- Bintoro, Akhlis dan Mukhtarul Abidin. 2014. Pengukuran Total Alkalinitas di Perairan Estuari Sungai Indragiri Provinsi Riau. *Buletin Teknik Litkayasa*. 11 (1) : 11-14.
- Blackburn, S. I., G. M. Hallegrae and C. J. Bolch. 1989. Vegetative Reproduction and Sexual Life Cycle of the Toxic Dinoflagellate *Gymnodinium Catenatum* from Tasmania, Australia. *Journal Phycol*. 25 : 577-590.
- Bockshahler, K. R., and D. W. Coats. 1993. Spatial and temporal aspects of mixotrophy in Chesapeake Bay Dinoflagellates. *Journal Eukaryotic Microbiol*. 40 : 49-60.



Campbell, 2000. Biologi Edisi Kelima - Jilid 2. *Erlangga*, Jakarta.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. *Kanisius*, Yogyakarta.

Granéli, E. dan J. T. Turner. 2006. Ecology of Harmful Algae. Springer, Germany.

Handoko, M. Yusuf, dan S. Y. Wulandari. 2013. Sebaran Nitrat dan Fosfat dalam Kaitannya dengan Kelimpahan Fitoplankton di Kepulauan Karimunjawa. *Buletin Oseanografi Marina*. 2 (48) : 48-53.

Heil, C. A., P. M. Glibert, and C. L. Fan. 2005. Prorocentrum minimum (Pavillard) Schiller A Review of a Harmful Algal Bloom Species of Growing Worldwide Importance. *Harmful Alga*. Vol. 4 : 449-470.

Herlambang, A. dan R. Marsidi. 2003. Proses Denitrifikasi dengan Sistem Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Nitrat. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 4 (1) : 46-55.

Herrera-Sepúlveda, A. and L. K. Medlin. 2015. Are *Prorocentrum hoffmannianum* and *Prorocentrum belizeanum* (Dinophyceae, Prorocentrales), the Same Species, an Integration of Morphological and Molecular Data. *Journal of Phycology*. Vol. 51 : 173-188.

Hutagalung, H. P., D. Setiapermana dan S. H. Riyono. 1997. Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota. Buku 2, Puslitbang Oseanologi. *LIPI*, Jakarta.

Hutchinson, G. E. 1953. The Concept of Pattern Ecology. *Proceedings Academy Natural Sciences*. Philadelphia, PA.

Jeong, H. J. and M. I. Latz. 1994. Growth and Grazing Rates of the Heterotrophic Dinoflagellates *Protoperdinium* spp. On Red Tide Dinoflagellates. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 106 : 173-185.

Kementrian Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004. Tentang Baku Mutu Kualitas Air Laut.

Kjærø, A. H., L. J. Naustvoll and E. Paasche. 2000. Ecology of the heterotrophic dinoflagellate genus *Protoperdinium* in the inner Oslofjord (Norway). *Sarsia*. 85 (5-6) : 453-460.

Kordi, M. Gufran H., dan A.B. Tancung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. *Rineka Cipta*, Jakarta.

Kunarmo, Djoko Hadi. 1988. Peranan Bakteri Heterotrofik dalam Ekosistem Laut. *Oseana*. XIII (4) : 133-142.

Kurniawan, Galih. 2008. Studi Ekologi Kista Dinoflagellata Spesies Penyebab HAB (*Harmful Algal Bloom*) di Sedimen pada Perairan Teluk Jakarta. *Skrpsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.



Lalli, Carol M. dan Timothy R. Parsons. 1997. *Biological Oceanography An Introduction*. Second Edition. *Elsevier Ltd.* USA.

Makmur, Murdahayu. 2008. Pengaruh *Upwelling* terhadap Ledakan Alga (*Blooming Algae*) di Lingkungan Perairan Laut. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengolahan Limbah VI*. Batan.

Malone, Thomas C. 1978. The 1976 Ceratium tripos Bloom in the New York Bight : Causes and Consequences. NOAA Technical Report NMFS Circular. 410. United States.

Mann, K. H. 1996. *Ecology of Coastal Waters with Implications for Management* Second Edition. *Blackwell Publishing Ltd.* UK.

Marasigan, A. N., S. Sato, Y. Fukuyo dan M. Kodama. 2001. Accumulation of a High Level of Diarrhetic Shellfish Toxins in the Green Mussel *Perna viridis* During a Bloom of *Dinophysis caudata* and *Dinophysis miles* in Sapan Bay, Panay Island, the Philippines. *Fisheries Science*. 67 : 994-996.

Marasović, Ivona. 1989. Encystment and Excystment of *Gonyaulax polyedra* During a Red Tide. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 28 : 35-41.

