

IDENTIFIKASI SPESIES FITOPLANKTON TOKSIK PENYEBAB *HARMFUL ALGAL BLOOM* (HAB) SAAT PASANG DAN SURUT SERTA KAITANNYA DENGAN FAKTOR LINGKUNGAN DI PERAIRAN PESISIR KECAMATAN BRONDONG KABUPATEN LAMONGAN

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh:

**ARIANTO CHOIRON
NIM. 115080601111066**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2015

IDENTIFIKASI SPESIES FITOPLANKTON TOKSIK PENYEBAB *HARMFUL ALGAL BLOOM* (HAB) SAAT PASANG DAN SURUT SERTA KAITANNYA DENGAN FAKTOR LINGKUNGAN DI PERAIRAN PESISIR KECAMATAN BRONDONG KABUPATEN LAMONGAN

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

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

Oleh:

**ARIANTO CHOIRON
NIM. 115080601111066**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

IDENTIFIKASI SPESIES FITOPLANKTON TOKSIK PENYEBAB *HARMFUL ALGAL BLOOM* (HAB) SAAT PASANG DAN SURUT SERTA KAITANNYA DENGAN FAKTOR LINGKUNGAN DI PERAIRAN PESISIR KECAMATAN BRONDONG KABUPATEN LAMONGAN

Oleh :

ARIANTO CHOIRON

NIM. 115080601111066

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 05 Agustus 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

(Ade Yamindago, S.Kel, M.Sc)

NIP. 19840521 200801 1 002

Tanggal:

Dosen Penguji II

(Dwi Candra Pratiwi, S.Pi, M.Sc)

NIK. 86011508120318

Tanggal:

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

(Feni Iranawati, S.Pi, M.Si, Ph.D)

NIP. 19740812 200312 2 001

Tanggal:

Dosen Pembimbing II

(Syarifah Hikmah J.S. S.Pi, M.Sc)

NIP. 19840720201 4042002

Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Daduk Setyohadi, M.P)

NIP. 19630608 198703 1 003

Tanggal:

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. 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.

Penulis,

ARIANTO CHOIRON

115080601111066



UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya laporan Skripsi ini, penulis menyampaikan ungkapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik
2. Bapak, Ibu dan keluarga besar yang selalu memberikan do'a, restu serta motivasi sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik
3. Bapak Muntalim, Ibu Ida dan Pak Yoyok serta segenap jajaran pegawai Lab. Kesehatan Ikan dan Lingkungan Dinas Kelautan Perikanan Lamongan, selaku pembimbing lapang dan mentor selama pelaksanaan penelitian ini
4. Kepala Laboratorium PT. ENVILAB INDONESIA yang memberikan bantuan untuk melakukan analisis kualitas air dalam penelitian ini
5. Ibu Feni Iranawati, S.Pi, M.Si, Ph. D dan Ibu Syarifah Hikmah J.S. S.Pi, selaku dosen pembimbing Skripsi, yang telah membimbing dari proses pembuatan proposal hingga terselesaikannya laporan ini.
6. Bapak Ade Yamindago, S.Kel, M.Sc dan Ibu Dwi Candra Pratiwi, S.Pi, M.Sc selaku dosen penguji, yang telah memberikan saran dan masukan pada laporan skripsi ini.
7. Iwin Zunairoh, A. Md. selaku Laboran Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan yang telah membantu dalam penelitian skripsi ini.
8. Ahmad Zainul, Santi Dwi Puspitasari, Ani Armianti, Mohammad Fajaruddin, Mohammad Syahrul Bahtiar yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.
9. Dinka Erlinda Yunita yang selalu memberikan semangat, dorongan dan motivasi dalam pengerjaan Skripsi ini hingga selesai
10. Segenap teman-teman Kos, Amin Rois, Boli, Arwani, Faris, Teguh, Udin, Taci, Bagus, Sodiq, Lukman dan Mas Fatah yang memberikan masukan dan motivasi dalam pengerjaan Skripsi ini.
11. Teman seperjuangan Ilmu Kelautan angkatan 2011 dan sahabat saya Novendra Adi Nugraha, Fahmi Muhammad, Dariel Varaghi, Putri Zulaikhah Alviana, Ervi aisy Mundiri dan kawan-kawan lainnya yang belum disebutkan, yang saling memberikan masukan dan motivasi hingga terselesaikannya Skripsi ini.

RINGKASAN

ARIANTO CHOIRON. Identifikasi Spesies Fitoplankton Toksik Penyebab *Harmful Algal Bloom* (HAB) Saat Pasang dan Surut serta Kaitannya dengan Faktor Lingkungan di Perairan Pesisir Kecamatan Brondong Kabupaten Lamongan. **Dibimbing oleh FENI IRANAWATI dan SYARIFAH HIKMAH JULINDA SARI**

Penelitian dilakukan di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan, Jawa Timur pada tanggal 7 April, 22 April dan 6 Mei 2015. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi dan struktur komunitas fitoplankton HAB di Perairan Pesisir Lamongan secara temporal saat pasang dan surut serta keterkaitannya dengan parameter lingkungan, khususnya nutrient (amonia, nitrat dan fosfat). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang dinamika struktur komunitas fitoplankton di lokasi penelitian, serta informasi mengenai kualitas Perairan Pesisir Brondong agar tetap dilakukan pemantauan secara optimal dalam menangani masalah pencemaran di daerah tersebut.

Komposisi jenis fitoplankton toksik penyebab HAB selama penelitian ditemukan spesies dari kelas Dinophyceae yaitu *Ceratium fusus*, *Ceratium macroceros*, *Ceratium pulchellum*, *Dinophysis acuminata*, *Gonyaulax polygramma*, *Gonyaulax triacantha*, *Noctiluca scintillans* dan *Peridinium claudicans*. Dari kelas Bacillariophyceae diketemukan *Chaetoceros compressus*, *Chaetoceros lacinosus* dan *Nitzschia closterium*. *Nitzschia closterium*. Kelimpahan tertinggi saat pasang ditemukan pada spesies *Nitzschia closterium* sebesar 16.550 sel/liter, dan pada saat surut sebesar 14.023 sel/liter.

Indeks keanekaragaman fitoplankton HAB selama penelitian saat pasang berkisar 0,58 - 1,44, dengan indeks keseragaman berkisar 0,66 - 0,89 dan indeks dominasi berkisar 0,29 - 0,61. Pada saat surut keanekaragaman fitoplankton HAB berkisar 0,59 - 1,38, dengan indeks keseragaman berkisar 0,54 - 0,95 dan indeks dominasi berkisar 0,28 - 0,69. Pada saat pasang terdapat spesies HAB yang mendominasi yaitu *Nitzschia closterium*.

Berdasarkan hasil analisis uji korelasi, saat pasang diperoleh hasil suhu berkorelasi positif (0,61*) dengan nilai signifikansi 0,02 terhadap kelimpahan, suhu berkorelasi positif (0,58*) dengan nilai signifikansi 0,02 terhadap keanekaragaman fitoplankton HAB, DO berkorelasi positif (0,64*) dengan nilai signifikansi 0,01 terhadap kelimpahan, DO berkorelasi positif (0,72*) dengan nilai signifikansi 0,00 terhadap keanekaragaman, DO berkorelasi positif (0,54*) dengan nilai signifikansi 0,04 terhadap keseragaman. Pada saat surut nitrat (NO₃) berkorelasi positif (0,77*) dengan nilai signifikansi 0,00 terhadap kelimpahan dan nitrat (NO₃) berkorelasi positif (0,61*) dengan nilai signifikansi 0,02 terhadap keanekaragaman fitoplankton HAB.

Kata Kunci : Fitoplankton, *Harmful Algal Bloom*, Toksik

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi yang berjudul "Identifikasi Spesies Fitoplankton Toksik Penyebab *Harmful Algal Bloom* (HAB) Saat Pasang dan Surut serta Kaitannya dengan Faktor Lingkungan di Perairan Pesisir Kecamatan Brondong Kabupaten Lamongan" dengan baik. Di dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi analisis parameter lingkungan perairan dan Identifikasi fitoplankton toksik penyebab HAB dan kaitannya dengan parameter lingkungan.

Adapun tujuan penyusunan Skripsi ini adalah sebagai bagian dari rangkaian tugas akhir kuliah dan merupakan salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Kelautan Strata satu (S-1) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan Skripsi ini masih kurang sempurna dan terdapat kekurangan yang harus diperbaiki. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya masukan, baik saran maupun kritik yang bersifat membangun untuk perbaikan laporan Skripsi ini.

Malang, 05 Agustus 2015

penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
RINGKASAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Kegunaan	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian	5
2.2 Fitoplankton	6
2.2.1 Divisi <i>Chrysophyta</i> (Diatom)	7
2.2.2 Divisi <i>Chlorophyta</i>	7
2.2.3 Divisi <i>Cyanophyta</i>	8
2.2.4 Divisi <i>Pyrrophyta (Dinoflagellata)</i>	9
2.3 <i>Harmful Algal Bloom (HAB)</i>	9
2.3.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi <i>Harmful Algal Bloom (HAB)</i> ...	10
2.3.2 Spesies Fitoplankton Toksik penyebab <i>Harmful Algal Bloom</i> (HAB)	11
2.3.3 Penelitian Terdahulu tentang <i>Harmful Algal Bloom (HAB)</i>	13
2.4 Faktor Fisika Kimia Perairan Penyebab <i>Harmful Algal Bloom (HAB)</i> ...	14
2.4.1 Suhu	14
2.4.2 Salinitas	14
2.4.3 Derajat Keasaman (pH)	15
2.4.4 <i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	16
2.4.5 Amonia	16



2.4.6 Nitrat	17
2.4.7 Fosfat	18
3. METODE PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Deskripsi Stasiun Pengamatan	22
3.3.1 Stasiun 1	22
3.2.1 Stasiun 2	22
3.2.2 Stasiun 3	23
3.2.3 Stasiun 4	24
3.2.4 Stasiun 5	25
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	25
3.3.1 Alat Penelitian	25
3.3.2 Bahan Penelitian	27
3.4 Metode Pengumpulan Data	28
3.4.1 Metode Pengambilan Sampel Fitoplankton	30
3.4.2 Metode Pengukuran Parameter Fisika Kimia Perairan	31
3.5 Analisis Data	33
3.5.1 Kelimpahan fitoplankton	33
3.5.2 Indeks Keanekaragaman (H')	33
3.5.3 Indeks keseragaman (E)	34
3.5.4 Indeks dominansi (D)	35
3.5.5 Analisa Korelasi	35
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Kondisi Lingkungan Perairan Pesisir Brondong, Lamongan	36
4.1.1 Suhu	36
4.1.2 Kecerahan	38
4.1.3 Arus	40
4.1.4 pH (Derajat Keasaman)	42
4.1.5 Salinitas	44
4.1.6 DO (<i>Dissolved Oxygen</i>)	46
4.1.7 BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>)	48
4.1.8 Amonia (NH_3)	50

4.1.9 Nitrat (NO ₃)	51
4.1.10 Fosfat (PO ₄)	53
4.2 Struktur Komunitas Fitoplankton	55
4.2.1 Komposisi dan Struktur Komunitas Fitoplankton Saat Pasang ...	56
4.2.3 Komposisi dan Struktur Komunitas Fitoplankton Saat Surut.....	61
4.3 Komposisi Fitoplankton <i>Harmful Algal Bloom</i> (HAB)	65
4.3.1 Komposisi Fitoplankton <i>Harmful Algal Bloom</i> (HAB) Pada saat Pasang.....	67
4.3.2 Komposisi dan Struktur Komunitas Fitoplankton <i>Harmful Algal Bloom</i> (HAB) Pada Saat Surut	70
4.3.3 Perbandingan Kelimpahan Fitoplankton <i>Harmful Algal Bloom</i> (HAB) Pada Saat Pasang dan Surut.....	72
4.3.4 Perbandingan Kelimpahan Fitoplankton Non HAB dan Fitoplankton HAB	75
4.4 Hubungan Parameter Lingkungan Komposisi Fitoplankton HAB	77
4.4.1 Uji Normalitas.....	77
4.4.2 Analisis Korelasi.....	78
5. PENUTUP.....	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA.....	85
LAMPIRAN	89

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kelompok, Sifat dan Jenis Mikroalga Berbahaya	12
Tabel 2. Klasifikasi Kesuburan Perairan Berdasarkan Kandungan Fosfat.....	19
Tabel 3. Deskripsi Posisi Pengambilan Sampel Penelitian	21
Tabel 4. Alat-Alat yang Digunakan pada Penelitian	26
Tabel 5. Bahan-bahan yang Digunakan pada Penelitian	27
Tabel 6. Metode Pengukuran Parameter	32
Tabel 7. Kelimpahan fitoplankton (Sel/liter) Saat Pasang di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan	56
Tabel 8. Nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (D) Fitoplankton di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan Saat Pasang.....	60
Tabel 9. Kelimpahan Rata-rata Fitoplankton (Sel/liter) Saat Surut di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan.....	61
Tabel 10. Nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (D) Fitoplankton Selama Penelitian di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan Saat Surut	64
Tabel 11. Potensi Dampak yang Ditimbulkan dari Spesies HAB.....	65
Tabel 12. Kelimpahan (Sel/liter) Fitoplankton HAB Pada Saat Pasang.....	67
Tabel 13. Nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (D) Fitoplankton HAB Saat Pasang di Perairan Pesisir Brondong.....	69
Tabel 14. Kelimpahan (Sel/liter) Fitoplankton HAB pada Saat Surut.....	70
Tabel 15. Nilai Indeks Kkeanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (D) Fitoplankton HAB Saat Surut di Perairan Pesisir Brondong.....	71
Tabel 16. Data Hasil Analisis Korelasi Antara Parameter Lingkungan Dengan Struktur Komunitas Fitoplankton HAB Saat Pasang.....	78
Tabel 17. Data Hasil Analisis Korelasi Antara Parameter Lingkungan Dengan Struktur Komunitas Fitoplankton HAB Saat Surut	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Flowchart</i> Desain Jadwal Penelitian.....	20
Gambar 2. Peta Lokasi Titik Pengambilan Sampel	21
Gambar 3. Stasiun 1 (Daerah Pabrik Pengolahan Hasil Perikanan dan Pertambakan)	22
Gambar 4. Stasiun 2 (Daerah Muara Sungai).....	23
Gambar 5. Stasiun 3 (Daerah Pemukiman Masyarakat)	24
Gambar 6. Stasiun 4 (Daerah Pelabuhan Perikanan)	24
Gambar 7. Stasiun 5 (Daerah Pemukiman masyarakat nelayan dan tempat) ..	25
Gambar 8. Alur Penelitian.....	29
Gambar 9. Nilai rata-rata suhu perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat perairan pasang dan surut	36
Gambar 10. Nilai rata-rata kecerahan perairan Pesisir Brondong, Lamongan .. saat perairan pasang dan surut.....	38
Gambar 11. Nilai rata-rata arus perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat perairan pasang dan surut.....	40
Gambar 12. Peta arus perairan pesisir Brondong, Lamongan pada bulan April – Mei 2015.....	42
Gambar 13. Nilai rata-rata pH perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat perairan pasang dan surut.....	43
Gambar 14. Nilai rata-rata salinitas perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat pasang dan surut.....	45
Gambar 15. Nilai rata-rata DO (<i>Dissolved Oxygen</i>) perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat pasang dan surut.....	46
Gambar 16. Nilai rata-rata BOD perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat pasang dan surut.....	48
Gambar 17. Nilai rata-rata amonia (NH ₃) perairan Pesisir Brondong, Lamongan pada saat pasang dan surut.....	50
Gambar 18. Nilai rata-rata nitrat (NO ₃) perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat pasang dan surut.....	52
Gambar 19. Nilai rata-rata fosfat (PO ₄) perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat pasang dan surut.....	54
Gambar 20. Persentase kelimpahan fitoplankton dari masing-masing kelas saat pasang.....	59

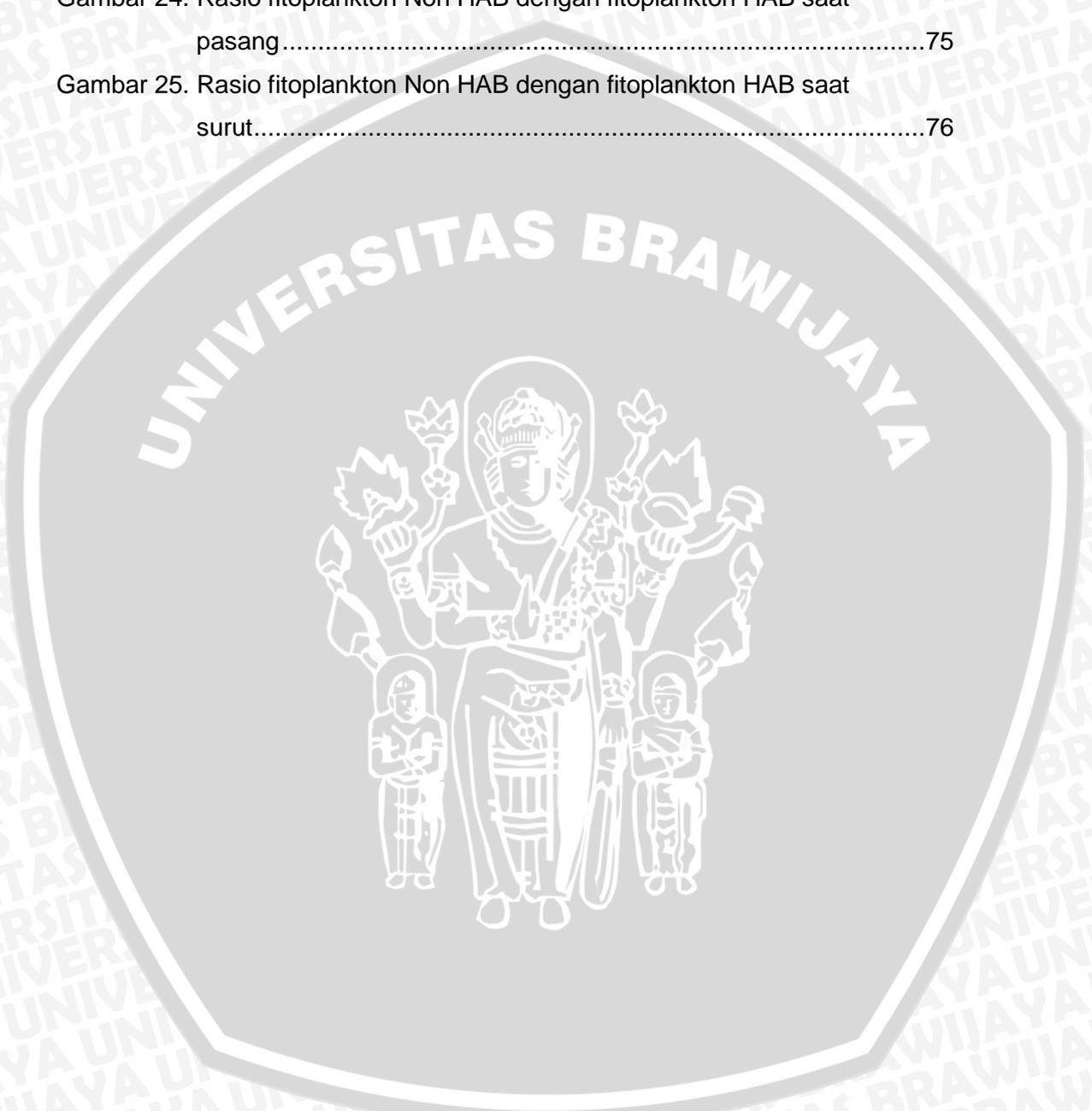
Gambar 21. Persentase kelimpahan fitoplankton dari masing-masing kelas saat surut63

Gambar 22. Kelimpahan Fitoplankton HAB Saat Pasang dan Surut73

Gambar 23. Rasio fitoplankton HAB saat pasang dan surut74

Gambar 24. Rasio fitoplankton Non HAB dengan fitoplankton HAB saat pasang75

Gambar 25. Rasio fitoplankton Non HAB dengan fitoplankton HAB saat surut.....76



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia Perairan.....	89
Lampiran 2. Hasil Pengukuran Parameter Fisika di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan.....	94
Lampiran 3. Hasil Pengukuran Parameter Kimia di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan.....	95
Lampiran 4. Data Kelimpahan Fitoplankton Selama Penelitian Saat Pasang.....	96
Lampiran 5. Data Kelimpahan Fitoplankton Selama Penelitian Saat Surut.....	97
Lampiran 6. Data Kelimpahan Spesies Fitoplankton HAB Selama Penelitian Pada Saat Perairan Pasang.....	98
Lampiran 7. Data Kelimpahan Spesies Fitoplankton HAB Selama Penelitian Pada Saat Perairan Surut.....	99
Lampiran 8. Data Fitoplankton yang Ditemukan di Lokasi Penelitian.....	100
Lampiran 9. Dokumentasi Alat dan Bahan Penelitian.....	106
Lampiran 10. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	109
Lampiran 11. Data Hasil Uji Normalitas.....	111
Lampiran 12. Data Hasil Uji Korelasi Parameter Lingkungan dengan Struktur Komunitas Fitoplankton HAB Saat Pasang.....	112
Lampiran 13. Data Hasil Uji Korelasi Parameter Lingkungan dengan Struktur Komunitas Fitoplankton HAB Saat Surut.....	113
Lampiran 15. Fluktuasi Muka Air Laut Perairan Pesisir Kecamatan Brondong, Lamongan pada Bulan April – Mei 2015.....	114
Lampiran 16. Standart Baku Mutu Perameter Air Laut Menurut Kep. Menteri LH No. 51 Tahun 2004 untuk Biota.....	115

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Lamongan memiliki bentang garis pantai sepanjang \pm 47 km. Wilayah perairan Pesisir Lamongan memiliki potensi sumberdaya alam yang tinggi pada produk perikanan. Di wilayah Pesisir Lamongan, khususnya di daerah kecamatan Brondong terdapat berbagai kegiatan industri, diantaranya kegiatan industri pengoahan hasil perikanan dan pelabuhan perikanan. Dari kegiatan tersebut menghasilkan buangan limbah yang akan mengalir menuju ke perairan Pesisir Lamongan. Selain limbah dari beberapa kegiatan tersebut, masih ada lagi limbah domestik dari kegiatan rumah tangga di pemukiman sekitar pesisir kawasan tersebut. Buangan limbah tersebut akan berdampak pada kualitas perairan, yang diduga akan mempengaruhi kandungan kualitas perairan, diantaranya mempengaruhi kandungan nitrat, fosfat, suhu, pH, *Dissolved Oxygen* (DO) dan parameter perairan lainnya yang akan mempengaruhi keberadaan dan pertumbuhan fitoplankton di perairan.

Buangan limbah kegiatan industri pengolahan ikan dan kegiatan pelabuhan perikanan akan meningkatkan zat hara perairan diantaranya nitrat dan fosfat. Menurut Effendi (2003), nitrat merupakan senyawa nitrogen yang paling dominan di perairan alami dan sangat penting bagi pertumbuhan tanaman dan alga, senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Selain nitrat kandungan zat hara lainnya yaitu fosfat, jika melimpah di lingkungan perairan memiliki dampak positif, yaitu peningkatan produksi fitoplankton dan total produksi ikan, namun pada tingkatan tertentu dapat menimbulkan dampak negatif, yaitu terjadinya ledakan fitoplankton jenis toksik (beracun) atau disebut dengan *Harmful Algal Bloom* (HAB) yang berakibat pada penurunan kandungan oksigen di perairan sehingga menyebabkan kematian masal biota air (Risamasu dan Prayitno, 2011).

Beberapa jenis fitoplankton yang berpotensi *blooming* adalah jenis fitoplankton yang bersifat toksik, diantaranya kelompok *Dinoflagellata*, yaitu *Alexandrium spp.*, *Gymnodinium spp.* dan *Dinophysis Spp.* Dari kelompok Diatom tercatat jenis *Pseudonitzschia spp.* termasuk fitoplankton toksik. Beberapa faktor pemicu ledakan populasi fitoplankton toksik tersebut, antara lain karena adanya eutrofikasi, yaitu masuknya nutrisi dari daratan ke perairan dalam jumlah berlebih, selain itu adanya *upwelling* yang mengangkat massa air kaya unsur hara, serta adanya hujan lebat yang mengakibatkan masuknya massa air ke laut jumlah besar (Anderson *et al.*, 2008 dalam Natasasmita, 2011).

Beberapa kejadian fatal yang disebabkan oleh fitoplankton beracun tercatat di perairan Lewotobi dan Lewouran (Nusa Tenggara Timur), Pulau Sebatik (Kalimantan Timur), perairan Makassar dan Teluk Ambon. Di beberapa negara maju, ledakan fitoplankton juga mendapat prioritas penanganan mengingat dampak kerugiannya yang tinggi. Beberapa penyakit akut yang disebabkan oleh racun dari kelompok fitoplankton berbahaya adalah *Paralytic Shellfish Poisoning (PSP)*, *Amnesic Shellfish Poisoning (ASP)*, dan *Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP)*. Racun-racun tersebut sangat berbahaya karena menyerang sistem saraf manusia, pernapasan, dan pencernaan. Semua penyakit di atas berkaitan dengan konsumsi kerang oleh manusia, faktanya semua jenis fitoplankton yang beracun di atas dijumpai di beberapa perairan pesisir Indonesia, sehingga dalam penelitian ini dilakukan identifikasi spesies fitoplankton toksik di perairan Pesisir Lamongan, sebagai referensi sebagai tindak lanjut antisipasi terjadinya HAB (Praseno dan Sugestiningih, 2000).

Pada penelitian sebelumnya mengenai kajian kualitas parameter fisika dan kimia di daerah dekat muara Bengawan Solo, Pesisir Brondong, Lamongan diperoleh nilai nitrat sebesar 1,6 mg/L dan fosfat sebesar 1,5 mg/L. Hasil tersebut berada di atas ambang batas baku mutu perairan sehingga dalam penelitian ini

dikaji lebih lanjut mengenai hubungannya dengan dugaan terjadinya ledakan fitoplankton, karena ledakan fitoplankton *Harmful Algal Bloom* (HAB) sangat berbahaya.

1.2 Perumusan Masalah

Di perairan Pesisir Brondong, Lamongan terdapat berbagai kegiatan industri diantaranya kegiatan industri perikanan, pelabuhan dan kegiatan rumah tangga di pemukiman masyarakat pesisir. Dari berbagai macam kegiatan tersebut menghasilkan buangan limbah yang akan mengalir secara langsung maupun tidak langsung menuju ke perairan Pesisir Lamongan. Buangan limbah tersebut akan berdampak pada kualitas perairan, yang diduga akan mempengaruhi kualitas air yang akan berpengaruh terhadap keberadaan dan pertumbuhan fitoplankton di perairan. Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana struktur komunitas fitoplankton saat pasang dan surut di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan?
2. Spesies fitoplankton toksik penyebab *Harmful Algal Bloom* (HAB) apa saja yang ditemukan pada saat pasang dan surut di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan?
3. Bagaimana hubungan struktur komunitas spesies fitoplankton HAB terhadap parameter lingkungan saat pasang dan surut di perairan Pesisir Lamongan?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman dan dominansi fitoplankton di Perairan Pesisir Lamongan.
2. Mengidentifikasi spesies fitoplankton toksik penyebab *Harmful Algal Bloom* (HAB) di Perairan Pesisir Lamongan pada saat pasang dan surut

3. Mengetahui hubungan struktur komunitas spesies fitoplankton HAB terhadap parameter lingkungan di perairan Pesisir Lamongan

1.4 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai informasi mengenai hubungan parameter fisika dan kimia perairan terhadap terjadinya ledakan fitoplankton toksik yang berpotensi pada terjadinya ledakan fitoplankton *Harmful Algal Bloom (HAB)* yang ada di Pesisir Lamongan, sehingga bisa dijadikan data monitoring kualitas perairan Pesisir Lamongan sebagai langkah antisipasi mencegah terjadinya bahaya pencemaran yang lebih tinggi dari adanya HAB tersebut.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Wilayah Pesisir Brondong, Lamongan semakin berkembang dengan adanya perkembangan industri perikanan dan transportasi yang terdiri dari Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Brondong dan Pelabuhan Rakyat Brondong di Sedayulawas serta industri pengolahan ikan yang dapat merubah dinamika kependudukan di kawasan tersebut. Perkiraan jumlah penduduk yang akan berkembang sebagai dampak dari kegiatan pelabuhan sekitar 40 juta jiwa. Dalam jumlah besar tersebut diharapkan mampu mengangkat taraf hidup dan kesejahteraan masyarakat Pesisir Lamongan, khususnya Kecamatan Brondong, data tersebut dikutip oleh Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Lamongan, (2011). Dari adanya kegiatan pelabuhan memberi dampak terhadap ekologi dan kualitas perairan sekitar pelabuhan tersebut. Hasil penelitian sebelumnya diperoleh data kualitas perairan di Pesisir Brondong yakni *Dissolved Oxygen* (DO) sebesar 7,22 mg/L, nitrat sebesar 1,387 mg/L dan fosfat sebesar 1,06 mg/L (Retnowati, 2014). Hasil penelitian tersebut selanjutnya dibandingkan dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 dan ternyata menunjukkan bahwa kualitas perairan Pesisir Lamongan berada di atas ambang baku mutu yang telah ditentukan.

Di wilayah Pesisir Brondong terdapat satu muara sungai yang merupakan sudetan Sungai Bengawan Solo yang berada di Desa Sedayulawas dekat dengan industri pengolahan ikan. Keberadaan sungai tersebut ditujukan sebagai pengendali banjir Bengawan Solo. Selain itu, sungai tersebut digunakan sebagai persediaan air baku industri, pertanian, tambak dan pemukiman. Aliran sungai ini sangat mempengaruhi kualitas perairan Pesisir Brondong yang membawa nutrien dari darat. Data penelitian sebelumnya mengenai kajian kualitas air di

muara Sungai Kali Kethek, Desa Sedayulawas, Kecamatan Brondong menunjukkan bahwa nilai parameter fisika kimia sekitar muara sungai tersebut yakni DO sebesar 7,54 mg/L, pH sebesar 8,83, Nitrat sebesar 1,6 dan fosfat sebesar 1,5 mg/L (Suyoto, 2013). Data tersebut menunjukkan kondisi perairan sekitar muara sungai Desa Sedayulawas dalam kondisi tercemar. Sebagai kelanjutan dari penelitian terdahulu, maka dalam penelitian ini dilakukan pengkajian mengenai hubungan parameter fisika dan kimia terhadap kelimpahan fitoplankton dan dilakukan identifikasi spesies fitoplankton toksik yang berpotensi terjadinya *Harmful Algal Bloom* (HAB) di perairan Pesisir Brondong, Lamongan. Dengan mengetahui potensi terjadinya HAB tersebut maka bisa dilakukan tindakan pencegahan yang bisa menekan angka kerugian di bidang perekonomian dan kesehatan yang diakibatkan adanya HAB, jika itu terjadi.

2.2 Fitoplankton

Fitoplankton merupakan tumbuhan planktonik (mikroskopik) yang hidupnya bebas melayang dan hanyut dalam air atau pergerakannya pasif mengikuti arah pergerakan perairan serta mampu berfotosintesis karena memiliki klorofil, selain itu fitoplankton mampu menghasilkan senyawa organik seperti karbohidrat dan oksigen. Kemampuan fitoplankton yang dapat berfotosintesis dan menghasilkan senyawa organik tersebut membuat fitoplankton disebut sebagai produsen primer (Nybakken, 1992 dalam Wulandari, 2009).

Fitoplankton dapat digunakan sebagai indikator kesuburan perairan maupun sebagai indikator perairan yang tercemar. Kesuburan fitoplankton di dalam suatu ekosistem sangat ditentukan oleh interaksinya terhadap faktor-faktor fisika, kimia, dan faktor lainnya. Tingginya kelimpahan fitoplankton pada suatu perairan diakibatkan oleh keberadaan nutrisi di perairan, adanya radiasi cahaya matahari, kondisi suhu perairan, dan pemangsa oleh zooplankton (Prabandani,

2002). Dari pemaparan tersebut sangat diperlukan adanya kajian mengenai hubungan parameter kualitas perairan terhadap komunitas fitoplankton, dan diharapkan dilakukan monitoring secara berkala untuk mengetahui keseimbangan ekosistem perairan.

