

**TINGKAT KESUBURAN PERAIRAN BERDASARKAN PRODUKTIVITAS
PRIMER DENGAN METODE KLOOROFIL-a DI PANTAI PASIR PUTIH DESA
PASIR PUTIH KECAMATAN BUNGATAN KABUPATEN SITUBONDO
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Oleh:

SEPTI NURUL HIDAYAH

NIM. 105080101111032



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

**TINGKAT KESUBURAN PERAIRAN BERDASARKAN PRODUKTIVITAS
PRIMER DENGAN METODE KLOOROFIL-a DI PANTAI PASIR PUTIH DESA
PASIR PUTIH KECAMATAN BUNGATAN KABUPATEN SITUBONDO
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

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

Universitas Brawijaya

Oleh:

SEPTI NURUL HIDAYAH

NIM. 105080101111032



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

LAPORAN SKRIPSI
TINGKAT KESUBURAN PERAIRAN BERDASARKAN PRODUKTIVITAS
PRIMER DENGAN METODE KLOROFIL-a DI PANTAI PASIR PUTIH DESA
PASIR PUTIH KECAMATAN BUNGATAN KABUPATEN SITUBONDO
JAWA TIMUR

Oleh:
SEPTI NURUL HIDAYAH
NIM. 105080101111032

Telah dipertahankan di depan penguji
Pada tanggal 30 Januari 2015
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat
SK Dekan No. : _____
Tanggal : _____

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Muhammad Musa, MS
NIP. 19570507 198602 1 002
Tanggal: _____

Dosen Penguji II

Dr. Ir. Mulyanto, MS
NIP. 19600317 198602 1 001
Tanggal: _____

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Umi Zakiyah, M. Si)
NIP. 19610303 198602 2 001
Tanggal: _____

Dosen Pembimbing II

(Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si)
NIP. 19730702 20051 2 001
Tanggal: _____

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati., MS
NIP. 19620805 198603 2 00 1

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

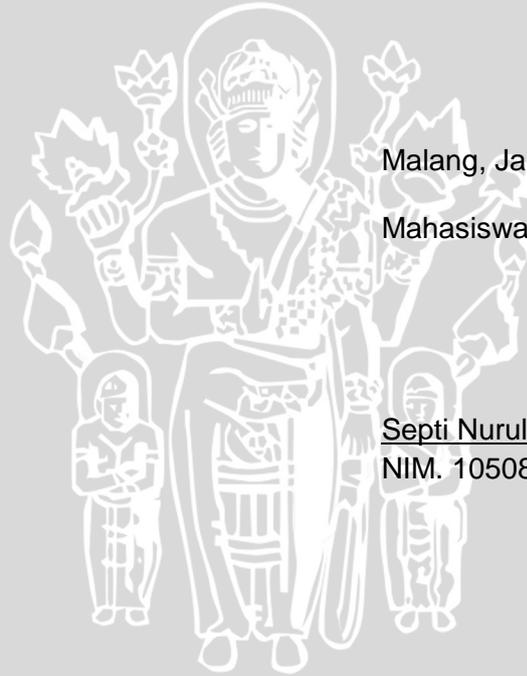
Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, Januari 2015

Mahasiswa,

Septi Nurul Hidayah

NIM. 105080101111032



RINGKASAN

SEPTI NURUL HIDAYAH. Skripsi. Tingkat Kesuburan Perairan Berdasarkan Produktivitas Primer Dengan Metode Klorofil-a di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih Kecamatan Bungatan Kabupaten Situbondo Jawa Timur (dibawah bimbingan **Dr. Ir Umi Zakiyah, M. Si** dan **Dr. Yuni Kilawati., S.Pi, M.Si**).

Kawasan pesisir merupakan salah satu wilayah yang perlu diperhatikan karena kawasan ini merupakan wilayah yang menjadi pintu masuk dan keluarnya berbagai macam bahan yang berasal baik dari laut maupun darat, khususnya kawasan estuari yang menjadi jalur bagi laju pergerakan sedimen dari darat dan laut. Di Kabupaten Situbondo terdapat wisata pantai yang terkenal dengan nama Wisata Pantai Pasir Putih yang terletak di Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan. Aktivitas pariwisata di sekitar pantai akan menyebabkan perubahan kondisi fisika, kimia dan biologi perairan, perubahan tersebut akan mempengaruhi produktivitas primer perairan.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menerapkan teori yang telah diterima selama perkuliahan melalui kegiatan yang ada di lapang serta mengetahui dan memahami lebih jelas tentang pengukuran tingkat kesuburan perairan berdasarkan produktivitas primer dengan menggunakan metode klorofil-a di perairan pesisir Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Tujuan dari penelitian ini adalah 1) Mengetahui tingkat kesuburan perairan berdasarkan produktivitas primer melalui metode pengukuran klorofil-a di Pantai Pasir Putih Situbondo. 2) Mengetahui tingkat kesuburan perairan berdasarkan parameter fisika, kimia dan biologi perairan di Pantai Pasir Putih Situbondo. 3) Mengetahui hubungan parameter fisika, kimia, biologi perairan dengan produktivitas primer di Pantai Pasir Putih Situbondo. 4) Mengetahui perbedaan antar stasiun berdasarkan hasil produktivitas primer di Pantai Pasir Putih Situbondo

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, yaitu penelitian yang bermaksud untuk membuat penggambaran (deskripsi) mengenai situasi atau kejadian-kejadian. Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Pengambilan sampel dilakukan pada 4 stasiun sebanyak 3 kali pengambilan dengan selang waktu 7 hari sekali. Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan sampel perairan pantai, pengukuran klorofil-a, perhitungan produktivitas primer dan pengukuran parameter kualitas air (suhu, kecerahan, salinitas, pH, DO, NO_3 , PO_4 dan Kelimpahan fioplankton). Analisa statistik yang digunakan adalah *Principal Component Analysis* (PCA) dan Analisa Kruskal Wallis.

Hasil Penelitian kandungan klorofil-a pada perairan Pantai Pasir Putih Situbondo berkisar antara 1,477 – 3,023 mg/m^3 sehingga diperoleh nilai produktivitas primer yang berkisar antara 110,95 – 71,68 ($\text{gC/m}^3/\text{hr}$). Hasil pengukuran parameter kualitas air meliputi : suhu 30,3 – 32,3 $^\circ\text{C}$; kecerahan 140 – 210 cm; salinitas 29 – 34 ‰; pH 7 – 8; DO 6,35 – 7,94 mg/l ; Nitrat (NO_3) 0,188 – 0,321 mg/l dan ortofosfat (PO_4) 0,023 – 0,035 mg/l . Nilai total kelimpahan fitoplankton pada perairan Pantai Pasir Putih adalah 331.313 – 526.106 sel/L.

Hasil *Principal Component Analysis* (PCA) menunjukkan produktivitas primer berkorelasi positif dengan suhu, kecerahan, salinitas, pH, nitrat dan kelimpahan fitoplankton. Korelasi positif mengartikan bahwa terdapat keseimbangan atau hubungan yang searah diantara dua variabel atau lebih. Hasil statistik Kruskal Wallis menunjukkan nilai $\text{Asymp.sig} = P$ (Probabilitas) sebesar 0,392 yang artinya tidak signifikan (tidak berbeda nyata) karena nilai $P >$

0,05 sehingga dapat dikatakan nilai persebaran produktivitas primer di setiap stasiun sama.

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa 1) nilai produktivitas primer yang berkisar antara 71,68 – 110,95 (gC/m³/hr) termasuk dalam kategori perairan yang mesotrofik. 2) Berdasarkan parameter kimia fisika di perairan Pantai Pasir Putih masih tergolong dalam keadaan yang baik atau tergolong dalam perairan eutrofik. 3) Hubungan parameter perairan dengan produktivitas primer menunjukkan produktivitas primer berkorelasi positif dengan suhu, kecerahan, salinitas, pH, nitrat dan kelimpahan fitoplankton. Salinitas berkorelasi positif sangat kuat dengan pH. DO berkorelasi positif sangat kuat dengan ortofosfat. 4) Hasil statistik Kruskal Wallis menunjukkan nilai produktivitas primer antar stasiun tidak berbeda nyata.

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah dibutuhkannya koordinasi, pengawasan serta peraturan dari semua terhadap aktivitas pariwisata dan perdagangan agar tidak ada pencemaran lingkungan yang nantinya akan menyebabkan perubahan pada kondisi fisika, kimia, dan biologi perairan yang diikuti dengan perubahan produktivitas primer di perairan Pantai Pasir Putih. Dan juga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kondisi perairan dan produktivitas primer di Pantai Pasir Putih Situbondo.



KATA PENGANTAR

Puji sukur bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Tingkat Kesuburan Perairan Berdasarkan Produktivitas Primer dengan Metode Klorofil-a di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih Kecamatan Bungatan Kabupaten Situbondo Jawa Timur”. Laporan Skripsi ini disusun sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan dari Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

Dalam poses penyusunan Laporan Skripsi ini, penulis ingin menyampaikan banyak terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan laporan Skripsi.
2. Dr. Yuni Kilawatai, S.Pi., M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan laporan Skripsi.
3. Ir. Muhammad Musa, MS selaku dosen pengji I yang telah memberikan kritik dan saran terhadap laporan saya
4. Dr. Ir. Mulyanto, MS selaku dosen penguji II yang telah memberikan kritik dan saram terladap laporan skripsi saya
5. Kedua orang tua yaitu Bapak Budiyanto dan Ibu Siti Mariyam serta adik Moch. Bagus Ardianto atas do'a, semangat, kasih sayang dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa laporan Skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, untuk itu mohon agar pembaca atau peneliti selanjutnya memahami atas segala keterbatasan dan memberikan kritik serta saran yang membangun. Semoga laporan Skripsi ini bermanfaat bagi semua orang da memberikan informasi bagi semua pihak, terutama bagi pihak yang membutuhkan ban berminat. Amin.

Malang, Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal.
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan	4
1.4 Kegunaan	5
1.5 Tempat dan Waktu	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Wilayah Pesisir Pantai.....	7
2.2 Fitoplankton	8
2.3 Produktivitas Primer	9
2.3.1 Definisi Produktivitas Primer.....	9
2.3.2 Fotosintesis	10
2.3.3 Klorofil-a	11
2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Pimer	12
2.4.1 Suhu	13
2.4.2 Kecerahan	14
2.4.3 pH	15
2.4.4 Salinitas	16
2.4.5 Oksigen Terlarut (DO)	16
2.4.6 Nitrat (NO ₃)	17
2.4.7 Ortofosfat (PO ₄)	18
3. METODE PENELITIAN	
3.1 Materi Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.2.1 Alat Penelitian	20
3.2.2 Bahan Penelitian	20
3.3 Lokasi Penelitian	20
3.4 Metode Penelitian	23
3.5 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel	25
3.6 Teknik Pengambilan Sampel	27
3.6.1 Fitoplankton	28
3.6.2 Klorofil-a	29
3.6.3 Produktivitas Primer Perairan	30
3.6.4 Parameter Kualitas Air	30
a. Suhu	30

b. Kecerahan	31
c. pH	31
d. Salinitas	31
e. Oksigen Terlarut (DO)	32
f. Nitrat (NO ₃)	32
g. Ortofosfat (PO ₄)	33
3.7 Analisis Data	33
3.7.1 PCA	33
3.7.2 Analisis Kruskal Wallis	34
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian	35
4.2 Hasil Penelitian	36
4.2.1 Hasil Pengukuran Klorofil-a	36
4.2.2 Hasil Perhitungan Produktivitas Primer	42
4.2.3 Hasil Perhitungan Kelimpahan Fitoplankton	47
4.3 Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air	53
4.3.1 Suhu	53
4.3.2 Kecerahan	54
4.3.3 Salinitas	56
4.3.4 pH	58
4.3.5 Oksigen Terlarut (DO)	59
4.3.6 Nitrat (NO ₃)	61
4.3.7 Ortofosfat (PO ₄)	63
4.4 Hubungan Parameter Perairan dengan Produktivitas Primer	65
4.5 Analisis Statistik Hubungan Produktivitas Primer Tiap Stasiun	68
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	76

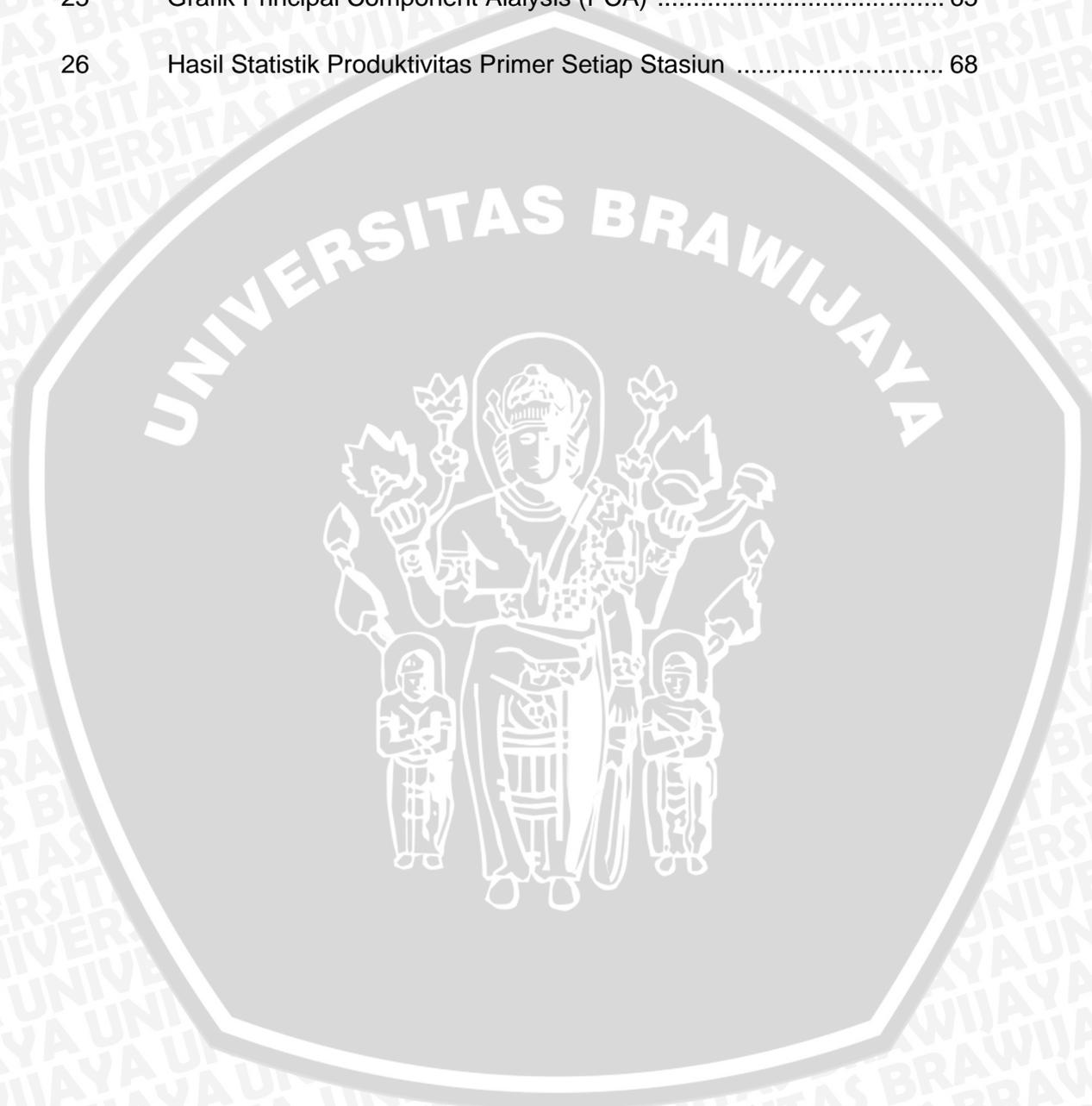
DAFTAR TABEL

Tabel :	Halaman
1 Alat-alat yang Digunakan dalam Penelitian	21
2 Bahan-bahan yang Digunakan dalam Penelitian	22
3 Perhitungan Klorofil-a pada Stasiun 1	78
4 Perhitungan Klorofil-a pada Stasiun 2	79
5 Perhitungan Klorofil-a pada Stasiun 3	79
6 Perhitungan Klorofil-a pada Stasiun 4	79
7 Perhitungan Klorofil-a Rata-rata pada Setiap Stasiun	80
8 Perhitungan Produktivitas Primer pada Stasiun 1	80
9 Perhitungan Produktivitas Primer pada Stasiun 2	80
10 Perhitungan Produktivitas Primer pada Stasiun 3	80
11 Perhitungan Produktivitas Primer pada Stasiun 4	81
12 Perhitungan Produktivitas Primer Rata-rata pada Setiap Stasiun	81
13 Hasil Pengukuran Kualitas Air pada Stasiun 1	82
14 Hasil Pengukuran Kualitas Air pada Stasiun 2	82
15 Hasil Pengukuran Kualitas Air pada Stasiun 3	82
16 Hasil Pengukuran Kualitas Air pada Stasiun 4	82
17 Hasil Perhitungan Kelimpahan Total Fitoplankton	83
18 Hasil Perhitungan Total Kelimpahan Total Fitoplankton	84

DAFTAR GAMBAR

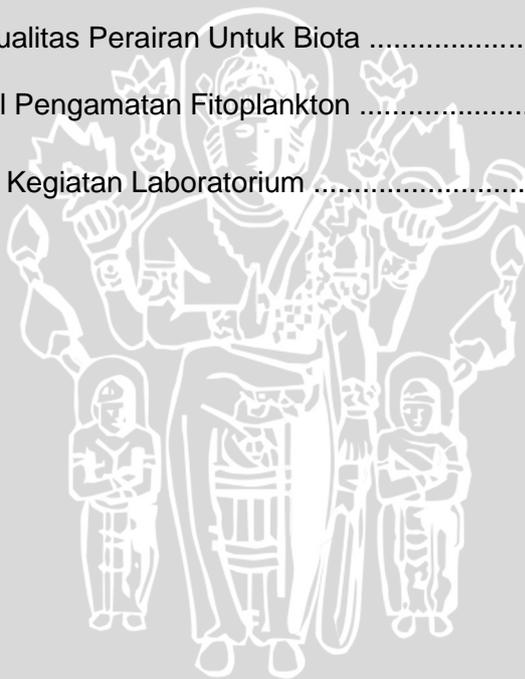
Gambar :	Halaman
1 Bagan Alir Perumusan Masalah	3
2 Lokasi Penelitian Stasiun 1	25
3 Lokasi Penelitian Stasiun 2	26
4 Lokasi Penelitian Stasiun 3	26
5 Lokasi Penelitian Stasiun 4	27
6 Grafik Pengukuran Klorofil-a pada Stasiun 1	37
7 Grafik Pengukuran Klorofil-a pada Stasiun 2	38
8 Grafik Pengukuran Klorofil-a pada Stasiun 3	39
9 Grafik Pengukuran Klorofil-a pada Stasiun 4	41
10 Grafik Perhitungan Produktivitas Primer pada Stasiun 1	42
11 Grafik Perhitungan Produktivitas Primer pada Stasiun 2	44
12 Grafik Perhitungan Produktivitas Primer pada Stasiun 3	45
13 Grafik Perhitungan Produktivitas Primer pada Stasiun 4	46
14 Grafik Perhitungan Kelimpahan Fitoplankton pada Stasiun 1	48
15 Grafik Perhitungan Kelimpahan Fitoplankton pada Stasiun 2	49
16 Grafik Perhitungan Kelimpahan Fitoplankton pada Stasiun 3	51
17 Grafik Perhitungan Kelimpahan Fitoplankton pada Stasiun 4	52
18 Grafik Perhitungan Suhu	53
19 Grafik Perhitungan Kecerahan	55
20 Grafik Perhitungan Salinitas	57
21 Grafik Perhitungan pH	58

22	Grafik Perhitungan DO	60
23	Grafik Perhitungan Nitrat	62
24	Grafik Perhitungan Ortofosfat	63
25	Grafik Principal Component Alalysis (PCA)	65
26	Hasil Statistik Produktivitas Primer Setiap Stasiun	68



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran :	Halaman
1 Lokasi Tempat Penelitian	76
2 Lokasi Pengambilan Sampel	77
3 Contoh Perhitungan	78
4 Hasil Pengukuran Kualitas Air	82
5 Analisa Kelimpahan Fitoplankton.....	83
6 Hasil Uji Statistik PCA (Principal Component Analysis)	85
7 Baku Mutu Kualitas Perairan Untuk Biota	89
8 Gambar Hasil Pengamatan Fitoplankton	92
9 Dokumentasi Kegiatan Laboratorium	96



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia karena memiliki luas laut dan jumlah pulau yang besar. Panjang pantai Indonesia mencapai 95.181 km² dengan luas wilayah laut 5.800.000 km², mendominasi total teritorial Indonesia sebesar 7.700.000 km² (KKP, 2009). Menurut Wibowo (2009) Wilayah kedaulatan Indonesia yang meliputi tiga kawasan, yakni kawasan laut, pesisir, dan daratan merupakan kawasan yang menyimpan berbagai potensi kekayaan alam yang melimpah dan memerlukan banyak daya dan upaya agar tetap terjaga keberlangsungan dan kelestariannya. Kawasan pesisir merupakan salah satu wilayah yang perlu diperhatikan karena kawasan ini merupakan wilayah yang menjadi pintu masuk dan keluarnya berbagai macam bahan yang berasal baik dari laut maupun darat, khususnya kawasan estuari yang menjadi jalur bagi laju pergerakan sedimen dari darat dan laut.