McConnaughey, Bayard H. dan Robert Zottoli. 1983. *Pengantar Biologi Laut. The C. V. Mosby Company*. Missouri. USA.

Mohamed, Z. A. and A. M. Al-Shehri. 2011. Occurrence and Germination of Dinoflagellate Cysts in Surface Sediments from the Red Sea off the Coasts of Saudi Arabia. *Oceanologia*. 53 (1) : 121-136.

Morton, B. and P. R. Twentymen. 1971. The Occurrence and Toxicity of a Red Tide Caused by *Noctiluca scintillans* (Macartney) Ehrenb., in the Coastal Waters of Hong Kong. *Environmental Research*. 4 : 544-557.

Mujib, A. S., A. Damar, dan Y. Wardiatno. 2015. Distribusi Spasial Dinoflagellata Planktonik di Perairan Makassar, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 7 (2) : 479-492.

Nincević-Gladan, Z., S. Skejić, M. Buzāncić, I. Marasović, J. Arapov, I. Ujević, N. Bojanić, B. Grbec, G. Kušpilić and O. Vidjak. 2008. Seasonal Variability in *Dinophysis* spp. Abundances and Diarrhetic Shellfish Poisoning Outbreaks Along the Eastern Adriatic Coast. *Botanica Marina* 51 : 449-463.

Nishitani, G., K. Miyamura, dan I. Ima. 2003. Trying to Cultivation of *Dinophysis caudata* (Dinophyceae) and the Appearance of Small Cells. *Plankton Biologi and Ecology*. 50 (2) : 31-36.

Nontji, Anugerah. 1984. Biomassa dan Produktivitas Fitoplankton di Perairan Teluk Jakarta Serta Kaitannya dengan Faktor-faktor Lingkungan. *Thesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.



Nontji, A. 2008. Plankton Laut. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.

Nurbaeti, N. dan P. Octorina. 2012. Hubungan Keragaman Fitoplankton dengan Kualitas Air di Situ Minierina Bekas Galian Pasir Gekbrong, Cianjur-Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah Pertanian dan Perikanan*. Volume 1 : (2).

Nybakken, J.W. 1988. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis. Alih bahasa: H.M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen, M. Hutomo, dan S. Sukardjo. Gramedia. Jakarta.

Nybakken, James W. 1992. Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologis. PT. Gramedia Jakarta Press. Jakarta. Hal : 106 – 111.

Padmakumar, K. B., G. SreeRenjima, C. L. Fanimol, N. R. Menon and V. N. Sanjeevan. 2010. Preponderance of heterotrophic *Noctiluca scintillans* during a multi-species diatom bloom along the southwest coast of India. *International Journal of Oceans and Oceanography*. Volume 4, Number 1, pp. 55-63.

Patty, Simon I. 2013. Distribusi Suhu, Salinitas Dan Oksigen Terlarut Di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 1 : (3).

Patty, S. I., H. Arfah, dan M. S. Abdul. 2015. Zat Hara (Fosfat, Nitrat), Oksigen Terlarut dan pH Kaitannya dengan Kesuburan di Perairan Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1 (1).

Pranoto, B. A., Ambaritanto dan M. Zainuri. 2005. Struktur Komunitas Zooplankton di Muara Sungai Serang, Jogjakarta. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 10 (2) : 90-97.

Qiptiyah, M., Halidah dan M. A. Rakhman. 2008. Struktur Komunitas Plankton di Perairan Mangrove dan Perairan Terbuka di Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. V (2) : 137-143.

Riyadi, A., L. Widodo, dan K. Wibowo. 2005. Kajian Kualitas Perairan Laut Kota Semarang dan Kelayakannya Untuk Budidaya Laut. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 6 (30): 497-501.

Robichaux, R. J., Q. Dortch, and J. H. Wrenn. 1998. Occurrence of *Gymnodinium sanguineum* in Louisiana and Texas Coastal Waters, 1989-94. NOAA Technical Report NMFS 143. United States.

Ruga, L., M. Langoy, A. Papu, dan B. Kolondam. 2014. Identifikasi Zooplankton di Perairan Pulau Bunaken Manado. *Jurnal Mipa Unstrat Online*. 3 (2) : 84-86.

Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*. 30 (3) : 21-26.

Sarwono, Jonathan. 2006. Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. *Graha Ilmu*. Yogyakarta.



Sediadi, Agus. 1999. Ekologi Dinoflagellata. *Oseana*. XXIV (4) : 21-30.

Sediadi, Agus. 2004. Efek Upwelling terhadap Kelimpahan dan Distribusi Fitoplankton di Perairan Laut Banda dan Sekitarnya. *Makara, Sains*. 8 (2) : 43-51.