2.2.1 Divisi *Chrysophyta* (Diatom)

Divisi *Chrysophyta* atau dikenal Diatom merupakan *Algal* kelas *Bacillariophyceae* yang tersusun atas dinding sel dari silika. Diatom umumnya bersifat uniseluler (soliter), telah diketahui bahwa beberapa spesies fitoplankton hidup berkoloni (bergerombol). Diatom dibagi menjadi dua ordo berdasarkan bentuknya, yaitu centrales dan pennales. Ordo Centrales bila dilihat dari atas atau bawah berbentuk radial simetris dan lingkaran, sedangkan Ordo Pennales valvanya berbentuk memanjang (Basmi, 2000).

Diatom ini sangat berguna dalam studi lingkungan, artinya sangat cocok sebagai bioindikator kualitas perairan, hal ini karena distribusi spesiesnya dipengaruhi oleh kualitas air dan kandungan nutrisi serta keberadaannya sangat melimpah di sedimen perairan seperti di laut, estuari, danau, kolam, maupun sungai, demikian juga dengan fosil diatom yang dapat digunakan sebagai indikator kesuburan suatu perairan (Almeida, 2001).

2.2.2 Divisi *Chlorophyta*

Divisi *Chlorophyta* atau disebut alga hijau memiliki kloroplast berwarna hijau dan mengandung klorofil-a dan klorofil-b, serta karotenoid dan zantophylls. Divisi *Chlorophyta* ini kebanyakan hidup di air tawar. Pada kloroplas terdapat pirenoid, yaitu hasil asimilasi berupa tepung dan lemak. Kloroplas dapat berbentuk pita, lempeng mangkok, jaringan, cakram dan bentuk-bentuk yang lainnya (Kasrina *et al.*, 2012)

Alga hijau ini memiliki karakteristik kloroplast yang mana mengandung klorofil-a dan klorofil-b serta karotenoid dan zantophylls. Pada kloroplas terdapat pirenoid, sementara itu hasil asimilasi berupa tepung dan lemak. Kloroplas berbentuk menyerupai pita, lempeng mangkok, jaringan, cakram dan bentuk lainnya. Reproduksi dari alga hijau ini terjadi secara asexual, dengan membentuk zoospora dengan 2-4 flagel sedangkan secara sexual, dengan isogami, anisogami dan oogami (Basmi, 2000).

2.2.3 Divisi *Cyanophyta*

Cyanophyta atau alga hijau biru merupakan kelompok alga prokariotik. Organisme tersebut memiliki peran sebagai produsen dan penghasil senyawa nitrogen di perairan. Organisme tersebut bersifat kosmopolit, tidak hanya ditemukan di habitat akuatik melainkan juga ditemukan di habitat terestrial. *Cyanobacteria* juga diketahui mampu tumbuh di padang gurun, padang salju, dan sumber air panas. Beberapa *Cyanobacteria* juga diketahui dapat memproduksi toksin (racun). Spesies-spesies yang bersifat planktonik umumnya merupakan spesies-spesies yang mengakibatkan terjadinya ledakan populasi (*blooming*) (Whitton & Potts, 2000)

Ledakan populasi fitoplankton (*blooming*) akibat eutrofikasi yaitu pencemaran air yang disebabkan oleh munculnya nutrisi yang berlebihan ke dalam ekosistem perairan. Eutrofikasi ini disebabkan karena faktor alam dan faktor manusia, namun disini hampir 90 % karena faktor manusia yaitu akibat pencemaran dari kegiatan industri, pemukiman atau aktivitas kapal. Kualitas perairan yang kaya akan nutrisi akan berpotensi mengakibatkan adanya ledakan fitoplankton (Vashishta, 1999 dalam Prihantini *et al.*, 2008). Sehingga perlu adanya monitoring kualitas perairan untuk mengantisipasi adanya ledakan tersebut, dan melakukan langkah pencegahan agar tidak terjadi HAB di perairan

2.2.4 Divisi *Pyrrophyta (Dinoflagellata)*

Dinoflagellata merupakan protista yang hidup di laut atau air tawar yang bersifat autotrof, artinya tidak mampu membuat makanan sendiri. Bentuk tubuh dinoflagellata tersusun oleh lempeng selulosa di dalam tubuhnya. *Dinoflagellata* memiliki dua sifat, yakni sifat tumbuhan dan sifat hewan. Separuh dari dinoflagellata tidak memiliki pigmen untuk melakukan fotosintesis, sehingga mereka mengonsumsi fitoplankton jenis lain. Jenis autotrof mempunyai pigmen berupa klorofil-a, klorofil-c, β -karotin, dan xantofil (peridinin), sehingga tampak berwarna coklat. Anggota dari kelompok ini paling banyak mempunyai jenis-jenis toksik, sehingga berpotensi menyebabkan HAB di perairan (Almeida, 2001).

Menurut Praseno (2000), telah memaparkan bahwa sebagian terbesar dari (*Harmful Algal Bloom*) HAB disebabkan oleh ledakan populasi fitoplankton kelompok Dinoflagellata. Dinoflagellata toksik umumnya mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- a) Dapat melakukan fotosintesis
- b) Seluruhnya hidup di daerah estuari dan neritik
- c) Kemungkinan semuanya dapat membentuk stadium seksual di dasar laut
- d) Kebanyakan dapat blooming yang monospesifik
- e) Semuanya dapat menghasilkan zat bioaktif bersifat racun yang larut dalam air dan lemak yang bersifat hemolitik, neurotoksik, atau gastrointestinal tergantung pada struktur, dosis, daya konversi dan kondisi konsumen.

2.3 *Harmful Algal Bloom (HAB)*

Fitoplankton pada dasarnya tidak berbahaya selama pertumbuhannya normal dan tidak mengganggu ekosistem di sekitarnya karena pada dasarnya fitoplankton adalah produsen energi (produsen primer) pada suatu rantai makanan dalam ekosistem. Tetapi bila pada perairan tertentu terjadi

pertumbuhan alga yang sangat berlimpah atau terjadi ledakan alga yang berbahaya (*Harmful Algal Bloom* - HAB), karena berlimpahnya nutrisi pada badan air, maka akan berdampak besar terhadap lingkungan perairan tersebut. *Harmful Algal Bloom* (HAB) dapat menyebabkan kematian masal ikan, karena spesies penyebab HAB bersifat toksik yang dapat mengontaminasi makanan laut (*seafood*) (Praseno, 2000).

Biota penyebab HAB menghasilkan toksin dalam tubuhnya yang kemudian dapat dialihkan ke kerang-kerangan atau ikan melalui rantai makanan di perairan. Kontaminasi dari adanya zat toksik fitoplankton pada tubuh kerang akan menimbulkan efek bahaya pada kesehatan manusia dan bahkan menyebabkan kematian karena keracunan, jika kerang tersebut dikonsumsi oleh manusia (Nontji, 1993 dalam Kurniawan, 2008). Hal ini dapat menjadi perhatian utama dalam upaya pencegahan terjadinya HAB, sebagai upaya antisipasi, yaitu mencegah terjadinya eutrofikasi di perairan, dengan mengurangi adanya pembuangan limbah baik industri, rumah tangga ataupun limbah lainnya ke perairan.

2.3.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi *Harmful Algal Bloom* (HAB)

Ledakan populasi fitoplankton yang diikuti dengan keberadaan jenis fitoplankton toksik (racun) akan menimbulkan Ledakan Populasi Alga Berbahaya (*Harmful Algal Bloom* – HAB). Faktor yang dapat memicu terjadinya HAB antara lain karena adanya eutrofikasi yaitu masuknya nutrisi dari darat dengan jumlah berlebih, adanya *upwelling* yang mengangkat massa air kaya unsur-unsur hara serta adanya hujan lebat yang membawa massa air ke laut dalam jumlah yang besar (Aunurohim *et al.*, 2008)

Hasil penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa ledakan alga disebabkan karena buangan limbah domestik yang dibawa aliran air sungai yang

masuk ke perairan laut yang mengakibatkan tingginya konsentrasi nutrisi di suatu badan air (seperti Nitrogen, Fosfor dan Silikat). Selain itu ledakan fitoplankton dapat diakibatkan oleh faktor alam (*upwelling*), namun secara umum pemicu kejadian ledakan alga adalah kombinasi atau gabungan dari perubahan beberapa parameter di suatu badan air (Pasaribu, 2004).

2.3.2 Spesies Fitoplankton Toksik penyebab *Harmful Algal Bloom* (HAB)

Peristiwa terjadinya HAB berdasarkan penyebabnya, dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu *red tide maker* dan *toxin producer*. Peristiwa HAB oleh *red tide maker* disebabkan oleh ledakan populasi fitoplankton berpigmen tertentu, sehingga warna air laut akan berubah sesuai dengan warna pigmen pada spesies fitoplankton tersebut, dalam hal ini warna air laut dapat berubah dari biru menjadi merah, merah kecoklatan, hijau, ungu, dan kuning. Ledakan populasi fitoplankton tersebut dapat menutupi permukaan perairan, sehingga menyebabkan pengurangan intensitas cahaya matahari sehingga menyebabkan gangguan fungsi mekanik maupun kimiawi pada insang ikan. Hal tersebut dapat mengakibatkan kematian massal pada ikan (Praseno, 2000).

Menurut Wiadnyana (1996) dalam Kurniawan (2008), terdapat tiga kelompok mikroalga berbahaya yang terdiri dari :

1. Tipe yang membahayakan biota laut, akibat terjadinya penurunan oksigen terlarut atau disebut spesies "anoxic".
2. Tipe yang membahayakan biota laut, karena dapat menghasilkan racun
3. Tipe yang membahayakan biota laut, karena merusak dan menyumbat sistem pernafasan (rusaknya insang).

Berikut disajikan Kelompok, Sifat dan Jenis Mikroalga yang Berbahaya pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelompok, Sifat dan Jenis Mikroalga Berbahaya

Kelompok	Sifat	Contoh Spesies
Anoxious	Kurang berbahaya, ledakan terjadi pada kondisi tertentu; berkembang sangat padat menyebabkan penurunan oksigen yang drastis dan kematian masal ikan dan vertebrata.	Dinoflagellata - <i>Gonyaulax polygramma</i> - <i>Noctiluca scintillans</i> - <i>Scrippsiella trochoidea</i> Cyanobacterium - <i>Trichodesmium erythraeum</i>
Beracun	Beracun berat: menyebabkan berbagai macam penyakit perut dan sistem syaraf: - Paralytic Shellfish Poisoning (PSP) - Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP) - Amnesic Shellfish Poisoning (ASP) - Ciguatera Fishfood Poisoning (CFP) - Neurotoxic Shellfish Poisoning (NSP) - Racun Cyanobacterium	Dinoflagellata - <i>Alexandrium acatenella</i> - <i>Alexandrium catenella</i> - <i>Alexandrium cohorticula</i> - <i>Alexandrium fundyense</i> - <i>Alexandrium minutum</i> - <i>Alexandrium tamarense</i> - <i>Gymnodinium catenatum</i> - <i>Pyrodinium bahamensevar. Compressum</i> Dinoflagellata - <i>Dinophysis acuta</i> - <i>Dinophysis acuminata</i> - <i>Dinophysis fortii</i> - <i>Dinophysis norvegica</i> - <i>Dinophysis mitra</i> - <i>Dinophysis rotundata</i> - <i>Prorocentrum lima</i> Diatom - <i>Nitzschia pungens f. multiseries</i> - <i>Nitzschia pseudodelicatissima</i> - <i>Nitzschia pseudoseriata</i> Dinoflagellata - <i>Gambierdiscus toxicus</i> - <i>Streopsis spp.</i> - <i>Prorocentrum spp.</i> Dinoflagellata - <i>Gymnodinium breve</i> Cyanobacterium - <i>Anabaena flos-aquae</i> - <i>Microcystis aeruginosa</i> - <i>Nodularia spumigena</i>

Tabel 1. lanjutan

Kelompok	Sifat	Contoh Spesies
Perusak sistem pernafasan	Tidak beracun, secara fisik mengganggu sistem pernafasan avertebrata dan ikan karena penyumbatan, pada saat kepadatan tinggi	<p>Diatom</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Chaetoceros convolutus</i> <p>Dinoflagellata</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Gymnodinium mikimotoi</i> <p>Prymnessiophyta</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Chrysocromulina polylepis</i> - <i>Chrysocromulina leadbeateri</i> - <i>Prymaesium parvum</i> - <i>Prymaesium patelliferum</i> <p>Rodhoophyta</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Heterosigma akashiwo</i> - <i>Chattonella antiqua</i>

2.3.3 Penelitian Terdahulu tentang *Harmful Algal Bloom* (HAB)

Penelitian mengenai Identifikasi Fitoplankton Penyebab *Harmful Algae Blooms* (HAB) sudah cukup banyak dilakukan. Terbukti dengan ditemukannya beberapa penelitian yang melakukan identifikasi spesies fitoplankton HAB pada perairan muara dan pesisir. Namun dari beberapa jurnal yang membahas tentang identifikasi fitoplankton toksik penyebab HAB masih belum banyak dilakukan penelitian secara temporal, saat pasang dan surut hal ini terlihat pada 2 penelitian berikut.

Penelitian yang dilakukan oleh Aunurrohim *et al.*, (2008) memberikan hasil bahwa spesies *Nitzschia sp.* dari kelas Bacillariophyceae yang mendominasi merupakan spesies penyebab HAB dengan kepadatan tertinggi pada lokasi penelitian di perairan Sidoarjo kemudian diikuti *Chaetoceros sp.* yang masih dari kelas Bacillariophyceae. Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Rengganis *et al.*, (2011) memberikan hasil bahwa genus penyebab HAB didapatkan pada Muara Cisadane yaitu *Ceratium*, *Pseudonitzschia*, *Dinophysis*, dan *Chaetoceros* yang lebih banyak didominasi oleh spesies dari kelas

Dinophyceae. Dari kedua penelitian tersebut belum dikaji mengenai hubungan korelasi dan signifikansi antara kelimpahan HAB tersebut dengan parameter lingkungan.

2.4 Faktor Fisika Kimia Perairan Penyebab *Harmful Algal Bloom* (HAB)

Terjadinya *Harmful Algal Bloom* (HAB) di perairan sangat dipengaruhi oleh kondisi perairan tersebut. Berikut beberapa faktor fisika dan kimia perairan yang mempengaruhi terjadinya HAB:

2.4.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor fisik yang mempengaruhi terjadinya *blooming* organisme HAB, hal ini dikarenakan suhu merupakan salah satu faktor penting dalam mengatur seluruh aktivitas dan proses kehidupan serta distribusi organisme. Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, waktu dalam satu hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan arus permukaan perairan serta kedalaman perairan tersebut. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan yaitu 20-30 °C (Effendi, 2003).

Perubahan suhu sangat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi perairan. Suhu juga sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. *Algal* dari filum *Chlorophyta* dan *Diatom* akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu antara 30-35°C dan 20- 30°C. Sedangkan filum *Cyanophyta* dapat mentolerir pada kisaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Chlorophyta* dan *Diatom* (Haslam, 1995 dalam Wulandari, 2009).

2.4.2 Salinitas

Selain suhu yang berpengaruh terhadap ekosistem fitoplankton di perairan, yaitu salinitas, dalam hal ini salinitas berpengaruh terhadap Salinitas berpengaruh terhadap pertumbuhan spesies fitoplankton toksik. Pada kondisi

cuaca dengan curah hujan dan penyinaran matahari yang tinggi merupakan indikasi terjadinya *blooming* HAB. Salinitas merupakan jumlah gram zat-zat terlarut dalam 1 kg air laut, dimana dianggap semua karbonat (CO_3^{2-}) telah diubah menjadi oksida, bromida dan iodida diganti oleh klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi sempurna. Garam tersebut berasal dari dalam dasar laut melalui proses *outgassing*, yaitu rembesan garam dari kulit bumi di dasar laut yang berbentuk gas menuju ke permukaan dasar laut (Romimohtarto, 2001).

Besarnya nilai salinitas di laut dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya: evaporasi atau penguapan, presipitasi atau curah hujan, masukan air tawar dari daratan (*run off*) atau aliran sungai. Menurut (Kinne, 1998 dalam Mulyani, 2012) salinitas berpengaruh terhadap fungsi dan struktur organisme terutama fitoplankton, melalui perubahan osmotik, daya apung, proporsi bahan terlarut, densitas dan kekentalan perairan atau viskositas.

2.4.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan indikator asam dan basa suatu perairan, dimana nilai pH ini dapat juga mempengaruhi tingkat toksisitas air dan proses fotosintesis fitoplankton dan tumbuhan air lainnya serta reaksi biologis berbagai jaringan dan reaksi enzim pada biota laut. Selain itu juga, pH berpengaruh pada proses fotosintesis fitoplankton di perairan. Hal ini bisa digunakan sebagai indikator dominasi kelimpahan fitoplankton dan produktifitas perairan. Kisaran nilai pH optimum untuk mendukung kehidupan fitoplankton di perairan laut yaitu antara 8,0 – 8,6 (Burhan *et al.*, 1994 dalam Mulyani, 2012)

pH merupakan nilai yang menunjukkan aktifitas ion hidrogen dalam air. Nilai pH digunakan untuk sifat asam dan basa suatu larutan. pH dapat menentukan ikatan fosfat dengan zat lain seperti kalium, besi, merkuri atau aluminium. Nilai pH berpengaruh terhadap kelarutan ion karbon di perairan

sehingga akan berdampak pada proses fotosintesis fitoplankton. Kisaran pH optimum untuk mendukung kehidupan fitoplankton di perairan laut adalah berkisar antara 8,2 – 8,7 artinya bersifat basa namun masih dalam ambang batas nilai pH netral. (Effendi, 2003).

2.4.4 Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya perkecambahan fitoplankton toksik yang tidak aktif atau dalam kondisi istirahat, yang mengendap di dasar perairan. Pada kondisi tertentu dengan nilai oksigen rendah dan suhu rendah, fitoplankton dapat hidup dalam sedimen hingga 6 tahun. Oksigen terlarut di perairan dihasilkan melalui proses fotosintesis oleh fitoplankton serta produsen lain. Selain itu oksigen terlarut juga berasal dari atmosfer yang dapat masuk secara difusi melalui lapisan udara - air karena adanya perbedaan tekanan parsial dari gas tersebut (Sanusi, 2006).

Gas O₂ tergolong reaktif serta kelarutannya dipengaruhi oleh temperatur dan salinitas. Semakin tinggi temperatur dan salinitas perairan maka semakin kecil kelarutan O₂ dalam air. Oksigen yang terpakai selama respirasi digantikan secara cepat oleh oksigen hasil fotosintesis. Semakin dalam kolom air maka tingkat respirasi akan lebih besar daripada fotosintesis, sehingga jumlah oksigen terlarut akan semakin berkurang. Kandungan normal oksigen terlarut di perairan untuk mendukung kehidupan fitoplankton di perairan laut adalah sebesar 7-8 mg/L (Effendi, 2003).

2.4.5 Amonia

Amonia merupakan senyawa nitrogen yang menjadi amonium pada pH rendah. Keberadaan amonia di perairan dihasilkan dari proses pembusukan bahan organik oleh bakteri. Sumber amonia di perairan adalah pemecahan

nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di tanah dan air yang berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati) oleh mikroba dan jamur. Proses ini dikenal dengan istilah amonifikasi (Effendi, 2003).

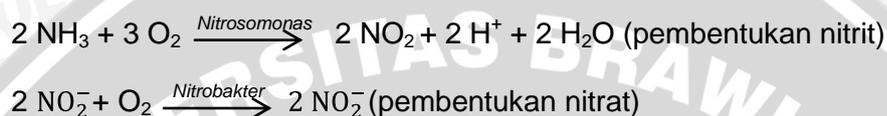
Kadar amonia pada perairan alami biasanya kurang dari 0,1 mg/L. Kadar amonia bebas lebih dari 0,2 mg/L, perairan akan bersifat toksik bagi beberapa jenis ikan. Kadar amonia yang tinggi dapat dijadikan indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri, dan limpasan (*run off*) pupuk pertanian. Toksisitas amonia terhadap organisme perairan meningkat dengan penurunan kadar oksigen terlarut, pH dan suhu (Sawyer dan Mc Carthy, 1978 dalam Effendi, 2003).

2.4.6 Nitrat

Bentuk senyawa nitrogen yang paling dominan adalah ion nitrat (NO_3^-) dan sangat penting bagi pertumbuhan fitoplankton. Amonia (NH_3) adalah hasil buangan dari zooplankton yang selanjutnya siap untuk dioksidasi menjadi ion nitrit (NO_2^-) dan tahap berikutnya akan dioksidasi kembali menjadi ion nitrat (NO_3^-). Nitrat merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan fitoplankton dan *Algal*. Konsentrasi nitrat di suatu perairan diatur dalam proses nitrifikasi. Nitrifikasi merupakan proses oksidasi amonia yang berlangsung dalam kondisi aerob menjadi nitrit dan nitrat, dimana proses ini sangat penting dalam siklus nitrogen. Nitrat sangat mudah larut di air dan bersifat stabil. Menurut Sanusi (2006), spesiasi N di laut yang tergolong nutrisi yaitu NO_3^- dan NO_2^- , bentuk dari spesiasi N di laut tergantung dari keberadaan oksigen terlarut (*dissolved oxygen*).

Nitrat merupakan bentuk utama dari nitrogen di perairan yang berfungsi bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat sangat mudah larut di air dan bersifat stabil, dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan.

Spesiasi N di laut yang tergolong nutrien yaitu NO_3^- dan NO_2^- , bentuk dari spesiasi N di laut tergantung dari keberadaan oksigen terlarut (*dissolved oxygen*). Pembentukan nitrat melalui proses yang disebut nitrifikasi, yang merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat. Proses ini berlangsung pada kondisi aerob. Dalam pembentukan nitrit dari amonia dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas*, sedangkan pembentukan nitrat dari nitrit dilakukan oleh *Nitrobacter*, berikut reaksi nitrifikasi:



Kedua jenis bakteri tersebut merupakan bakteri kemotrofik yaitu bakteri yang mendapatkan energi dari proses kimiawi. Kadar nitrat di perairan alami biasanya jarang melebihi 0,1 mg/L. Kadar nitrat yang melebihi 0,2 mg/L dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi di perairan yang selanjutnya memicu ledakan pertumbuhan alga dan fitoplankton (*blooming*). Nitrat tidak bersifat toksik bagi organisme akuatik (Effendi, 2003).

2.4.7 Fosfat

Fosfat merupakan salah satu unsur hara yang penting bagi pertumbuhan fitoplankton dalam jumlah yang berlebih fosfat dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi. Fosfat adalah bentuk fosfor yang dimanfaatkan oleh tumbuhan. Sumber utama fosfat terutama berasal dari pelapukan batuan, buangan limbah organik seperti deterjen dari kegiatan rumah tangga dan hasil degradasi bahan organik. Fosfat di perairan di temukan dalam bentuk ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Fosfat dalam bentuk orto-P (ion P) merupakan nutrien yang dibutuhkan oleh produktifitas primer (Sanusi, 2006).

Unsur fosfor merupakan salah satu unsur esensial bagi pembentukan protein dan metabolisme sel organisme. Fosfat merupakan salah satu zat hara

yang diperlukan dan mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan hidup organisme di laut. Fosfat yang terdapat dalam air laut baik terlarut maupun tersuspensi keduanya berada dalam bentuk anorganik dan organik. Secara umum kandungan fosfat meningkat sesuai kedalaman perairan. Kandungan fosfat yang rendah dijumpai di permukaan. Keberadaan unsur hara di perairan bersumber dari proses upwelling, transportasi secara horizontal massa air (arus permukaan), masukan air dan nutrisi dari daratan. Kisaran nilai fosfat optimum untuk pertumbuhan fitoplankton 0,09–1,80 mg/L, sementara pada kadar lebih dari 1,0 mg/L PO_4^{2-} dapat menimbulkan ledakan fitoplankton (*blooming*) (Hutagalung dan Rozak, 1997 dalam Asmara, 2005)

Berikut disajikan klasifikasi kesuburan pertumbuhan fitoplankton terhadap konsentrasi fosfat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Klasifikasi kesuburan perairan berdasarkan kandungan fosfat

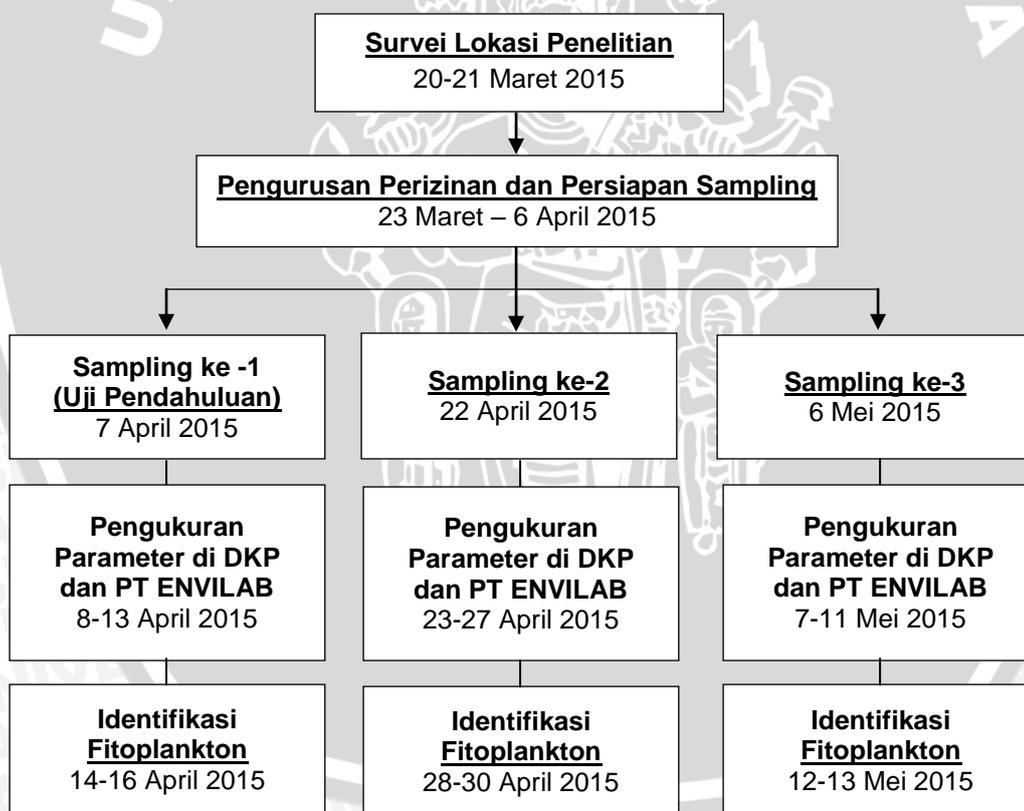
Kisaran Nilai Fosfat	Tingkat Kesuburan
0,000-0,020	Rendah
0,021-0,050	Sedang
0,051- 0,100	Tinggi
>0,201	Sangat tinggi

3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April - Mei 2015, sampel fitoplankton diambil dari perairan Pesisir Brondong, Kabupaten Lamongan. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali dengan interval waktu pengambilan 2 minggu sekali. Sampel kemudian diidentifikasi di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

Adapun jadwal terperinci dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. *Flowchart* Desain Jadwal Penelitian

Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan pada 5 titik stasiun pengambilan sampel dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Peta Lokasi Penelitian dan stasiun pengambilan sampel dapat di lihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Peta Lokasi Titik Pengambilan Sampel

Deskripsi lokasi pengambilan sampel penelitian yang dilakukan pada 5 titik sampel bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Deskripsi Posisi Pengambilan Sampel Penelitian

Stasiun	Koordinat	Posisi Pengambilan sampel
1	S : 6°52'32.23" E : 112°15'46.20"	Daerah dekat outlet pembuangan limbah pabrik pengolahan hasil perikanan
2	S : 6°52'14.65" E : 112°15'50.76"	Daerah Muara Sungai Kali Kethek (sudetan dari Sungai Bengawan Solo)
3	S : 6°52'24.78" E : 112°16'17.66"	Daerah dekat pemukiman Desa Sedayulawas
4	S : 6°52'11.89" E : 112°17'48.93"	Area dermaga dan operasi Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Brondong
5	S : 6°52'21.73" E : 112°18'08.35"	Daerah dekat tempat reparasi kapal dan pemukiman nelayan Brondong

3.2 Deskripsi Stasiun Pengamatan

3.3.1 Stasiun 1

Stasiun 1 terletak pada titik koordinat $6^{\circ}52'25.95''$ LS dan $112^{\circ}15'25.13''$ BT yang berada didaerah sekitar Perusahaan Pengolahan Hasil Perikanan dan kawasan pertambakan. Asumsi memilih lokasi ini sebagai titik pengambilan sampel air dan sampel biota fitoplankton karena stasiun ini berada pada kawasan industri dan pertambakan yang diduga menyumbang nutrisi dan limbah dari kegiatan tersebut yang menjadi hipotesa pada penelitian ini apakah nutrisi dan limbah dapat berpengaruh pada kelimpahan spesies fitoplankton HAB di perairan tersebut. Kondisi perairan tampak berwarna biru kecoklatan, berikut foto kondisi lapangan pada stasiun 1, disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Stasiun 1 (Daerah Pabrik Pengolahan Hasil Perikanan dan Pertambakan)

3.2.1 Stasiun 2

Stasiun 2 terletak pada titik koordinat $6^{\circ}52'8.42''$ LS dan $112^{\circ}15'48.88''$ BT yang berada didaerah Muara Sungai Kali Kethek, Sedayulawas yang merupakan sudetan dari Sungai Bengawan Solo yang berada pada posisi perbatasan air sungai dan air laut. Asumsi memilih lokasi ini sebagai titik pengambilan sampel air dan sampel biota fitoplankton karena stasiun ini merupakan muara sungai

yang diduga membawa nutrisi dan limbah yang banyak dari kegiatan di daratan yang akan menjadi hipotesis pada penelitian ini apakah dapat berpengaruh signifikan pada kelimpahan spesies fitoplankton HAB di perairan tersebut. Kondisi perairan yang tampak berwarna coklat yang mengandung pengaruh dari daratan yang cukup, berikut foto kondisi lapangan pada stasiun 2, disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Stasiun 2 (Daerah Muara Sungai)

3.2.2 Stasiun 3

Stasiun 3 terletak pada titik koordinat $6^{\circ}52'23.62''$ LS dan $112^{\circ}16'18.67''$ BT yang berada di daerah dekat pemukiman Desa Sedayulawas Asumsi memilih lokasi ini sebagai titik pengambilan sampel air dan sampel biota fitoplankton karena stasiun ini merupakan daerah pemukiman masyarakat nelayan diduga menyumbang nutrisi dan limbah dari kegiatan rumah tangga yang akan menjadi hipotesis pada penelitian ini apakah dapat berpengaruh signifikan pada kelimpahan spesies fitoplankton HAB di perairan tersebut. Kondisi perairan yang tampak berwarna coklat yang mengandung pengaruh dari daratan yang cukup, berikut foto kondisi lapangan pada stasiun 3, disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Stasiun 3 (Daerah Pemukiman Masyarakat)

3.2.3 Stasiun 4

Stasiun 4 terletak pada titik koordinat $6^{\circ}52'15.28''$ LS dan $112^{\circ}17'38.04''$ BT yang berada di area dermaga dan operasi Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Brondong. Asumsi memilih lokasi ini sebagai titik pengambilan sampel air dan sampel biota fitoplankton karena diduga dari kegiatan pelabuhan menyumbang limbah yang cukup besar ke perairan sekitarnya yang menjadi hipotesa pada penelitian ini apakah limbah tersebut dapat berpengaruh pada kelimpahan spesies fitoplankton HAB. Kondisi perairan yang tampak berwarna hijau, berikut foto kondisi lapang pada stasiun 4, disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Stasiun 4 (Daerah Pelabuhan Perikanan)

3.2.4 Stasiun 5

Stasiun 5 terletak pada titik koordinat $6^{\circ}52'18.75''$ LS dan $112^{\circ}18'8.62''$ BT yang berada di daerah dekat tempat reparasi kapal dan pemukiman nelayan Brondong. Asumsi memilih lokasi ini sebagai titik pengambilan sampel air dan sampel biota fitoplankton karena stasiun ini merupakan daerah operasi reparasi kapal nelayan dan kegiatan rumah tangga yang menyumbang limbah yang tinggi ke perairan sekitarnya yang berpengaruh pada kelimpahan spesies fitoplankton HAB di perairan tersebut. Kondisi perairan tampak berwarna kecoklatan, berikut foto kondisi lapangan pada stasiun 5, disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Stasiun 5 (Daerah Pemukiman masyarakat nelayan dan tempat)