Produktivitas primer adalah suatu proses pembentukan senyawa-senyawa organik melalui proses fotosintesis. Proses fotosintesis sendiri dipengaruhi oleh faktor konsentrasi klorofil-a serta intensitas cahaya matahari. Nilai produktivitas primer dapat digunakan sebagai indikasi tentang tingkat kesuburan suatu ekosistem perairan (Barus *et al.*, 2008). Produktivitas primer suatu ekosistem perairan pada dasarnya merupakan hasil dari perubahan cahaya matahari menjadi energi kimia dalam tubuh organisme autotrof perairan tersebut melalui fotosintesis. Sebagian organisme autotrof perairan dapat melakukan fotosintesis tanpa cahaya matahari, namun prosentaseya sangat kecil (Barnes dan Mann *dalam* Piyoto dan Wiryanto, 2001). Besarnya produktivitas dari suatu perairan sangat tergantung dari aktivitas dan efektivitas fotosintesis organisme autotrof.

Kesuburan perairan di perairan terbuka diindikasikan dengan adanya klorofil-a yang dipengaruhi oleh bermacam-macam faktor baik fisik, kimiawi, maupun biologis. Ketiga parameter oseanografi ini saling berkaitan erat satu sama lain. Suhu, salinitas, klorofil, fosfat, dan nitrat merupakan parameter oseanografi yang penting untuk mengetahui kondisi perairan karena dapat mencirikan karakteristik massa air di perairan tertentu (Kumalawati, 2004). Produktivitas primer perairan dapat dihitung dengan menggunakan data klorofil dan bilangan asimilasi. Menurut Sutomo *et al.*, (1989) dalam Sipahutar (2003), kandungan klorofil di suatu perairan dapat digunakan sebagai ukuran "*Manding stock*" fitoplankton yang dapat dijadikan petunjuk produktivitas primer suatu perairan. Proses fotosintesis dipengaruhi oleh beberapa faktor utama seperti cahaya, nutrien, dan *grazing* (pemangsaan oleh herbivora). Faktor utama ini didukung oleh parameter kimia perairan lainnya seperti suhu, salinitas, arus dan kekeruhan. Interaksi dari faktor-faktor tersebut dapat membatasi kandungan klorofil perairan dan laju fotosintesis. Nutrien yang melimpah serta didukung kondisi fisika kimia perairan yang optimum akan meningkatkan konsentrasi klorofil dan kelimpahan fitoplankton.

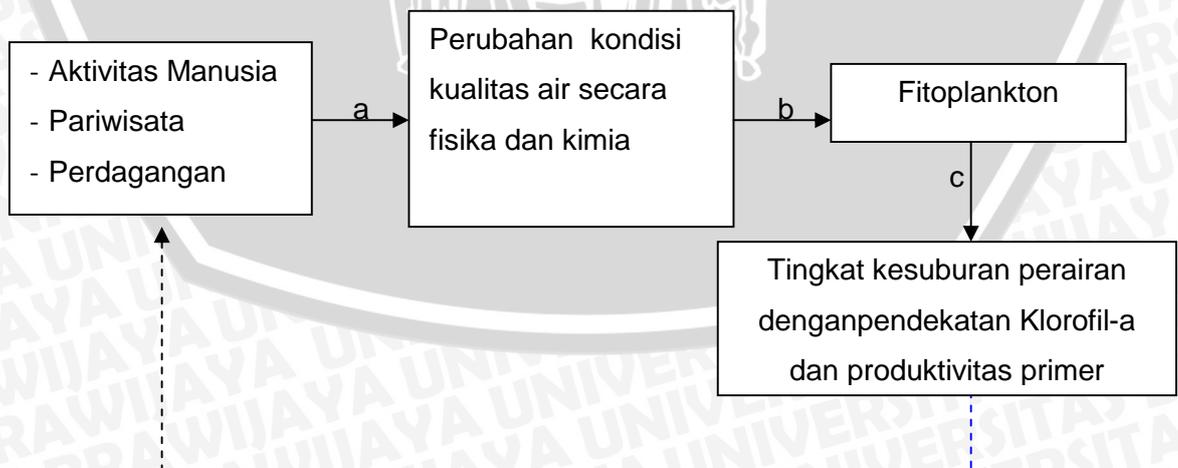
Kabupaten Situbondo memiliki potensi wisata yang cukup terkenal dikalangan masyarakat yaitu pantai Pasir Putih yang merupakan tempat rekreasi pantai yang berjarak ± 23 km di sebelah Barat Situbondo. Pantai Pasir Putih ini terkenal dengan pantainya yang landai dan berpasir. Sebagai daerah yang berbatasan dengan Selat Madura di sebelah utara dan Selat Bali di sebelah Timur, Situbondo memiliki garis pantai sepanjang ± 150 km (Satriawan, 2012).

Berkembangnya kegiatan penduduk khususnya dalam kegiatan pariwisata disepanjang pantai dapat berpengaruh terhadap kualitas air pada sepanjang pantai Pasir Putih, karena limbah yang dihasilkan dari kegiatan penduduk tersebut secara langsung dibuang ke perairan pantai. Penurunan kualitas air di

sepanjang garis pantai menyebabkan perubahan komposisi komunitas organisme dan produktivitas primer pada perairan. Menurut Wetzel (1975), kegiatan manusia di sekitar perairan dapat mengakibatkan masuknya bermacam substansi ke dalam perairan. Sebagian dari substansi ini secara tidak langsung tidak berbahaya, namun dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem dan tingkat kesuburan di perairan tersebut. Untuk mengetahui tingkat kesuburan perairan, salah satu caranya adalah dengan melakukan pengukuran produktivitas primer dalam perairan. Tingkat kesuburan perairan dapat dilihat dari tingkat nutrisi yang dibutuhkan oleh organisme produsen dalam perairan tersebut

1.2 Rumusan Masalah

Banyaknya aktivitas manusia terlebih pada kegiatan pariwisata seperti perdagangan dan tempat bersandarnya kapal wisata di sepanjang daerah wisata Pantai Pasir Putih menyebabkan terjadinya perubahan kondisi kualitas perairan di wilayah pesisir pantai Pasir Putih baik secara fisika, kimia dan biologi sehingga dapat mempengaruhi produktivitas primer dan kondisi kualitas perairan itu sendiri. Rumusan masalah dalam penelitian ini dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Perumusan Masalah

Keterangan:

- a. Secara garis besar di sekitar pesisir Pantai Pasir Putih Situbondo terdapat berbagai kegiatan manusia terutama kegiatan pariwisata yang mencakup perdagangan dan pelayaran (sebagai tempat bersandarnya kapal wisata) yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi tingkat pemanfaatan air pantai baik sebagai sarana dan prasarana penunjang kegiatan ataupun sebagai tempat akhir pembuangan hasil dari kegiatan tersebut, sehingga akan menyebabkan adanya perubahan kualitas air baik secara fisika maupun kimia.
- b. Perubahan kualitas air secara fisika dan kimia serta tingkat kesuburan perairan ini juga akan mempengaruhi parameter biologi perairan yaitu fitoplankton.
- c. Perubahan produktivitas primer yang terjadi pada perairan tersebut mencerminkan nilai tingkat kesuburan di sepanjang pesisir Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur yang tidak ramah lingkungan.

1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk menerapkan teori yang telah diterima selama perkuliahan melalui kegiatan yang ada di lapang serta mengetahui dan memahami lebih jelas tentang pengukuran tingkat kesuburan perairan berdasarkan produktivitas primer dengan menggunakan metode klorofil-a di perairan pesisir Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

- Mengetahui tingkat kesuburan perairan berdasarkan produktivitas primer melalui metode pengukuran klorofil-a di perairan pesisir Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur..
- Mengetahui tingkat kesuburan perairan berdasarkan parameter kualitas air baik secara fisika, kimia dan biologi di perairan pesisir Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.
- Mengetahui hubungan parameter kimia, fisika dan biologi perairan dengan nilai produktivitas primer di perairan pesisir Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.
- Mengetahui perbedaan antar stasiun berdasarkan hasil produktivitas primer di perairan pesisir Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

1.4 Kegunaan

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi mahasiswa

Bagi mahasiswa dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dengan memadukan teori yang dipelajari pada perkuliahan dengan kenyataan di lapang, serta menambah wawasan terhadap permasalahan yang ada di lapang.

2. Bagi instansi terkait

Bagi instansi yang bersangkutan dapat digunakan sebagai sumber informasi untuk melengkapi data yang telah ada dan sebagai rujukan dalam menentukan kebijakan dan peraturan sumberdaya perikanan berkelanjutan.

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2014 di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur, sedangkan untuk analisa klorofil-a dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang dan analisa kualitas air dilakukan di Laboratorium Ilmu-ilmu Perairan Fakultas Perikanan Univeritas Brawijaya Malang.



2. TINJUAN PUSTAKA

2.1 Wilayah Pesisir Pantai

Wilayah pesisir di Indonesia didefinisikan sebagai daerah pertemuan antara darat dan laut, ke arah darat wilayah pesisir meliputi bagian daratan baik kering maupun terendam air yang masih dipengaruhi sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air asin yang dicirikan oleh vegetasi yang khas. Wilayah pesisir ke arah laut mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses-proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, serta kegiatan yang disebabkan oleh manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran (Bengen, 2002). Menurut kesepakatan Internasional terakhir, wilayah pesisir didefinisikan sebagai wilayah peralihan antara laut dan daratan, ke arah darat mencakup daerah yang masih terkena pengaruh percikan air laut atau pasang surut, dan ke arah laut meliputi daerah paparan benua (*continental shelf*) (Soegiarto, 1976 dalam Dahuri *et al.*, 2008).

Wilayah pesisir kini telah menjadi objek bagi pembangunan berbagai aktifitas manusia salah satunya adalah aktifitas pelabuhan perikanan. Berdasarkan survei yang dilakukan Kementerian Negara Lingkungan Hidup (2007) di beberapa pelabuhan utama di Indonesia, secara umum bahan kontaminan di pelabuhan adalah minyak dan sampah sehingga semakin meningkat jumlah kapal yang datang ke suatu pelabuhan, maka semakin besar kontaminasi limbah yang akan diterima pelabuhan. Selain itu, kegiatan di laut yang berpotensi mencemari lingkungan pesisir dan laut adalah perkapalan (*shipping*), *dumping* di laut (*ocean dumping*), pertambangan (*mining*), eksplorasi dan eksploitasi minyak (*oil exploration and exploration*), budidaya laut (*marine culture*) dan perikanan (*fishing*) (KNLH, 2007).

2.2 Fitoplankton

Fitoplankton merupakan salah satu komponen penting dalam suatu ekosistem karena memiliki kemampuan untuk menyerap langsung energi matahari melalui proses fotosintesis guna membentuk bahan organik dari bahan anorganik yang lazim dikenal sebagai produktivitas primer (Nybakken, 1988 dalam Tembaru *et al.*, 2008). Fitoplankton memiliki peranan yang sangat penting dalam mengurangi pemanasan global (*Global Warming*) dengan memanfaatkan CO₂ sebagai proses dari fotosintesis (Dragon, 2011). Fitoplankton akan memberikan respon sehubungan dengan adanya pencemaran yang ada. Respon yang ada adalah dengan perubahan komposisi dan komunitasnya. Pertumbuhan organisme ini sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari dan nutrisi (Tembaru *et al.*, 2008).

Fitoplankton tersebar tidak merata pada zona eufotik. Variasi ini disebabkan pertumbuhan algae dipengaruhi oleh faktor yang terdiri atas variasi gradien fisika dan kimia di laut. Faktor ini meliputi suhu, salinitas, intensitas cahaya, kecerahan air dan ketersediaan nutrisi (Setiadi, 1992 dalam Kumalawati, 2004). Fitoplankton memiliki klorofil terutama sekali klorofil-a. Klorofil berfungsi sebagai katalisator dan penyerap energi cahaya matahari. Proses produksi zat organik dari zat anorganik dalam fotosintesis tidak akan terjadi apabila tidak ada klorofil. Semakin tinggi kadar klorofil menandakan tingginya kelimpahan fitoplankton di perairan. Kelimpahan fitoplankton yang tinggi mengindikasikan tingginya produktivitas primer di suatu perairan. Kandungan klorofil fitoplankton dipengaruhi oleh spesies, kondisi tiap individu, waktu, dan intensitas cahaya matahari, selain itu juga dipengaruhi oleh kadar nitrat, fosfat, pengadukan air, suhu, dan kualitas air (Fitra *et al.*, 2013).

Fitoplankton menghasilkan karbon 10¹⁰ ton setiap tahun atau kira-kira 50% dari seluruh karbon yang dihasilkan oleh seluruh tumbuh-tumbuhan dan

diperkirakan 50% produktivitas primer dilaut dihasilkan oleh fitoplankton. Unsur nitrogen dan fosfat dibutuhkan fitoplankton dalam jumlah besar akan tetapi ketersediaannya hanya dalam jumlah sedikit sehingga menjadi pembatas bagi pertumbuhan fitoplankton. Faktor utama lainnya yang mengontrol laju produktivitas primer fitoplankton di perairan adalah cahaya. Aspek dasar dari cahaya yang penting secara biologi adalah kuantitas dan kualitasnya, kedua karakter ini berfluktuasi di laut, bergantung kepada waktu, ruang, kondisi cuaca, penyebaran sudut, dan polarisasi. Proses fotosintesis didalam perairan hanya dapat berlangsung jika ada cahaya sampai pada kedalaman tertentu tempat fitoplankton berada. Tingkat penyerapan cahaya oleh fitoplankton sekitar 1.4% di perairan jernih dan 40% di perairan yang sangat keruh. Distribusi cahaya dan unsur hara di perairan pada umumnya tidak serasi dengan kebutuhan fitoplankton. Adanya kekeruhan yang disebabkan oleh partikel-partikel tersuspensi mengakibatkan adanya perbedaan potensi tumbuh fitoplankton pada suatu kolom air. Hal ini akan berpengaruh pada produktivitas primer fitoplankton (Alianto *et al.*, 2008).

2.3 Produktivitas Primer Perairan

2.3.1. Definisi Produktivitas Primer Perairan

Menurut Widdyastuti (2011), produktivitas merupakan jumlah karbon yang terdapat di dalam material hidup dan secara umum dinyatakan sebagai jumlah gram karbon yang dihasilkan dalam satu meter kuadrat kolom air per hari ($\text{gC}/\text{m}^2/\text{hari}$) atau jumlah gram karbon yang dihasilkan dalam satu meter kubik per hari ($\text{gC}/\text{m}^3/\text{hari}$). Barrus *et al.*,(2008) menambahkan bahwa produktivitas primer adalah suatu proses pembentukan senyawa-senyawa organik melalui proses fotosintesis. Proses fotosintesis sendiri dipengaruhi oleh faktor konsentrasi

klorofil-a, serta intensitas cahaya matahari. Nilai produktivitas primer dapat digunakan sebagai indikasi tentang tingkat kesuburan suatu ekosistem perairan.

Produktivitas primer adalah laju produksi karbon organik per satuan waktu yang merupakan hasil penangkapan energi matahari oleh tumbuhan hijau untuk diubah menjadi energi kimia melalui fotosintesis (Michael, 1995; Odum, 1993 dalam Piyoto dan Wiryanto (2001). Produktivitas primer kotor adalah jumlah total fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan produktivitas primer bersih adalah besarnya sintesis senyawa karbon organik selama proses fotosintesis dikurangi besarnya aktivitas total respirasi pada terang dan gelap dalam jangka waktu tertentu. Besarnya produktivitas primer suatu perairan mengindikasikan besarnya ketersediaan nutrisi terlarut (Folkowski dan Raven, 1997 dalam Piyoto dan Wiryanto, 2001).

Menurut Hariyadi *et al.*, (2010), tingkat produktivitas primer suatu perairan memberikan gambaran apakah perairan tersebut cukup produktif dalam menghasilkan biomassa tumbuhan, termasuk pasokan oksigen yang dihasilkan dari proses fotosintesis yang terjadi sehingga mendukung perkembangan ekosistem perairan. Produktivitas perairan yang terlalu tinggi dapat mengindikasikan telah terjadi eutrofikasi, sedangkan produktivitas perairan yang terlalu rendah dapat mengindikasikan bahwa perairan tersebut tidak produktif atau miskin.

2.3.2 Fotosintesis

Fotosintesis merupakan suatu proses sintesis makanan yang dilakukan tanaman dan beberapa mikroorganisme fotosintetik. Fotosintesis adalah fondasi untuk hampir semua kehidupan dan merupakan proses metabolik utama dari setiap ekosistem. Fotosintesis meliputi reaksi oksidasi dan reduksi. Proses secara ringkas adalah berlangsungnya oksidasi air dan reduksi CO₂ untuk

membentuk karbohidrat (Salisbury & Ross, 1995 *dalam* Bakti, 2009). Proses fotosintesis berjalan melalui mekanisme enzimatik, sehingga berlangsung pada rentang suhu tertentu. Kenaikan suhu akan memacu enzim mengkatalis proses fotosintesis, tetapi suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan degradasi enzim dan penghambatan fotosintesis (Folkowski dan Raven, 1997 *dalam* Piyoto dan Wiryanto, 2001).

Menurut Faoji (2008), produktivitas primer pada perairan menggambarkan laju pembentukan bahan organik baru dari sistem akuatik dan total proses fotosintesis oleh produsen primer yang dapat diringkas dalam reaksi sebagai berikut :



Proses fotosintesis dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya ketersediaan air (H_2O), ketersediaan CO_2 , intensitas cahaya, ketersediaan haradan temperatur. Meningkatnya laju fotosintesis dipengaruhi oleh konsentrasi CO_2 yang lebih tinggi, khususnya apabila stomata tertutup sebagai akibat kekeringan (Salisbury & Ross, 1995 *dalam* Bakti, 2009).

2.3.3 Klorofil-a

Klorofil berasal dari bahasa Yunani yang berarti (*chloros*: hijau dan *phylum*: daun), sehingga klorofil dapat diartikan sebagai zat hijau daun yang merupakan pigmen yang terdapat pada organisme produsen yang berfungsi sebagai pengubah karbondioksida menjadi karbohidrat. Klorofil mempunyai rumus kimia $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_5\text{N}_4\text{Mg}$ dengan atom Mg sebagai pusatnya. Klorofil menangkap kekuatan hidup atau energi matahari dan digunakan untuk membelah molekul H_2O menjadi unsur H dan CO_2 , kemudian menggunakannya. Diantara unsur H dan gas CO_2

dihasilkan gula atau karbohidrat dan hasil sampingannya berupa gas O_2 (Wirsaputro, 1998 *dalam* Sinurat, 2009).

Klorofil terdiri dari klorofil-a dan klorofil-b. Klorofil-b berfungsi untuk menyerap foton cahaya matahari kemudian menyalurkannya ke klorofil-a. Klorofil-a merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan produktivitas primer di perairan. Sebaran dan tinggi rendahnya konsentrasi klorofil-a sangat terkait dengan kondisi geografis suatu perairan. Beberapa parameter kimia-fisika yang mengontrol dan mempengaruhi sebaran klorofil-a adalah intensitas cahaya dan nutrisi (Sitorus, 2008).

Menurut Tubalawony (2001) *dalam* Kumalawati (2004), cahaya merupakan salah satu faktor yang menentukan kandungan klorofil-a di laut. Di laut lepas, pada lapisan permukaan tersedia cukup banyak cahaya matahari untuk proses fotosintesa, sedangkan lapisan yang lebih dalam, cahaya matahari tersedia dalam jumlah sedikit bahkan tidak ada sama sekali. Hal ini memungkinkan klorofil-a lebih banyak terdapat pada bagian bawah lapisan tercampur atau pada bagian atas lapisan termoklin jika dibandingkan dengan bagian pertengahan ataupun bagian bawah lapisan termoklin.

2.4 Faktor-Faktor yang mempengaruhi Produktivitas Primer Perairan

Faktor yang mempengaruhi tingkat produktivitas primer di suatu perairan diantaranya intensitas dan kualitas cahaya, suplai karbon, pergerakan air serta kebutuhan nutrisi dan keseimbangan materialnya. Menurut Asmara (2005), produktivitas perairan sangat dipengaruhi oleh 3 faktor utama yaitu besarnya intensitas cahaya, kandungan unsur hara dan kelipahan jenis fitoplankton. Ketiga unsur ini saling mempengaruhi dan apabila salah satu diantaranya kurang ditemukan pada suatu perairan maka kandungan produktivitas primer akan ditemukan rendah. Intensitas cahaya dalam hal ini merupakan jumlah energi

cahaya matahari yang diterima oleh bumi pada waktu dan areal tertentu. Intensitas ini merupakan sumber energi dalam proses fotosintesis. Jumlah energi yang diterima oleh bumi bergantung kepada kualitas, kuantitas dan lama periode penyinaran.