Simanjuntak, Marojahan. 2007. Oksigen Terlarut dan Oksigen Terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 12 (2) : 59-66.

Simanjuntak, Marojahan. 2009. Hubungan Faktor Lingkungan Kimia, Fisika Terhadap Distribusi Plankton Di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *Jurnal Perikanan*. XI (1) : 31-45.

Subarijanti, H. U. 2000. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan Alga. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Subiyanto, Ibnu. 2000. Metodologi Penelitian Edisi 3. UPP AMP YKPN. Yogyakarta.

Sudarmiati, S. dan B. Zaman. 2007. Mekanisme Keracunan Saraf Akibat Konsumsi Kerang-kerangan yang Terkontaminasi Dinoflagellata Beracun (Studi Literatur). *Nurse Media Journal of Nursing*. 1 (1).

Sugianto, D. N. dan Agus A. D. S. 2007. Studi Pola Sirkulasi Arus Laut di Perairan Pantai Provinsi Sumatera Barat. *Ilmu Kelautan*. 12 (2) : 79-92.

Suryanto, A. M. 2011. Kelimpahan dan Komposisi Fitoplankton di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. *Jurnal Kelautan*. 4 (2).

Susilaningsih, Dwi. 2014. Observation, Isolation, and Characterization of Microalgal Red Tide Agent Dinoflagellates *Prorocentrum* sp. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 19 (3) : 149-158.

Steidinger, K. A. 1975. Implications of Dinoflagellate Life Cycles on Initiation of *Gymnodinium Breve* Red Tides. *Environmental Letters*. 9 (2) : 129-139.

Tango, P. J., R. Magnien, W. Butler, C. Lockett, M. Luckenbach, R. Lacouture, C. Poukish. 2005. Impact and Potential Effects Due to *Prorocentrum minimum* Blooms in Chesapeake Bay. *Harmful Algae*. 4 : 525-531.

Tarigan, M.S. dan Edward. 2003. Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (*Total Suspended Solid*) di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. *Makara Sains*. Vol. 7. No. 3.

Tasak, A. R., M. Kawaroe, T. Prartono. 2015. Keterkaitan Intensitas Cahaya dan Kelimpahan Dinoflagellate di Pulau Samalona, Makassar. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 20 (2) : 113-120.

Tomascik, T., A. J. Mah, A. Nontji, and M. K. Moosa. 1997. The Ecology of the Indonesian Seas Part II Chapters 13-23. *Periplus Edition (HK) Ltd*.



Watrass, C. J. and S. W. Chisholm. 1982. Regulation of Growth in an Estuarine Clone of *Gonyaulax tamarens* Lebour : Salinity-Dependent Temperature Responses. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 62 : 25-37.

Weliyati, Encik. 2013. Identifikasi Spesies Plankton Penyebab Harmful Algal Bloom di Perairan Tarakan. *Jurnal Harpodon Borneo*. Volume 6 (1).

Wetherbee, Richard. 1975. The Fine Structure of *Ceratium tripos*, a Marine Armored Dinoflagellate. *Journal of Ultrastructure Research*. 50 : 58-64.

Widyorini, Niniek. 2009. Pola Struktur Komunitas Fitoplankton Berdasarkan Kandungan Pigmennya di Pantai Jepara. *Jurnal Saintek Perikanan*. 4 (2) : 69-75.

Wikfors, G. H. 2005. A Review and New Analysis of Trophic Interaction between *Prorocentrum minimum* and Clams, Scallops, and Oysters. *Harmful Algae*. 4 : 585-592.

Winanto. 2004. Memproduksi Benih Tiram Mutiara. *Penebar Swadaya*. Depok.

Yulfiperius, Mozes R. Toelihere, Ridwan Affandi dan Djadja Subardja Sjafei. 2006. Pengaruh Alkalinitas terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Ikan Lalawak (*Barbodes* sp.) *Biosfera*. 23 (1) : 38-43.

Lampiran 2

Data Kualitas Air

Kedalaman 1 (0-0.8 meter)

Parameter	Stasiun		
	1	2	3
Suhu (°C)	29,4	29,9	30,1
Salinitas (ppm)	30	31	32
Kecerahan (m)	83,5	72	90,5
Kecepatan Arus (m/s)	0,039	0,043	0,061
Oksigen Terlarut (mg/L)	5,58	5,84	5,72
pH	8,3	8,2	8,1
Nitrat (mg/L)	0,069	0,063	0,052
Fosfat (mg/L)	0,046	0,043	0,036
Alkalinitas (mg/L)	215	230	190

Kedalaman 2 (0,8-3 meter)