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu : Botol Sampel 100 ml, Botol *Winkler*, DO Meter, Salinometer Atago s/mill-e, GPS Map 76 CSX Garmin, pH Meter, *Secchi disk*, *Washing Bottle*, *Camera Digital*, *Cool Box*, Spectroquant NOVA 60, Rectangular cell, Corong, Buret dan Statif, Pipet tetes, Gelas Ukur, Cuvet, Alat tulis, Bola arus, *Water quality checker*, Tongkat skala, Plankton net

no. 25, Buku identifikasi plankton, *Sedgewick rafter*, Mikroskop dan Ember plastik 10 L. Untuk lebih detailnya mengenai fungsi dari masing-masing alat tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Alat-Alat yang Digunakan pada Penelitian

No	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi
1	Botol Sampel	250 ml	Wadah sampel
2	Botol Winkler	250 ml	Wadah sampel pada pengukuran BOD
3	DO Meter	Digital Thermometer Dekko	Mengukur konsentrasi oksigen dalam air dan suhu perairan
4	Salinometer	Atago s/mill-e	Mengukur kadar garam yang terlarut diperairan (salinitas)
5	pH Meter	waterproff Hana	Mengukur nilai pH diperairan
6	<i>Secchi disk</i>	Diameter 20 cm	Mengukur kecerahan perairan
7	<i>Washing Bottle</i>	200 ml	Tempat <i>aquadest</i>
8	<i>Camera Digital</i>	NIKON SE	Dokumentasi penelitian
9	<i>Cool Box</i>	-	Tempat penyimpanan alat dan sampel
10	Spektrofotometer	UV-vis	Mengukur kandungan bahan organik amonia, nitrat dan fosfat.
11	Corong	-	Membantu memasukan larutan kedalam gelas ukur
12	Buret dan Statif	-	Mengukur larutan titran yang digunakan saat pengukuran BOD
13	Pipet tetes	-	Mengambil larutan dalam skala kecil
14	Gelas Ukur	100 ml	Mengukur volume larutan
15	Alat tulis	-	Mencatat hasil pengukuran
16	Bola arus	-	Mengukur kecepatan arus
17	Planktonnet no. 25	60x60 mikron	Menyaring fitoplankton
18	Buku identifikasi plankton	Yamaji (1966)	Mengidentifikasi fitoplankton,

Tabel 4. Lanjutan

19	<i>Haemocytometer</i>	0,1 x 0,1 mm	Menghitung fitoplankton
20	Mikroskop binokuler	Olympus Cover 18	Mengamati fitoplankton
21	Ember plastik	10 Liter	Mengambil sampel air

3.3.2 Bahan Penelitian

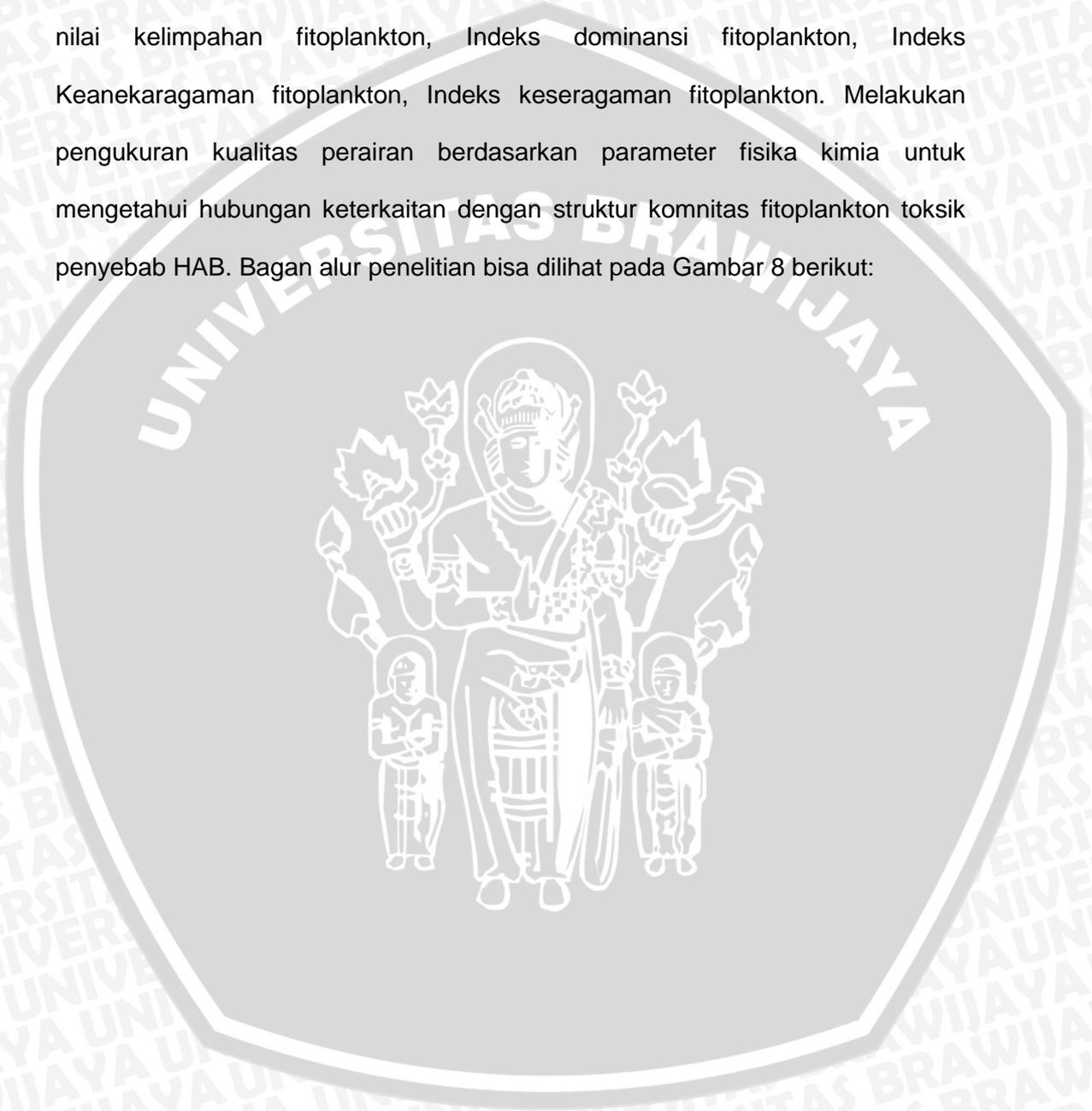
Sementara itu bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu: Sampel air laut, Sampel fitoplankton, *Lugol iodine*, Kertas label, Aquadest, Tissue, Larutan $MnSO_4$, $NaOH+KI$, H_2SO_4 , *Amylum*, dan $Na_2S_2O_3$. Untuk lebih detailnya mengenai fungsi dari masing-masing bahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

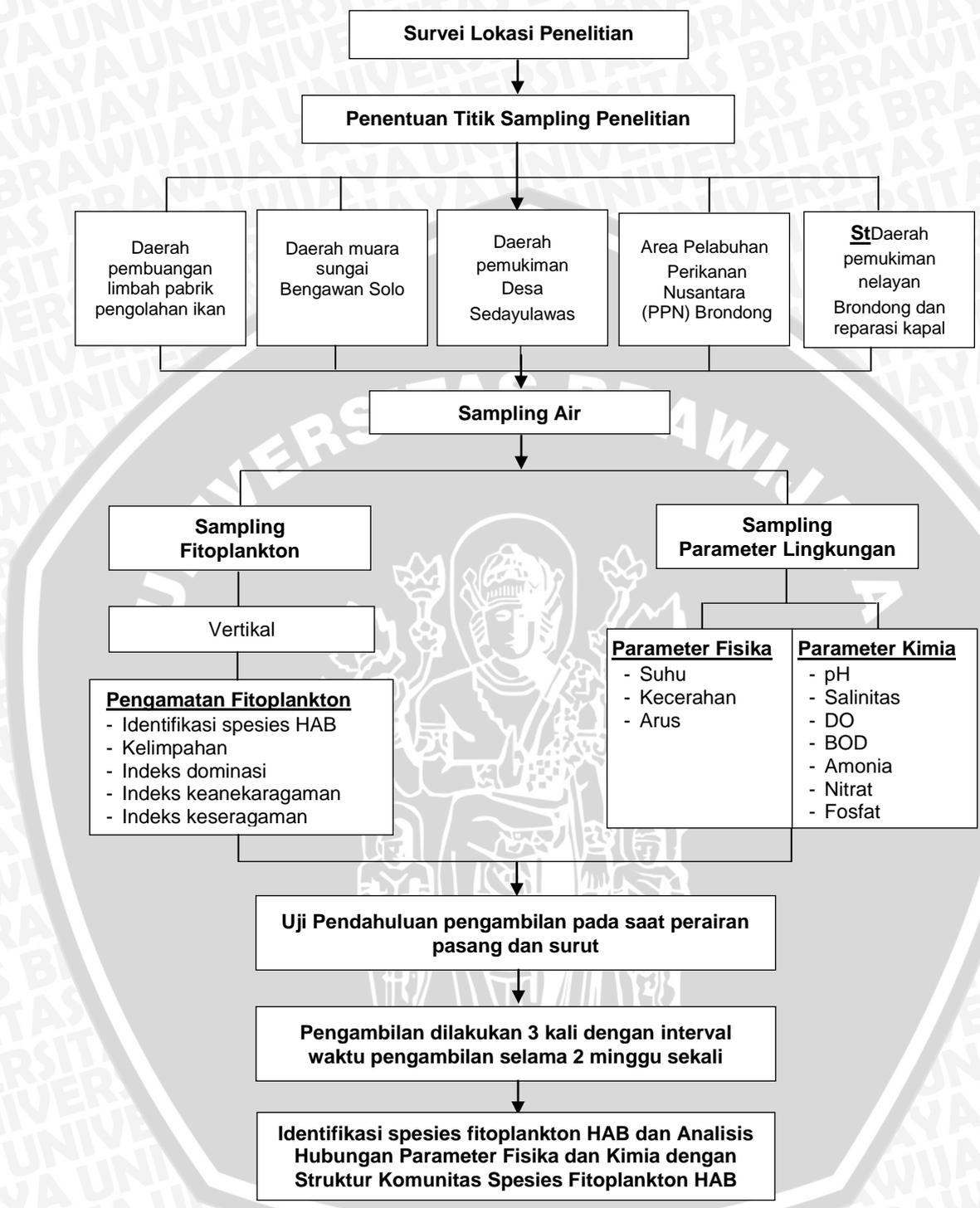
Tabel 5. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian

No	Nama Bahan	Fungsi
1	Sampel air laut	Sebagai pengamatan kualitas perairan
2	Sampel fitoplankton	Sebagai pengamatan dan identifikasi
3	<i>Lugol iodine</i> 4%	Mengawetkan sampel fitoplankton
4	Kertas label	Memberi tanda pada masing-masing botol sampel
5	Aquadest	Mengkalibrasi sensor pada alat digital yang digunakan
6	Tissue	Membersihkan dan mengeringkan alat
7	$MnSO_4$	Mengikat oksigen pada pengukuran BOD
8	$NaOH+KI$	Membentuk endapan coklat pada pengukuran BOD
9	H_2SO_4	Indikator asam pada pengukuran BOD
10	<i>Amylum</i>	Indikator basa pada pengukuran BOD
11	$Na_2S_2O_3$	Larutan titran pada pengukuran BOD

3.4 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini metode pengumpulan data dilakukan dengan melakukan identifikasi spesies fitoplankton toksik yang berpotensi terjadinya HAB, selain itu menentukan struktur komunitas fitoplankton HAB dengan menghitung nilai kelimpahan fitoplankton, Indeks dominansi fitoplankton, Indeks Keanekaragaman fitoplankton, Indeks keseragaman fitoplankton. Melakukan pengukuran kualitas perairan berdasarkan parameter fisika kimia untuk mengetahui hubungan keterkaitan dengan struktur komunitas fitoplankton toksik penyebab HAB. Bagan alur penelitian bisa dilihat pada Gambar 8 berikut:





Gambar 8. Alur Penelitian



Langkah pertama yang dilakukan pada penelitian ini yaitu melakukan survei lokasi penelitian untuk mengetahui kondisi dari tempat penelitian, kemudian menentukan titik sampling penelitian secara *purposive sampling* yang dilakukan dengan pertimbangan tertentu terlebih dahulu pada lokasi penelitian. Stasiun pengambilan sampel dipilih dengan melihat kondisi perairan dengan harapan representatif antara faktor lingkungan dan struktur komunitas fitoplankton penyebab HAB. Langkah selanjutnya melakukan pengambilan sampel air dan fitoplankton. Pengambilan sampel air dilakukan dengan cara komposit sampel agar didapatkan hasil yang representatif. Pengambilan sampel fitoplankton dengan plankton net yang diambil secara vertikal agar diperoleh sampel fitoplankton dari seluruh kolom air permukaan. Pengambilan sampel air dan fitoplankton dilakukan sebanyak 2 kali dalam sehari yaitu pada saat perairan pasang dan perairan surut. Pengambilan saat pasang dan surut ini didasarkan pada hasil uji pendahuluan kualitas air laut, dari hasil uji pendahuluan terdapat perbedaan kualitas air laut saat pasang dan surut. Dari hasil uji pendahuluan tersebut dijadikan hipotesa apakah terdapat perbedaan struktur komunitas fitoplankton HAB saat pasang dan surut tersebut.

Pengambilan sampel yang sama dilakukan berulang dengan interval waktu pengambilan 2 minggu sekali sebanyak 3 kali pengulangan untuk memperoleh data yang representatif dan valid. Sampel dari fitoplankton tersebut kemudian diidentifikasi dan dihitung struktur komunitasnya, selanjutnya dilakukan analisis korelasi dengan parameter lingkungan untuk mengetahui hubungan keterkaitannya.

3.4.1 Metode Pengambilan Sampel Fitoplankton

Pada penelitian teknik pengambilan sampel fitoplankton dilakukan dengan menggunakan *plankton net* secara vertikal. Pengambilan sampel dilakukan

sebanyak 2 kali yaitu pada saat perairan pasang dan perairan surut. Prosedur pengambilan sampel fitoplankton secara vertikal dilakukan dengan cara menjatuhkan *plankton net* yang telah diberi pemberat hingga kedalaman $\pm 2,5$ meter pada titik sampling yang telah ditentukan, kemudian plankton net ditarik secara vertikal agar didapatkan fitoplankton dari setiap kolom air. Sampel fitoplankton dalam air yang tersaring kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel plastik ukuran 30 ml dan diberi label pada setiap botolnya sesuai titik stasiun pengambilan sampel, kemudian ditetesi larutan lugol 4% sebanyak 2-3 tetes untuk mengawetkan sampel fitoplankton. Sampel fitoplankton kemudian disimpan dalam wadah penyimpanan dengan suhu rendah sebelum diamati di laboratorium. Pengamatan spesies fitoplankton secara *ex situ* di laboratorium menggunakan mikroskop, untuk kemudian dianalisis spesies toksik penyebab HAB dengan buku identifikasi (Yamaji, 1966).

Prosedur pengambilan sampel fitoplankton saat pasang dan surut dilakukan dengan cara yang sama dengan kedalaman pengambilan saat pasang dan surut sedalam 2,5 meter. Pengambilan saat pasang dan surut dimaksudkan untuk mengetahui dinamika struktur komunitas fitoplankton HAB saat air naik dan saat air turun. Pengambilan saat pasang dan surut didasarkan dari hasil uji pendahuluan parameter lingkungan yaitu terdapat perbedaan antara pasang dan surut.

3.4.2 Metode Pengukuran Parameter Fisika Kimia Perairan

Parameter kualitas perairan yang diukur pada penelitian ini meliputi Suhu, Kecerahan dan Arus. Parameter kimia meliputi Salinitas, pH, DO, BOD, Amonia (NH_3), Nitrat (NO_3) dan Fosfat (PO_4). Metode pengukuran masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini:

Tabel 6. Metode Pengukuran Parameter

Parameter	Satuan	Alat	Metode	Analisis
A. Fisika				
1. Suhu	$^{\circ}\text{C}$	Digital Thermometer Dekko	Potensiometri	Insitu
2. Kecerahan	meter	Secchi disk	Potensiometri	Insitu
3. Arus	m/s	Bola arus	Potensiometri	Insitu
B. Kimia				
1. pH	-	pH waterproff Hana	Potensiometri	Insitu
2. Salinitas	‰	Salinometer Atago s/mill-e	Potensiometri	Insitu
3. DO	Mg/l	Digital Thermometer Dekko	Potensiometri	Insitu
4. BOD	Mg/l	Titration	Titration Winkler	Eksitu
5. Amonia (NH_3)	Mg/l	Spektrofotometer UV-vis	Spektro fotometrik	Eksitu
6. Nitrat (NO_3)	Mg/l	Spektrofotometer UV-vis	Spektro fotometri	Eksitu
7. Fosfat (PO_4)	Mg/l	Spektrofotometer UV-vis	Spektro fotometri	Eksitu

Pada pengukuran parameter fisika kimia dilakukan dengan dua cara, yaitu insitu dan eksitu. Parameter yang diukur secara insitu atau pengukuran yang dilakukan pada waktu sampling itu juga adalah Suhu, Kecerahan, Salinitas, pH, dan *Dissolved Oxygen (DO)*. Sedangkan parameter yang diukur secara eksitu meliputi: *Biological Oxygen Demand (BOD)*, Amonia (NH_3), Nitrat (NO_3), dan Fosfat (PO_4). Cara pengambilan sampel air dilakukan dengan mengambil pada kedalaman hingga 50 cm dari permukaan perairan sebanyak 250 ml sebanyak 3 kali pengambilan kemudian dilakukan komposit sampel dan diawetkan dengan menggunakan H_2SO_4 pekat sebanyak 0,5 ml atau sekitar 10 tetes untuk analisis parameter nitrat, fosfat dan amonia, pengambilan sampel air

untuk dianalisis BOD dilakukan pengambilan sampel air dengan botol Winkler. Selanjutnya sampel air dimasukkan kedalam *coolbox* kemudian dibawa ke laboratorium dan disimpan di dalam freezer untuk di analisis di laboratorium. Prosedur kerja masing-masing pengukuran parameter fisika dan kimia pada penelitian ini bisa dilihat pada Lampiran 1.

3.5 Analisis Data

3.5.1 Kelimpahan fitoplankton

Kelimpahan fitoplankton dihitung untuk mengetahui jumlah individu atau satu sel per satuan volume (liter), sehingga mengetahui tingkat kepadatan fitoplankton sehingga menjadi indeks keseimbangan ekosistem perairan. Jumlah individu atau sel plankton dalam 1 liter air dihitung dengan menggunakan metode pengulangan sebanyak 2 kali disajikan dalam formula berikut (Basmi, 2000):

$$N = ni \times \frac{1}{Vd} \times \frac{Vt}{Vs}$$

Keterangan:

- N = Jumlah total sel fitoplankton per m³ (sel/liter)
- ni = Jumlah spesies fitoplankton yang teramati
- Vd = Volume air tersaring = $(\pi \times r^2) \times$ panjang tali atau kedalaman (liter)
- Vt = Volume sampel (30 ml)
- Vs = Volume sampel di bawah gelas penutup (1 ml)

3.5.2 Indeks Keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman jenis merupakan penggambaran secara matematik yang melukiskan struktur komunitas fitoplankton untuk menganalisa informasi-informasi tentang jenis dan jumlah fitoplankton tersebut. Menurut

Basmi (2000), Penghitungan indeks keanekaragaman fitoplankton dilakukan dengan menggunakan Indeks Shannon-Wiener yaitu:

$$H' = - \sum_{i=1}^s pi \ln pi$$

$$pi = ni/N$$

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman

ni = Jumlah individu jenis ke-i

N = Jumlah total individu

Penggolongan dari kondisi keanekaragaman/komunitas biota dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

H' < 2,30 = Keanekaragaman kecil dan kestabilan komunitas rendah

2,30 < H' < 6,91 = Keanekaragaman sedang dan kestabilan komunitas sedang

H' > 6,91 = Keanekaragaman tinggi dan kestabilan komunitas tinggi

3.5.3 Indeks keseragaman (E)

Indeks keseragaman digunakan untuk menunjukkan sebaran fitoplankton dalam suatu komunitas. Menurut Fachrul (2007), indeks keseragaman juga dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{H_{max}} = \frac{H'}{\ln s}$$

Keterangan :

E = Indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener*

Hmaks = ln s (indeks keanekaragaman maksimum)

s = Jumlah genus yang ditemukan

Nilai indeks berkisar antara 0-1. Nilai Indeks keseragaman 0-0,5 menunjukkan bahwa pemerataan antar genera rendah, artinya kekayaan individu

yang dimiliki masing-masing genera sangat jauh berbeda. Nilai Indeks keseragaman 0,6-1, menunjukkan bahwa pemerataan antar genera relatif seragam atau jumlah individu masing-masing genera relatif sama.

3.5.4 Indeks dominansi (D)

Indeks dominansi digunakan untuk melihat ada tidaknya suatu jenis tertentu yang mendominasi dalam suatu jenis populasi. Perhitungan indeks dominansi untuk fitoplankton menurut Odum (1993) dalam Fachrul (2007), untuk mengetahui adanya dominansi jenis tertentu di perairan dapat digunakan indeks dominansi Simpson dengan persamaan berikut:

$$D = \frac{ni^2}{N}$$

Keterangan:

D = Indeks dominansi

ni = Jumlah individu ke-i

N = Jumlah total individu

Indeks dominansi antara 0 - 1. Nilai indeks dominansi <0,5 berarti tidak ada jenis yang mendominasi sedangkan apabila indeks dominansi >0,5 berarti ada jenis tertentu yang mendominasi.

3.5.5 Analisa Korelasi

Uji korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antar parameter lingkungan terhadap kelimpahan fitoplankton penyebab HAB. Parameter lingkungan yang dijadikan variable bebas meliputi Suhu, Kecerahan, Arus, pH, Salinitas, DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), Amonia (NH₄), Nitrat (NO₃) dan Fosfat (PO₄). Uji korelasi menggunakan piranti lunak *Statistical Product and service Solutions (SPSS)* versi 16.0.



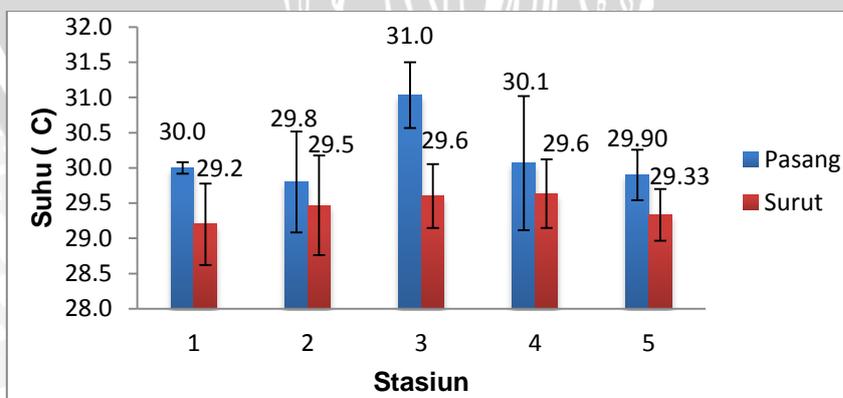
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Lingkungan Perairan Pesisir Brondong, Lamongan

Kondisi lingkungan perairan pesisir Brondong, Lamongan pada penelitian tentang Identifikasi Spesies Fitoplankton Toksik Penyebab *Harmful Algal Bloom* (HAB) Saat Pasang dan Surut serta Kaitannya dengan Faktor Lingkungan di Perairan Pesisir Kecamatan Brondong, Kabupaten Lamongan dapat dilihat dari hasil pengukuran parameter lingkungan. Parameter lingkungan yang diukur selama penelitian meliputi Suhu, Kecerahan, Arus, Salinitas, pH, DO (*Dissolved Oxygen*) dan BOD (*Biological Oxygen Demand*), Amonia (NH_3), Nitrat (NO_3) dan Fosfat (PO_4). Data parameter lingkungan perairan secara lengkap disajikan pada Lampiran 2 dan 3.

4.1.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor fisika perairan yang penting diukur untuk mempelajari proses-proses fisika, kimia dan biologi perairan laut (Mukhtasor, 2007), karena suhu sangat berpengaruh terhadap ekologi perairan. Hasil rata-rata pengukuran suhu selama penelitian disajikan pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Nilai rata-rata suhu perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat perairan pasang dan surut

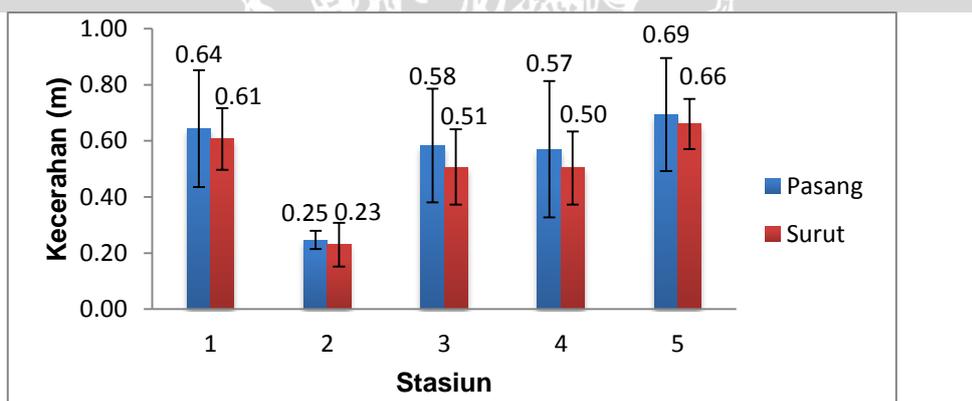
Hasil pengukuran suhu rata-rata saat pasang berkisar antara 29,8 - 31^oC, sementara itu suhu rata-rata saat surut berkisar antara 29,2 -29,6^oC. Dari hasil pengukuran tersebut nilai suhu rata-rata tertinggi terdapat pada stasiun 3 saat perairan pasang sebesar 31^oC, sedangkan suhu rata-rata terendah pada stasiun 1 saat perairan surut sebesar 29,2^oC. Suhu rata-rata pada saat pasang lebih tinggi dari pada saat surut, hal ini dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel dimana saat pasang dilakukan siang hari sementara saat surut dilakukan pengambilan sampel waktu sore hari. Suhu tertinggi terdapat pada stasiun 3, adapun faktor yang mempengaruhi tingginya suhu pada stasiun 3 adalah cuaca saat pengukuran yaitu keadaan cerah dan dilakukan pengukuran pada siang hari sekitar pukul 12.20 WIB dimana intensitas cahaya matahari yang maksimal.

Sebaliknya pada stasiun 1 didapatkan hasil rata-rata suhu terendah, hal ini dikarenakan pada saat pengukuran dilakukan sore hari dimana sinar matahari mulai redup, selain itu stasiun tersebut berada di belakang pabrik pengolahan hasil perikanan dan daerah pertambakan. Limbah dari kegiatan tambak umumnya tidak menunjukkan sifat fisik penting suhu karena dalam kegiatan pertambakan tidak dapat kegiatan dalam meningkatkan atau menurunkan suhu perairan. Sehingga dapat dikatakan bahwa kondisi suhu merupakan pengaruh alami perairan tersebut. Kenaikan suhu dapat menurunkan kelarutan oksigen dan meningkatkan toksisitas polutan. Pengaruh suhu secara langsung terhadap fitoplankton adalah meningkatkan reaksi kimia sehingga laju fotosintesis meningkat seiring dengan kenaikan suhu (dari 10^oC – 20^oC) (Mulyanto, 2006). Dapat dikatakan bahwa semakin tinggi suhu perairan maka kelimpahan fitoplankton relatif tinggi, hal ini terlihat dari meningkatnya laju fotosintesis dari fitoplankton tersebut.

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 Lampiran III suhu perairan permukaan yang baik dengan kondisi alami jatuh pada kisaran 28 - 31°C. Suhu rata-rata perairan Pesisir Brondong, kabupaten Lamongan berkisar antara 29,2 -31°C, sehingga bisa dikatakan suhu perairan di perairan tersebut dalam kategori normal. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan yaitu 20-30 °C (Effendi, 2003).

4.1.2 Kecerahan

Perairan Pesisir Brondong, Kabupaten Lamongan pada kondisi pasang memiliki kedalaman hingga 5 meter dan tergolong dalam perairan yang dangkal. Pengukuran kecerahan suatu perairan dilakukan untuk mengetahui besar intensitas cahaya matahari yang mampu masuk menembus kedalaman suatu perairan (Handayani dan Patria, 2005). Hasil rata-rata nilai kecerahan selama penelitian disajikan pada Gambar 10 berikut:



Gambar 10. Nilai rata-rata kecerahan perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat perairan pasang dan surut

Nilai kecerahan rata-rata saat pasang berkisar antara 0,25 – 0,69 meter, sedangkan kecerahan rata-rata saat surut berkisar antara 0,23 – 0,66 meter. Dari nilai rata-rata tersebut didapatkan hasil kecerahan saat pasang lebih tinggi dari pada saat surut, hal ini sangat terlihat jelas karena waktu pengambilan yang berbeda, pada saat pasang pengukuran kecerahan dilakukan siang hari

sementara saat surut sore hari. Nilai kecerahan di stasiun 2 yang berada di daerah muara sangat berbeda jauh dari stasiun lainnya dengan nilai kecerahan saat pasang sebesar 0,25 meter dan saat surut sebesar 0,23 meter, karena stasiun 2 berada di daerah muara sungai, yang masih terpengaruh oleh padatan tersuspensi dari daratan. Menurut Effendi, (2003) terdapat hubungan negatif antara nilai padatan tersuspensi dengan kecerahan di suatu perairan yaitu semakin tinggi nilai padatan tersuspensi, maka semakin rendah nilai kecerahan.

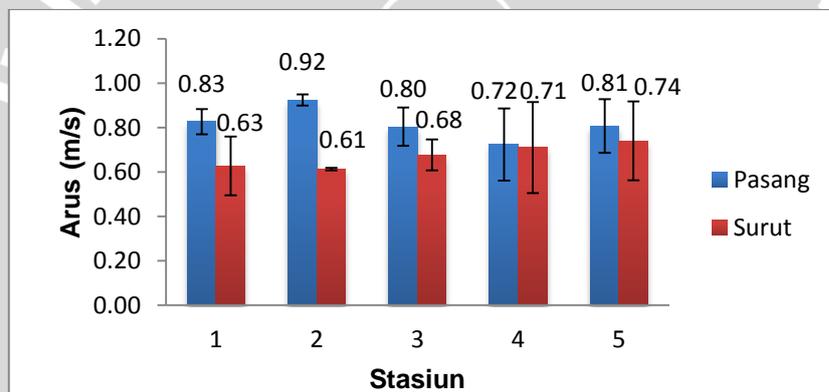
Hasil pengukuran kecerahan selama penelitian nilai kecerahan rata-rata tertinggi terdapat pada stasiun 5 saat perairan pasang sebesar 0,69 meter, hal ini di duga pada stasiun 5 yang berada paling jauh dari muara sungai, sehingga pengaruh padatan tersuspensi dari daratan rendah. Menurut Effendi (2003), kecerahan penting karena erat kaitannya dengan proses fotosintesis yang terjadi di perairan secara alami. Kecerahan menunjukkan sampai sejauh mana cahaya dengan intensitas tertentu dapat menembus kedalaman perairan. Dari total sinar matahari yang jatuh ke atmosfer dan bumi, hanya kurang dari 1% yang ditangkap oleh klorofil (di darat dan air), yang dipakai untuk fotosintesis. Hal ini berarti nilai kecerahan sangat berpengaruh terhadap proses fotosintesis dari fitoplankton maupun tumbuhan perairan lainnya. Semakin tinggi nilai kecerahan, maka kemampuan tumbuhan perairan untuk melakukan fotosintesis semakin tinggi pula. Menurut Supriyadi (2002), pada perairan alami kecerahan sangat penting karena erat hubungannya dengan fotosintesis tumbuhan perairan. Kecerahan yang tinggi merupakan syarat untuk berlangsungnya fotosintesis fitoplankton yang baik.

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 dalam Lampiran III, nilai kecerahan air laut yang baik untuk biota adalah pada kondisi alami yaitu tidak kurang dari 1 meter. Kecerahan rata-rata perairan Pesisir Brondong, Lamongan berada berkisar antara 0,18–0,88 meter. Dapat

disimpulkan bahwa secara keseluruhan nilai kecerahan perairan Pesisir Brondong, Lamongan termasuk pada tingkat kecerahan sedang.

4.1.3 Arus

Arus merupakan pergerakan masa air yang membawa nutrisi, biota perairan maupun benda lain yang terkandung dalam masa air tersebut, arus terjadi di permukaan maupun di dalam kolom air, secara fisika arus berpengaruh terhadap distribusi biota perairan, salah satunya fitoplankton yang merupakan tumbuhan perairan yang pergerakannya pasif. Hasil rata-rata arus selama penelitian disajikan pada Gambar 11 berikut.