Beberapa parameter fisika-kimia yang mengontrol dan mempengaruhi sebaran klorofil-a menurut Afdal dan Riyono (2004) adalah intensitas cahaya, suhu, salinitas dan nutrisi (terutama nitrat dan fosfat). Perubahan kondisi suatu massa air dapat diketahui dengan melihat sifat-sifat massa air yang meliputi suhu, salinitas, oksigen terlarut, dan kandungan nutrisi. Perbedaan parameter fisika-kimia tersebut secara langsung merupakan penyebab bervariasinya produktivitas primer di beberapa tempat di laut. Perairan yang subur dan mempunyai produktivitas yang tinggi tentunya akan memberikan dukungan lingkungan yang positif bagi kehidupan biota laut.

2.4.1 Suhu

Menurut Hutabarat dan Evans (2008), suhu di laut adalah salah satu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme di lautan, karena suhu mempengaruhi baik aktivitas metabolisme maupun perkembangan dari organisme-organisme tersebut. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air. Suhu juga sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan

Suhu air merupakan salah satu faktor abiotik yang memegang peranan penting dalam pengaturan aktivitas hewan akuatik, karena dapat mempengaruhi kecepatan laju metabolisme dan respirasi biota air serta proses metabolisme ekosistem perairan (Raharjo, 2003). Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu yang baik bagi pertumbuhannya. Alga dari filum *Chlorophyta* dan Diatom akan tumbuh baik pada kisaran suhu berturut-turut 30°C-35°C dan 20°C-30°C

serta filum *Cynophyta* dapat bertoleransi terhadap kisaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan kisaran suhu pada filum *Chlorophyta* dan Diatom (Haslam, 1995 dalam Effendi, 2003).

Suhu air permukaan dipengaruhi oleh kondisi meteorologi. Faktor-faktor meteorologi yang berperan adalah curah hujan, penguapan, kelembaban udara, kecepatan angin dan intensitas matahari. Oleh sebab itu, suhu permukaan biasanya mengikuti pola musiman. Prepitasi dapat menurunkan suhu permukaan air laut sedangkan evaporasi dapat meningkatkan suhu akibat adanya aliran bahan dari udara ke lapisan permukaan perairan (Kumalawati, 2004).

2.4.2 Kecerahan

Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan, yang ditentukan secara visual dengan menggunakan *secchi disk*. Nilai kecerahan dinyatakan dalam satuan meter. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, dan padatan tersuspensi, serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran. Kecerahan dari suatu perairan sangat mempengaruhi kehidupan organisme yang hidup di dalamnya, kekeruhan dapat menghambat penetrasi cahaya matahari yang masuk ke perairan (Effendi, 2003).

Kecerahan merupakan akumulasi cahaya matahari yang dapat menembus ke perairan, kecerahan sangat berperan penting dalam produktifitas perairan karena berhubungan langsung dengan proses fotosintesis yang terjadi. Menurut Aziz (2013), banyak sedikitnya sinar matahari yang menembus kedalam perairan sangat tergantung dari kecerahan air. Semakin cerah perairan tersebut, maka semakin dalam sinar yang menembus kedalam perairan demikian sebaliknya.

Kecerahan perairan dipengaruhi oleh bahan-bahan halus yang melayang dalam air baik berupa bahan organik seperti plankton, jasad renik, detritus maupun berupa anorganik seperti partikel lumpur dan pasir. Selanjutnya

dikatakan bahwa penetrasi cahaya matahari kedalam suatu perairan akan sangat menentukan produktivitas primernya. Interaksi antara kekeruhan dengan faktor kedalaman akan mempengaruhi penetrasi cahaya matahari yang akhirnya mempengaruhi kecerahan suatu perairan (Raharjo, 2003).

2.4.3 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Slamet Soeseno (1983) dalam Raharjo (2003), derajat keasaman (pH) merupakan ukuran daya aktif ion hidrogen dalam air dan digunakan secara luas untuk menggambarkan kondisi asam atau basa suatu larutan. Air bersifat basa dapat lebih cepat mendorong proses pembongkaran bahan organik menjadi garam nineral seperti amonia, nitrat, fosfat yang akan diserap sebagai bahan makanan oleh tumbuhan renik dalam air, sedangkan bila pH airnya asam maka daya produksi potensialnya tidak begitu baik.

pH (singkatan dari *puissance negatif de Hydrogen*), yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion H (*Hydrogen*) yang terlepas dalam suatu cairan. Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktivitas ion dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hydrogen (dalam mol per liter) pada suhu tertentu. Perubahan pH ditentukan oleh aktivitas fotosintesis dan respirasi dalam ekosistem. Fotosintesis memerlukan karbondioksida, yang oleh komponen autotrof akan dirubah menjadi monosakarida. Penurunan karbondioksida dalam ekosistem akan meningkatkan pH perairan. Sebaliknya, proses respirasi oleh semua komponen ekosistem akan meningkatkan jumlah karbon dioksida, sehingga pH perairan menurun (Kordi, 2010).

Menurut Effendi (2003), batas toleransi organisme terhadap pH bervariasi tergantung pada suhu, oksigen terlarut dan kandungan garam-garam ionik suatu perairan, kebanyakan perairan alami memiliki pH antar 6-9. Sebagian besar biota perairan sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai pH sekitar 7-8,5.

2.4.4 Salinitas

Menurut Canter (1979) dalam Wibowo (2009), salinitas adalah salah satu parameter yang memiliki peranan penting di perairan pesisir dan estuari. Perubahan kondisi salinitas secara permanen dapat merubah tatanan ekosistem akuatik, terutama dalam hal keanekaragaman jenis dan kelimpahan organisme. Salah satu parameter penting dari komponen lautan selain suhu adalah salinitas. Salinitas dapat ditentukan melalui hubungan antara konduktivitas, tekanan dan suhu. Satuan salinitas dengan metode lama adalah permil (‰), sedangkan dengan metode penetapan yang baru satuan salinitas adalah PSU (*Practical Salinity Unit*) yang merupakan hasil konversi dari konduktivitas yang didapatkan dari CTD (Kumalawati, 2004).

Menurut Canter (1979) dalam Wibowo (2009), salinitas adalah salah satu parameter yang memiliki peranan penting di perairan pesisir dan estuari. Perubahan kondisi salinitas secara permanen dapat merubah tatanan ekosistem akuatik, terutama dalam hal keanekaragaman jenis dan kelimpahan organisme. Menurut Sipahutar (2003), sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai. Perairan estuaria dapat mempunyai struktur salinitas yang kompleks akibat proses pengadukan yang tinggi dan juga pengaruh pertemuan antara air tawar yang ringan dengan air laut yang berat.

2.4.5 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut merupakan faktor sangat penting bagi kehidupan organisme karena selain digunakan untuk respirasi, kelarutan oksigen dalam air juga digunakan untuk dekomposisi bahan organik dalam perairan. Sehingga oksigen terlarut menjadi faktor pembatas utama dalam kolam budidaya. Jumlah O_2 terlarut dalam air menempati urutan kedua setelah nitrogen, namun untuk

budidaya menempati urutan teratas. Oksigen merupakan faktor pembatas karena bila ketersediannya tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya, maka aktivitas biota akan terhambat (Kordi, 2010). Oksigen terlarut merupakan suatu faktor lingkungan yang sangat penting di dalam ekosistem air, terutama sekali dibutuhkan untuk proses respirasi bagi sebagian besar organisme air. Umumnya kelarutan oksigen dalam air sangat terbatas dibandingkan dengan kadar oksigen di udara (Barus, 2002).

Menurut Apha (1989) dalam Wibowo (2009), jumlah konsentrasi oksigen terlarut yang terdapat disuatu perairan bergantung kepada kondisi suhu dan salinitas perairan itu sendiri, serta aktifitas turbulensi (agitasi) yang menyebabkan terjadinya difusi gas oksigen dari udara ke dalam air. Kadar oksigen terlarut di suatu perairan juga berfluktuasi secara harian. Faktor utama penyebab fluktuasi tersebut adalah aktivitas fotosintesis tumbuhan (fitoplankton) dan respirasi organisme heterotrof.

Menurut Welch (1952) dalam Rahmawati (2003), pada umumnya oksigen terlarut berasal dari difusi oksigen dari udara ke dalam air dan proses fotosintesis dari tumbuhan hijau. Pengurangan oksigen terlarut disebabkan oleh proses respirasi dan penguraian bahan-bahan organik. Berkurangnya oksigen terlarut berkaitan dengan banyaknya bahan-bahan organik dari limbah industri yang mengandung bahan-bahan yang tereduksi dan lainnya.

2.4.6 Nitrat

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting

dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob (Effendi, 2003). Nitrat merupakan salah satu bentuk nitrogen di perairan yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan (fitoplankton dan alga) selain ion amonium dalam menunjang proses pertumbuhan. Nitrat nitrogen di perairan merupakan hasil dari proses oksidasi nitrogen secara sempurna melalui proses nitrifikasi yang melibatkan bakteri, diantaranya; bakteri *Nitrosomonas* yang mengoksidasi amonia menjadi nitrit, dan bakteri *Nitrobacter* yang mengoksidasi nitrit menjadi nitrat (Wibowo, 2009).

Menurut Effendi (2003), nitrogen di perairan dapat berupa nitrogen anorganik dan organik. Nitrogen anorganik terdiri atas ammonia (NH_3), ammonium (NH_4^+), nitrit (NO_2^-) dan nitrat (NO_3^-), dan molekul nitrogen dalam bentuk gas. Sedangkan nitrogen organik berupa protein, asam amino dan urea.

Menurut Sipahutar (2003), nitrat merupakan sumber nitrogen bagi tumbuhan yang selanjutnya diubah menjadi protein. Nitrat di perairan alami terdapat pada kadar yang sesuai untuk kebutuhan hidup organisme, namun bila ada faktor lain yang mengubah kadar tersebut maka akan mempengaruhi kehidupan organisme.

2.4.7 Ortofosfat

Unsur fosfor tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen di perairan, melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik berupa partikulat (Jeffries dan Mills, 1996 dalam Effendi, 2003). Fosfat merupakan nutrisi utama yang diperlukan untuk pertumbuhan normal fitoplankton dalam perairan, selain itu fosfat esensial untuk pernafasan, produksi protein, pembelahan sel dan pertumbuhan. Fosfor merupakan nutrisi metabolik yang sangat penting dan keberadaan unsur ini seringkali mempengaruhi produktivitas perairan umum. Pada umumnya perairan

akan merespon penambahan fosfor dengan terjadinya peningkatan produksi yang signifikan (Ranoemihardjo *et all*, 1985 dalam Raharjo, 2003).

Menurut Romimohtarto dan Juwana (2001), ortofosfat dihasilkan oleh proses pemecahan fosfor organik oleh bakteri dari jaringan yang sedang membusuk. Ini merupakan proses yang relatif sederhana dan mudah sehingga menyediakan fosfor untuk diserap oleh tumbuh-tumbuhan. Jadi meskipun kadar fosfor jauh di bawah nitrogen tetapi unsur ini dalam keadaan mudah diperoleh dari mintakat tembus cahaya matahari.

Fosfat merupakan salah satu zat yang penting karena mendukung kesuburan perairan. Peningkatan fosfat akan diikuti dengan meningkatnya kandungan plankton yang berakibat pada meningkatnya produktivitas perairan (Wyrcki, 1961 dalam Sipahutar, 2003). Menurut Effendi (2003), fosfat juga merupakan unsur yang essensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan alga akuatik, sehingga unsur ini menjadi faktor pembatas bagi tumbuhan dan alga akuatik serta mempengaruhi tingkat produktivitas perairan.

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah produktivitas primer, konsentrasi klorofil-a dan parameter kualitas air meliputi suhu, pH, salinitas, DO, Nitrat, Ortofosfat dan fitoplankton.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini baik pada saat pengambilan sampel di lapang maupun analisis di laboratorium dapat dilihat pada Tabel 2.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini baik pada saat pengambilan sampel di lapang maupun analisis di laboratorium dapat dilihat pada Tabel 3.

3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih Kecamatan Bungatan Kabupaten Situbondo Jawa Timur (Lampiran 1).

Tabel 1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

Parameter	Alat	Fungsi
Klorofil-a	Filter folder	Menyaring air sampel untuk mengukur nilai klorofil-a
	Botol Air Mineral 1,5 l dan 600 ml	Wadah sampel air
	Cool box	Wadah sementara penyimpanan sampel air
	Mortal	Wadah menghaluskan kertas saring
	Pinset	Mencabik-cabik/menghaluskan kertas saring
	Sentrifuse	Memisahkan endapan dan cairan
	Spektrofotometer (mg/l)	Mengukur nilai nitrat, ortofosfat dan klorofil-a dengan panjang gelombang yang telah ditentukan
	Cuvet	Wadah sementara sampel
Fitoplankton	Ember	Mengambil air yang akan disaring
	Plankton net	Menyaring sampel fitoplankton
	Botol film	Tempat sampel fitoplankton
	Mikroskop	Mengamati fitoplankton
	Cover+objek glass	Untuk mengamati fitoplankton di bawah mikroskop
Suhu	Termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Mengukur suhu perairan
Kecerahan	Secchi disk (cm)	Mengukur kecerahan perairan
pH	Kotak standart pH	Mencocokkan nilai pH perairan
Salinitas	Refractometer (ppt)	Mengukur salinitas perairan
DO	DO meter (mg/l)	Mengukur kadar oksigen terlarut dalam perairan
Nitrat	Washing bottle	Wadah aquades
	Pipet tetes	Mengambil sampel air laut dalam skala 1 ml
	Erlenmeyer	Sebagai tempat sampel yang akan diukur
	Gelas ukur 50 ml	Mengukur volume sampel yang telah dilarutkan
	Cawan porslen	Untuk membuat kerak nitrat
	Cuvet	Wadah sementara sampel
	Hot plate	Memanaskan sampel hingga terbentuk kerak
	Spatula	Menghomogenkan sampel
	Spektrofotometer (mg/l)	Mengukur nilai nitrat, ortofosfat dan klorofil-a dengan panjang gelombang yang telah ditentukan

Parameter	Alat	Fungsi
Ortofosfat	Washing bottle	Wadah aquades
	Pipet tetes	Mengambil sampel air laut dalam skala 1 ml
	Erlenmeyer	Sebagai tempat sampel yang akan diukur
	Gelas ukur 50 ml	Mengukur volume sampel yang telah dilarutkan
	Cuvet	Wadah sementara sampel
	Spektrofotometer (mg/l)	Mengukur nilai nitrat, ortofosfat dan klorofil-a dengan panjang gelombang yang telah ditentukan

Tabel 2. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian

Parameter	Bahan	Fungsi
Klorofil-a	Sampel (air laut)	Sampel yang akan diukur nilai klorofil dan faktor fisika, kimia, biologinya
	Kertas saring	Untuk menyaring klorofil-a dalam air sampel
	Aluminium foil	Untuk menutup cuvet
	Kertas label dan isolasi	Memberi tanda pada botol air mineral dan plastik
	Aceton 90%	Untuk menghancurkan kertas saring
Fitoplankton	Sampel (air laut)	Sampel yang akan diketahui kandungan fitoplanktonnya
	Lugol	Mengawetkan sampel fitoplankton
Suhu	Sampel (air laut)	Sampel yang akan diukur nilainya
Kecerahan	Sampel (air laut)	Sampel yang akan diukur nilainya
pH	Sampel (air laut)	Sampel yang akan diukur nilainya
DO	Sampel (air laut)	Sampel yang akan diukur nilainya
Nitrat	Aquades	Mengkalibrasi alat sebelum digunakan
	Sampel (air laut)	Sampel yang akan diukur nilainya
	Larutan asam fenol disulfonik	Untuk malarutkan kerak nitrat
Ortofosfat	Sampel (air laut)	Sampel yang akan diukur nilai klorofil dan faktor fisika, kimia, biologinya
	Aquades	Mengkalibrasi alat sebelum digunakan
	Larutan NH ₄ OH	Untuk melarutkan lemak nitrat
	Larutan ammonium molybdate	Untuk mengikat fosfat pada air sampel agar menjadi ammonium fosfomolybdat
	Larutan SnCl ₂	Sebagai indikator warna biru (pengukuran ortofosfat)

3.4 Metode Penelitian

Metode pengambilan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei, yaitu dengan mengadakan kegiatan pengumpulan data, analisis data dan interpretasi data yang bertujuan untuk membuat deskripsi mengenai keadaan yang terjadi pada saat penelitian. Menurut Panji (2011), survei adalah metode riset dengan menggunakan kuisisioner sebagai instrumen pengumpulan datanya. Metode ini bertujuan untuk penggambaran secara sistematis, aktual dan akurat mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat dari populasi tertentu, data dikumpulkan sesuai tujuan dan secara rasional kesimpulan diambil dari data-data tersebut. Sukawi (2010) juga menambahkan bahwa tujuan penelitian survei adalah untuk memahami (meneliti) tentang karakteristik dari seluruh kelompok yang hendak diteliti atau populasi dengan meneliti sebagian (subset) dari kelompok populasi tersebut yang selanjutnya disebut sebagai sampel.

Jenis pengumpulan dan sumber data pada penelitian ini dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara mencatat hasil observasi dan dokumentasi, sedangkan data sekunder diperoleh dari literatur penunjang.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dengan mengamati keadaan di lapang. Dalam Penelitian ini data primer diperoleh secara langsung berdasarkan pencatatan hasil observasi dan partisipasi aktif.

a. Observasi

Menurut Nazir (2003), observasi merupakan pengumpulan data dengan pengamatan langsung yang dilaksanakan terhadap subyek sebagaimana adanya di lapang, atau dalam suatu percobaan baik di lapangan atau di laboratorium. Observasi menjadi salah satu teknik pengumpulan data apabila: (1) sesuai dengan tujuan penelitian, (2) direncanakan dan dicatat secara sistematis, dan

(3) dapat dikontrol keadaannya (rentabilitasnya) dan keesahihannya (validitasnya) (Usman dan Akbar, 2006).

Observasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan pengamatan langsung terhadap kondisi perairan pantai kemudian dilanjutkan dengan pengambilan sampel serta pengumpulan data. Pengambilan data untuk mengetahui produktivitas primer perairan meliputi pengambilan sampel air laut. Pengambilan sampel dimulai pada pukul 07.30-15.00 WIB. Pengambilan sampel air laut dilakukan di permukaan menggunakan botol air mineral 1,5 L.

b. Dokumentasi

Dokumentasi yaitu teknik pengumpulan data dengan mempelajari dan mencatat atau menyalin dokumen atau catatan yang dapat bersumber dari lembaga pemerintah, maupun referensi lainnya yang berguna bagi kegiatan penelitian (Nazir, 2003).

Dokumentasi yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan dengan pengambilan gambar lokasi dan kegiatan yang telah dilakukan selama proses penelitian di Pantai Pasir Putih Situbondo.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber kedua. Karena suatu dan lain hal, peneliti sukar memperoleh data dari sumber data primer dan mungkin karena menyangkut hal-hal yang sangat pribadi. Oleh karena itu, sumber data sekunder dapat berperan untuk membantu mengungkapkan data yang diperlukan (Bungin, 2001).

Data sekunder dalam laporan ini diperoleh dari Instansi terkait, laporan-laporan, pustaka-pustaka, buku, jurnal dan sebagainya. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi peta lokasi penelitian, letak geografis lokasi penelitian dan data-data lain yang mungkin diperlukan dalam penyusunan laporan.

3.5 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Kriteria pemilihan dari 4 titik stasiun pengamatan di pesisir Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur adalah sebagai berikut :

1. Stasiun 1

Stasiun 1 merupakan tempat dimana dipengaruhi oleh aktivitas penambatan kapal nelayan, banyak kapal-kapal yang digunakan untuk keperluan nelayan terlihat di sepanjang stasiun 1. Dimana pada stasiun ini diduga limbah dari kapal-kapal nelayan dapat mencemari perairan pantai terutama pada daerah intertidal.



Gambar 2. Lokasi Pengamatan Stasiun 1

2. Stasiun 2

Stasiun 2 merupakan tempat dimana dipengaruhi oleh aktivitas seperti penjualan souvenir, baju dan oleh-oleh khas pantai Pasir Putih. Kondisi air pada stasiun ini cenderung bersih dari pada stasiun 1 karena pada stasiun ini sedikit sekali limbah yang dihasilkan dari kegiatan perdagangan di sekitar pantai Pasir Putih.



Gambar 3. Lokasi Pengamatan Stasiun 2

3. Stasiun 3

Stasiun 3 merupakan tempat dimana dipengaruhi oleh aktivitas penjualan makanan, yang dalam kaitannya ini banyak pengunjung atau wisatawan untuk beristirahat dan makan. Banyak warung-warung tenda yang berdiri sangat dekat dengan daerah intertidal. Selain itu stasiun ini dekat dengan mck untuk keperluan pariwisata. Limbah dari sisa makanan ini sendiri langsung dibuang di pantai dekat daerah intertidal. Alasan tersebut yang menjadikan stasiun ini penting untuk diteliti.