Parameter	Stasiun		
	1	2	3
Suhu (°C)	28,9	29,1	29,4
Salinitas (ppm)	30	31	32
Kecerahan (m)	83,5	72	90,5
Kecepatan Arus (m/s)	0,039	0,043	0,061
Oksigen Terlarut (mg/L)	4,99	4,69	4,52
pH	8,3	7,9	8
Nitrat (mg/L)	0,096	0,076	0,084
Fosfat (mg/L)	0,062	0,052	0,055
Alkalinitas (mg/L)	300	290	270



Lampiran 3

Data Kelimpahan Plankton dan Matriks Regresi

Kedalaman 1 (0-0,8 meter)

	Divisi	Genus	Kelimpahan Kedalaman 1 (sel/ml)		
			St.1	St.2	St.3
Fitoplankton	Bacillariophyta	Total	5320	5542	13880
	Ciliophora	Total	0	15	37
	Cyanophyta	Total	59	0	44
	Dinoflagellata	Dinophysis	0	30	0
		Ceratium	22	37	0
		Gonyaulax	0	0	215
		Gymnodinium	15	30	81
		Noctiluca	0	0	37
		Protopteridinium	30	0	0
		Prorocentrum	148	30	0
		Total	215	126	333
	Divisi	Genus	Kelimpahan Kedalaman 1 (ind/ml)		
			St.1	St.2	St.3
Zooplankton	Arthropoda	Macrosetella	0	0	0
	Mollusca	Limacina	15	0	0
	Porifera	Leucosolenia	30	0	0
	Tracheophyta	Nauplius	0	0	7

Matriks Regresi pada Kedalaman 1

Parameter	Kedalaman 1			
	R ²	r	A	b
Suhu	0,126	0,355	-404,057	14,634
Arus	0,669	0,818	17,342	1036,437
Kecerahan	0,956	0,978	-98,639	160,041
Salinitas	0,324	0,569	-230,065	8,455
Oksigen Terlarut	0,149	0,386	248,072	-44,109
pH	0,324	0,569	725,427	-84,556
Nitrat	0,488	0,699	105,899	-1203,89
Fosfat	0,547	0,739	121,256	-2140,68
Alkalinitas	0,996	0,998	187,297	-0,733

Pada kedalaman 1 hanya nilai arus, kecerahan dan alkalinitas yang berpengaruh terhadap kelimpahan Dinoflagellata jika dilihat nilai koefisien determinasi (R^2) dan korelasi (r).

Lampiran 3. Lanjutan

Data Kelimpahan Plankton dan Matriks Regresi

Kedalaman 2 (0,8-3 meter)

	Divisi	Genus	Kelimpahan Kedalaman 2 (sel/ml)		
			St.1	St.2	St.3
Fitoplankton	Bacillariophyta	Total	7399	12496	11476
	Ciliophora	Total	59	15	81
	Cyanophyta	Total	0	0	0
	Dinophysis	Dinophysis	0	0	0
		Ceratium	0	0	30
	Dinoflagellata	Gonyaulax	30	81	37
		Gymnodinium	44	59	52
		Noctiluca	0	7	0
		Prorocentrum	0	0	0
		Total	74	178	118
	Divisi	Genus	Kelimpahan Kedalaman 2 (ind/ml)		
			St.1	St.2	St.3
Zooplankton	Arthropoda	Macrosetella	0	15	0
	Mollusca	Limacina	0	44	0
	Porifera	Leucosolenia	0	59	0
	Tracheophyta	Nauplius	7	15	0

Matriks Regresi pada Kedalaman 2

Parameter	Kedalaman 2			
	R ²	r	a	b
Suhu	0,103	0,321	-361,058	13,239
Arus	0,008	0,089	20,896	79,015
Kecerahan	0,448	0,669	87,287	-76,683
Salinitas	0,182	0,427	-112,954	4,439
Oksigen Terlarut	0,318	0,564	141,329	-24,647
pH	0,873	0,934	401,124	-46,668
Nitrat	0,999	0,999	88,421	-768,174
Fosfat	0,907	0,952	133,325	-1929,29
Alkalinitas	0,061	0,248	73,142	-0,169

Pada kedalaman 2 hanya nilai pH, nitrat dan fosfat yang berpengaruh terhadap kelimpahan Dinoflagellata jika dilihat nilai koefisien determinasi (R²) dan korelasi (r).

Lampiran 4

Dokumentasi



Pengukuran oksigen terlarut dengan titrasi



Pengukuran Salinitas dengan Salinometer



Pengambilan sampel Plankton



Pengukuran kecerahan menggunakan Secchi Disk



Menentukan stasiun menggunakan GPS



Kapal yang digunakan saat pengambilan sampel



Sampel Plankton



Pengamatan Plankton



Pengamatan Plankton menggunakan Mikroskop