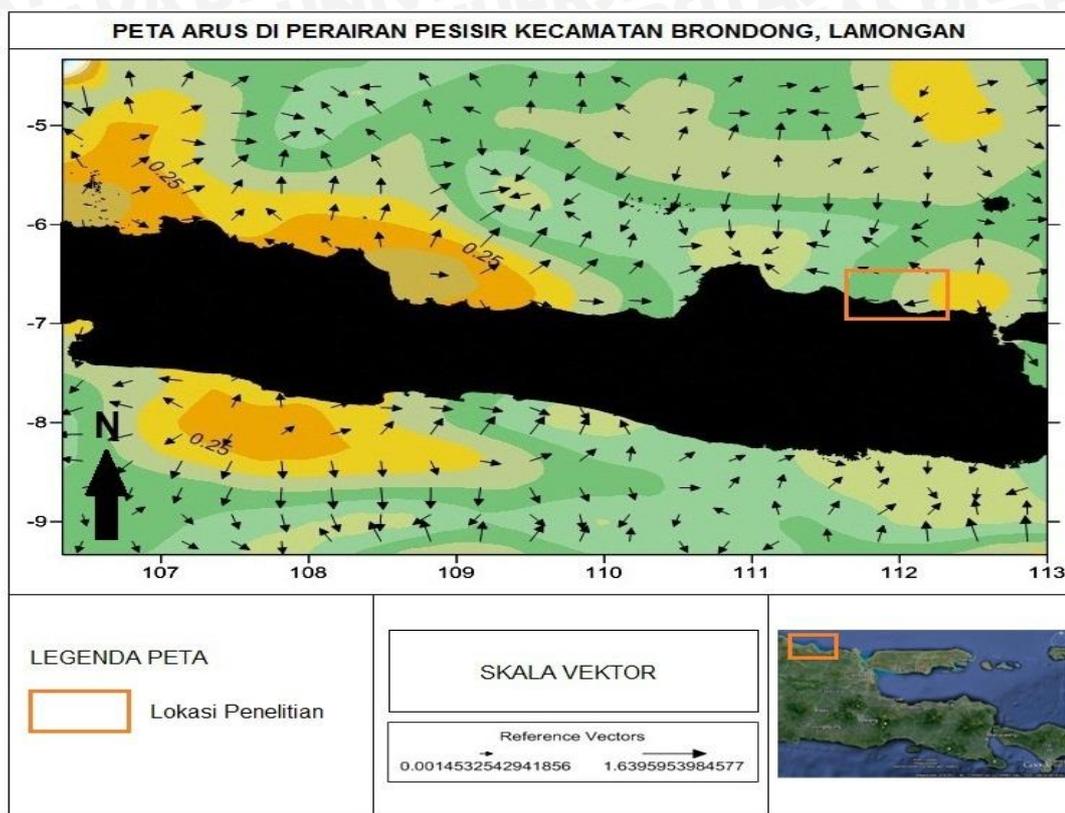
Gambar 11. Nilai rata-rata arus perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat perairan pasang dan surut

Dari gambar di atas arus rata-rata saat pasang berkisar antara 0,56 – 0,92 m/s, sedangkan arus rata-rata saat surut berkisar antara 0,61 – 0,74 m/s. Dari hasil pengukuran arus tersebut terlihat jelas bahwa arus permukaan perairan Pesisir Brondong saat pasang lebih tinggi daripada saat surut, hal ini dipengaruhi oleh tekanan udara pada saat pasang lebih tinggi. Menurut Nybakken (1988) dalam Supriyadi (2002), arus merupakan massa air permukaan yang bergerak, gerakan ini ditimbulkan oleh kekuatan angin yang bertiup melalui permukaan air. Arus air laut tertinggi terdapat pada Stasiun 2 pada kondisi

pasang sebesar 0,92 m/s. Faktor yang mempengaruhi tingginya arus tersebut pada stasiun ini diduga karena pada stasiun ini berada pada daerah muara sungai, sehingga adanya aliran dari sungai akan mempengaruhi kecepatan arus di stasiun tersebut. Sementara itu, nilai rata-rata arus terendah terdapat pada stasiun 4 saat kondisi surut sebesar 0,60 m/s. Rendahnya arus air pada stasiun 4 karena stasiun tersebut berada didalam tembok pembatas muara *breakwater* dengan laut lepas sehingga arus dan gelombang di stasiun 4 tenang. Menurut (Nybakken, 1998 *dalam* Simanjutak, 2009), akibat yang paling menguntungkan dari adanya arus ialah adanya transport bahan-bahan makanan dari satu daerah ke daerah lain. Tetapi kemungkinan lain bahan-bahan pencemar terangkut ke daerah yang lebih luas. Arus membantu menyebarkan organisme, terutama organisme-organisme planktonik. Arus juga menyebarkan telur dan larva sebagai hewan akuatik sehingga dapat mengurangi persaingan makanan dengan induk mereka.

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 dalam Lampiran III, nilai arus air laut tidak dicantumkan, tetapi menurut menurut (Nybakken, 1988 *dalam* Simanjutak, 2009), arus optimum untuk biota planktonik yaitu pada kategori sedang. Menurut Effendi (2003), berdasarkan kecepatan arusnya maka perairan dapat dikelompokkan menjadi berarus sangat cepat (> 100 cm/detik), cepat (50-100 cm/detik), sedang (25-50 cm/detik), lambat (10-25 cm/detik) dan sangat lambat (< 10 cm/detik). Dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan nilai arus perairan Pesisir Brondong, Lamongan termasuk pada kategori arus cepat.

Berikut disajikan peta arus di perairan pesisir kecamatan Brondong, Lamongan yang pada bulan April – Mei 2015



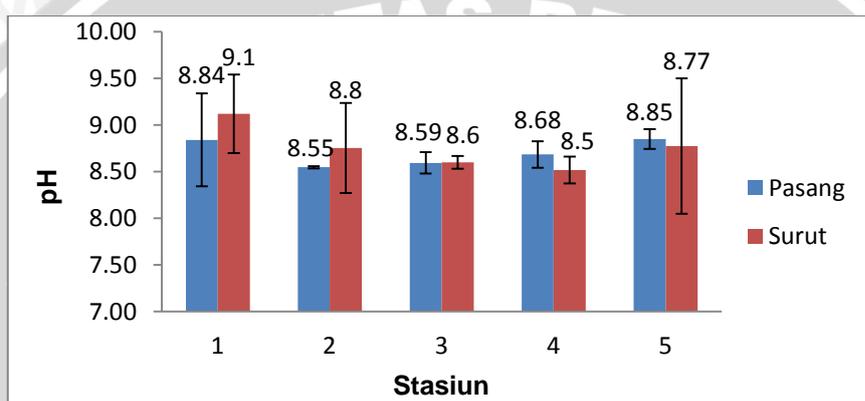
Gambar 12. Peta arus perairan pesisir Brondong, Lamongan pada bulan April – Mei 2015

Dari gambar peta arus di atas menunjukkan bahwa di daerah pesisir Brondong, Lamongan pada bulan April – Mei 2015 arus perairan menuju ke barat laut dan barat daya. Pada saat penelitian tersebut dilakukan pada musim peralihan dari musim barat (penghujan) ke musim timur (kemarau), adanya pergerakan arus akan mempengaruhi kelimpahan dari fitoplankton, meskipun faktor lingkungan lainnya juga mempengaruhi kelimpahan dari fitoplankton.

4.1.4 pH (Derajat Keasaman)

Derajat keasaman (pH) dalam suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang penting dalam memantau kestabilan suatu perairan.

Pengukuran pH perairan perlu dilakukan untuk mengetahui kualitas air, karena pH mempengaruhi kandungan hara dan toksisitas perairan. Perubahan pH umumnya berasal dari buangan limbah rumah tangga maupun buangan dari aktifitas industri. Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain aktivitas biologi, aktifitas fotosintetis, suhu, kandungan oksigen, dan adanya kation dan anion (Effendi, 2003). Hasil rata-rata pH selama penelitian disajikan pada Gambar 13 berikut berikut.



Gambar 13. Nilai rata-rata pH perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat perairan pasang dan surut

Hasil pengukuran pH rata-rata saat pasang dan surut di perairan Pesisir Brondong, kabupaten Lamongan sebanyak 3 kali pengulangan didapatkan nilai pH rata-rata saat pasang berkisar antara 8,55 – 8,85, sementara itu pH rata-rata saat surut berkisar antara 8,5 – 9,1. Dari hasil pengukuran arus tersebut terlihat bahwa pH perairan Pesisir Brondong saat pasang dan surut tidak terdapat perbedaan yang terlalu besar. Dari hasil pengukuran pH tersebut didapatkan nilai rata-rata tertinggi terdapat pada stasiun 1 pada saat perairan surut yaitu sebesar 9,12, sedangkan pH perairan rata-rata terendah terdapat pada stasiun 4 saat perairan surut yaitu sebesar 8,50. Pada stasiun 1 saat perairan surut didapatkan nilai rata-rata pH tertinggi hal ini disebabkan pada stasiun 1 saat surut, diperoleh nilai DO rata-rata tertinggi sebesar 9,1 mg/L. Perubahan nilai pH dipengaruhi

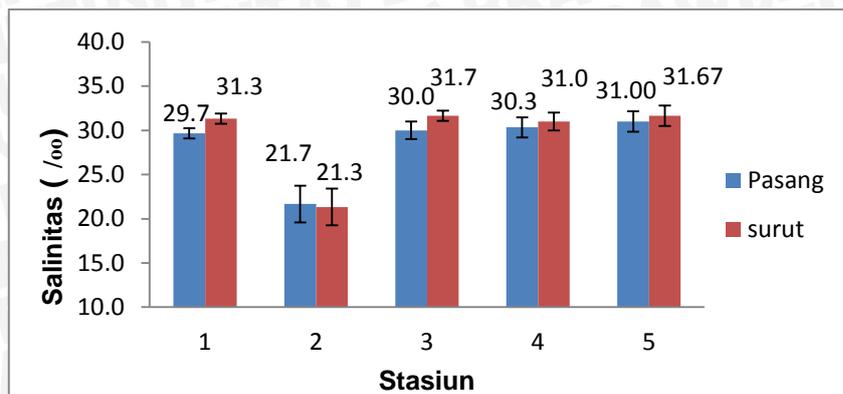
oleh beberapa faktor antara lain aktivitas biologi, aktifitas fotosintetis, suhu, kandungan oksigen, dan adanya kation dan anion (Effendi, 2003). Pertumbuhan *Algal* yang tinggi akan mengurangi keberadaan CO₂ dan menghasilkan O₂ yang tinggi. Hal ini mengakibatkan meningkatnya nilai pH tinggi karena munculnya ion hidroksida akibat proses hidrolisis bikarbonat dan karbonat, sesuai persamaan berikut, $\text{HCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ dan $\text{HCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ (Cole, 1998 dalam Effendi, 2003).

Pada stasiun 4 saat perairan surut didapatkan nilai rata-rata pH terendah, hal ini dimungkinkan karena saat surut pada stasiun 4 limbah kegiatan pelabuhan yang mengandung bahan toksik tinggi. Menurut Novotny dan Olem (1994), dalam Effendi (2003), Toksisitas logam yang tinggi memperlihatkan menurunnya nilai pH yang mempengaruhi proses biokimiawi perairan.

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 pH yang sesuai untuk perairan air laut berkisar antara 7 - 8,5. Dapat disimpulkan bahwa pH perairan Pesisir Brondong, Lamongan termasuk dalam kategori melewati ambang batas pH perairan pada umumnya yaitu mencapai 9,1. Menurut Syam (2002) Derajat keasaman perairan yang cocok untuk pertumbuhan organisme air berkisar antara 6 - 9. Nilai pH di lokasi penelitian berada pada kisaran tersebut sehingga masih baik untuk kehidupan organisme.

4.1.5 Salinitas

Salinitas merupakan parameter yang berperan dalam ekologi laut yang berpengaruh terhadap sifat-sifat air laut serta memiliki peranan penting dalam kehidupan organisme misalnya dalam distribusi biota akuatik. Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan, aliran sungai (Nontji, 2007). Hasil rata-rata salinitas selama penelitian disajikan Gambar 14 berikut.



Gambar 14. Nilai rata-rata salinitas perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat pasang dan surut

Hasil pengukuran salinitas rata-rata saat pasang dan surut di perairan Pesisir Brondong, kabupaten Lamongan sebanyak 3 kali pengulangan didapatkan nilai salinitas rata-rata saat pasang berkisar antara 21,7 – 31,3‰, sementara itu salinitas rata-rata saat surut berkisar antara 21,3 – 31,30‰. Nilai rata-rata salinitas tertinggi terdapat pada stasiun 3 pada saat perairan surut sebesar 31,7‰, sedangkan salinitas rata-rata terendah terdapat pada stasiun 2 saat perairan surut yaitu sebesar 21,3‰.

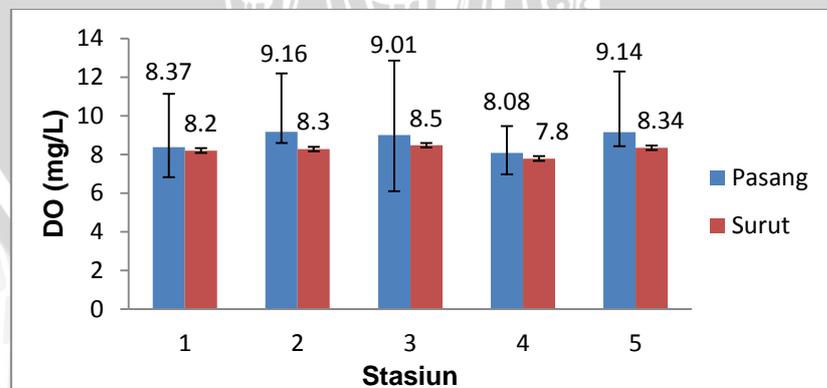
Pada stasiun 3 saat pasang didapatkan suhu rata-rata tertinggi sebesar 30,7°C, suhu yang tinggi tersebut dapat mengakibatkan penguapan massa air laut yang tinggi sehingga meningkatkan uap air laut yang mengandung natrium tinggi, sehingga salinitas di daerah tersebut tinggi. Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia dan evaporasi di perairan (Effendi, 2003). Hasil salinitas secara umum saat pasang lebih rendah daripada saat surut, namun berbeda pada stasiun 2 yang sebaliknya dan pada stasiun 2 ini memiliki nilai rata-rata salinitas terendah saat kondisi surut, hal ini diarenakan pada stasiun ini merupakan daerah muara sungai sehingga masih terpengaruh masa air daratan yang rendah kadar garam. Perairan muara pada umumnya dipengaruhi oleh gejala pasut, dimana pengaruh pasang akan meningkatkan nilai

salinitas karena pengaruh masuknya air laut ke muara tersebut sedang pada saat surut air tawar dari sungai berpengaruh pada nilai salinitas sehingga menjadi rendah (Supriyadi, 2002). Salinitas merupakan salah satu parameter yang menentukan jenis-jenis fitoplankton yang terdapat dalam suatu perairan, tergantung dari sifat fitoplankton tersebut apakah *eurihalin* atau *stenohalin*. Secara umum, salinitas permukaan perairan laut di Indonesia rata-rata berkisar antara 32-34 ‰ (Dahuri *et al.*, 1996 dalam Hidayat *et al.*, 2013)

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 salinitas untuk air laut alami berkisar antara 30 - 35‰. Dapat disimpulkan bahwa perairan Pesisir Brondong, dalam ambang normal, namun hanya pada muara sungai Sedayulawas memiliki nilai salinitas yang berbeda signifikan karena dipengaruhi suplai masa air daratan.

4.1.6 DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut adalah konsentrasi gas oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen terlarut dalam air berasal dari hasil proses fotosintesis oleh fitoplankton atau tanaman air lainnya dan difusi dari udara (Effendi, 2003). Hasil rata-rata DO selama penelitian disajikan pada Gambar 15 berikut.



Gambar 15. Nilai rata-rata DO (*Dissolved Oxygen*) perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat pasang dan surut



Hasil pengukuran DO (*Dissolved Oxygen*) rata-rata saat pasang dan surut di perairan Pesisir Brondong, kabupaten Lamongan sebanyak 3 kali pengulangan didapatkan nilai DO rata-rata saat pasang berkisar antara 8,08 – 9,16 mg/L, sementara itu DO rata-rata saat surut berkisar antara 7,8 – 8,5. Dari hasil pengukuran terlihat bahwa DO perairan Pesisir Brondong saat pasang lebih tinggi dari pada saat surut, hal ini dikarenakan waktu pengukuran DO saat kondisi pasang dilakukan pada siang hari dimana sinar matahari maksimal masuk ke perairan sehingga banyak aktifitas fotosintesis yang menghasilkan oksigen diperairan. Dari hasil pengukuran DO tersebut didapatkan nilai rata-rata tertinggi terdapat pada stasiun 2 pada saat perairan pasang yaitu sebesar 9,16 mg/L, sedangkan DO perairan rata-rata terendah terdapat pada stasiun 4 saat perairan surut yaitu sebesar 7,8 mg/L.

Pada stasiun 2 saat pasang didapatkan hasil rata-rata DO tertinggi, hal ini dikarenakan pada waktu pengambilan DO dilakukan siang hari, sementara itu pada daerah muara sungai kandungan nutrisi dari darat yang tinggi memungkinkan tingginya kelimpahan fitoplankton yang berfotosintesis pada siang hari tersebut sehingga menghasilkan DO tinggi. Pada stasiun 4 saat surut didapatkan hasil rata-rata nilai DO terendah hal ini dikarenakan pada stasiun 4 berada pada daerah TPI yang menghasilkan bahan pencemar yang tinggi. Menurut (Effendi, 2003), masuknya bahan pencemar limbah (*effluent*) yang masuk ke badan air juga akan mempengaruhi kandungan oksigen terlarut di perairan. Selain itu waktu pengambilan DO tersebut pada saat surut yang dilakukan pada sore hari sehingga intensitas cahaya berkurang dan mempengaruhi tingkat fotosintesis fitoplankton di area perairan tersebut.

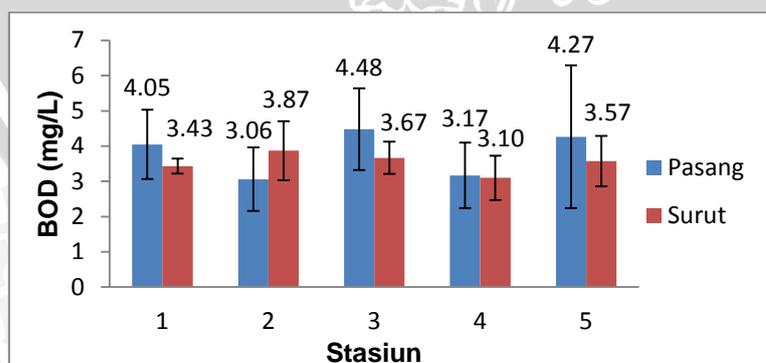
Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 konsentrasi DO diperairan alami yang baik untuk organisme adalah lebih dari 5 mg/L. Rata-rata nilai DO pada perairan ini termasuk dalam kondisi yang

masih mampu untuk mendukung kehidupan organisme yaitu berkisar antara 7,8 - 9,61 mg/L, artinya berada dalam baku mutu yang telah ditetapkan. Kebutuhan oksigen di perairan tidak bisa terpenuhi apabila hanya mendapat masukan oksigen dari proses fotosintesis. Kebutuhan oksigen tersebut baru bisa terpenuhi apabila mendapat masukan oksigen dari sumber lain (Adiwilaga, *et al.*, 2009). Hal tersebut ditegaskan oleh Samsuri (1982) dalam Ermawati, *et al.*, (2003) air yang baik untuk organisme adalah air yang mengandung kadar oksigen terlarut 5-7 mg/L.

4.1.7 BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD (*Biological Oxygen Demand*) menunjukkan banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh dekomposer (bakteri) untuk menguraikan bahan-bahan organik menjadi bahan-bahan anorganik (dekomposisi aerobik) dalam waktu tertentu, sehingga BOD menunjukkan tingkat kebutuhan oksigen untuk proses dekomposisi secara biologis (Effendi, 2003). Pemeriksaan BOD diperlukan untuk mengetahui beban pencemaran akibat buangan limbah dari permukiman penduduk maupun industri.

Hasil rata-rata nilai BOD selama penelitian disajikan pada Gambar 16 berikut.



Gambar 16. Nilai rata-rata BOD perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat pasang dan surut

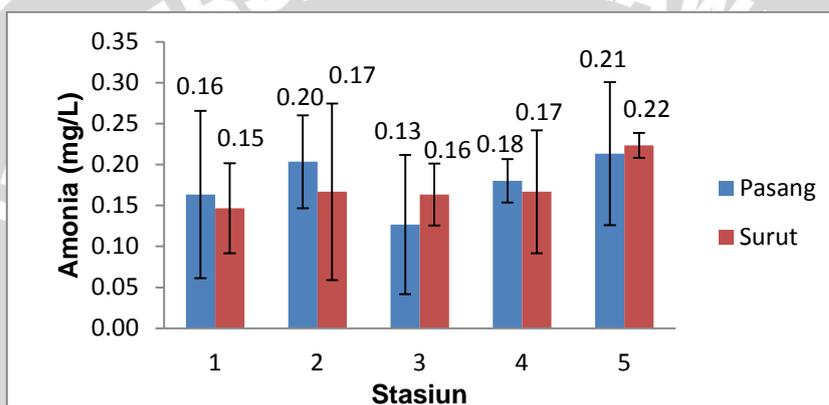
Hasil pengukuran BOD (*Biological Oxygen Demand*) perairan rata-rata selama 3 kali pengulangan pada saat perairan pasang diperoleh nilai berkisar antara 3,06 – 4,48 mg/L, sementara itu nilai BOD rata-rata pada saat surut berkisar antara 3,10 – 3,87 mg/L. Pada gambar di atas terlihat bahwa rata-rata nilai BOD lebih tinggi pada saat pasang, kecuali pada stasiun 2. Hal ini dikarenakan saat surut pada muara sungai menyumbang limbah organik lebih besar pada massa air laut yang telah surut sehingga jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk merombak bahan organik menjadi anorganik lebih tinggi.

Pada stasiun 3 saat perairan pasang didapatkan hasil nilai rata-rata BOD tertinggi. Hal ini dikarenakan pada stasiun 3 berada di daerah pemukiman masyarakat, yang menyumbang banyak limbah organik dari kegiatan rumah tangga. Tingginya bahan organik di perairan akan memerlukan banyak oksigen yang digunakan untuk menguraikannya sehingga dapat dimanfaatkan bagi organisme lain. Perairan dengan BOD tinggi mengindikasikan bahwa air tersebut tercemar oleh bahan organik (Setiari, 2012).

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang kualitas air laut. Konsentrasi BOD di perairan yang sesuai untuk biota adalah dibawah 20 mg/L. Konsentrasi rata-rata BOD perairan Pesisir Brondong, kabupaten Lamongan berkisar antara 3,06 – 4,48 mg/L. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa konsentrasi BOD pada perairan tersebut dalam kategori baik. Semakin banyak kandungan bahan organik yang didekomposisi maka semakin banyak pula oksigen yang dibutuhkan. Oleh karena itu, pengukuran BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran pada suatu perairan (Muchtar, 2000). Tinggi rendahnya BOD ditentukan oleh suhu, densitas plankton, keberadaan mikroba serta jenis dan keberadaan bahan organik yang terdapat dalam perairan.

4.1.8 Amonia (NH₃)

Konsentrasi amonia di perairan dihasilkan dari pembusukan bahan organik oleh bakteri. Sumber amonia di perairan adalah pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di tanah dan air yang berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati) oleh mikroba dan jamur. Proses ini dikenal dengan istilah amonifikasi (Effendi, 2003). Hasil rata-rata amonia selama penelitian disajikan pada Gambar 17 berikut.



Gambar 17. Nilai rata-rata amonia (NH₃) perairan Pesisir Brondong, Lamongan pada saat pasang dan surut

Hasil pengukuran amonia rata-rata saat pasang dan surut di perairan Pesisir Brondong, kabupaten Lamongan sebanyak 3 kali pengulangan didapatkan nilai amonia rata-rata saat pasang berkisar antara 0,16 – 0,21 mg/L, sementara itu amonia rata-rata saat surut berkisar antara 0,15 – 0,22 mg/L. Dari nilai rata-rata tersebut didapatkan hasil amonia rata-rata tertinggi berada pada stasiun 5 saat perairan surut sebesar 0,22 mg/L, sementara nilai amonia rata-rata terendah terdapat pada stasiun 1 pada saat perairan surut sebesar 0,15 mg/L. Pada stasiun 5 saat perairan surut didapatkan hasil rata-rata nilai amonia tertinggi hal ini dikarenakan pada stasiun 5 berada ada daerah dekat pemukiman masyarakat dan tempat reparasi kapal yang memungkinkan menyumbang bahan

pencemar, saat surut karena diduga buangan limbah dari kegiatan rumah tangga ataupun kegiatan reparasi kapal dilakukan pada saat sore hari. Menurut Effendi (2003), sumber amonia berasal dari reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri dan domestik.

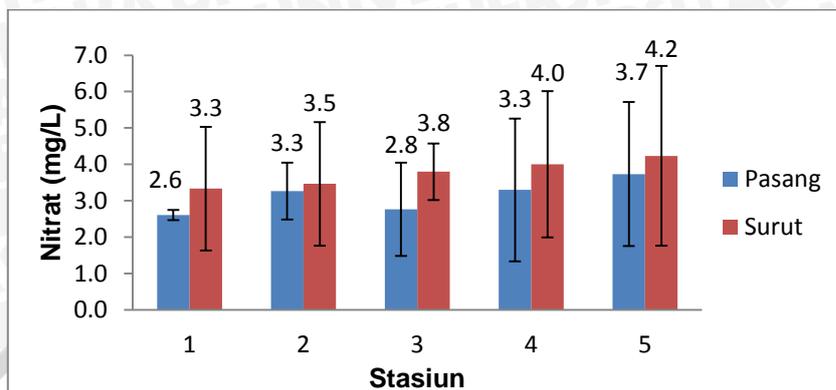
Pada stasiun 1 saat perairan surut didapatkan hasil nilai rata-rata amonia terendah hal ini dimungkinkan pada stasiun 1 yang berada di belakang pabrik pengolahan hasil perikanan yang menghalangi masukan limbah dari daratan, selain itu pada stasiun 1 terdapat *break water*, tembok pembatas di sekitar pabrik pengolahan ikan yang diduga menghalangi masuknya limbah dari daratan. Menurut Efendi (2003), amonia dapat bersifat toksik bagi organisme perairan, karena amonia dapat mempengaruhi parameter perairan lainnya. Persentase amonia bebas meningkat dengan meningkatnya pH dan suhu perairan, hal ini terlihat pada stasiun 1 nilai pH tertinggi yang mempengaruhi konsentrasi amonia tersebut. Toksisitas amonia terhadap organisme perairan meningkat dengan penurunan kadar oksigen terlarut, pH dan suhu.

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 lampiran III tentang kualitas air laut, kadar amonia yang aman untuk perairan laut bagi kehidupan biota adalah kurang dari 0,3 mg/L. Dapat disimpulkan bahwa perairan Pesisir Brondong, Lamongan memiliki kadar amonia yang aman berada pada kisaran 0,15 – 0,22 mg/L.

4.1.9 Nitrat (NO_3)

Kandungan nitrat (NO_3) yang ditemukan pada penelitian ini yang diukur dengan pengukuran spektrofotometri pada 5 stasiun saat perairan pasang dan surut, yang dilakukan pengukuran selama 3 kali pengulangan pengambilan sampel didapatkan hasil rata-rata pada kisaran 2,8 – 4,2 mg/L. Menurut Prowse dalam Basmi (2000) menyatakan bahwa pertumbuhan optimal fitoplankton terjadi

bila kandungan nitrat dalam air 3,9 – 15,5 ppm. Hasil rata-rata nitrat pada saat pasang dan surut disajikan pada Gambar 18 berikut.



Gambar 18. Nilai rata-rata nitrat (NO_3) perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat pasang dan surut

Hasil pengukuran nitrat (NO_3) rata-rata saat pasang dan surut di perairan Pesisir Brondong, kabupaten Lamongan sebanyak 3 kali pengulangan didapatkan nilai nitrat (NO_3) rata-rata saat pasang berkisar antara 2,6 – 3,7 mg/L, sedangkan nitrat (NO_3) rata-rata saat surut berkisar antara 3,3 – 4,2 mg/L. Dari hasil pengukuran nitrat (NO_3) tersebut terlihat jelas bahwa nilai nitrat (NO_3) perairan Pesisir Brondong saat pasang lebih rendah dari pada saat surut. Hal ini dimungkinkan pada saat surut jumlah limbah antropogenik dari daratan lebih besar dari pada massa air laut. Dari hasil pengukuran nitrat (NO_3) tersebut didapatkan nilai rata-rata tertinggi terdapat pada stasiun 5 pada saat perairan surut yaitu sebesar 4,2 mg/L, sedangkan nilai nitrat (NO_3) perairan rata-rata terendah terdapat pada stasiun 1 saat perairan pasang yaitu sebesar 2,6 mg/L.

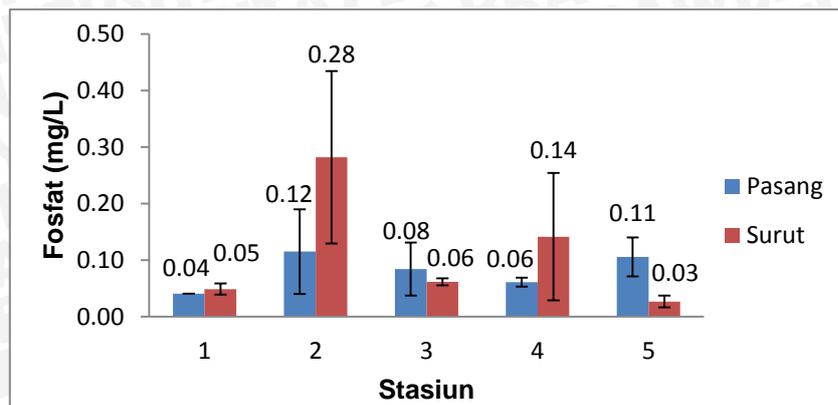
Pada stasiun 5 saat perairan surut diperoleh nilai rata-rata tertinggi hal ini karena stasiun 5 berada pada daerah pemukiman masyarakat dan area reparasi kapal dimana kegiatan tersebut menyumbangkan limbah domestik dan anorganik yang mempengaruhi tingginya nitrat. Hal ini dipertegas oleh Effendi (2003), kadar nitrat perairan berasal dari pencemaran antropogenik yang berasal dari aktivitas

manusia dan tinja hewan. Pada stasiun 1 saat pasang didapatkan hasil rata-rata nilai nitrat (NO_3) terendah hal ini dikarenakan pada stasiun 5 saat pasang rata-rata nilai oksigen terlarut rendah sehingga proses nitrifikasi diduga mengalami hambatan sehingga nilai nitrat rendah. Menurut Andriani (1999) dalam Effendi (2003), peningkatan nitrat dapat berasal dari dekomposisi bahan organik namun pada kondisi oksigen terlarut cukup. Jika oksigen terlarut rendah, maka proses nitrifikasi diduga mengalami hambatan.

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004, baku mutu untuk konsentrasi nitrat pada air laut tidak lebih dari 0,008 mg/L. Konsentrasi nitrat perairan Pesisir Brondong, Lamongan termasuk dalam konsentrasi tinggi yaitu berkisar antara 2,8 – 4,2 mg/L. Menurut Effendi (2003) kadar nitrat nitrogen yang tinggi diperairan akan mengakibatkan pengkayaan nutrien (eutrofikasi) yang akan memicu pertumbuhan alga yang pesat.

4.1.10 Fosfat (PO_4)

Fosfat merupakan nutrisi utama yang dibutuhkan oleh fitoplankton dalam pertumbuhan, selain itu fosfat juga dibutuhkan fitoplankton dalam pembentukan membran sel maupun protein. Fosfat di perairan berasal dari sumber alami diantaranya erosi tanah, buangan limbah pemukiman ataupun industri, pelapukan batuan dan buangan kotoran hewan dari daratan. Namun demikian setengah dari polusi yang disebabkan oleh fosfor berasal dari adanya detergen diperairan (Supriyadi, 2002). Hasil rata-rata fosfat selama penelitian yang disajikan pada Gambar 19 berikut.