Gambar 4. Lokasi Pengamatan Stasiun 3

4. Stasiun 4

Stasiun 4 merupakan pusat dari kegiatan pariwisata. Banyak sekali para wisatawan yang datang di area ini dan dengan ini juga banyak sekali limbah yang dihasilkan dari kegiatan pariwisata tersebut.



Gambar 5. Lokasi Pengamatan Stasiun 4

3.6 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan satu minggu sekali selama tiga minggu di 4 stasiun pengamatan. Pengambilan sampel satu minggu sekali ini dilakukan mengikuti siklus hidup fitoplankton yaitu 7-14 hari. Pengambilan sampel terdiri dari pengambilan sampel klorofil-a, kualitas air antara lain suhu, pH, salinitas, DO, Nitrat, Ortofosfat dan kelimpahan fitoplankton. Sampel air diambil secara langsung dan ditempatkan pada botol air mineral 1,5 L. Air yang diambil adalah air pada permukaan, selanjutnya air dimasukkan ke dalam *coolbox* untuk kemudian dianalisis di laboratorium.

3.6.1 Fitoplanton

1. Pengambilan Sampel Fitoplankton (Satino, 2011)

- Mengambil sampel air dengan menggunakan ember dan disaring menggunakan plankton net (pada saat air disaring plankton net digoyangkan agar plankton yang menempel di permukaan jaring dapat masuk ke botol film. jumlah air yang disaring sebanyak 25 liter.
- Konsentrat plankton yang tertampung dalam botol film kemudian diberi pengawet yaitu Lugol sebanyak 3-4 tetes
- Menyimpan sampel untuk diidentifikasi di laboratorium.

2. Identifikasi Fitoplankton

- Menyiapkan preparat.
- Meletakkan Preparat plankton yang sudah jadi di atas meja objek mikroskop.
- Memastikan pengatur cahaya mikroskop sebelum dinyalakan berada pada frekuensi terkecil. Jika sudah, bisa dinyalakan.
- Memperjelas cahaya dengan memutar pengatur cahaya. Kemudian, memilih perbesaran yang diharapkan.
- Mencari luas lapang bidang pandangnya setelah mikroskop sudah fokus.
- Menggambar jenis plankton yang ditemukan.
- Mengidentifikasi dengan bantuan buku Prescott (1970).

3. Perhitungan Kelimpahan Fitoplankton (Herawati, 1989)

Prosedur perhitungan sampel fitoplankton dihitung dengan persamaan modifikasi *lackey drop* :

$$N = \left(\frac{T \times V}{L \times v \times P \times W} \right) \times n$$

Keterangan :

T = Luas cover glass (mm²)

V = Volume konsentrat plankton dalam botol tampung

L = Luas lapang pandang dalam mikroskop (mm^2)

v = Volume konsentrat plankton di bawah cover glass

P = Jumlah lapang pandang

W = Volume air sampel yang disaring

N = Kelimpahan plankton (sel/l atau ind/l)

n = Jumlah plankton yang dalam bidang pandang

3.6.2 Klorofil-a

Prosedur pengukuran klorofil-a dilakukan menurut Hutagalung *et al.*, (1997), yaitu sebagai berikut:

a. Prosedur analisis

1. Memasang atau meletakkan filter pada alat saring (*filter holder*).
2. Menyaring sampel air (0,5 – 2 liter untuk perairan pantai dan 2 – 4 liter untuk perairan lepas pantai).
3. Mengambil filter dan membungkus dengan aluminium foil (beri label) dan disimpan dalam desikator aluminium yang berisi silica gel (simpan dalam pendingin jika proses analisis berikutnya tidak dilakukan).
4. Memasukkan filter hasil saringan kedalam tabung reaksi 15 ml lalu menambahkan 10 ml aseton 90%.
5. Menggerus sampel dalam tabung reaksi sampai halus dengan mortal dan pinset.
6. Mensentrifuse sampel dengan putaran 4000 rpm selama 30 – 60 menit.
7. Memasukkan cairan yang bening dalam cuvet 1 cm (10 atau 15 cm).
8. Memeriksa absorbannya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 750 nm, 664 nm, 647 nm dan 630 nm.

b. Perhitungan

Kandungan klorofil-a dihitung dengan rumus:

$$\text{Chl-a (mg/m}^3\text{)} = \frac{\{(11,48 \times E664) - (1,54 \times E647) - (0,08 \times E630)\} \times V_e}{V_s \times d}$$

Keterangan:

E664 = absorban 664 nm – absorban 750 nm

E647 = absorban 647 nm – absorban 750 nm

E630 = absorban 630 nm – absorban 750 nm

V_e = volume ekstrak aseton (ml)

V_s = volume sampel air yang disaring (liter)

d = lebar diameter cuvet (1, 10 atau 15 cm)

3.6.3 Produktivitas Primer Perairan

Perhitungan nilai produktivitas perairan dimulai dengan pengukuran klorofil-a yang kemudian ditransformasikan dalam bentuk produktivitas primer dengan menggunakan Rumus Produktivitas Primer Beverage (1964), sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas Primer (gC/m}^3\text{/hr)} = 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61}$$

3.6.4 Parameter Kualitas Air

a. Suhu (°C)

Pengukuran suhu menggunakan *Thermometer Hg*, prosedur pengukuran suhu menurut Rahayu, *et al.*,(2009) sebagai berikut :

- Mencatat suhu udara sebelum mengukur suhu di dalam air.
- Masukkan thermometer ke dalam air selama 1-2 menit.
- Membaca suhu saat *thermometer* masih di dalam air

b. Kecerahan (cm)

Pengukuran kecerahan menggunakan *secchi disc*, prosedur kerja pengukuran kecerahan menurut Aziz (2013) sebagai berikut :

- Menurunkan *secchi disc* ke dalam kolam air hingga tidak terlihat pada tiap titik sampling.
- Mencatat panjang tali yang terukur (d_1).
- Menarik pelan-pelan *secchi disc* sampai nampak pertama kali, mencatat kedalamannya (d_2).
- Menghitung data yang diperoleh dengan rumus:

$$\text{Kecerahan} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

c. pH

Pengukuran pH menggunakan pH paper, prosedur kerja pengukuran pH menurut Jeffries dan Mills *dalam* Hartanti (2008) sebagai berikut :

- Mengukur derajat keasaman diukur dengan menggunakan kertas pH indikator.
- Mencelupkan pH indikator ke dalam air sampai beberapa menit.
- Mencocokkan warnanya dengan warna standar

d. Salinitas (‰)

Pengukuran salinitas menggunakan Refraktometer, prosedur pengukuran salinitas menurut Kordi (2005), sebagai berikut:

- Mengangkat penutup kaca prisma.
- Meletakkan 1-2 tetes air yang akan diukur.
- Menutup kembali dengan hati-hati agar jangan sampai terjadi gelembung udara di permukaan kaca prisma.

- Melihat melalui kaca pengintai dan akan terlihat pada lensa nilai atau salinitas dari air yang sedang diukur.
- Membersihkan permukaan prisma setelah selesai digunakan.
- Melihat nilai salinitasnya dari air yang diukur melalui kaca pengintai.

e. DO (*Dissolved Oxygen*) (mg/L)

Prosedur kerja penghitungan DO (*Dissolved Oksigen*) menurut Salmin (2005), adalah sebagaiberikut:

- Menggunakan probe oksigen yang terdiri dari katoda dan anoda yang direndam dalam larutan elektrolit. Pada alat DO meter, probe ini biasanya menggunakan katode perak (Ag) dan anoda timbal (Pb). Secara keseluruhan, elektroda ini dilapisi dengan membran plastik yang bersifat semi permeable terhadap oksigen.
- Memasukkan probe yang menggunakan katoda perak (Ag) dan anoda timbal (Pb) dimasukkan kedalam sampel air.
- Menunggu hasil yang ditunjukkan pada DO meter beserta nilai suhu yang ada.

f. Nitrat (mg/L)

Prosedur kerja pengukuran nitratmenurut Hariyadi *et al.*(1992), adalah sebagi berikut:

- Menyaring 25-50 ml air sampel dan tuangkan ke dalam cawan porselin.
- Menguapkan diatas pemanas air sampai kering.
- Mendinginkan dan menambahkan 2 ml asam fenol disulfonik, aduk dengan pengaduk gelas.
- Mengencerkan dengan 20-30 ml aquades.
- Menambahkan NH_4OH (1-1) sampai terbentuk warna.
- Mengencerkan dengan aquades sampai 100 ml.

- Memasukkan dalam tabung reaksi.
- Mengukur dengan spektrofotometer (panjang gelombang 400-450 nm).

g. Ortofosfat (mg/L)

Prosedur kerja pengukuran ortofosfat menurut Hariyadi *et al.*, (1992) adalah sebagai berikut:

- Menambahkan 1 ml ammonium molybdate ke dalam masing-masing larutan standar yang telah dibuat dan mengaduknya sampai larutan tercampur.
- Menambahkan 5 tetes larutan SnCl_2 dan kocok. Warna biru akan timbul (10-12 menit) sesuai dengan kadar fosfatnya.
- Mengukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 690 nm.

3.7 Analisis data

3.7.1 PCA (*Principal Component Analysis*)

Analisis data untuk dapat mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas primer perairan menggunakan analisis *Principal Component Analysis* (PCA). PCA adalah suatu teknik yang membangun variabel-variabel baru yang merupakan kombinasi linier dari variabel-variabel aslinya. Hasil dari variabel baru akan sama jumlahnya dengan variabel yang lama tetapi tidak memiliki korelasi satu dengan yang lainnya. Halim (2011), menyebutkan *Principal Component Analysis* (PCA) adalah suatu cara untuk dapat memproses data dan teknik *dimension-reduction* dengan banyak aplikasi dari teknik, biologi dan ilmu sosial. Biasanya *Principal Component Analysis* (PCA) mencari kombinasi linier dari variabel asli. Dalam penelitian ini software yang digunakan untuk analisis PCA adalah Xlstat.

Analisis komponen utama atau *Principal Component Analysis* merupakan suatu pendekatan analisis statistika multivariabel yang terkait dengan struktur

internal dari suatu matriks. PCA digunakan untuk menentukan variasi parameter fisika, kimia, biologi perairan dan produktivitas primer perairan, dengan mengintegrasikan hasil pengukuran parameter-parameter terkait. Melalui analisis komponen utama ini dapat diketahui variabel atau parameter fisika-kimia yang mencirikan pada setiap stasiun pengamatan (Arifin, 2009).

3.7.2 Analisis *Kruskal Wallis*

Uji *Kruskal Wallis* menurut Santoso (2002), merupakan uji n sampel bebas yang berarti akan menguji lebih dari dua sampel yang bersifat bebas satu dengan yang lain untuk mengetahui apakah sampel-sampel tersebut berasal dari populasi yang sama. Jika dari populasi yang sama, maka rata-rata ke-n sampel tersebut tentu relatif sama atau tidak berbeda secara signifikan. Analisis data yang digunakan adalah dengan SPSS 16 *non-parametrik* yaitu *Kruskal Wallis* di mana data yang dimasukkan berupa nilai produktivitas primer perairan.

Tujuan menggunakan *Kruskal Wallis* adalah untuk mengetahui perbedaan setiap stasiun yang dilihat dari nilai berdasarkan tiap parameter di setiap stasiun. Untuk mendapatkan hasil *Kruskal Wallis* digunakan pengolahan data dengan menggunakan *software* SPSS 16.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Kabupaten Situbondo memiliki luas wilayah sebesar 145.710 km² dengan populasi total penduduk 631.381 jiwa dan kepadatan penduduk sebesar 433,31 jiwa/km². Sebagai daerah yang berbatasan dengan Selat Madura di sebelah utara dan Selat Bali di sebelah Timur, Kabupaten Situbondo memiliki garis pantai sepanjang ±150 km dengan letak geografisnya antara 7°35' - 7°44' LS dan 113°30' - 114°42' B. Adapun batas wilayah Kabupaten Situbondo adalah sebagai berikut :

- | | |
|-----------------|--|
| Sebelah Utara | : Selat Madura, |
| Sebelah Selatan | : Kabupaten Bondowoso dan Banyuwangi, |
| Sebelah Barat | : Kabupaten Probolinggo |
| Sebelah Timur | : Selat Bali (Sumber: Pemkab Situbondo, 2012). |

Kabupaten Situbondo memiliki potensi wisata yang cukup terkenal dikalangan masyarakat yaitu Pantai Pasir Putih yang terletak di Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Kecamatan Bungatan sebagai salah satu Kecamatan di Kabupaten Situbondo, terletak di arah barat yang mempunyai daerah wisata dengan sebutan Daerah Wisata Pantai Pasir Putih. Di sebelah timur Kecamatan Bungatan berbatasan dengan Kecamatan Kendit, di sebelah utara berbatasan dengan selat Madura, di sebelah Barat dan Selatan berbatasan dengan Kecamatan Mlandingan. Topografi Desa di Kecamatan Bungatan adalah 6 Desa berada di dataran dan satu Desa berada di Lereng atau Punggung bukit yaitu Desa Patemon.

Kecamatan Bungatan mempunyai luas wilayah 9.901.935 Ha, terdiri dari sawah sebesar 2.249 Ha, tanah kering (pekarangan dan bangunan) sebesar

5.429 Ha, tanah perkebunan sebesar 60 Ha, tanah keperluan umum sebesar 12.11 Ha, tanah hutan sebesar 1.990 Ha dan tanah fasilitas sosial (masjid dan sekolah) sebesar 161.825 Ha. Dari hasil pengolahan data inmakro BPS tercatat jumlah penduduk Kecamatan Bungatan sebanyak 24.565 Jiwa, terdiri dari 11.812 Laki laki dan 12.753 Perempuan. Kecamatan Bungatan membujur dari Barat ke Timur dengan panjang 11 km dan lebar 6 km dengan batas-batas sebagai berikut :

Sebelah Barat : Kecamatan Mlandingan

Sebelah Selatan : Kecamatan Mlandingan

Sebelah Timur : Kecamatan Kendit

Sebelah Utara : Selat Madura (Sumber: Pemkab Situbondo, 2012).

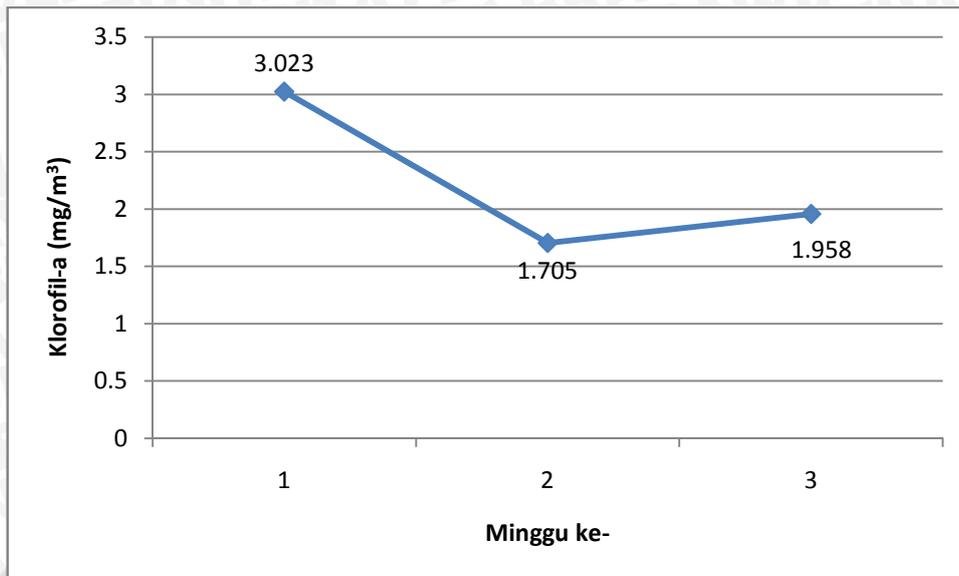
Pantai Pasir Putih merupakan salah satu tempat rekreasi pantai di kawasan Kabupaten Situbondo yang berjarak ± 23 km di sebelah Barat Situbondo. Pantai Pasir Putih berada di ujung Timur Pulau Jawa bagian Utara di seberang jalan raya utama Kabupaten Situbondo menuju Banyuwangi, sehingga akses jalan menuju Pantai Pasir Putih sangatlah mudah.

4.2 Hasil Penelitian

4.2.1 Klorofil-a

a. Stasiun 1

Hasil perhitungan klorofil-a pada stasiun 1 di Perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 6.



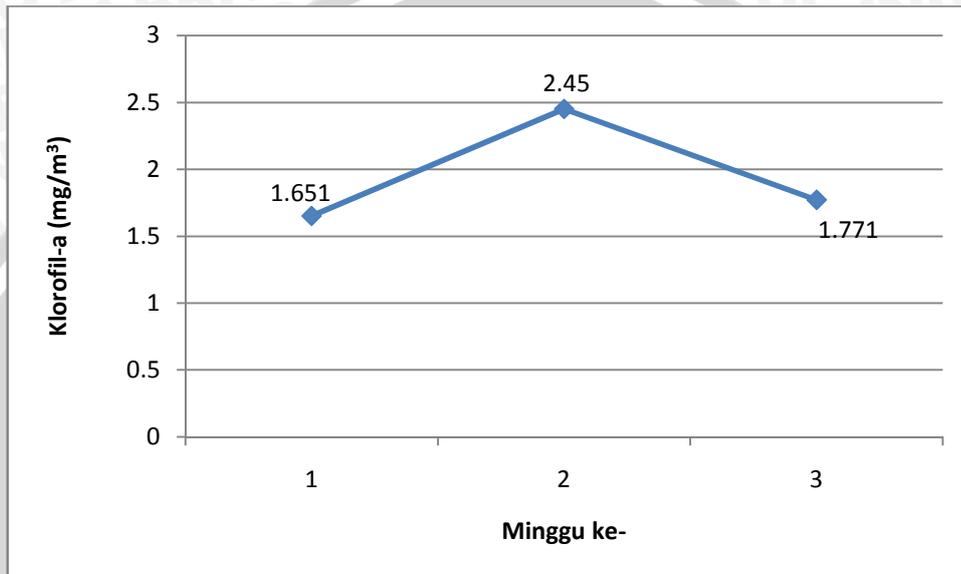
Gambar 6. Grafik Klorofil-a (mg/m^3) pada Stasiun 1 di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Gambar 6 menunjukkan nilai klorofil-a yang didapat pada stasiun 1 yaitu pada minggu pertama sebesar $3,023 \text{ (mg/m}^3\text{)}$, pada minggu ke-2 sebesar $1,705 \text{ (mg/m}^3\text{)}$ dan pada minggu ke-3 sebesar $1,958 \text{ (mg/m}^3\text{)}$.

Nilai klorofil-a tertinggi pada stasiun ini yaitu pada minggu pertama yang juga merupakan nilai klorofil-a tertinggi dibandingkan dengan stasiun lain. Hal ini dapat dikarenakan karena waktu pengambilan sampel dilakukan saat matahari cukup terik dimana terjadi penyinaran sinar matahari secara maksimum. Lally dan Parson (1994) dalam Kursono et al., (2011), menjelaskan bahwa penyebab naiknya klorofil-a di perairan adalah meningkatnya konsentrasi nutrisi terlarut dan intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan. Pada saat curah hujan intensitasnya kecil yang berarti kondisi awan cenderung bersih diduga intensitas cahaya yang membantu proses fotosintesis akan meningkat dan kadar klorofil-a permukaan laut juga meningkat.

b. Stasiun 2

Hasil perhitungan klorofil-a pada stasiun 2 di Perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Klorofil-a (mg/m³) pada Stasiun 2 di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

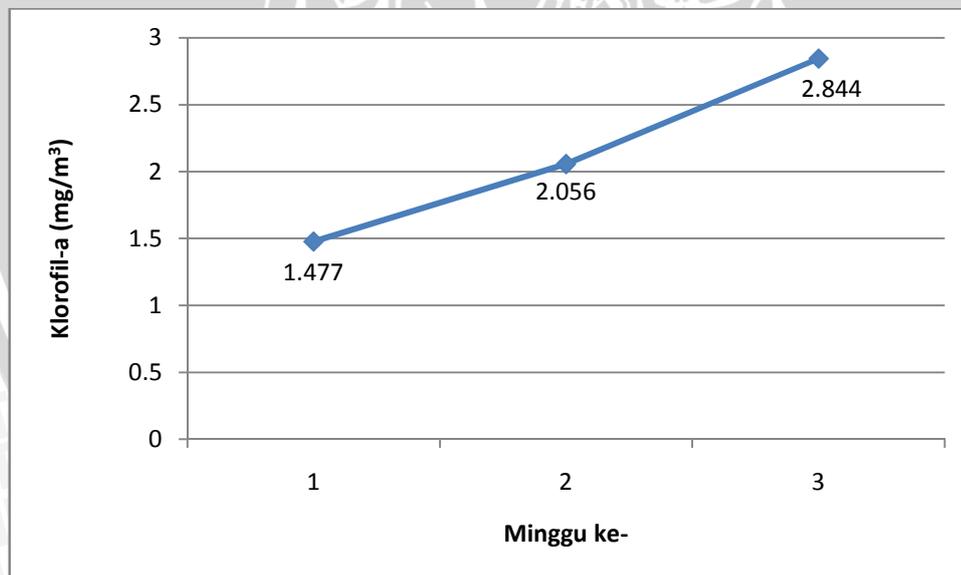
Gambar 7 menunjukkan nilai klorofil-a yang didapat pada stasiun 2 yaitu pada minggu pertama sebesar 1,651 (mg/m³), pada minggu ke-2 sebesar 2,450 (mg/m³) dan pada minggu ke-3 sebesar 1,771 (mg/m³).

Pada stasiun ini nilai klorofil-a terbesar diperoleh pada minggu kedua dan nilai klorofil-a terendah diperoleh pada minggu pertama. Tinggi rendahnya nilai klorofil-a yang diperoleh dapat disebabkan oleh keberadaan fitoplankton pada setiap stasiun, ketersediaan unsur hara dan intensitas cahaya yang masuk kedalam perairan. Menurut Fitra *et al.*, (2013), semakin tinggi kadar klorofil menandakan tingginya kelimpahan fitoplankton di perairan, kelimpahan fitoplankton yang tinggi mengindikasikan tingginya produktivitas primer di suatu

perairan. Kandungan klorofil pada fitoplankton dipengaruhi oleh spesies, kondisi tiap individu, waktu dan intensitas cahaya matahari. Menurut Arifin (2009), jumlah klorofil-a pada setiap individu fitoplankton tergantung pada jenis fitoplankton, oleh karena itu komposisi jenis fitoplankton sangat berpengaruh terhadap kandungan klorofil-a di perairan. Namun menurut Arifin (2009), perubahan (kenaikan atau penurunan) kelimpahan fitoplankton tidak selalu diikuti dengan perubahan kandungan klorofil-a secara linear, stasiun dengan kandungan klorofil-a tertinggi tidak selalu akan memiliki kelimpahan fitoplankton yang tinggi pula

c. Stasiun 3

Hasil perhitungan klorofil-a pada stasiun 3 di Perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 8.



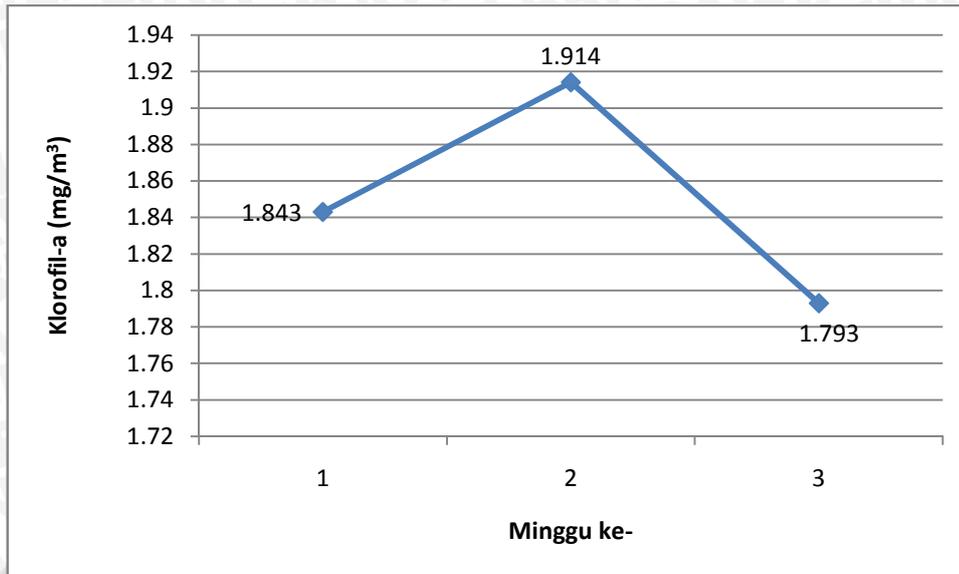
Gambar 8. Grafik Klorofil-a (mg/m^3) pada Stasiun 3 di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Gambar 8 menunjukkan nilai klorofil-a yang didapat pada stasiun 3 yaitu pada minggu pertama sebesar 1,477 (mg/m^3), pada minggu ke-2 sebesar 2,056 (mg/m^3) dan pada minggu ke-3 sebesar 2,884 (mg/m^3).

Stasiun 3 merupakan tempat yang banyak digunakan oleh wisatawan untuk beristirahat dan nilai klorofil-a pada stasiun 3 ini mengalami peningkatan dari minggu pertama hingga minggu terakhir. Hal ini dapat disebabkan oleh meningkatnya jumlah wisatawan pada setiap minggunya yang berarti meningkatnya limbah organik yang langsung mengarah ke daerah pantai. Pada stasiun 3 ini perolehan hasil nutrisi (nitrat dan fosfat) juga tinggi sehingga mengakibatkan nilai klorofil-a yang didapatkan pada stasiun ini cukup tinggi. Menurut Arifin (2009), umumnya sebaran konsentrasi klorofil-a di perairan pantai sebagai akibat tingginya suplai nutrisi yang berasal dari daratan. Nutrisi sangat dibutuhkan dalam jumlah besar oleh tumbuhan dan fitoplankton dalam proses fotosintesis, sehingga keberadaannya akan sangat mempengaruhi nilai klorofil-a di perairan. Jumlah klorofil-a pada setiap individu fitoplankton tergantung pada jenis fitoplankton, oleh karena itu komposisi jenis sangat berpengaruh terhadap kandungan klorofil-a di perairan.

d. Stasiun 4

Hasil perhitungan klorofil-a pada stasiun 4 di Perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Klorofil-a (mg/m³) pada Stasiun 4 di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Gambar 9 menunjukkan nilai klorofil-a yang didapat pada stasiun 4 yaitu pada minggu pertama sebesar 1,843 (mg/m³), pada minggu ke-2 sebesar 1,914 (mg/m³) dan pada minggu ke-3 sebesar 1,793 (mg/m³).

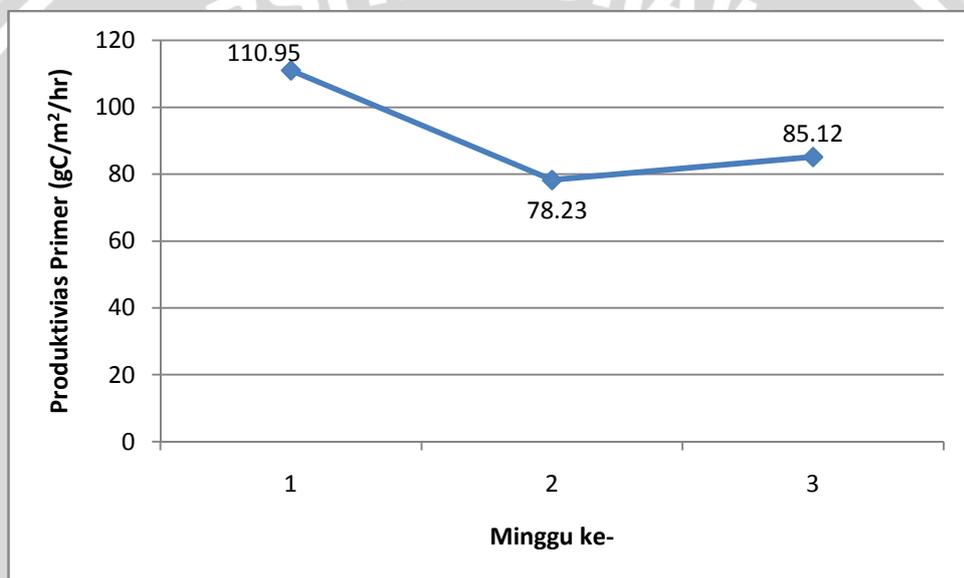
Stasiun 4 merupakan tempat atau pusat dari kegiatan wisata di Pantai Pasir Putih Situbondo ini. Frekuensi lalu lalang kapal di stasiun ini lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 1 yang juga terdapat kapal tetapi hanya untuk keperluan mencari ikan. Nilai klorofil-a pada stasiun ini cenderung rendah pada setiap minggunya jika dibandingkan dengan stasiun yang lain. Pada minggu ke 3 perolehan klorofil-a merupakan nilai terendah hal itu diikuti oleh perolehan fitoplankton pada stasiun 4 minggu ke 3 juga rendah yaitu sebesar 11.655 sel/L. Menurut Arifin (2009), kandungan pigmen fotosintesis (terutama klorofil-a) dalam air sampel menggambarkan biomassa fitoplankton dalam suatu perairan. Klorofil-a merupakan pigmen yang selalu ditemukan dalam fitoplankton serta semua organisme autotrof dan merupakan pigmen yang terlibat langsung (pigmen aktif) dalam proses fotosintesis.

4.2.2 Produktivitas Primer

Pengukuran produktivitas primer perairan menggunakan metode klorofil-a yang kemudian dikonversikan kedalam bentuk produktivitas primer dengan menggunakan Rumus Produktivitas Primer Beveridge (1984) (Lampiran 4).

a. Stasiun 1

Hasil perhitungan produktivitas primer pada stasiun 1 di Perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Produktivitas Primer (gC/m²/hr) pada Stasiun 1 di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

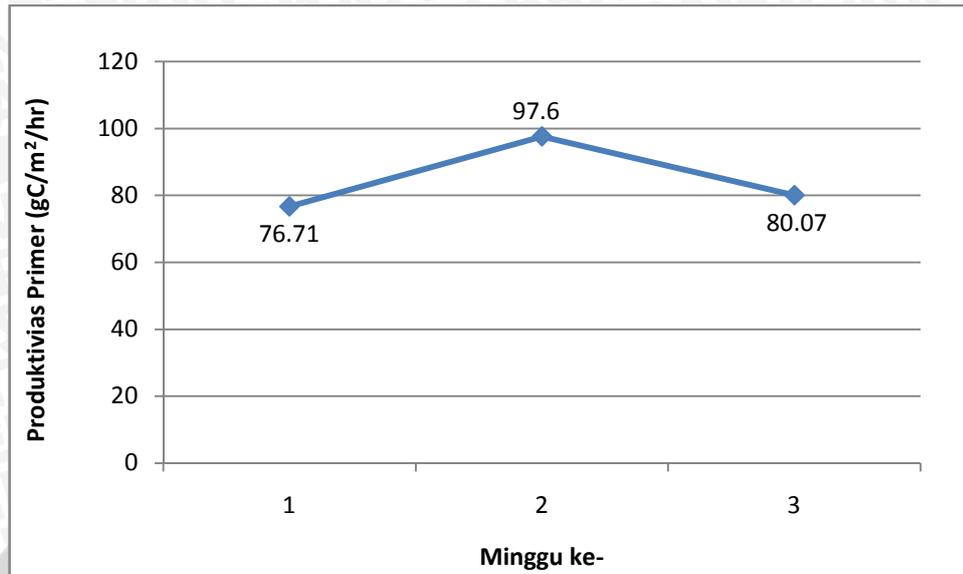
Gambar 10 menunjukkan nilai produktivitas primer yang didapat pada stasiun 1 yaitu 110,95 (gC/m²/hr) pada minggu pertama, 78,23 (gC/m²/hr) pada minggu ke-2 dan 85,12 (gC/m²/hr) pada minggu ke-3, sehingga nilai produktivitas primer rata-rata pada stasiun ini sebesar 91,43 (gC/m²/hr). Produktivitas primer tertinggi didapatkan pada minggu pertama hal ini dikarenakan nilai klorofil-a ada stasiun satu minggu pertama juga merupakan nilai klorofil-a tertinggi.

Nilai produktivitas primer pada stasiun ini merupakan nilai tertinggi dibandingkan dengan stasiun yang lain, hal ini dikarenakan pada pengamatan

nilai klorofil-a rata-rata yang didapatkan pada stasiun ini lebih tinggi dari pada stasiun yang lainnya yaitu nilai klorofil-a rata-rata yang didapat sebesar 2,280 mg/m³ (Lampiran 3). Menurut Piyoto dan Wiryanto (2001), bahwa kelimpahan fitoplankton di suatu kawasan mengekspresikan kerapatan klorofil pada kawasan tersebut. Klorofil berpengaruh secara langsung dalam produktivitas primer. Selain itu nilai produktivitas primer pada stasiun ini juga dipengaruhi oleh nilai kelimpahan fitoplankton pada stasiun 1 nilai produktivitas primer rata-rata merupakan nilai tertinggi dibandingkan dengan stasiun lain, hal ini juga didukung oleh hasil kelimpahan total fitoplankton yang diperoleh pada stasiun 1 yang merupakan kelimpahan tertinggi yaitu senilai 526.106 sel/L jika dibandingkan dengan stasiun yang lain (Lampiran 5). Hal ini didukung oleh pendapat Basmi (1995) dalam Yuliana (2012), produksi primer suatu perairan didominasi oleh fitoplankton dan diduga fitoplankton menghasilkan 98% total produksi di perairan. Michael (1994) dalam Barus (2002) menyatakan bahwa hasil dari proses fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan berklorofil disebut sebagai produktivitas primer. Tingginya kepadatan total fitoplankton pada stasiun ini merupakan salah satu penyebab laju produktivitas primer rata-rata lebih tinggi.

b. Stasiun 2

Hasil perhitungan produktivitas primer pada stasiun 2 di Perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 11.

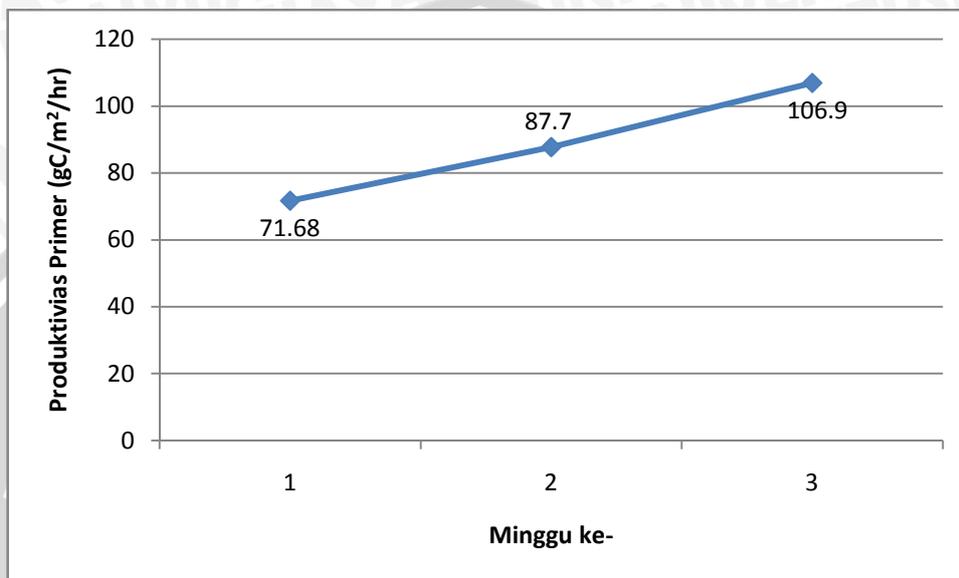


Gambar 11. Grafik Produktivitas Primer (gC/m²/hr) pada Stasiun 2 di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Gambar 11 menunjukkan nilai produktivitas primer yang didapatkan pada stasiun 2 setiap minggunya, yaitu pada minggu pertama sebesar 76,71 gC/m²/hr, minggu ke-2 97,6 gC/m²/hr dan minggu ke-3 80,07 gC/m²/hr dengan nilai rata-rata produktivitas primer sebesar 88,76 gC/m²/hr. Nilai produktivitas primer tertinggi didapatkan pada minggu ke-1, hal ini dapat dikarenakan pengambilan sampel pada minggu ke-1 dilakukan saat air pasang dan matahari mulai terik sehingga dimungkinkan proses fotosintesis sedang berlangsung. Hal ini didukung oleh pernyataan Wordpress (2012), tinggi rendahnya nilai produktivitas primer perairan tersebut sangat dipengaruhi oleh aktivitas organisme perairan dalam mensuplai oksigen terlarut dan penggunaan oksigen terlarut tersebut serta kondisi-kondisi lain yang juga mempengaruhi adalah suhu dan kecerahan yang mencakup tinggi rendahnya intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan tersebut serta densitas planktonnya yang melakukan proses fotosintesis.

c. Stasiun 3

Hasil perhitungan produktivitas primer pada stasiun 3 di Perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Produktivitas Primer (gC/m²/hr) pada Stasiun 3 di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

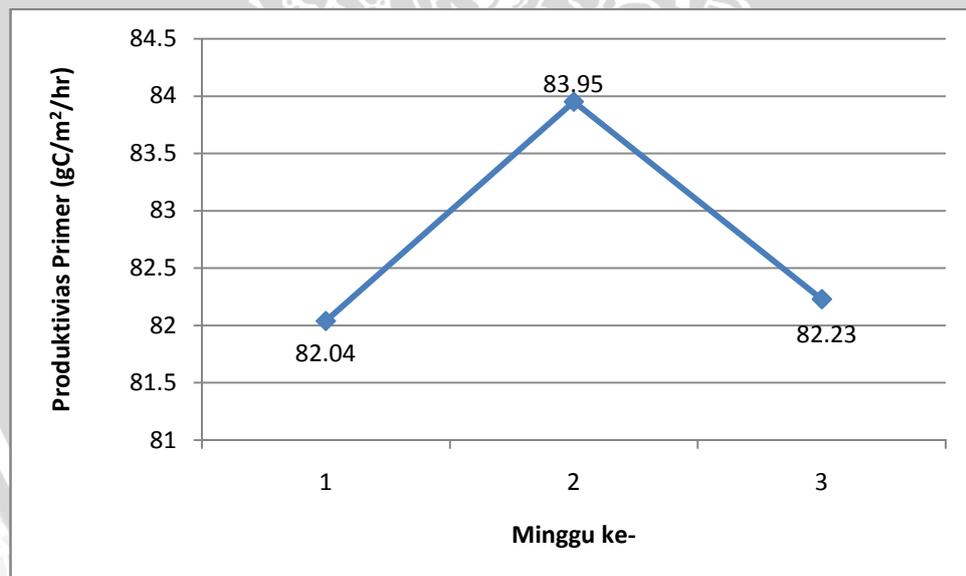
Gambar 12 menunjukkan nilai produktivitas primer yang didapatkan pada stasiun 3 setiap minggunya, yaitu pada minggu pertama sebesar 71,68 gC/m²/hr, minggu ke-2 87,7 gC/m²/hr dan minggu ke-3 106,9 gC/m²/hr, dengan rata-rata produktivitas primer pada stasiun ini sebesar 88,76 gC/m²/hr. Pada stasiun ini dipengaruhi aktivitas perdagangan dan mck, yang dalam kaitannya pada tempat ini banyak pengunjung atau wisatawan menggunakannya untuk beristirahat dan makan sehingga limbah yang dihasilkan dari kegiatan tersebut langsung mengarah ke daerah intertidal di pantai Pasir Putih.

Nilai produktivitas primer yang didapatkan dapat diakibatkan oleh nilai unsur hara yaitu nitrat dan ortofosfat yang tinggi pada stasiun ini, karena kedua unsur hara tersebut dibutuhkan oleh fitoplankton untuk melakukan fotosintesis yang nantinya akan berpengaruh pada nilai produktivitas primer di perairan

tersebut. Seperti diketahui bahwa fitoplankton dan tumbuhan air lainnya membutuhkan nitrogen dan fosfor sebagai sumber nutrisi utama bagi pertumbuhannya, dengan demikian maka peningkatan unsur hara nitrogen dan fosfor akan dapat mempengaruhi produktivitas primer perairan (Barrus, 2002). Unsur nitrogen dan fosfat dibutuhkan dalam jumlah besar akan tetapi ketersediaannya hanya dalam jumlah sedikit sehingga menjadi pembatas bagi pertumbuhan fitoplankton (Cloern, 2002 *dalam* Alianto *et al.*, 2008).

d. Stasiun 4

Hasil perhitungan produktivitas primer pada stasiun 4 di Perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Produktivitas Primer (gC/m²/hr) pada Stasiun 4 di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Grafik 13 merupakan nilai produktivitas primer yang didapatkan pada stasiun 4 pada setiap minggunya, yaitu pada minggu pertama sebesar 82,04 (gC/m²/hr) , minggu ke-2 sebesar 83,93 (gC/m²/hr) dan minggu ke-3 sebesar

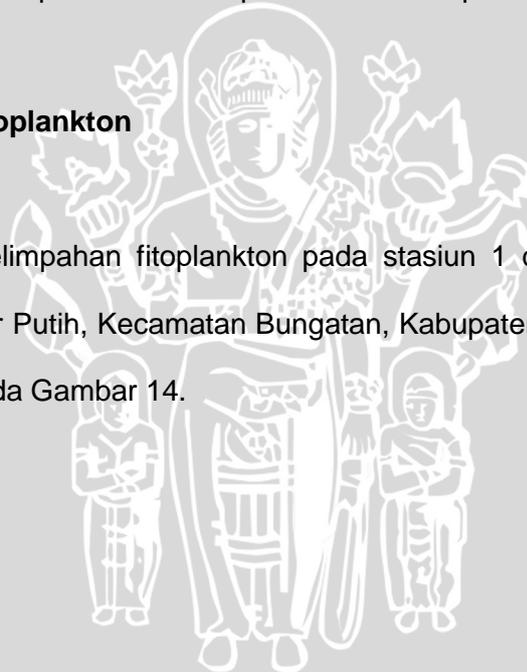
82,23 (gC/m²/hr). Pada stasiun ini nilai produktivitas primer yang didapatkan tidak berbeda jauh antara minggu pertama hingga minggu ke-3.