Gambar 19. Nilai rata-rata fosfat (PO_4) perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat pasang dan surut

Hasil pengukuran fosfat (PO_4) rata-rata saat pasang dan surut di perairan Pesisir Brondong, kabupaten Lamongan sebanyak 3 kali pengulangan didapatkan nilai fosfat rata-rata saat pasang berkisar antara 0,04 – 0,12 mg/L, sementara itu fosfat rata-rata saat surut berkisar antara 0,03 – 0,28 mg/L. Dari hasil pengukuran fosfat tersebut terlihat bahwa nilai fosfat saat pasang dan surut berbeda beda tiap stasiun. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan kondisi masing-masing stasiun saat pengambilan sampel. Namun nilai rata-rata yang terlihat berbeda ditemukan (memencil) pada stasiun 2 saat surut dengan nilai sebesar 0,28 mg/L. Hal ini diduga karena stasiun 2 berada pada muara sungai yang dapat membawa buangan limbah dari kegiatan di daratan lebih tinggi dari pada massa air laut. Fosfat merupakan elemen penting yang dibutuhkan untuk menopang kehidupan di perairan. Fosfat berasal dari erosi tanah, buangan industri, buangan kotoran hewan serta pelapukan batuan. Sebagian besar pencemaran yang disebabkan oleh fosfor berasal dari adanya senyawa deterjen di perairan (Yudya, 1991 *dalam* Aunurrohim, 2008). Nilai rata-rata terendah yaitu pada stasiun 5 saat surut dengan nilai sebesar 0,03 mg/L, hal ini dimungkinkan karena pada stasiun partikel limbah dari kegiatan reparasi kapal dan rumah tangga telah mengendap pada sedimen karena pada saat surut terendah saat

pengambilan sampel masa air laut berkurang banyak sehingga konsentrasi fosfat di perairan berkurang. Menurut Fachrul, (2006), faktor yang mempengaruhi rendahnya konsentrasi fosfat salah satunya adalah pasang surut mempengaruhi transpor fosfor ke arah hilir. Dimana Faktor yang mempengaruhi berkurangnya fosfor ke perairan adalah adanya aliran keluar, partikel yang mengendap dan sedimen toksik.

Fosfat yang berasal dari air laut umumnya berasal dari hasil dekomposisi organisme yang sudah mati. Fosfat merupakan salah satu senyawa nutrisi yang sangat penting. Kadar fosfat yang terlalu tinggi melebihi batas normal akan mengakibatkan keadaan air terlewat subur (eutrofikasi) yang akan menimbulkan *blooming*. *Blooming* akan mengakibatkan kematian masal organisme perairan terutama ikan, karena perairan bersifat anaerob (Supriyadi, 2002). Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut, konsentrasi fosfat yang aman bagi perairan adalah tidak lebih dari 0,015 mg/L. Dapat disimpulkan bahwa konsentrasi Fosfat pada perairan Pesisir Brondong, Lamongan dengan nilai berkisar antara 0,03 - 0,28 mg/L melebihi baku mutu yang ditentukan.

4.2 Struktur Komunitas Fitoplankton

Komposisi spesies fitoplankton di perairan Pesisir Brondong, Lamongan selama penelitian dengan 3 kali pengulangan ditemukan spesies-spesies dari kelas Bacillariophyceae, Dinophyceae dan Cyanophyceae. Dari kelas Bacillariophyceae ditemukan 14 spesies yaitu *Bacteriastrium varians*, *Coscinodiscus radiatus*, *Dytilum brightwellii*, *Gyrosigma balticum*, *Melosira sulcata*, *Navicula elegans*, *Pleurosigma naviculaceum*, *Rhizosolenia acuminata*, *Skeletonema Costatum*, *Thalassionema nitzschioides* dan *Thalassiothrix frauenfeldii*. Dari kelas Dinophyceae terdiri ditemukan 8 yaitu *Ceratium fusus*,

Ceratium macroceros, *Ceratium pulchellum*, *Dinophysis acuminata*, *Gonyaulax polygramma*, *Gonyaulax triacantha*, *Noctiluca scintillans* dan *Peridinium claudicans*. Dari kelas Cyanophyceae hanya ditemukan 1 spesies yaitu *Oscillatoria limosa*.

4.2.1 Komposisi dan Struktur Komunitas Fitoplankton Saat Pasang

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan spesies fitoplankton pada saat pasang dan surut untuk mengetahui perbedaan kelimpahan dan komunitas dari fitoplankton tersebut secara temporal. Pada saat pasang diperoleh hasil kelimpahan (sel/liter) fitoplankton selama penelitian yang disajikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Kelimpahan fitoplankton (Sel/liter) Saat Pasang di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan

Spesies Fitoplankton	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	Jumlah
<i>Bacteriastrum varians</i>	0	0	0	245	0	245
<i>Chaetoceros compressus</i>	2330	0	1794	0	0	4123
<i>Chaetoceros lacinosus</i>	1060	0	0	897	2446	4403
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0	0	0	1549	0	1549
<i>Dytilum brightwellii</i>	0	0	0	0	163	163
<i>Gyrosigma balticum</i>	326	0	1712	734	0	2772
<i>Melosira sulcata</i>	0	3017	3180	2120	3098	11414
<i>Navicula elegans</i>	69055	26904	14349	19648	21361	151317
<i>Nitzschia closterium</i>	5625	2201	3506	2609	2609	16550
<i>Pleurosigma naviculaceum</i>	0	734	0	408	734	1875
<i>Rhizosolenia acuminata</i>	15490	0	2120	1957	163	19730
<i>Skeletonema Costatum</i>	243118	258527	325870	233090	259995	1320601
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	326	0	0	0	0	326
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	2120	326	245	0	1794	4484
<i>Ceratium fusus</i>	245	0	0	0	163	408
<i>Ceratium macroceros</i>	0	0	326	0	163	489
<i>Ceratium pulchellum</i>	489	0	0	82	0	571
<i>Dinophysis acuminata</i>	0	0	408	0	0	408
<i>Gonyaulax polygramma</i>	326	0	0	0	0	326
<i>Gonyaulax triacantha</i>	0	0	0	489	245	734
<i>Noctiluca scintillans</i>	0	0	1304	408	245	1957

Tabel 7. Lanjutan

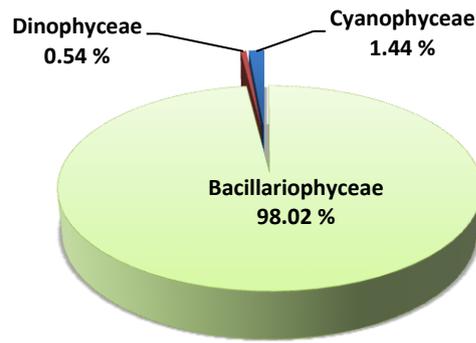
Spesies Fitoplankton	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	Jumlah
<i>Peridinium claudicans</i>	408	815	408	1223	734	3587
<i>Oscillatoria limosa</i>	5625	7338	1712	4566	3343	22583

Dari tabel di atas, kelimpahan fitoplankton saat pasang berkisar antara 82 sel/liter – 325.870 sel/liter . Dari kisaran tersebut spesies *Skeletonema costatum* ditemukan di semua stasiun memiliki kelimpahan total tertinggi dari semua stasiun yang diteliti yaitu mencapai 1.320.601 sel/liter . Sementara itu, spesies *Dytilum brightwellii* memiliki nilai kelimpahan terendah dari jumlah total semua stasiun yang diteliti yaitu sebesar 163 sel/liter . Ledakan *Skeletonema costatum* disebabkan oleh sifatnya yang *euryhaline* (mampu bertahan pada kisaran salinitas 5‰ -30‰) dan *eurythermal* (mampu tumbuh pada kisaran suhu 3° - 30° C), sehingga lebih toleran terhadap perubahan kondisi lingkungan (Isnansetyo, 1995 dalam Aunurohim *et al.*, 2008).

Kelimpahan spesies tertinggi dari kelas Bacillariophyceae adalah spesies *Skeletonema costatum* yang ditemukan pada stasiun 3 dengan nilai kelimpahan sebesar 325.870 sel/liter . Hal ini dikarenakan pada stasiun 3 berada dekat pemukiman masyarakat yang menyumbang nutrisi lebih tinggi, dengan nilai nitrat mencapai 2,8 mg/L. Menurut Effendi (2003), Nitrat (NO₃) merupakan sumber utama nitrogen bagi fitoplankton. yang selanjutnya dikonversi menjadi protein. Dari kelas Dinophyceae memiliki nilai kelimpahan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kelimpahan Bacillariophyceae (Diatom) yang ditemukan pada saat pasang. Kelimpahan spesies tertinggi dari kelas Dinophyceae adalah *Peridinium claudicans* yang ditemukan pada stasiun 4 dengan nilai kelimpahan sebesar 1223 sel/liter . Hal ini dikarenakan pada stasiun 4 berada pada daerah TPI Brondong, dimana dari kegiatan TPI tersebut menghasilkan residu limbah yang cukup memungkinkan tumbuhnya fitoplankton toksik dari kelompok

Dinophyceae (Dinoflagellata). Menurut Effendi (2003), menyatakan bahwa dalam populasi fitoplankton, *blooming* dari diatom dapat mengurangi satu atau lebih nutrisi inorganik suatu perairan, hingga ke tingkat yang disukai oleh kelompok Dinoflagellata untuk tumbuh, serta member peluang bagi produksi nutrisi organik yang penting bagi pertumbuhan Dinoflagellata. Artinya kelimpahan Diatom mampu mereduksi nutrisi inorganik menjadi ion organik yang sangat penting bagi pertumbuhan Dinoflagellata. Dari kelas Cyanophyceae hanya ditemukan satu spesies yaitu *Oscillatoria limosa* dengan kelimpahan total dari semua stasiun pengamatan sebesar 22.583 sel/liter . Cyanophyceae bersifat kosmopolit, tidak hanya ditemukan di habitat akuatik melainkan juga ditemukan di habitat terestrial. Salah satu jenisnya *Cyanobacteria* juga diketahui mampu tumbuh di padang gurun, padang salju, dan sumber air panas. Beberapa *Cyanobacteria* juga diketahui dapat memproduksi toksin (racun). Spesies-spesies yang bersifat planktonik umumnya merupakan spesies-spesies yang mengakibatkan terjadinya ledakan populasi (*blooming*) (Whitton, A. dan M. Potts, 2000). Sehingga pada penelitian ini kelimpahan dan spesies yang diketemukan dari kelas Cyanophyceae sedikit, karena sebaran fitoplankton kelas ini banyak pada perairan air tawar.

Berikut total persentase kelimpahan fitoplankton saat pasang dari masing-masing kelas yang diketemukan pada penelitian yang disajikan pada Gambar 20 berikut.



Gambar 20. Persentase kelimpahan fitoplankton dari masing-masing kelas saat pasang

Persentase kelimpahan fitoplankton dari masing-masing kelas yang ditemukan pada saat pasang selama penelitian di perairan Pesisir Brondong, Lamongan terdiri dari kelas Bacillariophyceae sebesar 98,02 %, Cyanophyceae sebesar 1,44 % dan Dinoflagellata sebesar 0,54 %. Kelimpahan fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae (Diatom) lebih tinggi diduga karena fitoplankton yang termasuk dalam kelas ini mempunyai adaptasi yang lebih tinggi dan ketahanan hidup pada berbagai kondisi perairan termasuk kondisi ekstrim. Menurut (Odum, 1998 dalam Ariana *et al.*, 2013), banyaknya kelas Bacillariophyceae (Diatom) di perairan disebabkan oleh kemampuan adaptasi yang tinggi dari spesies-spesies kelas tersebut dengan lingkungan yang bersifat kosmopolit, tahan terhadap kondisi ekstrim serta mempunyai daya reproduksi yang tinggi.

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi fitoplankton saat pasang selama penelitian di perairan Pesisir Brondong, Lamongan, disajikan dalam Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (D) Fitoplankton di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan Saat Pasang

Indeks Analisis Fitoplankton	Stasiun Pengamatan				
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
Keanekaragaman (H')	0.97*	0.56	0.46**	0.63	0.57
Keseragaman (E)	0.36*	0.27	0.17**	0.24	0.21
Dominansi (D)	0.53**	0.76	0.83*	0.76	0.78

Keterangan : *) nilai tertinggi

***) nilai terendah

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai indeks keanekaragaman (H') saat pasang dari kelima stasiun penelitian berkisar antara 0,46 – 0,97. Nilai tertinggi diperoleh pada stasiun 1 sebesar 0,97 dan nilai terendah pada stasiun 3 sebesar 0,46. Pada stasiun 1 didapatkan nilai keanekaragaman fitoplankton tertinggi hal ini diduga karena arus bergerak menuju ke barat pada stasiun 1 sehingga fitoplankton dari berbagai jenis berada di stasiun 1. Pada perairan ini keanekaragaman fitoplankton relatif kecil dan menunjukkan komunitas rendah (Basmi, 2000).

Nilai indeks keseragaman (E) fitoplankton saat pasang pada masing-masing stasiun selama penelitian berkisar antara 0,17 - 0,36, nilai keseragaman tertinggi ditemukan pada stasiun 1 sebesar 0,36 dan nilai keseragaman terendah ditemukan pada stasiun 3 sebesar 0,17. Nilai keseragaman yang diperoleh tersebut berada pada kisaran 0 – 0,5 menunjukkan bahwa pemerataan organisme rendah, artinya kekayaan individu sangat jauh berbeda nilainya, hal ini dimungkinkan ada jenis yang mendominasi di perairan tersebut (Fachrul, 2007).

Nilai indeks dominansi yang diperoleh saat pasang pada masing-masing stasiun selama penelitian berkisar antara 0,53 – 0,83, nilai indeks dominansi tertinggi ditemukan pada stasiun 1 sebesar 0,83 dan nilai indeks dominansi

terendah ditemukan pada stasiun 3 sebesar 0,53. Nilai indeks dominansi $>0,5$ berarti ada jenis tertentu yang mendominasi (Fachrul, 2007). Jenis fitoplankton yang memiliki kelimpahan yang lebih tinggi dari jenis lainnya adalah *Skeletonema Costatum* dari kelompok Bacillariophyceae dengan persentase kelimpahan yang paling tinggi hingga 84% dari total keseluruhan spesies yang ditemukan.

4.2.3 Komposisi dan Struktur Komunitas Fitoplankton Saat Surut

Pada saat surut diperoleh hasil kelimpahan (sel/liter) fitoplankton selama penelitian yang disajikan pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Kelimpahan Rata-rata Fitoplankton (Sel/liter) Saat Surut di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan

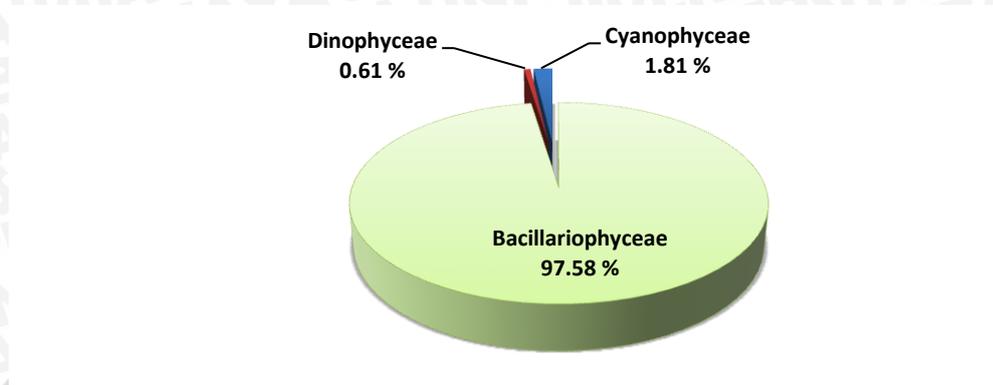
Spesies Fitoplankton	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	Jumlah
<i>Bacteriastrium varians</i>	0	0	1141	0	82	1223
<i>Chaetoceros compressus</i>	0	2283	0	1794	1060	5136
<i>Chaetoceros lacinosus</i>	1452	408	0	0	4403	6262
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0	163	0	0	0	163
<i>Dytilum brightwellii</i>	0	0	82	163	245	489
<i>Gyrosigma balticum</i>	163	0	734	326	0	1223
<i>Melosira sulcata</i>	0	326	1468	652	652	3098
<i>Navicula elegans</i>	34731	1712	4892	9457	6604	57396
<i>Nitzschia closterium</i>	3017	2935	2201	1631	4239	14023
<i>Pleurosigma naviculaceum</i>	0	0	0	0	489	489
<i>Rhizosolenia acuminata</i>	13697	1549	978	0	1386	17610
<i>Skeletonema Costatum</i>	148138	164688	201050	126859	164280	805014
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0	0	163	245	0	408
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	2201	0	0	0	897	3098
<i>Ceratium fusus</i>	1468	0	0	0	0	1468
<i>Ceratium macroceros</i>	0	0	0	163	163	326
<i>Ceratium pulchellum</i>	0	82	0	0	0	82
<i>Dinophysis acuminata</i>	0	0	0	163	0	163
<i>Gonyaulax polygramma</i>	0	0	0	245	0	245
<i>Gonyaulax triacantha</i>	1304	245	163	82	163	1957
<i>Noctiluca scintillans</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Peridinium claudicans</i>	0	245	326	245	652	1468
<i>Oscillatoria limosa</i>	1794	4810	1794	3343	5218	16958

Dari tabel di atas, kelimpahan fitoplankton saat surut berkisar antara 82 sel/liter – 201.050 sel/liter . Dari kisaran tersebut spesies *Skeletonema costatum* ditemukan di semua stasiun memiliki kelimpahan total tertinggi dari semua stasiun yang diteliti yaitu mencapai 805.014 sel/liter , jumlah tersebut lebih rendah daripada saat pasang, yang mencapai kelimpahan total sebesar 1.320.601 sel/liter . Sementara itu, spesies *Ceratium pulchellum* memiliki nilai kelimpahan terendah dari jumlah total semua stasiun yang diteliti yaitu sebesar 82 sel/liter .

Kelimpahan spesies tertinggi dari kelas Bacillariophyceae adalah spesies *Skeletonema costatum* yang ditemukan pada stasiun 3 dengan nilai kelimpahan sebesar 201.050 sel/liter , seperti pada saat surut, namun hanya berbeda total kelimpahan, pada saat pasang lebih tinggi daripada saat surut. Kelimpahan spesies tertinggi dari kelas Dinophyceae adalah *Ceratium fusus* yang ditemukan pada stasiun 1 dengan nilai kelimpahan sebesar 1468 sel/liter . Hal ini dikarenakan pada stasiun 1 berada pada daerah industry pengolahan hasil perikanan dan daerah pertambakan, dimana dari kegiatan tersebut menghasilkan residu limbah yang cukup memungkinkan tumbuhnya fitoplankton Toksik dari kelompok Dinophyceae (Dinoflagellata). Menurut Sidabutar (2006), menyatakan bahwa limpasan air dari daratan yang mengangkut zat hara dan buangan limbah organik dari aktivitas rumah tangga atau industri merupakan pemicu blooming dari fitoplankton dan memicu pertumbuhan fitoplankton tertentu yang bersifat toksik, terutama dari kelas Dinoflagellata. Dari kelas Cyanophyceae hanya ditemukan satu spesies yaitu *Oscillatoria limosa* dengan kelimpahan total dari semua stasiun pengamatan sebesar 16.958 Individu/m³, kelimpahan total ini lebih kecil daripada saat pasang.

repository.ub.ac.id

Berikut total persentase kelimpahan fitoplankton saat surut dari masing-masing kelas yang ditemukan pada penelitian yang disajikan pada Gambar 21 berikut.



Gambar 21. Persentase kelimpahan fitoplankton dari masing-masing kelas saat surut

Persentase kelimpahan fitoplankton dari masing-masing kelas yang ditemukan pada saat surut selama penelitian terdiri dari kelas Bacillariophyceae sebesar 97,58 %, Cyanophyceae sebesar 1,81 % dan Dinoflagellata sebesar 0,61 %. Kelimpahan fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae (Diatom) lebih tinggi diduga karena fitoplankton yang termasuk dalam kelas ini mempunyai adaptasi yang lebih tinggi dan ketahanan hidup pada berbagai kondisi perairan termasuk kondisi ekstrim. Menurut Praseno dan Sugestiningasih (2000), pada saat terjadi peningkatan konsentrasi zat hara, Diatom mampu melakukan reproduksi tiga kali dalam 24 jam, sedangkan Dinoflagellata hanya mampu melakukannya satu kali dalam 24 jam pada kondisi zat hara yang sama. Sehingga hal inilah yang menyebabkan kelimpahan Diatom lebih tinggi daripada Dinoflagellata.

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi fitoplankton saat surut selama penelitian di perairan Pesisir Brondong, Lamongan, disajikan dalam Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (D) Fitoplankton selama penelitian di perairan Pesisir Brondong, Lamongan Saat Surut

Indeks Analisis Fitoplankton	Stasiun Pengamatan				
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
Keanekaragaman (H')	0.98*	0.44	0.37**	0.59	0.68
Keseragaman (E)	0.44*	0.18	0.14**	0.22	0.25
Dominansi (D)	0.54**	0.84	0.88*	0.77	0.75

Keterangan : *) nilai tertinggi
 **) nilai terendah

Nilai indeks keanekaragaman (H') saat surut pada masing-masing stasiun pengamatan berkisar antara 0,37 – 0,98, nilai tertinggi diperoleh pada stasiun 1 sebesar 0,98 dan nilai terendah pada stasiun 3 sebesar 0,37. Pada perairan ini keanekaragaman fitoplankton berada pada kisaran $< 2,30$, artinya relatif kecil dan menunjukkan komunitas yang tidak stabil atau dikatakan rendah (Basmi, 2000). Nilai indeks keseragaman (E) fitoplankton selama pengamatan pada masing-masing stasiun saat surut berkisar antara 0,14 - 0,44, nilai keseragaman tertinggi ditemukan pada stasiun 1 sebesar 0,44 dan nilai keseragaman terendah ditemukan pada stasiun 3 sebesar 0,14. Nilai keseragaman yang diperoleh tersebut berada pada kisaran 0 – 0,5 menunjukkan bahwa pemerataan organisme rendah, artinya kekayaan individu sangat jauh berbeda nilainya, hal ini dimungkinkan ada jenis yang mendominasi di perairan tersebut (Fachrul, 2007).

Nilai indeks dominansi yang diperoleh selama pengamatan saat surut pada masing-masing stasiun berkisar antara 0,54 – 0,88, nilai indeks dominansi tertinggi ditemukan pada stasiun 2 sebesar 0,88 dan nilai indeks dominansi terendah ditemukan pada stasiun 3 sebesar 0,54. Nilai indeks dominansi $> 0,5$ artinya terdapat jenis tertentu yang mendominasi (Fachrul, 2007). Jenis

fitoplankton yang memiliki kelimpahan yang lebih tinggi dari jenis lainnya adalah *Skeletonema Costatum* dari kelompok Bacillariophyceae mendominasi dengan persentase kelimpahan saat surut yang paling tinggi hingga 86% dari total keseluruhan spesies yang ditemukan.

4.3 Komposisi Fitoplankton *Harmful Algal Bloom* (HAB)

Komposisi spesies fitoplankton toksik penyebab *Harmful Algal Bloom* (HAB) di perairan Pesisir Brondong, Lamongan selama penelitian dengan 3 kali pengulangan ditemukan spesies-spesies dari kelas Dinophyceae dan Bacillariophyceae. Dari kelas Dinophyceae ditemukan sebanyak 8 spesies yaitu *Ceratium fusus*, *Ceratium macroceros*, *Ceratium pulchellum*, *Dinophysis acuminata*, *Gonyaulax polygramma*, *Gonyaulax triacantha*, *Noctiluca scintillans* dan *Peridinium claudicans*. Dari kelas Bacillariophyceae ditemukan 3 spesies yaitu *Chaetoceros compressus*, *Chaetoceros laciniosus* dan *Nitzschia closterium*. Spesies-spesies tersebut telah ditemukan di perairan Indonesia dan dikategorikan ke dalam fitoplankton penyebab HAB yang menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia maupun ekosistem perairan (GEOHAB, 2001). Potensi dampak yang ditimbulkan dari spesies HAB yang ditemukan di lokasi penelitian menurut (GEOHAB, 2001) disajikan pada Tabel 11 berikut:

Tabel 11. Potensi dampak yang ditimbulkan dari spesies HAB

Nama Spesies	Potensi dampak HAB
<i>Ceratium spp.</i>	<i>Hypoxia</i> , <i>anoxia</i>
<i>Dinophysis spp.</i>	<i>Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP)</i>
<i>Gonyaulax polygramma</i>	<i>Red tide</i> , menyebabkan efek osmoregulatorik biota
<i>Gonyaulax triacantha</i>	Efek hemolitik, hepatotoksik, osmoregulatorik
<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Red tide</i> , menghasilkan busa, lender dan zat allelopatik, <i>hypoxia</i> dan <i>anoxia</i>
<i>Peridinium claudicans</i>	<i>Red tide</i> , toksik pada biota, reduksi kualitas air

Tabel 11. Lanjutan

Nama Spesies	Potensi dampak HAB
<i>Chaetoceros spp.</i>	Dampak mekanik pada insang ikan (pada pernapasan)
<i>Nitzschia sp.</i>	<i>Amnesic Shellfish Poisoning (ASP)</i>

Kelas Dinophyceae lebih banyak ditemukan daripada kelas Bacillariophyceae. Hal ini dikarenakan kelas Dinophyceae dapat membentuk sista (*cysta*) sebagai tahap istirahat. Sista ini mengendap di dasar laut dan istirahat sampai kondisi lingkungan mendukung kembali untuk tumbuh. Anggota spesies dari kelompok Dinophyceae diketahui paling banyak mempunyai spesies-spesies yang bersifat toksik. Beberapa fenomena kejadian HAB di Indonesia yang merugikan diantaranya pada Juni 2005 di Pantai Ancol, Marina *blooming* dari *Noctiluca scintillans* menyebabkan kematian masal ikan dan biota lainnya. Sementara itu fenomena *blooming* hebat dari spesies *Pyrodinium bahamense* dari kelompok Dinophyceae yang menyebabkan 240 orang keracunan dan 4 orang meninggal akibat mengkonsumsi ikan dan kerang yang terjadi di Selat Lewtobi, Flores Timur (Praseno dan Sugestingsih, 2000). Data kelimpahan spesies fitoplankton HAB secara lengkap pada saat pasang dan surut bisa dilihat pada Lampiran 4 dan 5.

Blooming dari spesies fitoplankton diindikasikan dengan pertumbuhan yang pesat dan berlangsung dalam kurun waktu 1-2 minggu. Belum ada kesepakatan mengenai batasan kepadatan sel fitoplankton yang dianggap *blooming* yang bersifat membahayakan atau meracuni. Beberapa jenis fitoplankton dalam kepadatan rendah sudah membahayakan tanpa mengakibatkan perubahan warna perairan. Kelimpahan beberapa spesies yang bersifat toksik yang dikategorikan berbahaya yaitu *Alexandrium sp.* yang memiliki

racun PSP yang sudah terdeteksi pada kelimpahan pada 10^3 sel/liter pada kerang-kerangan, *Gyrodinium sp.* yang dapat membunuh ikan dan organism perairan lainnya pada konsentrasi kelimpahan lebih dari 10^7 sel/liter . Kelimpahan fitoplankton yang telah mencapai 10^9 sel/liter sudah dikatakan menunjukkan fenomena *red tide*, bahkan bila kepadatan mencapai lebih dari 10^9 sel/liter sudah termasuk fenomena *red tide extreme* (Asriyana dan Yuliana, 2012). Fenomena *blooming* dari fitoplankton toksik sangat berbahaya, ada sekitar 4000 spesies fitoplankton bersifat toksik dan baru sekitar 200 spesies yang telah teridentifikasi atau sekitar 6% dari jumlah seluruhnya yang ada. Di Indonesia sedikitnya terdapat sekitar 30 jenis fitoplankton yang berpotensi menimbulkan HAB (GEOHAB, 2011).

4.3.1 Komposisi Fitoplankton *Harmful Algal Bloom* (HAB) Pada saat Pasang

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan spesies fitoplankton HAB pada saat pasang dan surut untuk mengetahui perbedaan kelimpahan dan struktur komunitas dari fitoplankton HAB tersebut secara temporal. Pada saat pasang diperoleh hasil kelimpahan (sel/liter) fitoplankton HAB yang disajikan pada Tabel 12 berikut.

Tabel 12. Kelimpahan (Sel/liter) fitoplankton HAB pada saat pasang

Spesies Fitoplankton	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	Jumlah	Persentase
<i>Chaetoceros compressus</i>	2330	0	1794	0	0	4123	12.3
<i>Chaetoceros lacinosus</i>	1060	0	0	897	2446	4403	13.1
<i>Nitzschia closterium</i>	5625	2201	3506	2609	2609	16550	49.3
<i>Ceratium fusus</i>	245	0	0	0	163	408	1.2
<i>Ceratium macroceros</i>	0	0	326	0	163	489	1.5
<i>Ceratium pulchellum</i>	489	0	0	82	0	571	1.7
<i>Dinophysis acuminata</i>	0	0	408	0	0	408	1.2
<i>Gonyaulax polygramma</i>	326	0	0	0	0	326	1.0
<i>Gonyaulax triacantha</i>	0	0	0	489	245	734	2.2

Tabel 12. Lanjutan

Spesies Fitoplankton	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	Jumlah	Persentase
<i>Noctiluca scintillans</i>	0	0	1304	408	245	1957	5.8
<i>Peridinium claudicans</i>	408	815	408	1223	734	3587	10.7

Dari tabel kelimpahan fitoplankton HAB saat pasang di atas berkisar antara 326 sel/liter – 5625 sel/liter . Dari kisaran tersebut spesies *Nitzschia closterium* ditemukan di semua stasiun dan memiliki kelimpahan total tertinggi dari semua stasiun yang diteliti yaitu mencapai 16.550 sel/liter . Sementara itu, spesies *Gonyaulax polygramma* memiliki nilai kelimpahan terendah dari jumlah total semua stasiun yang diteliti yaitu sebesar 326 sel/liter . Ledakan *Nitzschia closterium* di perairan Pesisir Brondong, Lamongan secara ekologi sangat merugikan, karena spesies ini menyebabkan penyakit *Amnesic Shellfish Poisoning* (ASP) yang mengeluarkan toksin asam domoic. Toksin yang diproduksi dapat memasuki rantai makanan hingga ke tubuh manusia melalui perantara kerang. Kerang merupakan organisme bentik suspension feeder yang menyaring plankton yang melimpah di kolom air (Nybakken, 1988 dalam Aunurohim *et al.*, 2008). Dominasi *Nitzschia closterium* dapat menambah konsentrasi amonia pada perairan, sehingga terakumulasi pada sel-sel ikan. Spesies *Nitzschia closterium* merupakan spesies dari kelas Bacillariophyceae yang memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan parameter lingkungan sehingga spesies ini keberadaannya melimpah di setiap stasiun.

Nilai indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E) dan indeks dominansi (D) fitoplankton HAB saat pasang di perairan Pesisir Brondong, Lamongan selama penelitian pada masing-masing stasiun bisa dilihat pada Tabel 13 berikut.

Tabel 13. Nilai indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E) dan indeks dominansi (D) fitoplankton HAB saat pasang di perairan Pesisir Brondong

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
Keanekaragaman (H')	1.36	0.58**	1.44*	1.44*	1.28
Keseragaman (E)	0.70	0.84	0.80	0.89*	0.66**
Dominasi (D)	0.35	0.61*	0.29**	0.29**	0.31

Keterangan : *) nilai tertinggi
 **) nilai terendah

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai indeks keanekaragaman (H') dari kelima stasiun penelitian berkisar antara 0,58 – 1,44. Nilai tertinggi diperoleh pada stasiun 3 dan 4 dengan nilai yang sama sebesar 1,44 dan nilai terendah pada stasiun 2 sebesar 0,58. Dari nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh menunjukkan bahwa perairan Pesisir Brondong, Lamongan memiliki nilai keanekaragaman jenis yang relatif rendah dan komunitas yang kurang stabil (Basmi, 2000). Nilai indeks keseragaman yang diperoleh selama penelitian menunjukkan keseragaman antar spesies yang relatif sama dengan kisaran 0,66 – 0,89, artinya bahwa pemerataan antar genera relatif seragam atau jumlah individu masing-masing genera relatif sama (Fachrul, 2007). Nilai indeks keseragaman tertinggi diperoleh pada stasiun 4 sebesar 0,89 dan nilai terendah pada stasiun 5 sebesar 0,66.