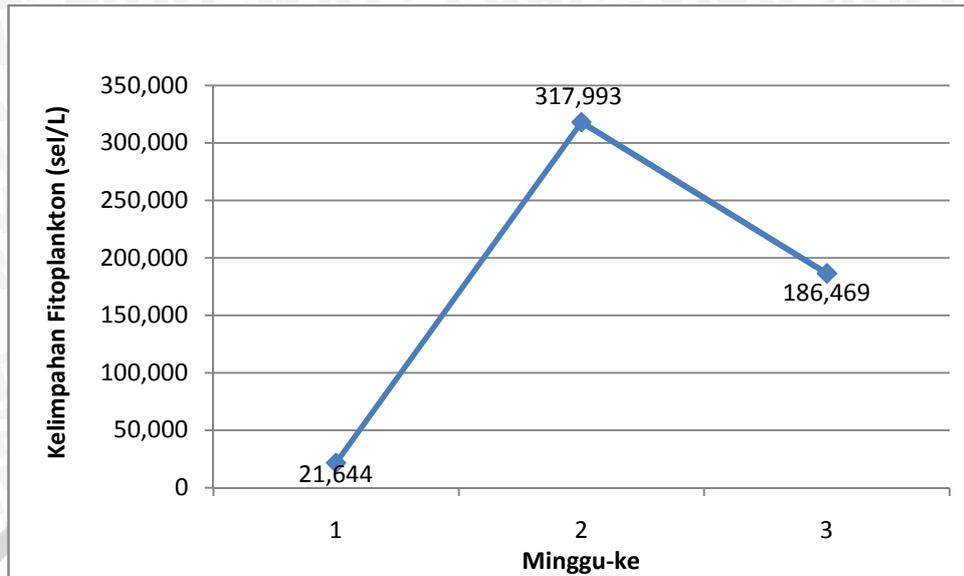
Nilai produktivitas primer rata-rata yang didapat pada stasiun ini sebesar 82,74 (gC/m²/hr) dan merupakan nilai rata-rata produktivitas primer terkecil jika dibandingkan dengan stasiun yang lainnya, hal ini dapat dikarenakan kandungan unsur hara berupa nitrat dan ortofosfat yang di dapatkan pada stasiun ini juga rendah. Menurut Naibaho (2011), zat hara memiliki peran yang penting dalam pertumbuhan produktivitas primer, dengan banyaknya kelimpahan zat hara pada suatu perairan maka akan dapat memacu pertumbuhan produktivitas primer, karena zat hara sangat diperlukan untuk pertumbuhan fitoplankton.

4.2.2 Kelimpahan Fitoplankton

a. Stasiun 1

Hasil analisa kelimpahan fitoplankton pada stasiun 1 di Perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 14.





Gambar 14. Grafik Kelimpahan Fitoplankton (sel/L) pada Stasiun 1 di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur

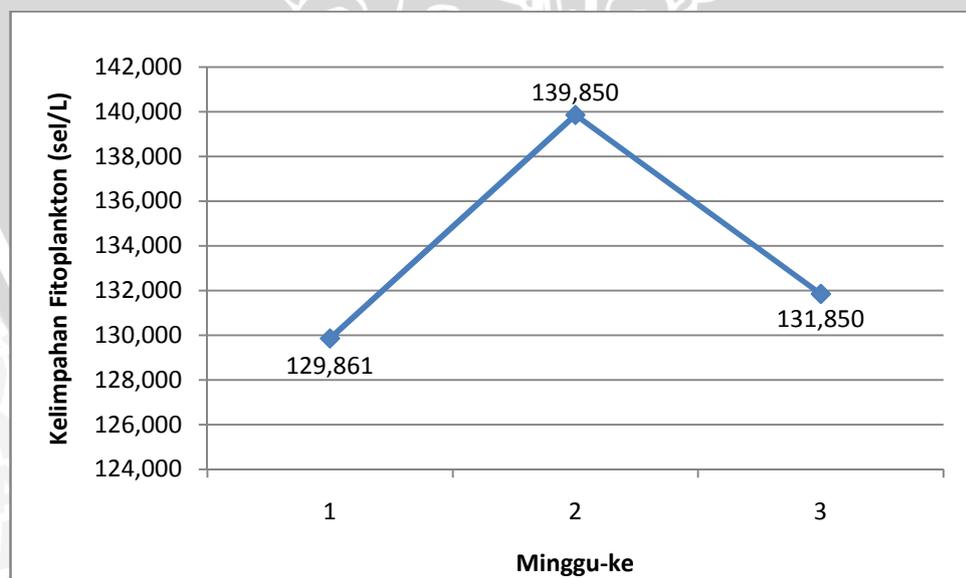
Stasiun 1 merupakan tempat dimana terdapat banyak kapal yang digunakan untuk keperluan nelayan mencari ikan. Grafik pada Gambar 14 menunjukkan nilai kelimpahan fitoplankton yang didapat pada stasiun 1 yaitu 21.644 sel/L pada minggu pertama, 317.993 sel/L pada minggu-ke 2 dan 186.469 pada minggu-ke 3. Kelimpahan fitoplankton tertinggi didapatkan pada minggu ke-2 hal ini dapat dikarenakan pada minggu ke-2 pengambilan sampel dilakukan pada saat air pasang dan matahari sudah mulai naik namun belum begitu terik sehingga fitoplankton diduga sedang melakukan fotosintesis. Menurut Subarijanti (1990), intensitas cahaya merupakan faktor terpenting dalam fotosintesis fitoplankton, tanpa intensitas cahaya yang cukup maka proses fotosintesis akan terganggu dan terhambat.

Kelimpahan total fitopankton tertinggi didapatkan pada stasiun 1 yaitu sebesar sebesar 526.106 sel/L, hal ini diguga karena kandungan nutrisi yang tinggi (nitrat dan fosfat) dan juga kondisi fisika kimia perairan pada stasiun ini yang sangat mendukung bagi pertumbuhan fitoplankton seperti suhu dan

kecerahan. Menurut Anggoro (1983) dalam Kusumawardhani (1994), bahwa fitoplankton dapat tumbuh secara optimal pada perairan yang memiliki konsentrasi nitrat hingga 3,5 mg/l, sedangkan rata-rata kadar nitrat pada stasiun 1 yaitu 0,256 mg/l. Nilai rata-rata orthofosfat (PO_4) pada stasiun 1 adalah 0,023 mg/l, didukung dengan pernyataan Silalahi (2010), bahwa kandungan fosfat diperairan yang baik adalah kurang dari 0,1 mg/l. Menurut Subarijanti (1990), siklus hidup masing-masing spesies fitoplankton tergantung pada ketersediaan nutrisi, suhu, gerakan atau perpindahan algae yang dipengaruhi pergerakan air sehingga tidak tetap, pemangsa oleh zooplankton, adanya kompetisi dan parasitisme oleh protozoa, fungi, bakteri atau virus.

b. Stasiun 2

Hasil analisa kelimpahan fitoplankton pada stasiun 2 di Perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 15.



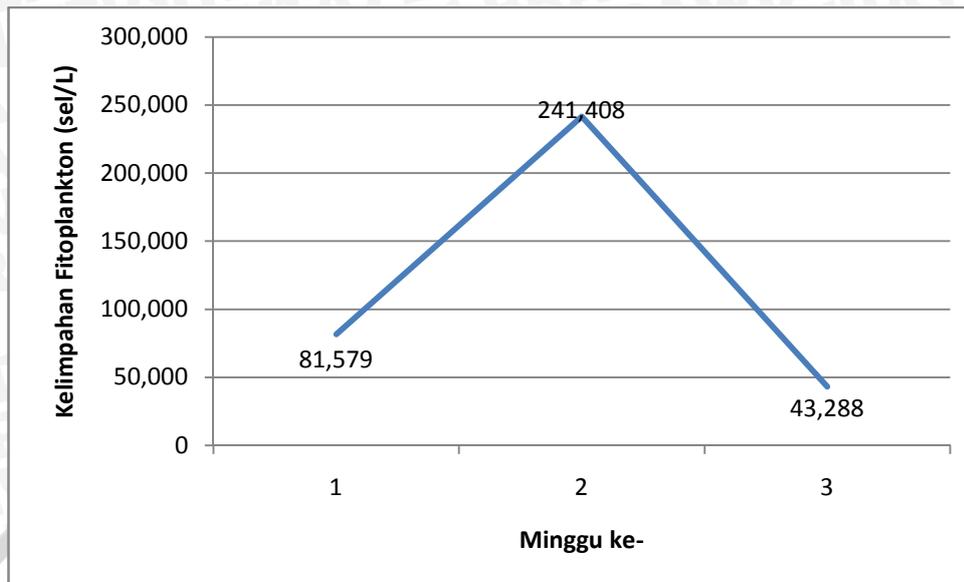
Gambar 15. Grafik Kelimpahan Fitoplankton (sel/L) pada Stasiun 2 di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Gambar 15 menunjukkan nilai kelimpahan fitoplankton yang diperoleh pada stasiun 2 yaitu pada minggu pertama sebesar 129.861 sel/L, minggu ke-2 sebesar 139.850 dan minggu ke-3 sebesar 131.850 sel/L. Sama halnya dengan stasiun 1 nilai kelimpahan fitoplankton tertinggi didapatkan pada minggu ke-2.

Stasiun 2 merupakan pusat dari kegiatan jual-beli yaitu banyak pedagang-pedagang souvenir namun sedikit jauh dari pantai, banyaknya aktivitas manusia di stasiun ini meninggalkan sampah yang cukup mengganggu. Pada stasiun 2 nilai total kelimpahan fitoplankton mengalami penurunan yaitu sebesar 401.437 sel/L hal ini dikuti oleh penurunan kecerahan yang didapatkan pada stasiun ini, sehingga dimungkinkan penurunan kecerahan menunjukkan terhalangnya cahaya matahari yang masuk kedalam perairan sehingga mengganggu proses fotosintesis dari fitoplankton. Hal ini akan menyebabkan kelimpahan fitoplankton yang ditemukan menurun. Muharram (2006) mengatakan kekeruhan perairan akan menghambat cahaya matahari untuk mencapai dasar perairan sehingga akan mengganggu fotosintesis yang dilakukan fitoplankton.

c. Stasiun 3

Hasil analisa kelimpahan fitoplankton pada stasiun 3 di Perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 16.



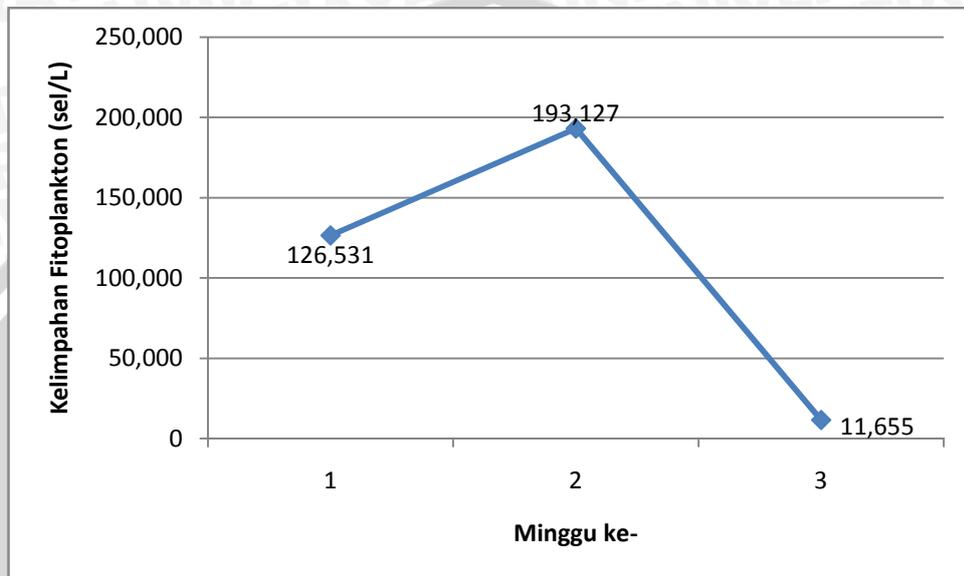
Gambar 16. Grafik Kelimpahan Fitoplankton (sel/L) pada Stasiun 3 di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Gambar 16 menunjukkan nilai kelimpahan fitoplankton yang diperoleh pada stasiun 3 yaitu pada minggu pertama sebesar 81.579 sel/L, minggu ke-2 sebesar 241.408 sel/L dan minggu ke-3 sebesar 43.288 sel/L, sehingga total kelimpahan fitoplankton yang didapatkan pada stasin ini sebesar 366.275 sel/L.

Nilai kelimpahan total fitoplankton pada stasiun ini menempati urutan ke-3 setelah stasiun 1 dan stasiun 2, namun pada minggu ke-2 nilai kelimpahan fitoplankton pada stasiun 3 merupakan kelimpahan tertinggi. Hal ini dapat diakibatkan oleh pengambilan sampel yang dilakukan pada saat siang hari serta didukung oleh hasil parameter kualitas air yang baik untuk kehidupan fitoplankton. Kelangsungan hidup fitoplankton sangat bergantung pada faktor fisik (abiotik) dari suatu ekosistem perairan. Faktor-faktor fisik tersebut adalah curah hujan, suhu, intensitas cahaya dan masuknya unsur hara (Aiza, 1999 dalam Amri, 2001).

d. Stasiun 4

Hasil analisa kelimpahan fitoplankton pada stasiun 4 di Perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Grafik Kelimpahan Fitoplankton (sel/L) pada Stasiun 4 di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Gambar 17 menunjukkan nilai kelimpahan fitoplankton yang diperoleh pada stasiun 3 yaitu pada minggu pertama sebesar 126.531 sel/L, minggu ke-2 sebesar 193.127 sel/L dan minggu ke-3 sebesar 11.655 sel/L, sehingga total kelimpahan fitoplankton yang didapatkan pada stasin ini sebesar 366.275 sel/L.

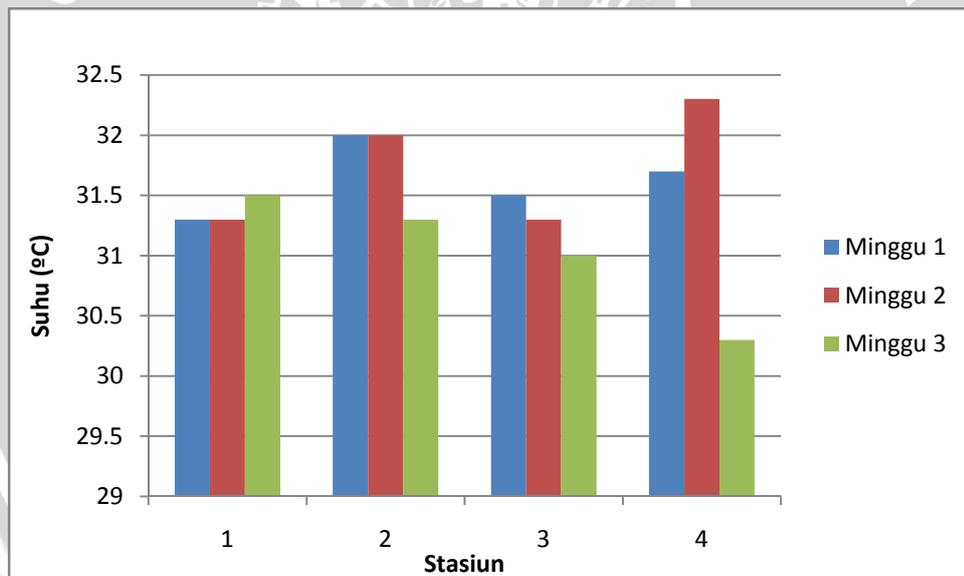
Nilai kelimpahan fitoplankton terendah pada stasiun ini adalah pada minggu ke-3 dikarenakan pada minggu ini pengambilan sampel fitoplankton pada stasiun 4 dilakukan menjelang sore hari yaitu sekitar pukul 15.30 WIB sehingga air mulai surut dan aktivitas fitoplankton mulai berkurang karena intensitas cahaya matahari yang mulai berkurang juga. Cahaya dapat bertindak sebagai faktor pembatas bagi aktivitas fitoplankton, berkenaan dengan tingkat penetrasi cahaya yang masuk ke perairan. Menurut Odum (1996) dalam Amri (2001),

bahwa fitoplankton di laut dapat menyesuaikan diri terhadap kisaran cahaya, tetapi mereka sangat dihambat oleh intensitas yang tinggi.

4.2.3 Hasil Analisa Faktor Fisika dan Kimia Perairan

4.2.3.1 Suhu

Menurut Barus (1996) dalam setiap penelitian ekosistem akuatik pengukuran suhu air merupakan hal yang mutlak dilakukan. Hal ini disebabkan karena kelarutan berbagai jenis gas di air serta semua aktivitas biologi dipengaruhi oleh suhu. Hasil pengukuran suhu selama penelitian di perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur selama penelitian pada setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik Hasil Pengukuran suhu ($^{\circ}\text{C}$) pada Setiap Stasiun di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Gambar 18 menunjukkan nilai suhu pada setiap stasiun. Stasiun 1 (tempat kapal nelayan) didapatkan hasil minggu pertama $31,3^{\circ}\text{C}$, minggu kedua $31,3^{\circ}\text{C}$, dan minggu ketiga $31,5^{\circ}\text{C}$. Stasiun 2 (pusat souvenir) didapatkan hasil minggu pertama 32°C , minggu kedua 32°C , dan minggu ketiga $31,3^{\circ}\text{C}$. Stasiun

3 (tempat wisatawan beristirahat) didapatkan hasil pada minggu pertama 31,5 °C, minggu kedua 31,3 °C, dan minggu ketiga 31 °C. Stasiun 4 (pusat pariwisata dan lalu lalang kapal wisata) didapatkan hasil minggu pertama 31,7 °C, minggu kedua 32,3 °C, dan minggu ketiga 30,3 °C.

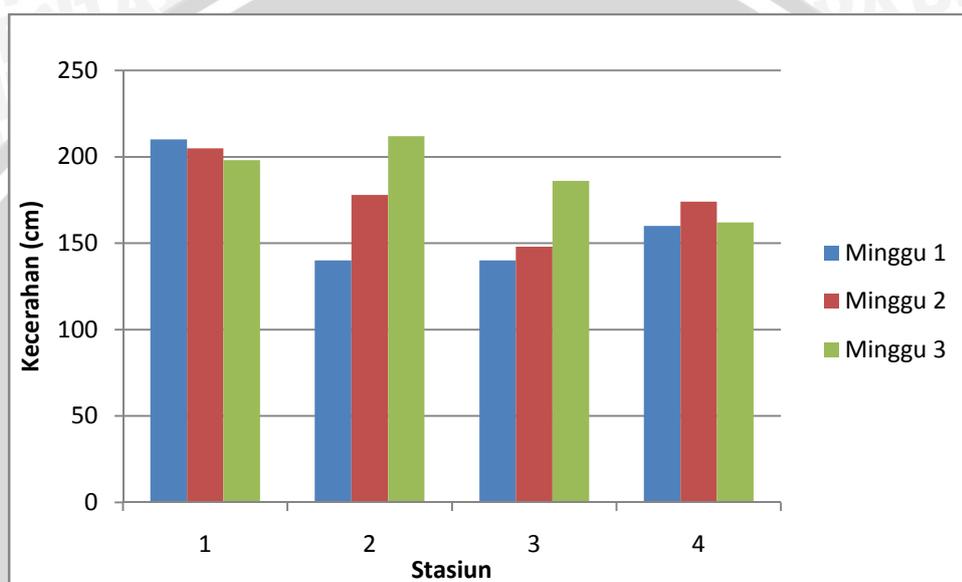
Berdasarkan Grafik pengukuran suhu rata-rata tertinggi terletak di stasiun 2, hal ini dikarekan pada saat pengukuran suhu dilakukan pada pukul 11.20 WIB dimana waktu tersebut merupakan waktu penyinaran sinar matahari secara maksimum sehingga penetrasi cahaya ke permukaan air terjadi secara maksimum dan menyebabkan meningkatnya suhu perairan, sedangkan suhu rata-rata terendah terletak pada stasiun 4, hal ini dikarenakan pada saat pengukuran suhu dilakukan pada sore hari yaitu pukul 15.30 WIB sehingga intensitas cahaya matahari tidak terlalu tinggi. Menurut Mukhtasor (2006), air dapat menyerap panas dalam jumlah besar untuk mengubah suhu. Peningkatan suhu juga dipengaruhi oleh besarnya energi cahaya matahari untuk meradiasi permukaan air laut sehingga air laut mengalami perubahan suhu signifikan sesuai dengan besarnya energi cahaya matahari yang dihasilkan.