Hasil perhitungan nilai indeks dominansi yang diperoleh dari 5 stasiun penelitian berkisar antara 0,29 - 0,61. Dari nilai indeks dominansi yang diperoleh menunjukkan bahwa rata-rata dari setiap stasiun tidak ada spesies yang mendominasi, hanya pada stasiun 2 nilai dominansi menunjukkan ada spesies yang mendominasi, yaitu spesies *Nitzschia closterium* yang merupakan salah satu spesies dari kelas Bacillariophyceae. Stasiun 2 berada di daerah muara sungai (estuari), sehingga kemungkinan terdapat masukan nutrient dari daratan

yang terbawa aliran sungai dan mempengaruhi dominasi keberadaan spesies dari kelas Bacillariophyceae. Hal ini sesuai dengan pernyataan Day *et al.*, (1989), dalam Wulandari (2009), bahwa pada umumnya kelas yang dominan pada perairan estuari yaitu kelas Bacillariophyceae. Nilai indeks dominansi tertinggi pada penelitian ini terdapat pada stasiun 2 sebesar 0,61, dan nilai terendah sebesar 0,29 pada stasiun 3 dan 4. Nilai indeks dominansi $<0,5$ berarti tidak ada jenis yang mendominasi sedangkan indeks dominansi $>0,5$ berarti ada jenis tertentu yang mendominasi (Fachrul, 2007).

4.3.2 Komposisi dan Struktur Komunitas Fitoplankton *Harmful Algal Bloom* (HAB) Pada Saat Surut

Pada saat surut diperoleh hasil kelimpahan (sel/liter) fitoplankton HAB selama penelitian yang disajikan pada Tabel 14 berikut.

Tabel 14. Kelimpahan (Sel/liter) Fitoplankton HAB Pada Saat Surut

Spesies Fitoplankton	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	Jumlah	Persentase
<i>Chaetoceros compressus</i>	0	2283	0	1794	1060	5136	16.5
<i>Chaetoceros laciniosus</i>	1452	408	0	0	4403	6262	20.1
<i>Nitzschia closterium</i>	3017	2935	2201	1631	4239	14023	45.0
<i>Ceratium fusus</i>	1468	0	0	0	0	1468	4.7
<i>Ceratium macroceros</i>	0	0	0	163	163	326	1.0
<i>Ceratium pulchellum</i>	0	82	0	0	0	82	0.3
<i>Dinophysis acuminata</i>	0	0	0	163	0	163	0.5
<i>Gonyaulax polygramma</i>	0	0	0	245	0	245	0.8
<i>Gonyaulax triacantha</i>	1304	245	163	82	163	1957	6.3
<i>Noctiluca scintillans</i>	0	0	0	0	0	0	0.0
<i>Peridinium claudicans</i>	0	245	326	245	652	1468	4.7

Dari tabel kelimpahan fitoplankton HAB saat surut di atas berkisar antara 82 sel/liter – 4403 sel/liter . Dari kisaran tersebut spesies *Nitzschia closterium* ditemukan di semua stasiun dan memiliki kelimpahan total tertinggi dari semua stasiun yang diteliti yaitu mencapai 14.023 sel/liter . Spesies *Ceratium pulchellum* memiliki nilai kelimpahan terendah dari jumlah total semua stasiun yang diteliti

yaitu sebesar 82 sel/liter . Kelimpahan *Nitzschia closterium* di perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat surut lebih rendah dari pada saat pasang. Hal ini diduga karena faktor nutrien pada saat pasang lebih tinggi dari pada saat surut. Menurut Riegman *et al.* (1996) dalam Retnoningtyas (2006), Kondisi perairan pasang juga turut menjadi faktor pendukung kelimpahan fitoplankton karena pada saat itu umumnya nutrien akan ikut naik ke permukaan sehingga menyuplai cukup banyak makanan yang diperlukan oleh fitoplankton.

Nilai indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E) dan indeks dominansi (D) fitoplankton HAB saat surut di perairan Pesisir Brondong, Lamongan selama penelitian pada masing-masing stasiun bisa dilihat pada Tabel 15 berikut.

Tabel 15. Nilai indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E) dan indeks dominansi (D) fitoplankton HAB saat surut di perairan Pesisir Brondong

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
Keanekaragaman (H')	1.32	1.21	0.59**	1.38*	1.26
Keseragaman (E)	0.95*	0.75	0.54**	0.77	0.70
Dominasi (D)	0.29	0.37	0.69*	0.28**	0.34

Keterangan : *) nilai tertinggi
**) nilai terendah

Dari tabel di atas nilai dapat dilihat bahwa nilai indeks keanekaragaman (H') dari 5 stasiun berkisar antara 0,59 – 1,38. Nilai tertinggi diperoleh pada stasiun 4 dengan nilai yang sama sebesar 1,38 dan nilai terendah pada stasiun 3 sebesar 0,58. Dari nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh menunjukkan bahwa perairan pesisir Brondong, Lamongan memiliki nilai keanekaragaman jenis yang relatif rendah dan komunitas yang kurang stabil (Basmi, 2000). Nilai indeks keseragaman fitoplankton HAB saat surut berkisar antara 0,54 – 0,95. Indeks keseragaman tertinggi ditemukan pada stasiun 1 sebesar 0,95 dan nilai

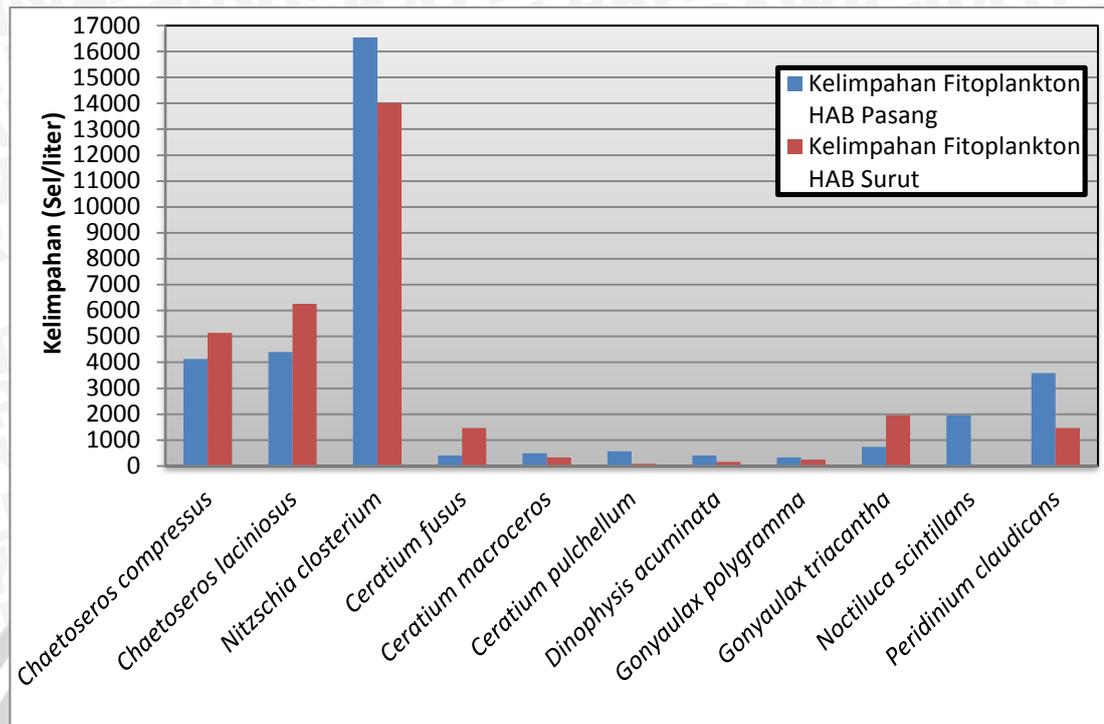
terendah ditemukan pada stasiun 3 sebesar 0,54. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pemerataan antar spesies seragam atau jumlah individu masing-masing spesies relatif sama (Fachrul, 2007).

Dari nilai indeks dominasi yang diperoleh menunjukkan bahwa secara umum pada setiap stasiun tidak ada spesies yang mendominasi, kecuali pada stasiun 3 yang didominasi spesies *Nitzschia closterium* dengan kelimpahan sebesar 2.201 sel/liter. Stasiun 3 terletak pada daerah pemukiman masyarakat. Sumbangan nutrisi dari daratan pada stasiun 3 yang cukup tinggi diduga akan mempengaruhi dominasi dari keberadaan spesies dari *Nitzschia closterium*. Menurut Asriyana dan Yuliana (2012), akibat dari aktivitas di daratan menyebabkan kandungan zat hara (terutama nitrat dan fosfat) dalam air laut meningkat dan melebihi kondisi normal. Beban nutrisi dari daratan yang melebihi batas optimal sangat berbahaya bagi pertumbuhan fitoplankton jenis tertentu penyebab HAB (ledakan populasi fitoplankton toksik). Hal ini terlihat pada stasiun 3 yang memiliki kandungan unsur hara melebihi batas optimal yaitu nitrat sebesar 3,8 mg/L. Nilai indeks dominansi tertinggi pada penelitian ini terdapat pada stasiun 3 sebesar 0,69, dan nilai terendah sebesar 0,29 pada stasiun 1. Nilai Indeks dominansi antara 0 – 1. Indeks dominansi kurang dari 0,5 berarti tidak ada jenis yang mendominasi sedangkan apabila indeks dominansi lebih dari 0,5 berarti ada jenis tertentu yang mendominasi (Fachrul, 2007).

4.3.3 Perbandingan Kelimpahan Fitoplankton *Harmful Algal Bloom* (HAB)

Pada Saat Pasang dan Surut

Berikut disajikan jumlah keseluruhan kelimpahan fitoplankton HAB pada saat pasang dan surut dari masing-masing stasiun penelitian selama 3 kali pengulangan pada Gambar 22 berikut.

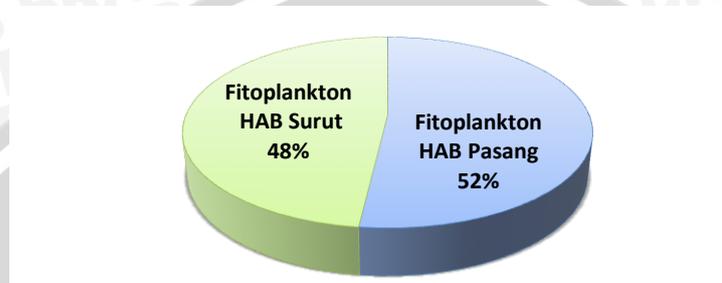


Gambar 22. Kelimpahan Fitoplankton HAB Saat Pasang dan Surut

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa kelimpahan fitoplankton HAB yang ditemukan selama penelitian pada saat pasang berkisar antara 326 – 16550 sel/liter dan pada saat surut berkisar antara 245 – 14.023 sel/liter . Dari kelas Bacillariophyceae diketemukan spesies *Chaetoceros compressus*, *Chaetoceros lacinosus* dan *Nitzschia closterium* yang memiliki kelimpahan lebih tinggi dari pada spesies HAB lainnya. Kelimpahan *Chaetoceros compressus* dan *Chaetoceros lacinosus* lebih tinggi saat surut yaitu sebesar 5.136 sel/liter dan 6.262 sel/liter . Hal ini diduga karena pada saat surut konsentrasi nitrogen (nitrat dan fosfat) perairan tinggi, sehingga spesies fitoplankton HAB yang lebih toleran terhadap konsentrasi nitrogen (nitrat dan fosfat) yang tinggi akan melimpah. Spesies *Nitzschia closterium* memiliki nilai kelimpahan tertinggi saat pasang sebesar 16.550 sel/liter dan saat surut sebesar 14.023 sel/liter . Menurut Langus, (2004), fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae (Diatom) mempunyai respon yang sangat cepat terhadap penambahan nutrien dan mampu beradaptasi

dengan lingkungan tempat hidupnya dibandingkan dengan genera dari kelas yang lainnya. Hal ini menunjukkan fitoplankton dari kelompok Diatom mempunyai toleransi yang tinggi terhadap perubahan parameter lingkungan.

Rasio fitoplankton HAB saat pasang dan surut selama penelitian bisa dilihat pada Gambar 23 berikut:



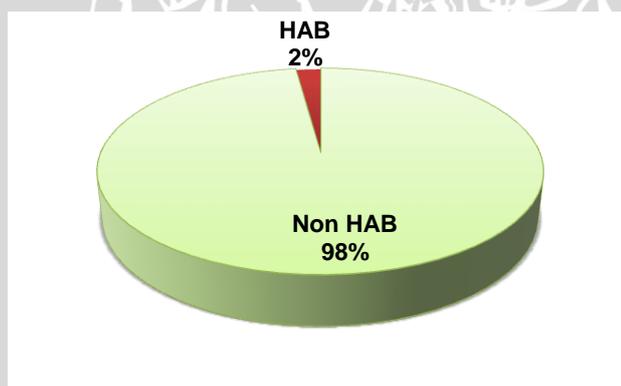
Gambar 23. Rasio fitoplankton HAB saat pasang dan surut

Dari gambar di atas bisa dilihat bahwa rasio fitoplankton HAB saat pasang sebesar 52% dengan jumlah total kelimpahan sebesar 33.555 sel/liter . Sedangkan rasio fitoplankton HAB saat surut sebesar 48% dengan jumlah total kelimpahan sebesar 31.129 sel/liter . Rasio kelimpahan spesies fitoplankton HAB pada saat pasang lebih tinggi dibandingkan pada saat surut, hal ini dikarenakan pada saat itu umumnya nutrisi akan ikut naik ke permukaan sehingga menyuplai cukup banyak makanan yang diperlukan oleh fitoplankton. Menurut Asriyana dan Yuliana (2012), adanya perbedaan pasang dan surut akan mempengaruhi keberadaan fitoplankton, hal ini dikarenakan adanya perbedaan kandungan unsur hara secara vertikal di perairan. Apabila terjadi pergerakan air ke permukaan, artinya saat kondisi pasang, terjadi pemindahan unsur hara dari lapisan dalam ke permukaan sehingga merangsang pertumbuhan fitoplankton di permukaan saat pasang.

4.3.4 Perbandingan Kelimpahan Fitoplankton Non HAB dan Fitoplankton

HAB

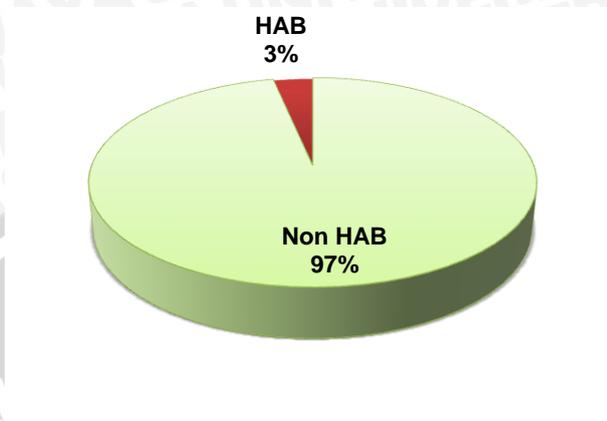
Komposisi spesies fitoplankton non toksik / non *Harmful Algae Bloom* (HAB) yang ditemukan di perairan pesisir Brondong, Lamongan pada penelitian ini terdiri dari spesies-spesies pada kelas Bacillariophyceae dan kelas Cyanophyceae. Dari kelas Bacillariophyceae terdapat 11 spesies yaitu *Bacteriastrum varians*, *Coscinodiscus radialus*, *Dytilum brightwellii*, *Gyrosigma balticum*, *Melosira sulcata*, *Navicula elegans*, *Pleurosigma naviculaceum*, *Rhizosolenia sp.*, *Skeletonema Costatum*, *Thalassionema nitzschioides* dan *Thalassiothrix frauenfeldii*, sementara itu dari kelas Cyanophyceae terdapat 1 spesies yaitu *Oscillatoria sp.* Berikut disajikan data perbandingan kelimpahan Kelimpahan Fitoplankton Non HAB dan Fitoplankton HAB pada saat pasang dan surut, pada Gambar 24 dan 25.



Gambar 24. Rasio fitoplankton Non HAB dengan fitoplankton HAB saat pasang

Dari gambar di atas bisa dilihat bahwa rasio fitoplankton non HAB saat pasang sebesar 98% dengan jumlah total kelimpahan sebesar 1.537.059 sel/liter. Rasio fitoplankton HAB saat pasang sebesar 2% dengan jumlah total kelimpahan sebesar 33.555 sel/liter. Tingginya rasio fitoplankton non HAB ini didominasi dari spesies kelompok Bacillariophyceae. Nuryati (2004) dalam Asriyana dan Yuliana

(2012) menyatakan bahwa perairan dianggap blooming yang berbahaya dari kelompok fitoplankton non toksik jika terdapat kepadatan salah satu jenis fitoplankton mencapai jutaan sel/liter.



Gambar 25. Rasio fitoplankton Non HAB dengan fitoplankton HAB saat surut

Dari gambar di atas bisa dilihat bahwa rasio fitoplankton non HAB saat surut sebesar 97% dengan jumlah total kelimpahan sebesar 907.169 sel/liter . Rasio fitoplankton HAB saat pasang sebesar 3% dengan jumlah total kelimpahan sebesar 31.129 sel/liter . Rasio fitoplankton HAB saat surut lebih tinggi daripada saat pasang yakni sebesar 3%, hal ini diduga karena saat surut konsentrasi nutrisi seperti nitrat (data parameter lingkungan) lebih tinggi sehingga nutrisi untuk fitoplankton tinggi yang menyebabkan fitoplankton toksik mampu bertahan saat surut.

4.4 Hubungan Parameter Lingkungan Komposisi Fitoplankton HAB

Dalam menganalisis hubungan kelimpahan fitoplankton HAB terhadap parameter lingkungan perairan digunakan metode analisis korelasi. Analisis ini digunakan karena mampu mengukur pengaruh antara lebih dari satu variabel prediktor / variabel bebas / parameter lingkungan (fisika - kimia perairan) terhadap parameter terkait (kelimpahan fitoplankton HAB). Sebelum dilakukan analisis korelasi, terlebih dahulu dipastikan data yang ada sudah melewati uji asumsi klasik (uji normalitas), untuk menentukan jenis uji korelasi yang relevan terhadap data yang diperoleh.

4.4.1 Uji Normalitas

Dari hasil uji normalitas keseluruhan data parameter lingkungan dan kelimpahan fitoplankton HAB saat pasang dan surut, terdapat beberapa parameter lingkungan yang memiliki data dengan nilai signifikansi ($\alpha < 0,05$) yang berarti distribusi tidak normal. Parameter tersebut yaitu salinitas pasang sebesar 0,000, salinitas surut sebesar 0,000, fosfat pasang sebesar 0.010, fosfat surut sebesar 0.001, kelimpahan pasang sebesar 0.037 dan kelimpahan surut sebesar 0.002. Distribusi data yang tidak normal diduga karena pada saat pengambilan data terdapat perbedaan kondisi lingkungan walaupun pengambilan data dilakukan pada waktu yang sama. Oleh karena itu, untuk mengetahui hubungan dan nilai signifikansi dari parameter lingkungan terhadap kelimpahan fitoplankton HAB saat pasang dan surut dilakukan uji korelasi *Spearman*. Hasil uji normalitas dari data parameter lingkungan dan kelimpahan fitoplankton HAB saat pasang dan surut disajikan pada Lampiran 10.

4.4.2 Analisis Korelasi

4.4.2.1 Analisis Korelasi Variabel Parameter Lingkungan dengan Struktur Komunitas HAB saat pasang

Data hasil analisis korelasi antara parameter lingkungan dengan struktur komunitas fitoplankton HAB saat pasang disajikan pada lampiran Tabel 16 berikut.

Tabel 16. Data hasil analisis korelasi antara parameter lingkungan dengan struktur komunitas fitoplankton HAB saat pasang

Variabel		Kelimpahan	H'	E	D
Suhu	Correlation	0.61	0.58	0.27	-0.28
	Sig. (2-tailed)	0.02	0.02	0.33	0.31
Kecerahan	Correlation	0.07	-0.03	-0.03	-0.13
	Sig. (2-tailed)	0.81	0.93	0.93	0.65
Arus	Correlation	-0.39	-0.27	0.06	0.26
	Sig. (2-tailed)	0.16	0.33	0.83	0.34
pH	Correlation	-0.03	-0.21	0.15	0.43
	Sig. (2-tailed)	0.92	0.45	0.59	0.11
Salinitas	Correlation	0.46	0.38	0.22	0.05
	Sig. (2-tailed)	0.08	0.16	0.42	0.86
DO	Correlation	0.64	0.72	0.54	0.04
	Sig. (2-tailed)	0.01	0.00	0.04	0.89
BOD	Correlation	0.35	0.38	0.19	-0.41
	Sig. (2-tailed)	0.20	0.16	0.51	0.13
Amonia	Correlation	-0.25	-0.28	-0.21	-0.25
	Sig. (2-tailed)	0.36	0.30	0.45	0.36
Nitrat	Correlation	-0.36	-0.23	0.04	0.41
	Sig. (2-tailed)	0.19	0.40	0.89	0.13
Fosfat	Correlation	-0.44	-0.36	-0.29	-0.30
	Sig. (2-tailed)	0.10	0.19	0.30	0.28

Keterangan : angka berwarna merah terdapat korelasi dan memiliki nilai signifikansi

H' = Indeks keanekaragaman

E = Indeks Keseragaman

D = Indeks Dominasi



Hasil analisis korelasi digunakan untuk menunjukkan hubungan keeratan antara parameter lingkungan (fisika, kimia) terhadap kelimpahan fitoplankton HAB. Hubungan yang signifikan berada pada nilai ($p < 0,05$) dan korelasi positif ditunjukkan nilai korelasi > 0.5 sedangkan nilai korelasi negatif ditunjukkan > -0.5 .

Dari hasil analisis korelasi pada tabel di atas diperoleh hubungan suhu dengan kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton HAB berkorelasi positif. Hubungan suhu dengan kelimpahan fitoplankton HAB berkorelasi positif (0.61^*) dengan nilai signifikansi $0,02$ sementara hubungan suhu dengan keanekaragaman fitoplankton HAB berkorelasi positif (0.58^*) dengan nilai signifikansi $0,02$, artinya terdapat hubungan keeratan suhu saat pasang yang memiliki pengaruh nyata terhadap kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton HAB saat pasang. Kenaikan suhu secara langsung dapat berpengaruh terhadap fitoplankton, yaitu meningkatkan reaksi kimia sehingga laju fotosintesis meningkat seiring dengan kenaikan suhu (dari 10°C – 20°C) (Mulyanto, 2006). Kenaikan suhu dapat mempercepat laju fotosintesis fitoplankton yang pada akhirnya akan berdampak pada meningkatnya kelimpahan fitoplankton tersebut, akan tetapi peningkatan suhu tersebut tidak boleh melebihi ambang batas normal suhu perairan. Pada kelimpahan fitoplankton HAB saat pasang didapatkan rata-rata keanekaragaman fitoplankton HAB yang tinggi, sehingga terdapat hubungan keeratan yang nyata antara suhu dengan keanekaragaman fitoplankton HAB tersebut.

Hasil analisis korelasi DO dengan kelimpahan, keanekaragaman keseragaman fitoplankton HAB berkorelasi positif. Hubungan DO dengan kelimpahan fitoplankton HAB berkorelasi positif (0.64^*) dengan nilai signifikansi $0,01$, hubungan DO dengan keanekaragaman fitoplankton HAB berkorelasi positif (0.72^*) dengan nilai signifikansi $0,00$, dan hubungan DO dengan keseragaman fitoplankton HAB berkorelasi positif (0.54^*) dengan nilai signifikansi

0,04, dari hubungan tersebut menunjukkan bahwa DO saat pasang memiliki hubungan yang erat terhadap kelimpahan, keanekaragaman dan keseragaman fitoplankton HAB saat pasang. Pada siang hari ketika matahari bersinar terang, pelepasan oksigen oleh proses fotosintesis yang berlangsung intensif di lapisan eufotik lebih besar dari pada oksigen yang dibutuhkan untuk proses respirasi (Jeffries dan Mills, 1996 dalam Effendi, 2003). Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya oksigen di perairan pada siang hari merupakan indikator kelimpahan fitoplankton yang terjadi pada saat pasang, sehingga pada penelitian ini terlihat hubungan yang signifikan antara DO dengan kelimpahan fitoplankton HAB saat pasang. Pada kelimpahan fitoplankton HAB saat pasang didapatkan rata-rata keanekaragaman dan keseragaman fitoplankton HAB yang tinggi, sehingga terdapat hubungan keamatan yang nyata antara DO dengan keanekaragaman dan keseragaman fitoplankton HAB tersebut.

Tidak terlihatnya hubungan yang signifikan antara zat hara (nitrat dan fosfat) dengan kelimpahan fitoplankton HAB bukan berarti bahwa zat hara tidak berperan sebagai bahan makanan dalam kehidupan fitoplankton akan tetapi mungkin dikarenakan variabilitas zat hara serta jumlah sampelnya tidak begitu besar sehingga korelasinya tidak begitu tampak (Soedibjo 2007). Data tabel hasil analisis korelasi antara parameter lingkungan dengan kelimpahan HAB saat pasang disajikan pada Lampiran 12.

4.4.2.2 Analisis Korelasi Variabel Parameter Lingkungan dengan Kelimpahan HAB saat surut

Data hasil analisis korelasi antara parameter lingkungan dengan struktur komunitas fitoplankton HAB saat surut disajikan pada Tabel 17 berikut.

Tabel 17. Data hasil analisis korelasi antara parameter lingkungan dengan struktur komunitas fitoplankton HAB saat surut

Variabel		Kelimpahan	H'	E	D
Suhu	Correlation	0.17	0.21	0.03	-0.22
	Sig. (2-tailed)	0.56	0.44	0.91	0.42
Kecerahan	Correlation	-0.03	-0.03	0.06	0.48
	Sig. (2-tailed)	0.90	0.93	0.82	0.07
Arus	Correlation	-0.06	-0.14	-0.08	-0.34
	Sig. (2-tailed)	0.84	0.62	0.78	0.21
pH	Correlation	-0.07	-0.27	-0.18	0.34
	Sig. (2-tailed)	0.81	0.33	0.53	0.21
Salinitas	Correlation	-0.34	-0.30	-0.28	0.06
	Sig. (2-tailed)	0.21	0.28	0.31	0.83
DO	Correlation	-0.09	0.03	0.08	0.14
	Sig. (2-tailed)	0.75	0.93	0.77	0.63
BOD	Correlation	0.22	0.21	0.09	-0.17
	Sig. (2-tailed)	0.43	0.45	0.76	0.55
Amonia	Correlation	-0.22	0.12	0.15	-0.14
	Sig. (2-tailed)	0.42	0.66	0.59	0.62
Nitrat	Correlation	0.77	0.61	0.44	-0.09
	Sig. (2-tailed)	0.00	0.02	0.10	0.75
Fosfat	Correlation	-0.18	-0.16	-0.05	0.16
	Sig. (2-tailed)	0.53	0.57	0.87	0.57

Keterangan : angka berwarna merah terdapat korelasi dan memiliki nilai signifikansi

H' = Indeks keanekaragaman

E = Indeks Keseragaman

D = Indeks Dominasi

Dari hasil analisis korelasi pada tabel di atas diperoleh hasil analisis korelasi antara nitrat (NO_3) dengan kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton HAB yang berkorelasi positif. Hubungan nitrat (NO_3) dengan kelimpahan fitoplankton HAB berkorelasi positif (0,77*) dengan nilai signifikansi 0,00 dan hubungan nitrat (NO_3) dengan keanekaragaman fitoplankton HAB berkorelasi positif (0,61*) dengan nilai signifikansi 0,02, artinya dari hubungan

tersebut menunjukkan bahwa nitrat (NO_3) saat surut memiliki hubungan yang erat terhadap kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton HAB. Pada hasil penelitian diperoleh konsentrasi nitrat yang tinggi saat surut yang berada di atas baku mutu air laut. Menurut Sidabutar (2005), meningkatnya populasi fitoplankton HAB dapat dipicu oleh naiknya kandungan nitrat dalam perairan tersebut, yang dapat dilihat dari banyaknya ikan mati di perairan tersebut, khususnya di Teluk Jakarta, dimana kadar nitrat lebih dari baku mutu yaitu sebesar 5,35 – 7,15 mg/L. Pada penelitian ini terdapat korelasi positif yang signifikan dari konsentrasi nitrat (NO_3) saat surut dengan kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton HAB di perairan Pesisir Brondong, Lamongan. Konsentrasi nitrat menunjukkan nilai yang berada pada kategori bahaya karena dapat memicu pertumbuhan fitoplankton HAB yang lebih tinggi.

Tidak terlihatnya hubungan yang signifikan antara parameter lingkungan selain nitrat dengan kelimpahan fitoplankton HAB saat surut bukan berarti bahwa parameter lingkungan tidak berperan dalam menentukan keberadaan dan kelimpahan fitoplankton HAB tersebut, akan tetapi mungkin dikarenakan variabilitas parameter yang diambil pada kondisi yang berbeda serta jumlah sampelnya tidak begitu besar sehingga korelasinya tidak begitu tampak (Soedibjo 2007). Data tabel hasil analisis korelasi antara parameter lingkungan dengan kelimpahan HAB saat surut disajikan pada Lampiran 13.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Selama penelitian ditemukan 3 kelas fitoplankton di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan saat pasang dan surut yaitu kelas Bacillariophyceae ditemukan 11 spesies, kelas Dinophyceae ditemukan 8 spesies dan kelas Cyanophyceae 1 spesies dengan hasil perhitungan struktur komunitas fitoplankton pada saat pasang kelimpahan (N) 270.023 - 356.932 sel/liter , keanekaragaman (H') 0.46 - 0.97, keseragaman (E) 0.17 - 0.36 dominasi (D) 0.53 – 0.83. Pada saat surut kelimpahan (N) 145.366 - 214.991 sel/liter , keanekaragaman (H') 0.37 - 0.98, keseragaman (E) 0.14 - 0.44 dan dominasi (D) 0.54 - 0.88.
2. Selama penelitian ditemukan spesies yang berpotensi menyebabkan HAB diantaranya *Ceratium fusus*, *Ceratium macroceros*, *Ceratium pulchellum*, *Dinophysis acuminata*, *Gonyaulax polygramma*, *Gonyaulax triacantha*, *Noctiluca scintillans*, *Peridinium claudicans*, *Chaetoceros compressus*, *Chaetoceros lacinosus* dan *Nitzschia closterium* yang didominasi oleh jenis *Nitzschia closterium* dengan kelimpahan pada saat pasang sebesar 16.550 sel/liter , dan pada saat surut sebesar 14.023 sel/liter dengan struktur komunitas fitoplankton HAB pada saat pasang kelimpahan (N) 3.017 – 10.483 sel/liter , keanekaragaman (H') 0.58 - 1.44, keseragaman (E) 0.66 - 0.89 dominasi (D) 0.29 – 0.61. Pada saat surut kelimpahan (N) 2.690 – 10.680 sel/liter , keanekaragaman (H') 0.59 – 1.38, keseragaman (E) 0.54 - 0.95 dan dominasi (D) 0.28 - 0.69.
3. Berdasarkan hasil analisis uji korelasi, saat pasang diperoleh hasil suhu berkorelasi positif (0.61*) dengan nilai signifikansi 0,02 terhadap kelimpahan, suhu berkorelasi positif (0.58*) dengan nilai signifikansi 0,02 terhadap

keanekaragaman fitoplankton HAB, DO berkorelasi positif (0.64*) dengan nilai signifikansi 0,01 terhadap kelimpahan, DO berkorelasi positif (0.72*) dengan nilai signifikansi 0,00 terhadap keanekaragaman, DO berkorelasi positif (0.54*) dengan nilai signifikansi 0,04 terhadap keseragaman. Pada saat surut nitrat (NO_3) berkorelasi positif (0,77*) dengan nilai signifikansi 0,00 terhadap kelimpahan dan nitrat (NO_3) berkorelasi positif (0,61*) dengan nilai signifikansi 0,02 terhadap keanekaragaman fitoplankton HAB.

5.2 Saran

Saran yang dapat direkomendasikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan monitoring kualitas Perairan Pesisir Brondong, Lamongan untuk menjaga agar kualitas perairan di daerah tersebut stabil dan ekologi perairan seimbang.
2. Diperlukan penelitian lanjutan dengan titik stasiun pengamatan yang lebih banyak untuk mengetahui persebaran fitoplankton toksik di Perairan Pesisir Lamongan dan hubungannya dengan produktivitas perikanan di daerah tersebut.
3. Rekomendasi kepada pemerintahan untuk melakukan program pengendalian kualitas air sehingga mengurangi pencemaran di pesisir dan meminimalisir pembuangan limbah dari kegiatan industri di pesisir daerah tersebut.
4. Untuk penelitian selanjutnya agar dilakukan pengambilan sampel fitoplankton pada kedalaman perairan berdasarkan kecerahan.
5. Untuk penelitian selanjutnya agar dilakukan pengukuran Silikat (SiO_2).

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwilaga, E. M., S. Hariyadi dan N. T. M. Pratiwi. 2009. *Perilaku Oksigen Terlarut Selama 24 Jam pada Lokasi Karamba Jaring apung di Waduk Saguling, Jawa Barat*. Jurnal Limnotek, 1009, Vol. XVII, No. 2, p. 109-118.
- Algalbase, 2015. <http://www.Algalbase.org>. Diakses pada tanggal 23 Juli 2015.
- Almeida, S.F.P. 2001. *Use of Diatom for Freshwater Quality Evaluation in Portugal*. Limnetica, 20(2) : 205-213. Asociation Espanola de Limnologia, Madrid, Spain.
- Ariana, Dewi. Samiaji, Joko, Nasution, Syafruddin. 2013. *Komposisi Jenis dan Kelimpahan Fitoplankton Perairan Laut Riau*. Riau. Jurnal Ilmiah.
- Asmara, A. 2005. *Hubungan Struktur Komunitas Plankton dengan Kondisi Fisika - Kimia Perairan Pulau Pramuka dan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu*. Institut Pertanian Bogor (IPB): Bogor.
- Asriyana dan Yuliana. 2012. *Produktivitas Primer "Fenomena Red Tide atau Kejadian Perubahan Warna Permukaan Perairan oleh Blooming Fitoplankton*. Jakarta. PT. Bumi Aksara.
- Aunurohim. Saptarini, Dian. Yanthi, Devie. 2008. *Fitoplankton Penyebab Harmful Algal Bloom (HAB) di Perairan Sidoarjo*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember-Surabaya.
- Basmi, J. 2000. *Planktonologi: Bioekologi Plankton Algal*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor: 44 hal
- Bengen, D. G. 2000. *Sinopsis (Teknik Pengambilan Contoh dan Analisis Data Biofisik Sumberdaya Pesisir*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor (PKSPL-FPIK-IPB). Bogor.
- Effendi, H. 2003. *Telaah uji kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta: 258 hlm.
- Ermawati, K.. 2003. *Komunitas Fitoplankton Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta*, Seminar Nasional MIPA, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Fachrul, M.F., Haeruman, H., dan Sitepu L.C. 2007. *Komunitas Fitoplankton*

Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Teluk Jakarta. Prosiding Seminar Nasional MIPA.

Fachrul, M.F, H. Haeruman & A. Anggraeni, 2006. *Distribusi Spasial Nitrat, Fosfat, dan Ratio N/P di Perairan Teluk Jakarta*. Makalah Seminar disampaikan pada Seminar Nasional Penelitian Lingkungan di Perguruan Tinggi, IATPI - Teknik Lingkungan ITB, Bandung, 17-18 Juli 2006.

GEOHAB. 2011. *Global ecology and oceanography of harmful Algal blooms science plan*. SCOR and IOC, Paris: Vol 84.

Handayani, S dan M. P. Patria. 2005. *Komunitas Zooplankton di Perairan Waduk Krenceng, Cilegon, Banten*. Makara Sains. 9 (2)

Hidayat, Rian. Viruly, dan Lily, Azizah, Diana. 2013. *Kajian Kandungan Klorofil-a pada Fitoplankton Terhadap Parameter Kualitas Air di Teluk Tanjungpinang Kepulauan Riau*. Riau. Jurnal Ilmiah.

Kasrina et al. 2012. *Ragam Jenis Mikroalga di Air Rawa Kelurahan Bentiring Permai Kota Bengkulu*. Bengkulu. Universitas Bengkulu. Jurnal Exacta, Vol. X No. 1 Juni 2012 Kasrina, Sri Irawati dan Wahyu E Jayanti Halaman 36.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang kualitas air laut.

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

Langus, A. 2004. *Spesies - Spesific Differences in Phytoplankton Responses to N and P Enrichment and the N-P Ration in The Archipelago Sea. Northern Baltic Sea* .

Muchtar, L. 2000. *Distribusi Spasial Beberapa Parameter Kualitas Air Akibat Limbah Penambangan Minyak Bumi di Selat Rupai Dumai*. Karya Ilmiah Fakultas Perikanan IPB. Bogor.

Mukhtasor, M. Eng. 2007. *Pencemaran Pesisir dan Laut*. PT. Pradnya paramita. Jakarta. Nasional Surabaya.

Mulyani. 2012. *Sebaran Spasiotermal Spesies Harmful Algal Bloom (HAB) di Lokasi Budidaya Kerang Hijau (Perna viridis) Kamal Muara, Jakarta Utara*. Universitas Indonesia.

Mulyanto. 2006. Lingkungan Hidup Untuk Ikan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Jakarta.

Natasasmita, Dias. 2011. *Penyebab Terjadinya Blooming Algal di perairan laut*. https://www.academia.edu/7508852/Bloming_Algal. Diakses tanggal 11 Maret 2015.

Nontji,A. 2007. *Laut Nusantara* .Jakarta: Djambatan

Pasaribu. 2004. *Sekilas Tentang Red tide (Blooming fitoplankton)*, Bali Pos. <http://www.balipost.com/balipostcetak/2007/2/5/l2.htm>, Diakses pada tanggal 11 Maret 2015.

Prabandani, D. 2002. *Struktur Komunitas Fitoplankton di Teluk Semangka, Lampung Pada Bulan Juli, Oktober dan Desember 2001*. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.

Praseno. D.P. 2000. *Red tide di perairan Indonesia*. LIPI, Jakarta: hal. 82

Prihantini, Nining Betawati *et al.*, 2008. *Biodiversitas Cyanobacteria dari Beberapa Danau di Kawasan Jakarta-Depok-Bogor*, Indonesia. Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

Rengganis, Dinda Dewi, Aunurohim, Thoha, Hikmah. 2011. *Fitoplankton Penyebab Harmful Algal Blooms (HAB) di Perairan Teluk Jakarta*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. LIPI Oseanografi-Jakarta

Retnoningtyas, H. 2006. *Studi Ekologi Beberapa Spesies Harmful Algal Bloom (HAB) di Perairan Teluk Hurun, Lampung Selatan*. Jurnal Ilmiah

Retnowati, D. 2014. *Studi Parameter Fisika dan Kimia di Muara Sungai Bengawan Solo Desa Sedayulawas Kecamatan Brondong, Kabupaten Lamongan*. Universitas Brawijaya. Malang

Risamasu, Fonny J.L, dan H. B. Prayitno. 2011. *Kajian Zat Hara Fosfat, Nitrit, Nitrat dan Silikat di Perairan Kepulauan Matasiri, Kalimantan Selatan*. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. 16 (3): 135-142.

Romimohtarto, K dan S. Juana. 2001. *Biologi Laut (ilmu pengetahuan tentang biota laut)*. Djambatan. Jakarta.

RTRW Lamongan. 2011. Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Lamongan. Naskah Akademis Bappeda Kabupaten Lamongan

Sanusi, H. S.2006. *Kimia Laut (Proses Fisik Kimia dan Interaksinya Dengan*

Lingkungan).FPIK-IPB. Bogor. Hutagalung dan Rozak (1997)

Setiari, N. M. 2012. *Identifikasi Sumber Pencemaran dan Analisis Kualitas Air Tukad Yeh Sungai di Kabupaten Tabanan dengan Metode Indeks Pencemaran*. Tesis Program Pascasarjana Universitas Udayana. Denpasar.

Sidabutar, T. 2005. *Penelitian terpadu ekologi dan strain harmful Algal bloom di perairan Teluk Hurun, Lampung*. Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Jakarta: 111 hal.

Simanjuntak, M. 2012. *Kualitas Air Laut Ditinjau Dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut, Dan pH Di Perairan Banggail, Sulawesi Tengah. Bidang Dinamika Laut*. Penelitian Oseanografi-LIPI. Jakarta. Jurnal Dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol.4, No.2, Hlm.290-303.

Soedibjo, B.S. 2007. *Fenomena kehadiran Skeletonema Sp. di Perairan Teluk Jakarta*. Ilmu Kelautan, 12(3): 119-124.

Supriyadi, D. Sutendy. 2002. *Kondisi Perairan Muara Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Muara Bengawan Solo Ujung Pangkah Kabupaten Gresik, Jawa Timur*. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Suyoto. 2013. *Kajian Kualitas Air di Muara Kali Kethek, Desa Sedayulawas, Kecamatan Brondong, Kabupaten Lamongan ditinjau dari indeks keanekaragaman dan Indeks Saprobitas Plankton*. Lamongan. Universitas Islam Lamongan (UNISLA).

Whitton, A. & M. Potts. 2000. *The ecology of Cyanobacteria*. Kluwer Academic Publisher. Hingham. 2000.

Widiarti. 2000. *Numerical ecology*. Elsevier scientific publishing company. New York. 224 hal.

Wulandari, D. 2009. *Keterikatan Antara Kelimpahan Fitoplankton dengan Parameter Fisika dan Kimia di Estuari Sungai Brantas (Porong), Jawa Timur*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.

Yamaji, I. 1966. *Illustration of the Marine Plankton of Japan*. Osaka, Japan: Hoikusho.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia Perairan

1. Pengukuran Parameter Fisika

a) Suhu

DO Meter

- Dikalibrasi sensor pada DO meter dengan aquadest
- Dimasukan sensor DO kedalam perairan
- Ditekan tombol on/off
- Ditekan tombol hold dan ditunggu hingga muncul angka stabil

Hasil

b) Kecerahan

Secchi disk

- Dimasukan *secchi disk* secara perlahan ke dalam perairan
- Diamati dan dicatat panjang tali *secchi disk* hingga tak terlihat pertama kali
- Diukur panjang tali yang masuk ke perairan sebagai D_1
- Diangkat *secchi disk* perlahan hingga tampak pertama kali
- Diukur panjang tali yang masuk ke perairan sebagai D_2
- Diukur kecerahan dengan rumus $\frac{D_1 + D_2}{2}$

Hasil

c) Arus

Bola arus

- Dimasukan bola arus yang telah terpasang tali ke perairan
- Dihitung panjang tali dan pada saat setelah bola arus terlempar catat waktu awal, nyalakan stopwatch
- Ditunggu hingga tali merenggang, matikan stopwatch
- Hitung rumus kecepatan arus, $v = \text{panjang tali pada bola arus di lempar per waktu bola arus ke tengah perairan hingga merenggangkan tali.}$

Hasil

2. Pengukuran Parameter Kimia

a) pH

pH Meter

- Dikalibrasi sensor pH meter
- Masukkan sensor pH meter kedalam perairan
- Ditekan tombol on off
- Ditekan tombol hold
- Ditekan tombol on off
- Ditunggu hingga muncul angka yang stabil

Hasil

b) Salinitas

Salinometer

- Dikalibrasi sensor refraktometer dengan aquadest
- Dibersihkan sensor dengan tissue secara searah
- Diteteskan air sampel sebanyak 2-3 tetes dengan pipet tetes pada sensor refraktometer
- Ditutup sensor refraktometer agar tidak ada gelembung udara
- Diarahkan refrakto pada sumber cahaya dan dibaca skalanya

Hasil

c) DO

DO Meter

- Dikalibrasi sensor pada DO meter dengan aquadest
- Dimasukkan sensor DO kedalam perairan
- Ditekan tombol on/off
- Ditekan tombol hold
- Ditunggu hingga angka yang muncul stabil

Hasil

d) BOD

Titrasi

- Disiapkan alat dan bahan
- Dicatat volume botol winkler
- Dicatat hasil pengukuran DO pada pengukuran insitu sebagai DO_{awal}
- Diambil air sampel yang sudah diinkubasi selama 5 hari pada suhu 20⁰ C
- Ditambahkan 2 ml MnSO₄ dan 2 ml NaOH+KI kemudian dibolak-balik sampai terjadi endapan kecoklatan, dan biarkan selama 30 menit
- Dibuang filtrat (air bening di atas endapan) dengan hati-hati
- Ditetaskan 1-2 ml H₂SO₄ pekat pada endapan yang tersisa dan kocok sampai endapan larut
- Ditetaskan 3 - 4 tetes amylum lalu dititrasi dengan Na-thiosulfat (Na₂S₂O₃) 0,025 N sampai jernih atau tidak berwarna untuk pertama kali.
- Mencatat ml Na-thiosulfat yang terpakai (ml titran).
- Mengukur DO akhir menggunakan rumus sebagai berikut:
- $DO \text{ (mg/lit)} = \frac{v \text{ titran} \times N \text{ titran} \times 8 \times 1000}{V \text{ botol DO} - 4}$
- Dihitung BOD dengan rumus: DO_{awal} - DO_{Akhir}

Hasil

e) Amonia

Spektrofotometri

- Disaring sampel air laut dengan kertas saring ukuran 0,45 μm
- Ambil 10,0 ml sampel air laut masukkan ke dalam tabung gelas
- Tambahkan 0,5 ml larutan pereaksi A (larutan yang terdiri dari 1,5 gr fenol, $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, 0,02 gr $\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, dinatrium nitroprusid dihidrat dan 50 ml air suling)
- Kocok dengan hati-hati
- Tambahkan 0,5 ml larutan pereaksi B (larutan yang terdiri dari 20 gr kristal natrium sitrat, $\text{C}_6\text{H}_5\text{NaO}_7\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 1,1 gr NaOH dan 40 ml air yang dicampur dengan 1,5 ml natrium hipoklorit dan NaClO yang diencerkan dengan air suling sehingga menjadi 50 ml larutan)
- kocok kembali dengan hati-hati
- Tutup tabung gelas dengan parafin
- Simpan di tempat gelap selama 24 jam
- Ukur atau baca absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang 630 nm

Hasil

f) Nitrat (NO₃)**Spektrofotometri**

- Disaring sampel air laut dengan kertas saring ukuran 0,45 µm
- Dimasukan sampel ke air laut sebanyak 150 ml ke dalam erlenmeyer
- Tambahkan ± 2 ml ammonium klorida pekat dan kocok hati-hati
- Lewatkan melalui kolom reduksi
- Buang 25 ml air pertama yang keluar melalui kolom reduksi
- Buang 25 ml air kedua yang keluar
- Tampung 50 ml air yang keluar berikutnya dari kolom reduksi untuk dianalisis
- Tambahkan 1,0 ml larutan sulfanilamide, kocok hati-hati
- Biarkan larutan bereaksi selama 2-8 menit
- Tambahkan 1,0 ml larutan N-(1-naphthyl)-etilendiamin dihidroklorida
- Biarkan 10 menit
- Ukur atau baca absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang 543 nm

Hasil**g) Fosfat (PO₄)****Spektrofotometri**

- Disaring sampel air laut dengan kertas saring ukuran 0,45 µm
- Dimasukan sampel ke air laut sebanyak 50 ml ke dalam erlenmeyer 100 ml
- Tambahkan 1 tetes indikator fenolftalen, jika terbentuk warna merah tambahkan larutan H₂SO₄ sampai berwarna kuning
- Tambahkan 8 ml pereaksi campuran, kocok hingga homogen
- Diamkan selama 10 menit
- Pilih metoda dengan auto selector
- Ukur atau baca absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang 880 nm

Hasil

Lampiran 2. Hasil pengukuran Parameter Fisika di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan

Stasiun Pengambilan Sampel	Pengulangan Pengambilan Sampel	Parameter Fisika					
		Suhu (°C)		Kecerahan (m)		Arus (m/s)	
		Pasang ± stdev	Surut± stdev	Pasang ± stdev	Surut± stdev	Pasang ± stdev	Surut± stdev
Stasiun 1 S : 6°52'25.95" E : 112°15'25.13"	Sampling ke-I	28.8± 0.1	27.2± 0.2	0.41± 0.08	0.48± 0.05	0.89± 0.1	0.77± 0.5
	Sampling ke-II	30.4± 0.2	29.8± 0.1	0.81± 0.2	0.68± 0.08	0.81± 0.1	0.6± 0.1
	Sampling ke-III	30.8± 0.4	30.6± 0.6	0.71± 0.06	0.66± 0.1	0.78± 0.2	0.51± 0.08
	Rata-rata ± stdev	30.6±0.3	29.2±1.8	0.64±0.2	0.61±0.1	0.83±0.1	0.63±0.1
Stasiun 2 S : 6°52'8.42" E : 112°15'48.88"	Sampling ke-I	30± 0.6	28.8± 0.1	0.26± 0.09	0.32± 0.06	0.9± 0.1	0.62± 0.07
	Sampling ke-II	28.8± 0.1	29.1± 0.6	0.27± 0.02	0.19± 0.07	0.92± 0.1	0.61± 0.06
	Sampling ke-III	30.6± 0.3	30.5± 0.2	0.21± 0.01	0.18± 0.02	0.95± 0.09	0.61± 0.1
	Rata-rata ± stdev	29.8±0.9	29.5±0.9	0.25±0.1	0.23±0.1	0.92±0.01	0.61± 0.01
Stasiun 3 S : 6°52'23.62" E : 112°16'18.67"	Sampling ke-I	31.6± 0.5	28.5± 0.1	0.35± 0.06	0.45± 0.03	0.82± 0.09	0.61± 0.1
	Sampling ke-II	31.2± 0.1	28.8± 0.3	0.72± 0.1	0.66± 0.1	0.71± 0.1	0.67± 0.07
	Sampling ke-III	30.3± 0.3	31.5± 0.2	0.68± 0.09	0.41± 0.05	0.88± 0.01	0.75± 0.1
	Rata-rata ± stdev	31.0±0.7	29.6±1.7	0.58±0.2	0.51±0.1	0.80±0.1	0.68±0.1
Stasiun 4 S : 6°52'15.28" E : 112°17'38.04"	Sampling ke-I	27.9± 0.1	28.1± 0.3	0.45± 0.03	0.49± 0.08	0.91± 0.05	0.72± 0.02
	Sampling ke-II	30± 0.4	30.8± 0.2	0.85± 0.08	0.64± 0.1	0.65± 0.1	0.51± 0.04
	Sampling ke-III	32.3± 0.2	30± 0.1	0.41± 0.05	0.38± 0.03	0.61± 0.03	0.92± 0.01
	Rata-rata ± stdev	30.1±1.8	29.6±1.4	0.57±0.2	0.50±0.1	0.72±0.2	0.72±0.2
Stasiun 5 S : 6°52'18.75" E : 112°18'8.62"	Sampling ke-I	28.1± 0.5	28.3± 0.2	0.48± 0.06	0.56± 0.06	0.92± 0.05	0.88± 0.07
	Sampling ke-II	30.8± 0.3	29.1± 0.3	0.72± 0.03	0.69± 0.09	0.82± 0.03	0.8± 0.02
	Sampling ke-III	30.8± 0.1	30.6± 0.3	0.88± 0.1	0.73± 0.05	0.68± 0.1	0.54± 0.01
	Rata-rata ± stdev	29.90±1.5	29.33±1.1	0.69±0.2	0.66±0.1	0.81±0.1	0.74±0.2
Baku Mutu		Alami ^(a)		-		-	

Lampiran 3. Hasil pengukuran Parameter Kimia di Perairan Pesisir Brondong, Lamongan

Stasiun Pengambilan Sampel	Pengulangan Pengambilan Sampel	Parameter Kimia													
		pH		Salinitas (‰)		DO (mg/L)		BOD (mg/L)		Amonia (mg/L)		Nitrat (mg/L)		Fosfat (mg/L)	
		Pasang ± stdev	Surut± stdev	Pasang ± stdev	Surut± stdev	Pasang ± stdev	Surut± stdev	Pasang	Surut	Pasang	Surut	Pasang	Surut	Pasang	Surut
Stasiun 1 S : 6°52'25.95" E : 112°15'25.13"	Sampling ke-I	8.31±0.2	8.99±0.3	30±0.1	32±0.5	10.1±0.5	7.28±0.4	3.11	3.65	0.09	0.12	2.9	4.3	0.02	0.04
	Sampling ke-II	9.3±0.1	9.59±0.2	29±0.6	31±0.5	8.87±0.8	9.1±0.6	3.97	3.42	0.12	0.11	3.1	1.4	0.09	0.06
	Sampling ke-III	8.91±0.2	8.78±0.1	30±0.08	31±0.2	6.14±0.8	8.08±0.7	5.07	3.23	0.28	0.21	1.82	4.3	0.02	0.04
	Rata-rata ± stdev	8.84±0.5	9.1±0.4	29.7±0.5	31.3±0.5	8.37±0.2	8.2±0.9	4.05±0.9	3.43±0.2	0.16±0.1	0.15±0.06	2.6±0.6	3.3±1.6	0.04±0.03	0.05±0.01
Stasiun 2 S : 6°52'8.42" E : 112°15'48.88"	Sampling ke-I	8.56±0.5	8.13±0.2	24±0.4	22±0.2	9.1±0.6	7.91±0.5	2.23	3.82	0.11	0.09	3.9	5.4	0.03	0.12
	Sampling ke-II	8.54±0.5	9.08±0.2	20±0.8	19±0.5	8.08±0.9	7.98±0.7	2.93	3.06	0.28	0.12	2.4	2.7	0.25	0.5
	Sampling ke-III	8.54±0.2	8.46±0.4	21±0.1	23±0.3	10.31±0.6	8.93±0.8	4.02	4.73	0.22	0.29	3.5	2.3	0.07	0.23
	Rata-rata ± stdev	8.55±0.01	8.6±0.4	21.7±2.0	21.3±2.1	9.16±1.1	8.3±0.5	3.06±0.9	3.87±0.8	0.20±0.09	0.17±0.1	3.3±0.7	3.5±1.5	0.12±0.1	0.28±0.2
Stasiun 3 S : 6°52'23.62"S E : 112°16'18.67"	Sampling ke-I	8.48±0.1	8.85±0.08	31±0.3	31±0.3	9.7±0.8	7.29±0.5	3.42	3.76	0.15	0.12	2.7	4.5	0.01	0.03
	Sampling ke-II	8.71±0.2	8.82±0.3	29±0.5	32±0.2	8.9±0.7	11.8±0.6	5.72	4.07	0.12	0.18	4.1	3	0.06	0.09
	Sampling ke-III	8.59±0.09	8.72±0.2	30±0.4	32±0.2	8.42±0.4	6.34±0.6	4.3	3.17	0.11	0.19	1.5	3.9	0.18	0.07
	Rata-rata ± stdev	8.59±0.1	8.8±0.07	30.0±1.0	31.7±0.5	9.01±0.6	8.5±2.5	4.48±1.0	3.67±0.4	0.13±0.02	0.16±0.04	2.8±1.2	3.8±0.07	0.08±0.09	0.06±0.03
Stasiun 4 S : 6°52'15.28" E : 112°17'38.04"	Sampling ke-I	8.78±0.3	8.55±0.2	31±0.1	32±0.2	6.45±0.6	7.32±0.5	2.12	3.01	0.21	0.24	3.2	1.8	0.06	0.09
	Sampling ke-II	8.52±0.2	8.36±0.5	29±0.1	30±0.4	8.04±0.5	6.98±0.9	3.9	2.52	0.17	0.17	5.3	5.7	0.09	0.31
	Sampling ke-III	8.75±0.4	8.64±0.4	32±0.5	31±0.1	9.76±0.2	9.06±0.6	3.49	3.77	0.16	0.09	1.4	4.5	0.03	0.02
	Rata-rata ± stdev	8.68±0.1	8.5±0.1	30.7±1.5	31.0±1.0	8.08±1.6	7.8±1.1	3.17±0.9	3.10±0.6	0.18±0.03	0.17±0.08	3.3±1.9	4.0±2.0	0.06±0.03	0.14±0.2
Stasiun 5 S : 6°52'18.75" E : 112°18'8.62"	Sampling ke-I	8.97±0.3	8.32±0.4	32±0.1	33±0.3	8.9±0.4	7.51±0.6	2.23	2.85	0.19	0.22	3.5	1.4	0.05	0.01
	Sampling ke-II	8.77±0.2	9.61±0.5	30±0.2	31±0.2	9.32±0.8	8.76±0.7	4.29	4.28	0.14	0.21	5.8	5.5	0.08	0.06
	Sampling ke-III	8.81±0.1	8.39±0.2	31±0.3	31±0.1	9.21±0.8	8.75±0.8	6.28	3.59	0.31	0.24	1.9	5.8	0.19	0.01
	Rata-rata ± stdev	8.85±0.1	8.77±0.7	31.0±1.0	31.7±1.1	9.14±0.2	8.34±0.7	4.27±2.0	3.57±0.7	0.21±0.09	0.22±0.02	3.7±1.9	4.2±2.4	0.11±0.07	0.03±0.03
Baku Mutu		7-8,5		34 ‰		>5 mg/L		20 mg/L		0,3 mg/L		0,008 mg/L		0,015 mg/L	

Keterangan Tabel:

- Alami : kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim) (28-31°C) pada suhu
- a : diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2°C dari suhu alami

Lampiran 4. Data Kelimpahan Fitoplankton selama penelitian saat pasang

Kelas	Spesies Fitoplankton	Stasiun Pengambilan Sampel Saat Pasang														
		Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3			Stasiun 4			Stasiun 5		
		7-Apr	22-Apr	6-Mei	7-Apr	22-Apr	6-Mei	7-Apr	22-Apr	6-Mei	7-Apr	22-Apr	6-Mei	7-Apr	22-Apr	6-Mei
Bacillariophyceae	<i>Bacteriastrum varians</i>	0	0	0	0	0	0	3424	0	0	0	0	0	0	0	245
	<i>Chaetoceros compressus</i>	0	0	0	4158	2690	0	0	0	0	2201	0	3180	0	3180	0
	<i>Chaetoceros lacinosus</i>	4357	0	0	0	1223	0	0	0	0	0	0	0	734	978	11496
	<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0	0	0	0	489	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Dytilum brightwellii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	245	0	0	489	0	489	245
	<i>Gyrosigma balticum</i>	0	0	489	0	0	0	0	2201	0	978	0	0	0	0	0
	<i>Melosira sulcata</i>	0	0	0	0	978	0	0	0	4403	1957	0	0	0	1957	0
	<i>Navicula elegans</i>	51608	30818	21768	0	5136	0	2690	6848	5136	3913	21524	2935	11740	2935	5136
	<i>Nitzschia closterium</i>	7827	1223	0	7582	0	1223	3180	1712	1712	0	2690	2201	0	0	12718
	<i>Pleurosigma naviculaceum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1468	0
	<i>Rhizosolenia sp.</i>	39134	1957	0	4647	0	0	1957	978	0	0	0	0	4158	0	0
	<i>Skeletonema Costatum</i>	215480	178059	50874	213034	189065	91964	203251	184173	215725	91964	112754	175857	77778	104194	310869
	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	489	0	0	734	0	0	0	0
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	3913	2690	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1957	0	734	
Dinophyceae	<i>Ceratium fusus</i>	2935	0	1468	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Ceratium macroceros</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	489	0	489	0	0	
	<i>Ceratium pulchellum</i>	0	0	0	0	0	245	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	245	0	0	0	
	<i>Gonyaulax polygramma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	734	0	0	0	
	<i>Gonyaulax triacantha</i>	0	0	3913	0	0	734	0	0	489	245	0	0	0	0	489
	<i>Noctiluca scintillans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Peridinium claudicans</i>	0	0	0	0	0	734	0	0	978	0	0	734	0	0	1957
Cyanophyceae	<i>Oscillatoria sp.</i>	0	3424	1957	3913	5870	4647	0	0	5381	3180	1957	4892	7827	6359	1468

Lampiran 5. Data Kelimpahan Fitoplankton selama penelitian saat surut

Kelas	Spesies Fitoplankton	Stasiun Pengambilan Sampel Saat Surut														
		Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3			Stasiun 4			Stasiun 5		
		7-Apr	22-Apr	6-Mei	7-Apr	22-Apr	6-Mei	7-Apr	22-Apr	6-Mei	7-Apr	22-Apr	6-Mei	7-Apr	22-Apr	6-Mei
Bacillariophyceae	<i>Bacteriastrium varians</i>	0	0	0	0	0	0	3424	0	0	0	0	0	0	0	245
	<i>Chaetoceros compressus</i>	0	0	0	4158	2690	0	0	0	0	2201	0	3180	0	3180	0
	<i>Chaetoceros lacinosus</i>	4357	0	0	0	1223	0	0	0	0	0	0	0	734	978	11496
	<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0	0	0	0	489	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Dytilum brightwellii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	245	0	0	489	0	489	245
	<i>Gyrosigma balticum</i>	0	0	489	0	0	0	0	2201	0	978	0	0	0	0	0
	<i>Melosira sulcata</i>	0	0	0	0	978	0	0	0	4403	1957	0	0	0	1957	0
	<i>Navicula elegans</i>	51608	30818	21768	0	5136	0	2690	6848	5136	3913	21524	2935	11740	2935	5136
	<i>Nitzschia closterium</i>	7827	1223	0	7582	0	1223	3180	1712	1712	0	2690	2201	0	0	12718
	<i>Pleurosigma naviculaceum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1468	0
	<i>Rhizosolenia sp.</i>	39134	1957	0	4647	0	0	1957	978	0	0	0	0	4158	0	0
	<i>Skeletonema Costatum</i>	215480	178059	50874	213034	189065	91964	203251	184173	215725	91964	112754	175857	77778	104194	310869
	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	489	0	0	734	0	0	0	0
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	3913	2690	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1957	0	734	
Dinophyceae	<i>Ceratium fusus</i>	2935	0	1468	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Ceratium macroceros</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	489	0	489	0	0	
	<i>Ceratium pulchellum</i>	0	0	0	0	0	245	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Dinophysis acuminata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	245	0	0	0	
	<i>Gonyaulax polygramma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	734	0	0	0	
	<i>Gonyaulax triacantha</i>	0	0	3913	0	0	734	0	0	489	245	0	0	0	0	489
	<i>Noctiluca scintillans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Peridinium claudicans</i>	0	0	0	0	0	734	0	0	978	0	0	734	0	0	1957
Cyanophyceae	<i>Oscillatoria sp.</i>	0	3424	1957	3913	5870	4647	0	0	5381	3180	1957	4892	7827	6359	1468

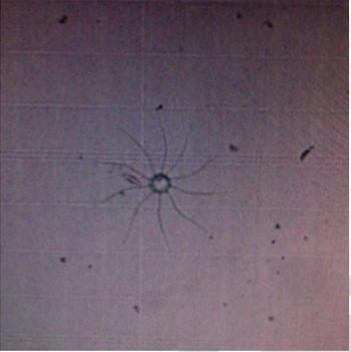
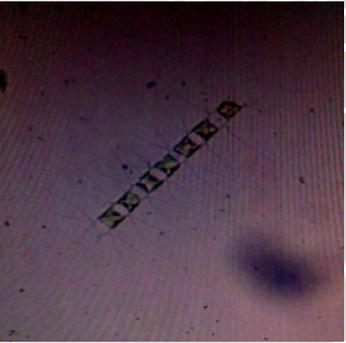
Lampiran 6. Data Kelimpahan spesies fitoplankton HAB selama penelitian pada saat perairan pasang

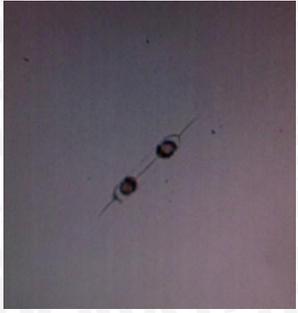
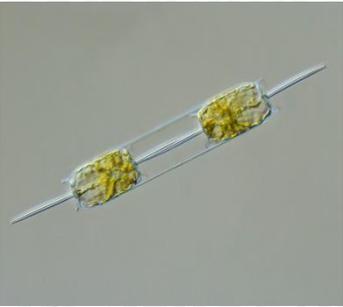
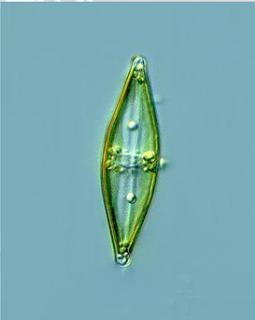
Kelas	Spesies Fitoplankton	Stasiun Pengambilan Sampel saat pasang															Jumlah
		Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3			Stasiun 4			Stasiun 5			
		7-Apr	22-Apr	6-May	7-Apr	22-Apr	6-May	7-Apr	22-Apr	6-May	7-Apr	22-Apr	6-May	7-Apr	22-Apr	6-May	
Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros compressus</i>	6989	0	0	0	0	0	3913	0	1468	0	0	0	0	0	0	12370
	<i>Chaetoceros lacinosus</i>	0	0	3180	0	0	0	0	0	0	0	0	2690	0	6604	734	13208
	<i>Nitzschia closterium</i>	9783	5136	1957	3424	0	3180	5136	2690	2690	0	0	7827	3424	1957	2446	49650
Dinophyceae	<i>Ceratium fusus</i>	0	734	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	489	0	0	1223
	<i>Ceratium macroceros</i>	0	0	0	0	0	0	0	978	0	0	0	0	0	0	489	1467
	<i>Ceratium pulchellum</i>	1468	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	0	0	0	0	1712
	<i>Dinophysis acuminata</i>	0	0	0	0	0	0	0	489	734	0	0	0	0	0	0	1223
	<i>Gonyaulax polygramma</i>	0	0	978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	978
	<i>Gonyaulax triacantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	489	245	734	0	0	734	2202
	<i>Noctiluca scintillans</i>	0	0	0	0	0	0	2690	978	245	0	1223	0	0	0	734	5870
	<i>Peridinium claudicans</i>	1223	0	0	0	0	2446	734	0	489	1712	489	1468	0	0	2201	10762