Perolehan suhu pada setiap stasiun masih dalam kisaran yang baik bagi kehidupan biota laut termasuk fitoplankton, karena berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004, baku mutu air laut yang baik untuk biota laut termasuk fitoplankton adalah suhu dengan kisaran 28–32 °C

4.2.4.2 Kecerahan

Menurut Basmi (1999) 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. Menurut Wardoyo *dalam* Sumarlinah (2000) nilai kecerahan sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan dan padatan tersuspensi yang terkandung. Hasil pengukuran kecerahan selama penelitian di perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur selama penelitian pada setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Grafik Hasil Pengukuran Keccerahan (cm) pada Setiap Stasiun di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Gambar 19 merupakan nilai kecerahan yang didapatkan pada setiap stasiun. Pada stasiun 1 didapatkan hasil minggu pertama sebesar 210 cm, minggu ke-2 205 cm, minggu ke-3 198 cm. Pada stasiun 2 didapatkan hasil minggu pertama sebesar 140 cm, minggu ke-2 178 cm dan minggu ke-3 212 cm. Pada stasiun 3 minggu pertama didapatkan salinitas sebesar 140 cm, minggu ke-2 148 cm dan minggu ke-3 186 cm. Pada stasiun 4 minggu pertama 160 cm, minggu ke-2 174 cm dan minggu ke-3 162 cm.

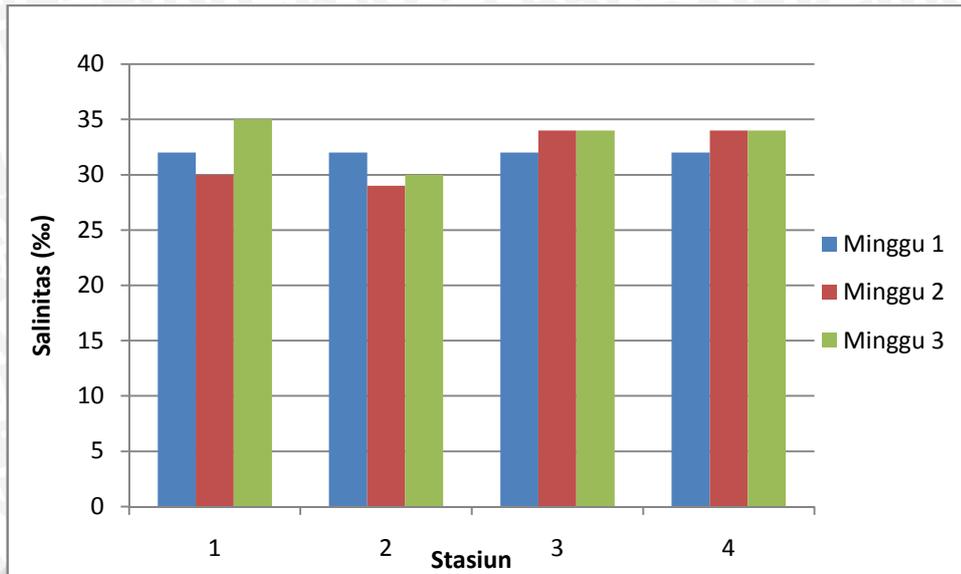
Nilai kecerahan tertinggi diperoleh pada stasiun 1 pada minggu pertama dan nilai kecerahan rata-rata tertinggi juga didapatkan pada stasiun 1 yaitu sebesar 204,3 cm. Hal ini dapat dikarenakan pada saat pengambilan sampel

cuaca pada minggu pertama pada stasiun ini cerah sehingga intensitas cahaya yang masuk ke perairan lebih banyak, selain itu waktu pengambilan sampel pada stasiun ini merupakan waktu dimana penyinaran matahari secara maksimum sehingga penetrasi cahaya ke permukaan air terjadi secara maksimum. Menurut Wardoyo dalam Sumarlinah (2000) nilai kecerahan sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan dan padatan tersuspensi yang terkandung.

Menurut Arfiati (2005), kisaran minimal kecerahan untuk produktivitas primer perairan adalah 40 cm atau 0,4 m. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran dan padatan tersuspensi serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran (Effendi, 2003). Sehingga dari pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa nilai kecerahan di Pantai Pasir Putih masih dalam kisaran normal dan sesuai untuk aktivitas fotosintesis.

4.2.4.3 Salinitas

Menurut Kurniawan *et al.*, (2006) salinitas merupakan jumlah dari seluruh garam-garam dalam gram pada setiap kilogram air laut. Hasil pengukuran salinitas selama penelitian di perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur selama penelitian pada setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Grafik Hasil Pengukuran Salinitas (‰) pada Setiap Stasiun di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Gambar 20 merupakan nilai salinitas yang didapatkan pada setiap stasiun.

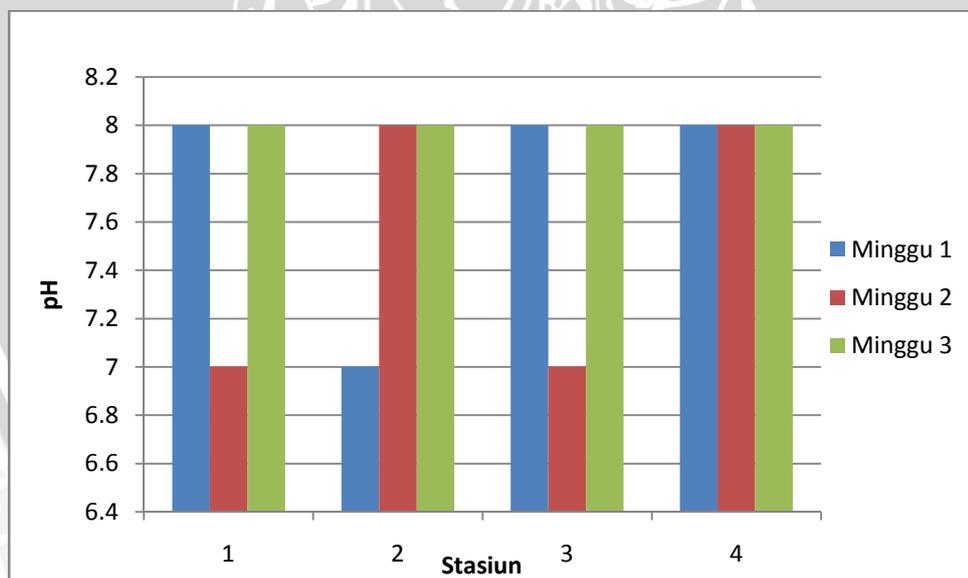
Pada stasiun 1 didapatkan hasil minggu pertama sebesar 32 ‰, minggu ke-2 30‰, minggu ke-3 35 ‰. Pada stasiun 2 didapatkan hasil minggu pertama sebesar 32 ‰, minggu ke-2 29 ‰ dan minggu ke-3 30 ‰. Pada stasiun 3 minggu pertama didapatkan salinitas sebesar 32 ‰, minggu ke-2 34 ‰ dan minggu ke-3 34 ‰. Pada stasiun 4 minggu pertama 32 ‰, minggu ke-2 34 ‰ dan minggu ke-3 34 ‰.

Dari keempat stasiun tersebut, salinitas rata-rata tertinggi terdapat pada stasiun 3 dan 4 yaitu sebesar 33,3 ‰. Hal ini disebabkan karena pengambilan sampel pada saat pasang sehingga diduga adanya pencampuran massa air laut lebih besar dibanding massa air tawar, sehingga salinitasnya cenderung tinggi di stasiun 3 dan 4. Pada stasiun 2 salinitas rata-rata yang diperoleh lebih rendah, hali ini dapat dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang panas pada saat pengukuran. Menurut Odum (1966) dalam Lihawa dkk (2013), cahaya matahari yang diserap oleh badan air akan menghasilkan panas di perairan, sehingga cahaya matahari akan mengurangi salinitas perairan.

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 baku mutu air laut untuk biota laut termasuk fitoplankton adalah salinitas sebesar 33 – 34‰, sehingga dapat dikatakan bahwa hasil pengukuran salinitas pada setiap stasiun di lokasi penelitian masih cukup baik karena masih berada dalam kisaran yang dianjurkan.

4.2.4.4 pH

Menurut Nybakken (1992) dalam Lihawa dkk (2013), pH air memegang peranan penting di perairan karena dapat mempengaruhi pertumbuhan organisme yang berada di perairan tersebut. Hasil pengukuran pH selama penelitian di perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur selama penelitian pada setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Grafik Hasil Pengukuran Ph pada Setiap Stasiun di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

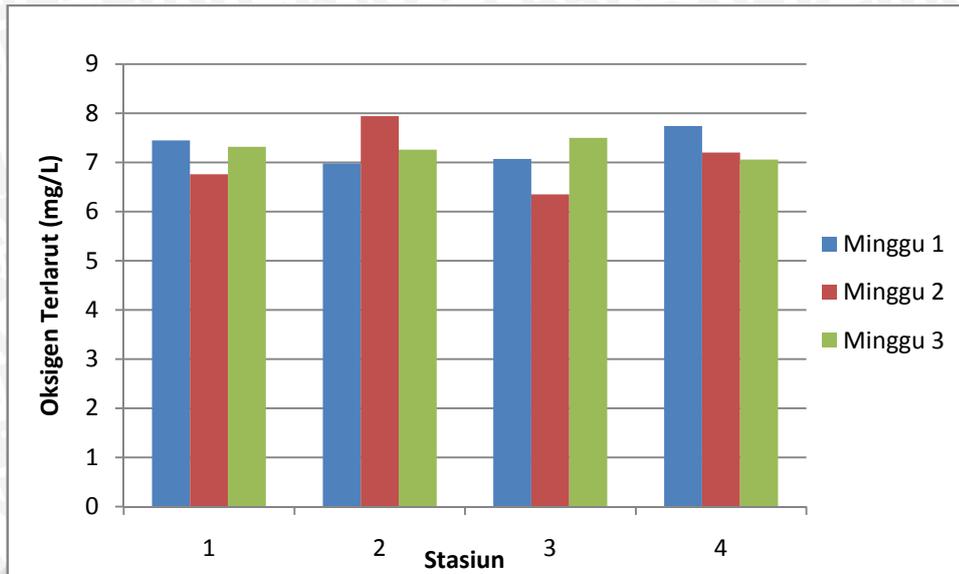
Grafik pada gambar 21 menunjukkan nilai pH yang diperoleh pada setiap stasiun. Pada stasiun 1 diperoleh pH pada minggu pertama sebesar 8, minggu ke-

2 7 dan minggu ke-3 8. Pada stasiun 2 minggu pertama didapatkan nilai pH 7, minggu ke-2 8 dan minggu ke-3 8. Pada stasiun 3 minggu pertama 8, minggu ke-2 7 dan minggu ke-3 8. Pada stasiun 4 minggu pertama hingga minggu ke-3 didapatkan pH 8.

Nilai pH yang didapatkan pada setiap stasiun memiliki kisaran yang tidak berbeda jauh. Hasil pengukuran pH rata-rata pada stasiun 1, 2 dan 3 sebesar 7,7 dan di stasiun 4 sebesar 8, hal ini dikarenakan pengambilan sampel terjadi pada waktu pasang, kecuali di stasiun 4, dimana pengambilan sampel air terjadi saat air sedang pasang namun belum mencapai pasang tertinggi. Menurut Nybakken (1992) dalam Lihawa *et al.*, (2013), pH air memegang peranan penting di perairan karena dapat mempengaruhi pertumbuhan organisme yang berada di perairan tersebut. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 yang berkisar antara 7 – 8,5, namun diperbolehkan jika terjadi perubahan sampai dengan $>0,2$. Fitra *et al.*, (2013) menambahkan bahwa air laut umumnya memiliki pH di atas 7 yang berarti bersifat basa, pH air laut permukaan untuk perairan berkisar antara 6-8,5. Menurut Surest *et al.*, (2012), kualitas air juga ditentukan oleh pH air. Air murni mempunyai pH=7. Air yang tidak tercemar mempunyai pH diantara 6,5 - 8,5. Diluar daerah pH tersebut dapat dipastikan air telah tercemar. Sehingga berdasarkan beberapa literatur diatas pH di perairan Pantai Pasir Putih masih dalam kisaran normal bagi kehidupan biota didalamnya.

4.2.4.5 Oksigen Terlarut (DO)

Hasil pengukuran DO selama penelitian di perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur selama penelitian pada setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Grafik Hasil Pengukuran DO (mg/l) pada Setiap Stasiun di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Gambar 22 merupakan nilai DO yang didapatkan pada setiap stasiun.

Pada stasiun 1 didapatkan hasil minggu pertama sebesar 7,45 mg/L, minggu ke-2 6,76 mg/L, minggu ke-3 7,32 mg/L. Pada stasiun 2 didapatkan hasil minggu pertama sebesar 6,98 mg/L, minggu ke-2 7,94 mg/L dan minggu ke-3 7,26 mg/L. Pada stasiun 3 minggu pertama didapatkan salinitas sebesar 7,07 mg/L, minggu ke-2 6,35 mg/L dan minggu ke-3 7,50 mg/L. Pada stasiun 4 minggu pertama 7,74 mg/L, minggu ke-2 7,20 mg/L dan minggu ke-3 7,06 mg/L.

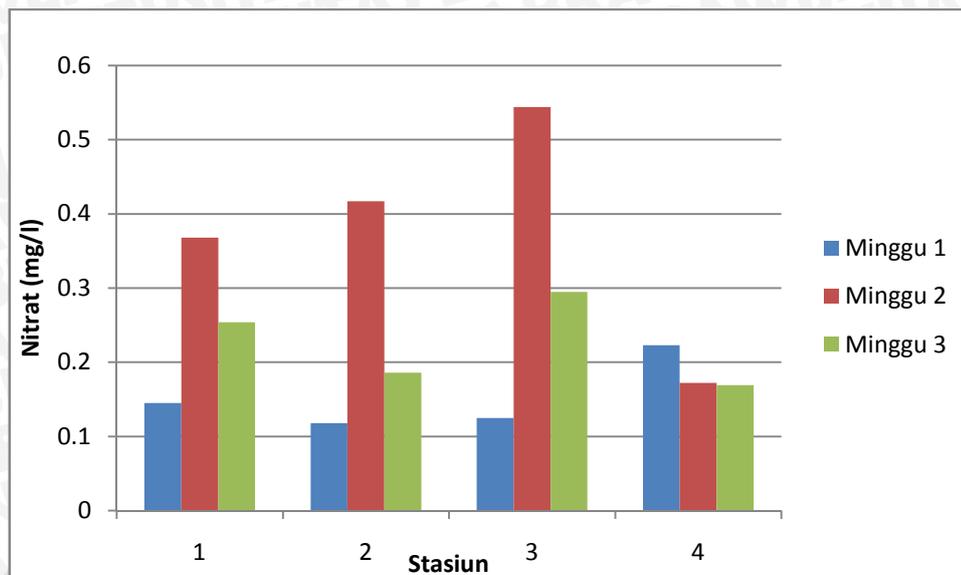
DO yang didapatkan pada setiap stasiun tidak terlihat perbedaan yang sangat signifikan, tetapi pengukuran DO rata-rata tertinggi terletak di stasiun 2 hal ini diduga karena pada stasiun ini tingkat aktivitas manusia cenderung sedikit sehingga tidak banyak menghasilkan sampah dan DO rata-rata terendah terletak pada stasiun 3 hal ini diduga karena lokasi pengambilan sampel merupakan area perdagangan, yang dalam kaitannya ini banyak pengunjung atau wisatawan beristirahat dan makan. Aktivitas manusia ini diduga menimbulkan limbah organik yang masuk ke perairan sehingga kandungan DOnya cenderung rendah. Terjadinya penurunan oksigen terlarut dipengaruhi oleh adanya kenaikan suhu.

Rumaluntur (2004) dalam Lihawa *et al.*, (2013), menjelaskan bahwa meningkatnya suhu menyebabkan kandungan oksigen berkurang.

Nilai DO pada setiap stasiun masih dalam kisaran yang baik dan memenuhi baku mutu kualitas air untuk biota perairan laut. Menurut Welch (1952) dalam Erlina *et al.*, (2007) kadar oksigen terlarut minimum dalam perairan tidak kurang dari 4 mg/L dan dalam kondisi tidak terdapat senyawa beracun, konsentrasi 2 mg/L sudah cukup mendukung kehidupan perairan. Sedangkan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 baku mutu air laut untuk biota laut termasuk fitoplankton adalah DO (Oksigen Terlarut) senilai >5 mg/L. Keberadaan oksigen terlarut dapat menunjang kehidupan organisme karena berkaitan erat dengan proses metabolisme makanan yang diperlukan untuk kehidupan organisme itu sendiri.

4.2.4.6 Nitrat

Hasil pengukuran nitrat selama penelitian di perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur selama penelitian pada setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Grafik Hasil Pengukuran Nitrat (mg/l) pada Setiap Stasiun di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Gambar 23 merupakan nilai nitrat yang didapatkan pada setiap stasiun. Pada stasiun 1 didapatkan hasil minggu pertama sebesar 0,145 mg/L, minggu ke-2 0,368 mg/L, minggu ke-3 0,254 mg/L. Pada stasiun 2 didapatkan hasil minggu pertama sebesar 0,118 mg/L, minggu ke-2 0,417 mg/L dan minggu ke-3 0,186 mg/L. Pada stasiun 3 minggu pertama didapatkan salinitas sebesar 0,125 mg/L, minggu ke-2 0,544 mg/L dan minggu ke-3 0,295 mg/L. Pada stasiun 4 minggu pertama 0,223 mg/L, minggu ke-2 0,172mg/L dan minggu ke-3 0,169 mg/L.

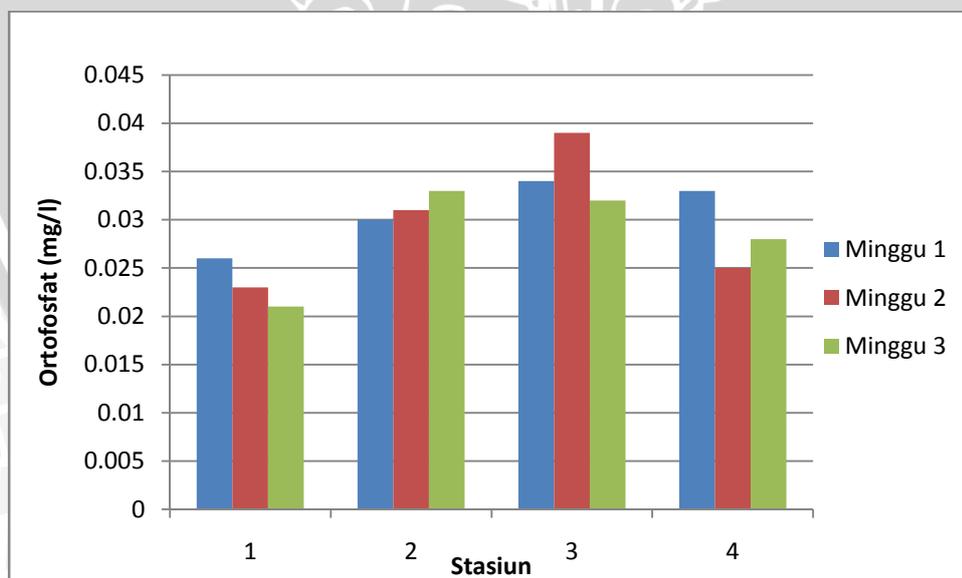
Perolehan nitrat tertinggi didapatkan pada stasiun 3 pada minggu ke-3, begitu juga halnya dengan perolehan nitrat rata-rata tertinggi juga terdapat pada stasiun 3 yaitu sebesar 0,321 mg/L. Hal ini dapat dikarenakan oleh pengaruh aktivitas perdagangan dan mck, yang dalam kaitannya pada tempat ini banyak pengunjung atau wisatawan menggunakannya untuk beristirahat dan makan sehingga limbah yang dihasilkan dari kegiatan tersebut langsung mengarah ke daerah intertidal di pantai Pasir Putih. Menurut Erlina *et al.*, (2007), perairan

pantai tidak kekurangan zat hara, karena menerima sejumlah besar unsur-unsur kritis yaitu P dan N dalam bentuk PO_4 dan NO_3 melalui *runoff* dari daratan (di mana kandungan zat hara jauh lebih banyak).

Hasil yang didapatkan menunjukkan pada setiap stasiun pengamatan memiliki konsentrasi nitrat yang cukup tinggi bagi kehidupan biota laut termasuk fitoplankton, karena berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004, baku mutu air laut yang baik untuk biota laut termasuk fitoplankton adalah nitrat (NO_3) senilai 0,08 mg/L. Namun menurut Mackentum (1969) dalam Sitorus (2009), bahwa kadar nitrat yang optimal untuk pertumbuhan fitoplankton adalah 3,9-15,5 mg/L.