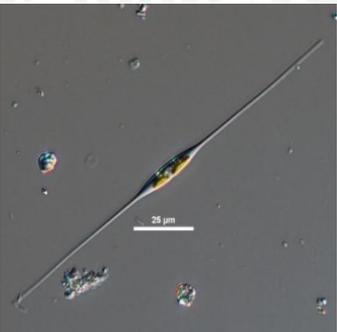
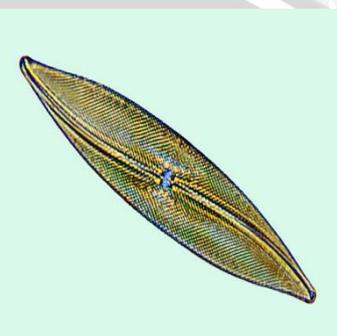
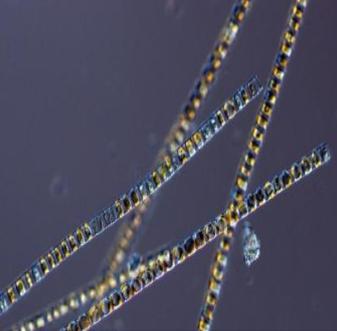
Lampiran 7. Data Kelimpahan spesies fitoplankton HAB selama penelitian pada saat perairan surut

Kelas	Spesies Fitoplankton	Stasiun Pengambilan Sampel															Jumlah
		Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3			Stasiun 4			Stasiun 5			
		7-Apr	22-Apr	6-May	7-Apr	22-Apr	6-May	7-Apr	22-Apr	6-May	7-Apr	22-Apr	6-May	7-Apr	22-Apr	6-May	
Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros compressus</i>	0	0	0	4158	2690	0	0	0	0	2201	0	3180	0	3180	0	15409
	<i>Chaetoceros lacinosus</i>	4357	0	0	0	1223	0	0	0	0	0	0	0	734	978	11496	18787
	<i>Nitzschia closterium</i>	7827	1223	0	7582	0	1223	3180	1712	1712	0	2690	2201	0	0	12718	42069
Dinophyceae	<i>Ceratium fusus</i>	2935	0	1468	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4403
	<i>Ceratium macroceros</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	489	0	489	0	0	978
	<i>Ceratium pulchellum</i>	0	0	0	0	0	245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245
	<i>Dinophysis acuminata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	245	0	0	0	489
	<i>Gonyaulax polygramma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	734	0	0	0	734
	<i>Gonyaulax triacantha</i>	0	0	3913	0	0	734	0	0	489	245	0	0	0	0	489	5870
	<i>Noctiluca scintillans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Peridinium claudicans</i>	0	0	0	0	0	734	0	0	978	0	0	734	0	0	1957	4403

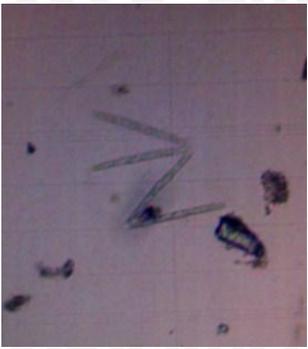
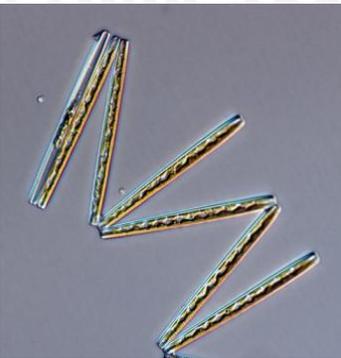
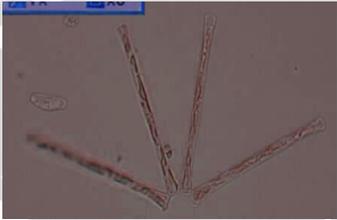
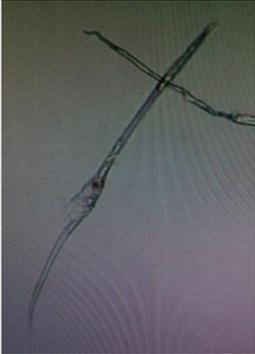
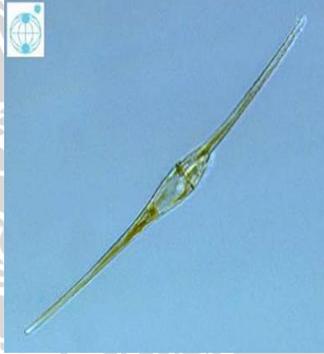
Lampiran 8. Data Fitoplankton yang ditemukan di lokasi penelitian

Nama Spesies	Foto Spesies	Gambar Literatur	Klasifikasi
<i>Bacteriastrium varians</i>	 (Dokumentasi pribadi, 2015)	 (Algaebase, 2015)	Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Bacillariophyta Class : Mediophyceae Ordo : Chaetocerotales Family : Chaetocerotaceae Genus : Bacteriastrium Species : <i>Bacteriastrium varians</i> (Algaebase, 2015)
<i>Chaetoceros compressus</i>	 (Dokumentasi pribadi, 2015)	 (Algaebase, 2015)	Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Bacillariophyta Class : Mediophyceae Ordo : Chaetocerotales Family : Chaetocerotaceae Genus : Chaetoceros Species : <i>Chaetoceros compressus</i> (Algaebase, 2015)
<i>Chaetoceros lacinosus</i>	 (Dokumentasi pribadi, 2015)	 (Algaebase, 2015)	Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Bacillariophyta Class : Mediophyceae Ordo : Chaetocerotales Family : Chaetocerotaceae Genus : Chaetoceros Species : <i>Chaetoceros lacinosus</i> (Algaebase, 2015)
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	 (Dokumentasi pribadi, 2015)	 (Algaebase, 2015)	Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Bacillariophyta Class : Coscinodiscophyceae Ordo : Coscinodiscales Family : Coscinodiscaceae Genus : Coscinodiscus Species : <i>Coscinodiscus radiatus</i> (Algaebase, 2015)

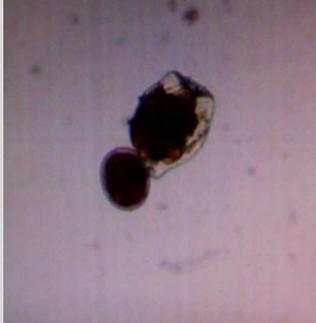
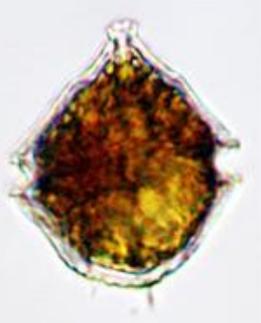
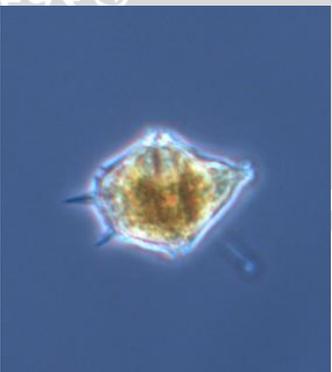
Nama Spesies	Foto Spesies	Gambar Literatur	Klasifikasi
<p><i>Ditylum brightwellii</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Bacillariophyta Class : Mediophyceae Ordo : Lithodesmiales Family : Lithodesmiaceae Genus : Ditylum Species : <i>Ditylum brightwellii</i> (Algaebase, 2015)</p>
<p><i>Gyrosigma balticum</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Bacillariophyta Class : Bacillariophycidae Ordo : Naviculales Family : Naviculaceae Genus : Gyrosigma Species : <i>Gyrosigma balticum</i> (Algaebase, 2015)</p>
<p><i>Melosira sulcata</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Bacillariophyta Class : Coscinodiscophyceae Ordo : Melosirales Family : Melosiraceae Genus : Melosira Species : <i>Melosira sulcata</i> (Algaebase, 2015)</p>
<p><i>Navicula elegans</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Bacillariophyta Class : Bacillariophyceae Ordo : Naviculales Family : Naviculineae Genus : Naviculaceae Species : <i>Navicula elegans</i> (Algaebase, 2015)</p>

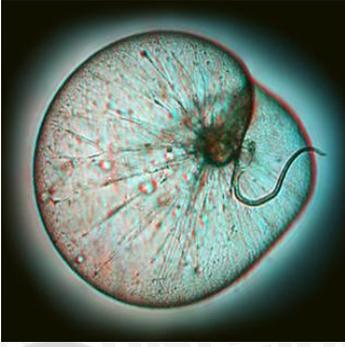
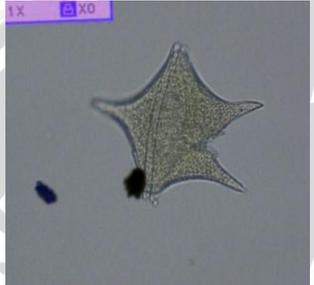
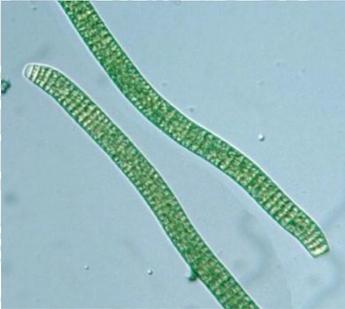
Nama Spesies	Foto Spesies	Gambar Literatur	Klasifikasi
<p><i>Nitzschia closterium</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Bacillariophyta Class : Bacillariophyceae Ordo : Bacillariales Family : Bacillariaceae Genus : Nitzschia Species : <i>Nitzschia closterium</i> (Algaebase, 2015)</p>
<p><i>Pleurosigma naviculaceum</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Bacillariophyta Class : Bacillariophyceae Ordo : Naviculales Family : Pleurosigmataceae Genus : Pleurosigma Species : <i>Pleurosigma naviculaceum</i> (Algaebase, 2015)</p>
<p><i>Rhizosolenia acuminata</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Bacillariophyta Class : Coscinodiscophyceae Ordo : Rhizosoleniales Family : Rhizosoleniaceae Genus : Rhizosolenia Species : <i>Rhizosolenia acuminata</i> (Algaebase, 2015)</p>
<p><i>Skeletonema costatum</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Plantae Phylum : Bacillariophyta Class : Bacillariophyceae Ordo : Centrales Family : Coscinodiscaceae Genus : Skeletonema Species : <i>Skeletonema costatum</i> (Algaebase, 2015)</p>



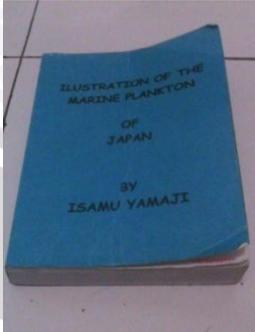
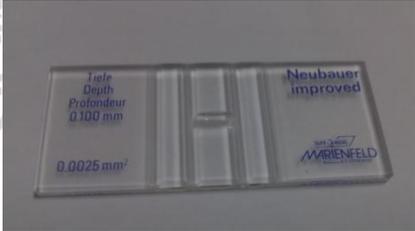
Nama Spesies	Foto Spesies	Gambar Literatur	Klasifikasi
<p><i>Thalassionema nitzschioides</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Bacillariophyta Class : Fragilariophyceae Ordo : Thalassionematales Family : Thalassionemataceae Genus : Thalassionema Species : <i>Thalassionema nitzschioides</i></p> <p>(Algaebase, 2015)</p>
<p><i>Thalassiothrix frauenfeldii</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Bacillariophyta Class : Fragilariophyceae Ordo : Thalassionematales Family : Thalassionemataceae Genus : Thalassiothrix Species : <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i></p> <p>(Algaebase, 2015)</p>
<p><i>Ceratium fusus</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Dinophyta Class : Dinophyceae Ordo : Gonyaulacales Family : ceratiaceae Genus : Ceratium Species : <i>Ceratium fusus</i></p> <p>(Algaebase, 2015)</p>
<p><i>Ceratium macroceros</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Dinophyta Class : Dinophyceae Ordo : Gonyaulacales Family : Ceratiaceae Genus : Ceratium Species : <i>Ceratium macroceros</i></p> <p>(Algaebase, 2015)</p>



Nama Spesies	Foto Spesies	Gambar Literatur	Klasifikasi
<p><i>Ceratium pulchellum</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Dinophyta Class : Dinophyceae Ordo : Gonyaulales Family : Ceratiaceae Genus : Ceratium Species : <i>Ceratium pulchellum</i> (Algaebase, 2015)</p>
<p><i>Dinophysis acuminata</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Dinophyta Class : Dinophyceae Ordo : Dinophysiales Family : Dinophysaceae Genus : Dinophysis Species : <i>Dinophysis acuminata</i> (Algaebase, 2015)</p>
<p><i>Gonyaulax polygramma</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Dinophyta Class : Dinophyceae Ordo : Gonyaulales Family : Gonyaulacaceae Genus : Gonyaulax Species : <i>Gonyaulax polygramma</i> (Algaebase, 2015)</p>
<p><i>Gonyaulax triacantha</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Dinophyta Class : Dinophyceae Ordo : Gonyaulales Family : Gonyaulacaceae Genus : Gonyaulax Species : <i>Gonyaulax triacantha</i> (Algaebase, 2015)</p>

Nama Spesies	Foto Spesies	Gambar Literatur	Klasifikasi
<p><i>Noctiluca scintillans</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromalveolata Phylum : Dinoflagellata Class : Noctiluciphyceae Ordo : Noctilucales Family : Noctilucaceae Genus : Noctiluca Species : <i>Noctiluca scintillans</i> (Algaebase, 2015)</p>
<p><i>Peridinium claudicans</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Chromista Phylum : Dinophyta Class : Dinophyceae Ordo : Peridinales Family : Protoperidiniaceae Genus : Protoperidinium Species : <i>Peridinium claudicans</i> (Algaebase, 2015)</p>
<p><i>Oscillatoria sp.</i></p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2015)</p>	 <p>(Algaebase, 2015)</p>	<p>Domain : Eukaryota Kingdom : Plantae Phylum : Cyanophyta Class : Cyanophyceae Ordo : Hormogonales Family : Oscillatoriae Genus : Oscillatoria Species : <i>Oscillatoria limosa</i> (Algaebase, 2015)</p>

Lampiran 9. Dokumentasi Alat dan Bahan Penelitian

No	Nama Alat / Bahan	Foto Alat / Bahan
1	Buku Identifikasi Fitoplankton	
2	DO Meter	
3	<i>Haemocytometer</i>	
4	<i>Hand tally counter</i>	

No	Nama Alat / Bahan	Foto Alat / Bahan
5	Mikroskop	
6	pH Meter	
7	Pipet Tetes	
8	Planktonet	

No	Nama Alat / Bahan	Foto Alat / Bahan
9	Refraktometer	
10	Secchi disk	
11	Lugol 4%	
12	Sampel Fitoplankton	

Lampiran 10. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Foto Kegiatan
1	Pengukuran DO dan suhu	
2	Pengukuran pH	
3	Pengukuran kecerahan	
4	Pengukuran salinitas	

No	Kegiatan	Foto Kegiatan
5	Pengambilan sampel fitoplankton	
6	Pengamatan fitoplankton	

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 11. Data Hasil Uji Normalitas

Analisis Parameter	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Suhu_Pasang	0.183	15	0.189	0.943	15	0.421
Kecerahan_Pasang	0.185	15	0.179	0.916	15	0.167
Arus_Pasang	0.186	15	0.171	0.905	15	0.112
pH_Pasang	0.146	15	0.200	0.941	15	0.397
Salinitas_Pasang	0.342	15	0.000	0.750	15	0.001
DO_Pasang	0.205	15	0.088	0.900	15	0.094
BOD_Pasang	0.144	15	0.200	0.951	15	0.538
Amonia_Pasang	0.142	15	0.200	0.912	15	0.147
Nitrat_Pasang	0.112	15	0.200	0.965	15	0.785
Fosfat_Pasang	0.255	15	0.010	0.837	15	0.012
Kelimpahan_Pasang	0.227	15	0.037	0.850	15	0.017
Keanekaragaman_Pasang	0.106	15	0.200	0.980	15	0.971
Keseragaman_Pasang	0.107	15	0.200	0.970	15	0.860
Dominasi_pasang	0.165	15	0.200	0.960	15	0.687
Suhu_Surut	0.146	15	0.200	0.967	15	0.814
Kecerahan_Surut	0.180	15	0.200	0.920	15	0.194
Arus_Surut	0.199	15	0.113	0.933	15	0.299
pH_Surut	0.144	15	0.200	0.927	15	0.246
Salinitas_Surut	0.378	15	0.000	0.678	15	0.000
DO_Surut	0.146	15	0.200	0.937	15	0.341
BOD_Surut	0.108	15	0.200	0.986	15	0.996
Amonia_Surut	0.204	15	0.092	0.933	15	0.306
Nitrat_Surut	0.167	15	0.200	0.914	15	0.154
Fosfat_Surut	0.298	15	0.001	0.724	15	0.000
Kelimpahan_Surut	0.285	15	0.002	0.701	15	0.000
Keanekaragaman_Surut	0.131	15	0.200	0.953	15	0.570
Keseragaman_Surut	0.111	15	0.200	0.947	15	0.481
Dominasi_Surut	0.182	15	0.192	0.893	15	0.075

Keterangan : angka berwarna merah menunjukkan nilai yang tidak signifikan

Lampiran 12. Data Hasil Uji Korelasi Parameter Lingkungan dengan struktur Komunitas Fitoplankton HAB saat Pasang

Variabel		Suhu	Kecerahan	Arus	pH	Salinitas	DO	BOD	Amonia	Nitrat	Fosfat	Kelimpahan	Keanekaragaman	Keseragaman	Dominasi
Suhu	Correlation	1	0.17	-0.64	0.03	0.17	0.38	0.65	0.01	-0.22	-0.20	0.61	0.58	0.27	-0.28
	Sig. (2-tailed)	.	0.55	0.01	0.91	0.56	0.16	0.01	0.97	0.42	0.46	0.02	0.02	0.33	0.31
Kecerahan	Correlation	0.17	1	-0.67	0.50	0.21	-0.38	0.59	0.07	0.10	0.39	0.07	-0.03	-0.03	-0.13
	Sig. (2-tailed)	0.55	.	0.01	0.06	0.46	0.16	0.02	0.80	0.71	0.15	0.81	0.93	0.93	0.65
Arus	Correlation	-0.64	-0.67	1	-0.16	-0.27	0.07	-0.55	0.04	0.17	0.01	-0.39	-0.27	0.06	0.26
	Sig. (2-tailed)	0.01	0.01	.	0.58	0.32	0.79	0.03	0.90	0.54	0.96	0.16	0.33	0.83	0.34
pH	Correlation	0.03	0.50	-0.16	1	0.36	-0.36	0.21	0.29	-0.13	0.16	-0.03	-0.21	0.15	0.43
	Sig. (2-tailed)	0.91	0.06	0.58	.	0.19	0.18	0.46	0.29	0.64	0.57	0.92	0.45	0.59	0.11
Salinitas	Correlation	0.17	0.21	-0.27	0.36	1	0.12	-0.08	0.10	-0.34	-0.37	0.46	0.38	0.22	0.05
	Sig. (2-tailed)	0.56	0.46	0.32	0.19	.	0.68	0.76	0.72	0.22	0.18	0.08	0.16	0.42	0.86
DO	Correlation	0.38	-0.38	0.07	-0.36	0.12	1	0.03	-0.27	0.10	-0.29	0.64	0.72	0.54	0.04
	Sig. (2-tailed)	0.16	0.16	0.79	0.18	0.68	.	0.91	0.33	0.73	0.29	0.01	0.00	0.04	0.89
BOD	Correlation	0.65	0.59	-0.55	0.21	-0.08	0.03	1	0.11	-0.16	0.30	0.35	0.38	0.19	-0.41
	Sig. (2-tailed)	0.01	0.02	0.03	0.46	0.76	0.91	.	0.69	0.57	0.28	0.20	0.16	0.51	0.13
Amonia	Correlation	0.01	0.07	0.04	0.29	0.10	-0.27	0.11	1	-0.27	0.27	-0.25	-0.28	-0.21	-0.25
	Sig. (2-tailed)	0.97	0.80	0.90	0.29	0.72	0.33	0.69	.	0.33	0.33	0.36	0.30	0.45	0.36
Nitrat	Correlation	-0.22	0.10	0.17	-0.13	-0.34	0.10	-0.16	-0.27	1	0.09	-0.36	-0.23	0.04	0.41
	Sig. (2-tailed)	0.42	0.71	0.54	0.64	0.22	0.73	0.57	0.33	.	0.76	0.19	0.40	0.89	0.13
Fosfat	Correlation	-0.20	0.39	0.01	0.16	-0.37	-0.29	0.30	0.27	0.09	1	-0.44	-0.36	-0.29	-0.30
	Sig. (2-tailed)	0.46	0.15	0.96	0.57	0.18	0.29	0.28	0.33	0.76	.	0.10	0.19	0.30	0.28

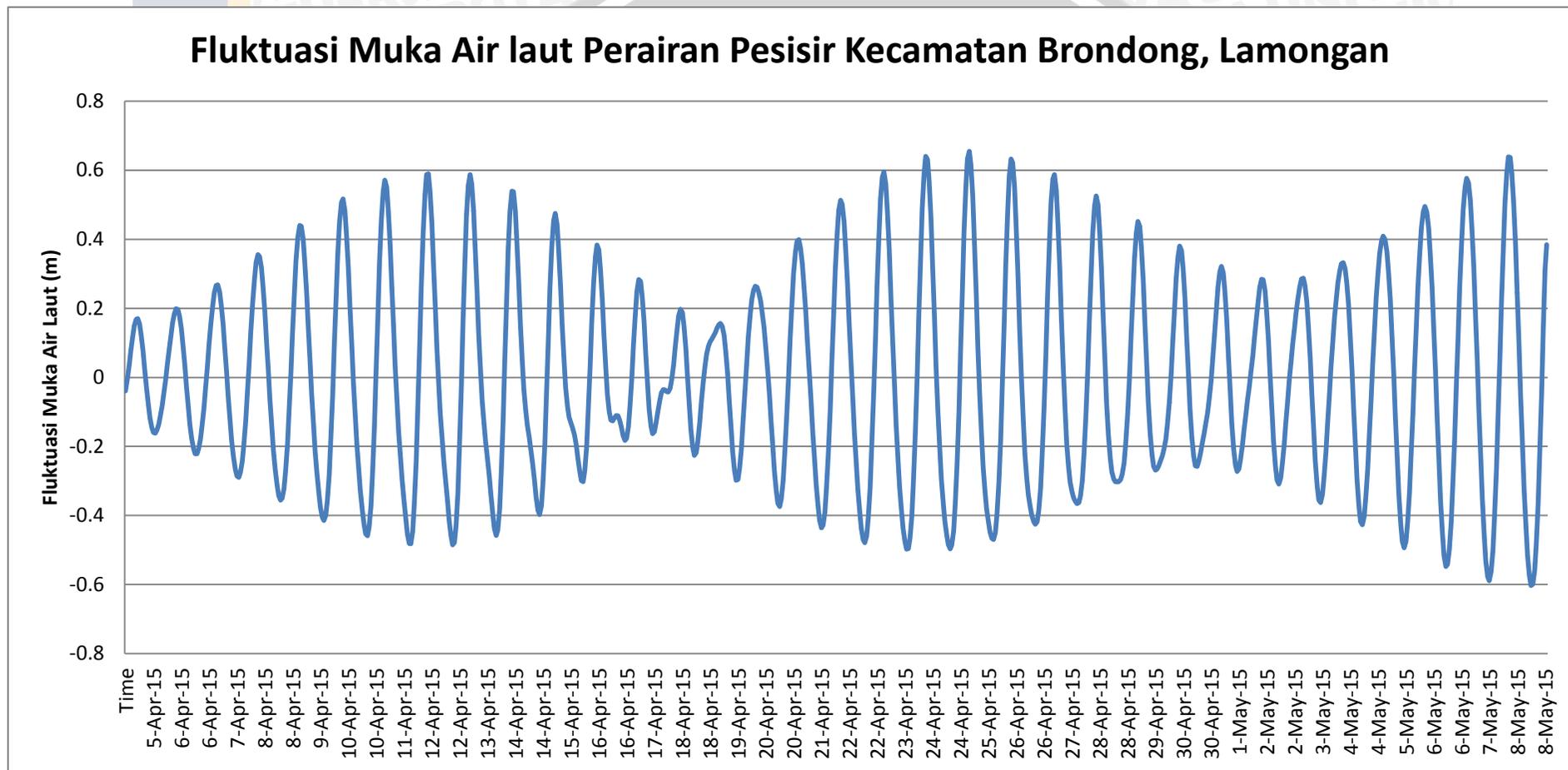
Keterangan : angka berwarna merah menunjukkan nilai yang signifikan

Lampiran 13. Data Hasil Uji Korelasi Parameter Lingkungan dengan struktur Komunitas Fitoplankton HAB saat Surut

Variabel		Suhu	Kecerahan	Arus	pH	Salinitas	DO	BOD	Amonia	Nitrat	Fosfat	Kelimpahan	Keanekaragaman	Keseragaman	Dominasi
Suhu	Correlation	1	0.10	-0.47	-0.14	-0.36	0.11	-0.09	0.13	0.33	0.14	0.17	0.21	0.03	-0.22
	Sig. (2-tailed)	.	0.72	0.07	0.61	0.18	0.69	0.76	0.64	0.23	0.62	0.56	0.44	0.91	0.42
Kecerahan	Correlation	0.10	1	-0.22	0.21	0.36	0.28	-0.11	0.26	0.22	-0.41	-0.03	-0.03	0.06	0.48
	Sig. (2-tailed)	0.72	.	0.42	0.45	0.19	0.32	0.69	0.35	0.44	0.13	0.90	0.93	0.82	0.07
Arus	Correlation	-0.47	-0.22	1	0.06	0.52	-0.13	0.21	-0.09	-0.19	-0.29	-0.06	-0.14	-0.08	-0.34
	Sig. (2-tailed)	0.07	0.42	.	0.82	0.05	0.64	0.46	0.74	0.51	0.30	0.84	0.62	0.78	0.21
pH	Correlation	-0.14	0.21	0.06	1	0.04	0.25	0.23	-0.24	-0.15	0.00	-0.07	-0.27	-0.18	0.34
	Sig. (2-tailed)	0.61	0.45	0.82	.	0.87	0.37	0.42	0.39	0.61	0.99	0.81	0.33	0.53	0.21
Salinitas	Correlation	-0.36	0.36	0.52	0.04	1	-0.16	-0.22	0.28	-0.34	-0.53	-0.34	-0.30	-0.28	0.06
	Sig. (2-tailed)	0.18	0.19	0.05	0.87	.	0.58	0.44	0.31	0.21	0.04	0.21	0.28	0.31	0.83
DO	Correlation	0.11	0.28	-0.13	0.25	-0.16	1	0.49	0.01	-0.16	-0.09	-0.09	0.03	0.08	0.14
	Sig. (2-tailed)	0.69	0.32	0.64	0.37	0.58	.	0.07	0.96	0.56	0.75	0.75	0.93	0.77	0.63
BOD	Correlation	-0.09	-0.11	0.21	0.23	-0.22	0.49	1	-0.09	0.23	-0.02	0.22	0.21	0.09	-0.17
	Sig. (2-tailed)	0.76	0.69	0.46	0.42	0.44	0.07	.	0.74	0.42	0.94	0.43	0.45	0.76	0.55
Amonia	Correlation	0.13	0.26	-0.09	-0.24	0.28	0.01	-0.09	1	-0.17	-0.06	-0.22	0.12	0.15	-0.14
	Sig. (2-tailed)	0.64	0.35	0.74	0.39	0.31	0.96	0.74	.	0.55	0.82	0.42	0.66	0.59	0.62
Nitrat	Correlation	0.33	0.22	-0.19	-0.15	-0.34	-0.16	0.23	-0.17	1	-0.13	0.77	0.61	0.44	-0.09
	Sig. (2-tailed)	0.23	0.44	0.51	0.61	0.21	0.56	0.42	0.55	.	0.66	0.00	0.02	0.10	0.75
Fosfat	Correlation	0.14	-0.41	-0.29	0.00	-0.53	-0.09	-0.02	-0.06	-0.13	1	-0.18	-0.16	-0.05	0.16
	Sig. (2-tailed)	0.62	0.13	0.30	0.99	0.04	0.75	0.94	0.82	0.66	.	0.53	0.57	0.87	0.57

Keterangan : angka berwarna merah menunjukkan nilai yang signifikan

Lampiran 14. Fluktuasi Muka Air laut Perairan Pesisir Kecamatan Brondong, Lamongan pada bulan April – Mei 2015



Lampiran 15. Standart Baku Mutu Parameter Air Laut menurut Kep. Menteri
LH No. 51 Tahun 2004 untuk Biota

BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK BIOTA LAUT		Lampiran III. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: Tahun 2004	
No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan*	m	coral: >5 mangrove: - lamun: >3
2.	Kebauan	-	alami ²
3.	Kekeruhan*	NTU	<5
4.	Padatan tersuspensi total ³	mg/l	coral: 20 mangrove: 80
5.	Sampah	-	lamun: 20 nihil ¹⁴⁾
6.	Suhu ⁶	°C	alami ¹⁰⁾ coral: 28-30 ^(*) mangrove: 28-32 ^(*) lamun: 28-30 ^(*) nihil ¹⁰⁾
Lapisan minyak³			
1.	KIMIA	-	
2.	pH ⁷	%o	7 - 8,5 ^(*) alami ¹⁾ *) coral: 33-34 ^(*) mangrove: s/d 34 ^(*) lamun: 33-34 ^(*)
	Salinitas*		
3.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD ₅	mg/l	20
5.	Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	0,3
6.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
8.	Sianida (CN ⁻)	mg/l	0,5
9.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,01
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
12.	PCB total (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
13.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
14.	Minyak & lemak	mg/l	1
15.	Pestisida ⁷	µg/l	0,01
16.	TBT (tributil tin) ⁷	µg/l	0,01
Logam terlarut:			
17.	Raksa (Hg)	mg/l	0,001
18.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,005
19.	Arsen (As)	mg/l	0,012

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
20.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,001
21.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,008
22.	Timbal (Pb)	mg/l	0,008
23.	Seng (Zn)	mg/l	0,05
24.	Nikel (Ni)	mg/l	0,05
1.	BIOLOGI		
2.	Coliform (total)* Patogen	MPN/100 ml	1000 ₍₅₎
3.	Plankton	sel/100 ml	nihil ¹
		sel/100 ml	tidak bloom ²
	RADIO NUKLIDA		
1.	Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4

Catatan:

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
2. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
3. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).
4. Pengamatan oleh manusia (*visual*).
5. Pengamatan oleh manusia (*visual*). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (*thin layer*) dengan ketebalan 0,01mm
6. Tidak bloom adalah tidak terjadi pertumbuhan yang berlebihan yang dapat menyebabkan eutrofikasi. Pertumbuhan plankton yang berlebihan dipengaruhi oleh nutrisi, cahaya, suhu, kecepatan arus, dan kestabilan plankton itu sendiri.
7. TBT adalah zat *antifouling* yang biasanya terdapat pada cat kapal
 - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman *euphotic*
 - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman
 - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2°C dari suhu alami
 - d. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0,2 satuan pH
 - e. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5% salinitas rata-rata musiman
 - f. Berbagai jenis pestisida seperti: DDT, Endrin, Endosulfan dan Heptachlor
 - g. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,

ttd

Nabiel Makarim, MPA., MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan
Kelembagaan Lingkungan Hidup,

Hoetomo, MPA.