4.2.4.7 Ortofosfat

Hasil pengukuran ortofosfat selama penelitian di perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur selama penelitian pada setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Grafik Hasil Pengukuran Ortofosfat (mg/l) pada Setiap Stasiun di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Gambar 24 merupakan nilai fosfat yang didapatkan pada setiap stasiun. Pada stasiun 1 didapatkan hasil minggu pertama sebesar 0,026 mg/L, minggu ke-2 0,023 mg/L, minggu ke-3 0,021 mg/L. Pada stasiun 2 didapatkan hasil minggu pertama sebesar 0,030 mg/L, minggu ke-2 0,031 mg/L dan minggu ke-3 0,033 mg/L. Pada stasiun 3 minggu pertama didapatkan fosfat sebesar 0,034 mg/L, minggu ke-2 0,039 mg/L dan minggu ke-3 0,032 mg/L. Pada stasiun 4 minggu pertama 0,033 mg/L, minggu ke-2 0,025mg/L dan minggu ke-3 0,028 mg/L.

Nilai ortofosfat terendah yang didapatkan pada stasiun1 pada minggu ke-2 begitu juga dengan nilai ortofosfat rata-rata terendah juga didapatkan pada stasiun 1 yaitu sebesar 0,023 mg/L, hal ini dapat disebabkan pada stasiun ini kegiatan yang paling berpengaruh adalah kegiatan nelayan yang tidak memiliki dampak terhadap peningkatan unsur hara. Sedangkan stasiun yang memiliki nilai ortofosfat tertinggi yaitu stasiun 3 pada minggu ke-2 serta rata-rata ortofosfat sebesar 0,035 mg/L. Hal ini dapat dikarenakan oleh pengaruh aktivitas perdagangan dan mck, yang dalam kaitannya pada tempat ini banyak pengunjung atau wisatawan menggunakannya untuk beristirahat dan makan sehingga limbah yang dihasilkan dari kegiatan tersebut langsung mengarah ke daerah intertidal di pantai Pasir Putih. Budiyo *et al.*, (1995) dalam Asmara (2005), menjelaskan bahwa tinggi rendahnya konsentrasi fosfat salah satunya disebabkan oleh masuknya bahan-bahan organik ke dalam perairan melalui sungai dan *run off* dari daratan maupun limbah rumah tangga.

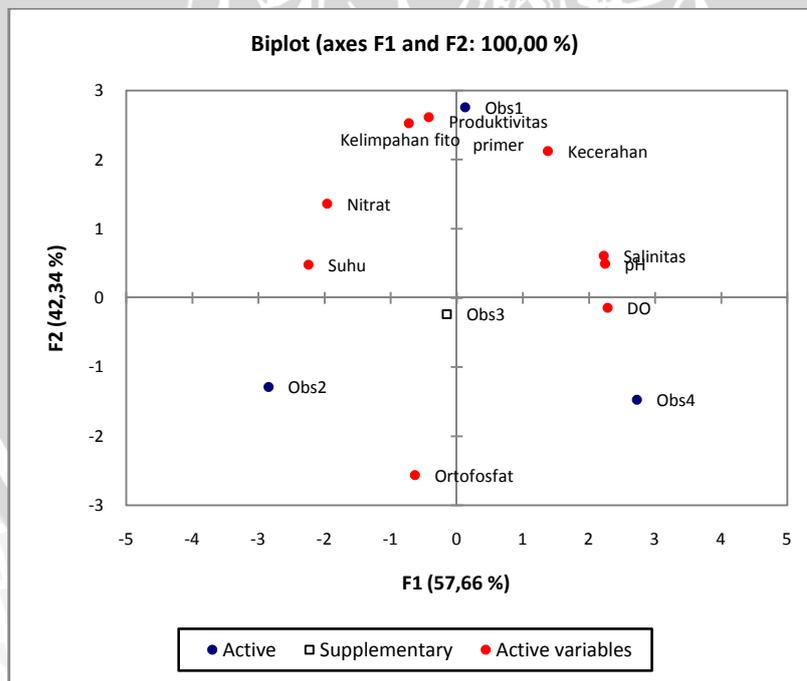
Hasil diatas meunjukkan pada setiap stasiun pengamatan memiliki konsentrasi ortofosfat yang cukup bagi kehidupan biota laut termasuk fitoplankton, karena berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004, baku mutu air laut yang baik untuk biota laut termasuk fitoplankton adalah ortofosfat (PO_3) senilai 0,015 mg/L. Menurut Mackentum (1969) dalam

Yuliana *et al.*, (2012), kandungan ortofosfat yang diperlukan untuk pertumbuhan optimal fitoplankton berkisar antara 0,09 – 1,80 mg/l.

4.4 Hubungan Parameter Perairan dengan Nilai Produktivitas Primer Perairan

Hubungan antara parameter perairan Pantai Pasir Putih dengan nilai produktivitas primer perairan dapat dilihat dengan menggunakan Analisis Komponen Utama (AKU) atau *Principal Component Analysis* (PCA). Parameter perairan yang diperhitungkan dalam analisis ini meliputi suhu, kecerahan, salinitas, pH, oksigen terlarut atau DO, nitrat, ortofosfat dan kelimpahan fitoplankton.

Hasil analisis komponen utama atau *Principal Component Analysis* antara parameter perairan terhadap struktur komunitas dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Grafik Analisis *Principal Component Analysis* (PCA)

Gambar 25 menunjukkan parameter yang berkorelasi erat pada kuadran 1 adalah variabel Produktivitas primer, kecerahan, salinitas dan pH. Pada kuadran

oksigen terlarut (DO). Pada kuadran 3 ortofosfat, serta pada kuadran 4 variabel produktivitas primer, kelimpahan fitoplankton, suhu dan nitrat.

Produktivitas primer perairan terdapat pada kuadran 1 dan 4, dimana pada kuadran 1 produktivitas primer sama dengan variabel kecerahan, salinitas dan pH. Hal ini mengartikan bahwa variabel tersebut memiliki kontribusi terhadap produktivitas primer perairan, seperti dijelaskan pada Lampiran 6 bahwa korelasi yang dimiliki antara variabel produktivitas primer terhadap kecerahan, salinitas dan pH adalah berkorelasi positif. Nilai korelasi antara produktivitas primer dengan kecerahan sebesar 0,672, korelasi produktivitas primer dengan salinitas sebesar 0,045 dan 0,001 untuk nilai korelasi antara produktivitas primer dengan pH. Menurut Hickman *et al.*, (2001) klasifikasi korelasi dibagi menjadi korelasi lemah ($>0-0,25$), korelasi cukup ($>0,25-0,5$), korelasi kuat ($>0,5-0,75$), dan korelasi sangat kuat ($>0,75-0,99$).

Kuadran 2 terdapat variabel oksigen terlarut (DO) dan pada kuadran 3 terdapat variabel ortofosfat. Dalam perairan keberadaan cahaya matahari, nutrient, oksigen terlarut, pH dan arus mempengaruhi ketersediaan klorofil di perairan yang nantinya akan berpengaruh terhadap tingkat produktivitas primer pada perairan tersebut (Shaleh *et al.*, 2012).

Pada kuadran 4 terdapat variabel produktivitas primer, kelimpahan fitoplankton, suhu dan nitrat dengan nilai korelasi 0,991 untuk Produktivitas primer dan kelimpahan fitoplankton, 0,361 untuk produktivitas primer dan suhu serta 0,663 untuk produktivitas primer dan nitrat. Hal ini menjelaskan bahwa produktivitas primer berkorelasi positif terhadap kelimpahan fitoplankton, suhu dan nitrat. Produktivitas primer memiliki korelasi sangat kuat terhadap kelimpahan fitoplankton karena nilai korelasi mendekati 1, seperti pada hasil pengukuran pada stasiun 1 dimana nilai rata-rata produktivitas primer, kelimpahan total fitoplankton sama-sama menempati urutan tertinggi. (Wetzel,

2001) menjelaskan bahwa salah satu peran fitoplankton di perairan adalah mengubah zat-zat anorganik menjadi organik dengan bantuan cahaya matahari melalui proses fotosintesis yang hasilnya disebut produksi primer. Produktivitas primer merupakan sumber pokok energi bagi proses metabolik yang terjadi dalam biosfer. Di ekosistem akuatik, sebagian besar produktivitas primer dilakukan oleh fitoplankton. Pada kuadran ini produktivitas primer berkorelasi kuat dengan nitrat namun berkorelasi cukup dengan suhu. Nutrien adalah semua unsur dan senyawa yang dibutuhkan oleh tumbuhan - tumbuhan dan berada dalam bentuk material organik (misalnya amonia, nitrat) dan anorganik terlarut (asam amino). Menurut Levinton (1982) dalam Shaleh *et al.*, (2012), elemen - elemen nutrien utama yang dibutuhkan dalam jumlah besar adalah karbon, nitrogen, fosfor, oksigen, silikon, magnesium, potasium, dan kalsium, sedangkan nutrien trace element dibutuhkan dalam konsentrasi sangat kecil, yakni besi, copper, dan vanadium. Tomascik *et al.*, (1997) dalam Shaleh *et al.*, (2012) menambahkan bahwa suhu dapat mempengaruhi fotosintesa di perairan baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh secara langsung yakni suhu berperan untuk mengontrol reaksi kimia enzimatik dalam proses fotosintesa. Tinggi suhu dapat menaikkan laju maksimum fotosintesa (P_{max}), sedangkan pengaruh secara tidak langsung yakni dalam merubah struktur hidrologi kolom perairan yang dapat mempengaruhi distribusi fitoplankton.

Matriks korelasi antar parameter (lampiran 6) menunjukkan bahwa tingginya produktivitas primer berkorelasi positif dengan suhu, kecerahan, salinitas, pH, nitrat dan kelimpahan fitoplankton. Keenam parameter tersebut memiliki korelasi yang erat dengan koefisien berkisar antara 0,361 – 0,991 kecuali pH yang hanya memiliki korelasi sebesar 0,001. Selain itu nilai produktivitas primer berkorelasi negatif DO dan ortofosfat. Tingginya nilai korelasi yang didapat menunjukkan bahwa parameter-parameter tersebut memberikan

hubungan yang berbeda nyata (mempengaruhi) terhadap produktivitas primer perairan di Pantai Pasir Putih.

4.5 Analisis Statistik Hubungan Produktivitas Primer Setiap Stasiun

Hubungan antar keempat stasiun berdasarkan dari hasil produktivitas primer perairan dilakukan dengan menggunakan software SPSS 16 *non-parametrik* yaitu *Kruskal Wallis* dimana data yang dimasukkan berupa nilai produktivitas primer pada setiap stasiun. Hasil analisis *Kruskal Wallis* dapat dilihat pada Gambar 26.

Kruskal-Wallis

Ranks			
St...	N	Mean Rank	
PP	1	1	4.00
	2	1	2.00
	3	1	3.00
	4	1	1.00
Total	4		

Test Statistics^{a,b}

	PP
Chi-Square	3.000
df	3
Asymp. Sig.	.392

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Stasiun

Nilai produktivias primer tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) antar stasiun.

Gambar 26. Hasil Statistik Nilai Produktivitas Primer Setiap Stasiun

Hasil statistik pada gambar 26 menunjukkan nilai Asymp.sigh = P (Probabilitas) sebesar 0,392 yang artinya tidak signifikan (tidak berbeda nyata) sebab angka $P > 0,05$ sehingga nilai persebaran produktivitas primer di setiap stasiun sama. Hal ini menunjukkan kesamaan antar stasiun karena bisa dilihat dari nilai produktivitas primer perairan terlihat tidak terlalu berbeda, sehingga

kawasan pantai pasir putih sesuai untuk menunjang kehidupan biota. Menurut Abbott (1995) dalam Astuti (2009), wilayah pesisir memiliki fungsi-fungsi ekologis penting, antara lain sebagai penyedia nutrisi, sebagai tempat pemijahan, tempat budidaya, serta tempat mencari makanan bagi beragam biota laut.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

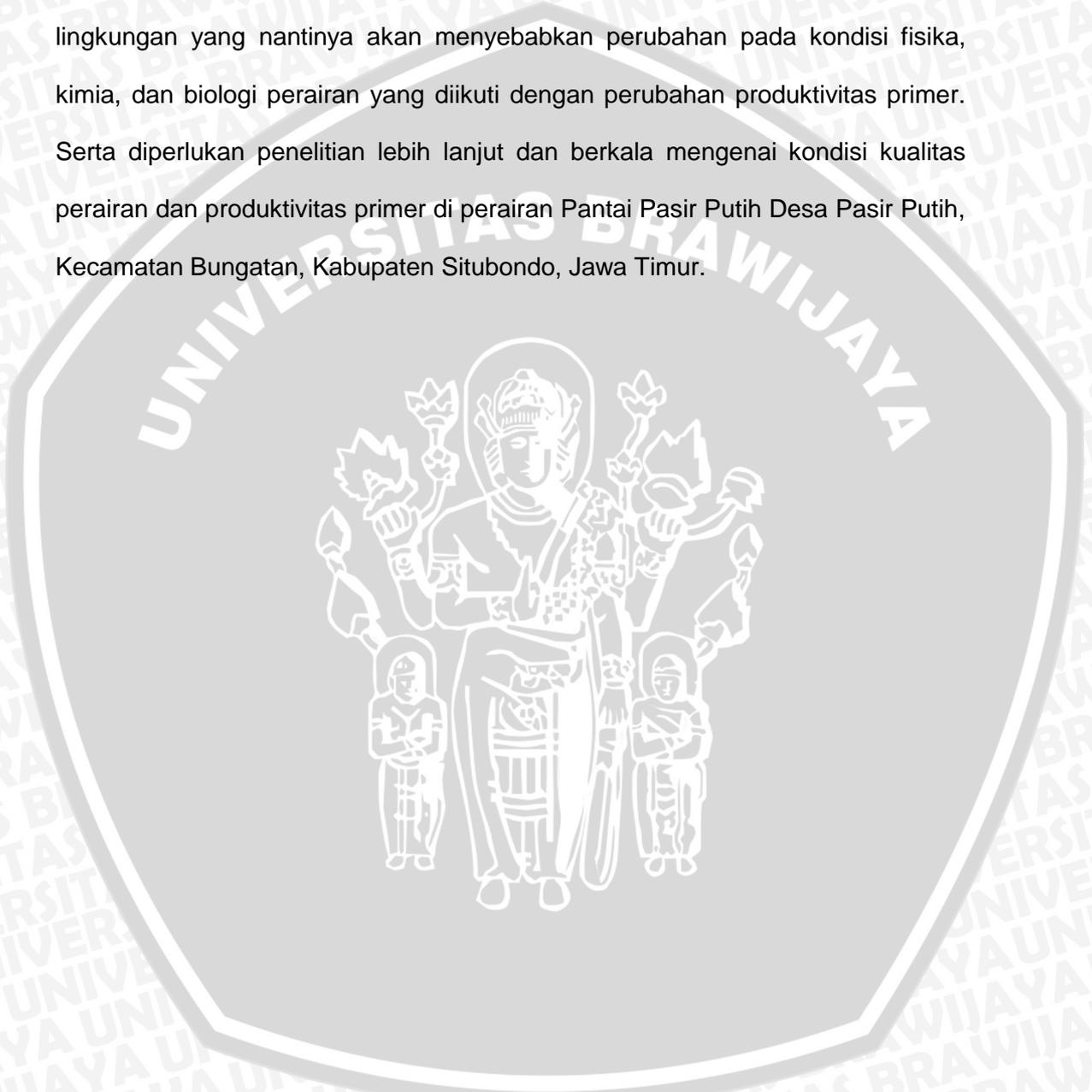
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Hasil analisis klorofil-a pada perairan Pantai Pasir Putih adalah 1,477 – 3,023 mg/m³ sehingga diperoleh hasil perhitungan produktivitas primer sebesar 71,68 – 110,95 (gC/m³/hr) dan termasuk dalam kategori perairan yang mesotrofik.
- Hasil analisis kualitas air (fisika, kimia dan biologi) sebagai berikut: suhu 30,3 – 32,3 °C; kecerahan 140 – 210 cm; salinitas 29 – 34 ‰; pH 7 – 8; DO 6,35 – 7,94 mg/l; Nitrat (NO₃) 0,188 – 0,321 mg/l, ortofosfat (PO₄) 0,023 – 0,035 mg/l, total kelimpahan fitoplankton 331.313 – 526.106 sel/L sehingga dapat dikatakan perairan eutrofik karena hasil kualitas air rata-rata yang diperoleh masih dalam kisaran normal bagi kelangsungan kehidupan biota termasuk fitoplankton.
- Hasil *Principal Component Analysis* (PCA) menunjukkan produktivitas primer berkorelasi positif dengan suhu, kecerahan, salinitas, pH, nitrat dan kelimpahan fitoplankton. Korelasi positif mengartikan bahwa terdapat keseimbangan atau hubungan yang searah diantara dua variabel atau lebih.
- Hasil statistik *Kruskall Wallis* menunjukkan nilai Asymp.sign = P (Probabilitas) produktivitas primer sebesar 0.392 yang artinya tidak signifikan (tidak berbeda nyata).

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah dibutuhkannya koordinasi, pengawasan serta peraturan dari semua pihak terhadap aktivitas pariwisata dan perdagangan agar tidak ada pencemaran lingkungan yang nantinya akan menyebabkan perubahan pada kondisi fisika, kimia, dan biologi perairan yang diikuti dengan perubahan produktivitas primer. Serta diperlukan penelitian lebih lanjut dan berkala mengenai kondisi kualitas perairan dan produktivitas primer di perairan Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.



DAFTAR PUSTAKA

- Alianto., Adiwilaga, E.M dan Damar. 2008. Produktivitas Primer Fitoplankton dan Keterkaitannya dengan Unsur Hara dan Cahaya di Perairan Teluk Banten. Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan. Jilid 15. Nomor 1 : 21-26.
- Amri. 2001 Pengaruh Aktivitas Pabrik Semen Andalas Terhadap Kelimpahan, Diversitas dan Produktivitas Plankton di Perairan Pantai Lhoknga Kabupaten Aceh Besar. Tesis. Unuversitas Sumater Utara.
- Arfiati, D. 1992. Survey Pendugaan Fitoplankton Sebagai Produktifitas Primer di Rawa Bureng Desa Sukosari Kecamatan Gondanglegi Kabupaten Malang. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- _____. 2001. Limnologi Sub Bahasan Kimia Air. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Arifin, Ridwan. 2009. Distribusi Spasial dan Temporal Biomassa Fitoplankton (Klorofil-a) dan Keterkaitannya dengan Kesuburan Perairan Estuari Sungai Brantas Jawa Timur. IPB. Bogor
- Asmara, A. 2005. Hubungan Struktur Komunitas Plankton dengan Kondisi Fisika Kimia Perairan Pulau Pramuka dan Pulau Panggang Kepulauan Seribu. Skirpsi. IPB. Bogor.
- Astuti, E. 2009. Struktur Komunitas Bivalvia di Pesisir Pantai Pulau Panjang dan Pulau Tarahan, Banten Serta Variasi ukuran Cangkangnya. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Bogor.
- Azis, H. 2013. Analisis Kualitas Perairan untuk Pemanfaatan Pantai Bae Sebagai Tempat Wisata Pemandian Pada Musim Barat di Desa Mappakalombo Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar. Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Barus, T. A. 2002. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi Fakultas MIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Basmi, J. 1999. Planktologi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Bengen. 2002. Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Sipnosis. Institut Pertanian Bogor.
- Beveridge, M. C. 1964. Cage and Pen Fish Farming. Carrying Capacity Models and Environment Impact. FAO Fish. Tech> Pap. (225): 131 p.
- Bloom. 1998. Chemical and Physical Water Quality Analysis. Nuffic. Unibraw/lum/fish.Malang.
- Bungin, B. 2001. Metodologi Penelitian Sosial. Airlangga University Press. Surabaya.

- Dahuri, R., J. Rais., S.P. Ginting dan MJ. Sitepu. 1996. Pengelolaan Wilayah Pesisir Secara Terpadu . Pradnya Paramita. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta.
- Erlina, A., Hartoko, A., Suminto. 2007. Kualitas Perairan di Sekitar BBPAP Jepara Ditinjau dari Aspek Produktivitas Primer Sebagai Landasan Operasional Pengembangan Budidaya Udang dan Ikan. Jurnal Pasir Laut. Vol. 2 No. 2, Januari 2007 : 1-17.
- Faoji, I. L. 2008. Produktivitas Perairan. Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Sains dan Teknik Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Ferianita, M. H., Haeruman, L.C dan Sitepu. 2005. Komunitas Fitoplankton Sebagai Bio-Indikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta. Jurusan Teknik lingkungan. Fakultas Arsitektur Lansekap Teknologi Lingkungan. Universitas Trisakti.
- Fitra. F., Zakaria, I. J dan Syamsuardi. 2013. Produktivitas Primer Fitoplankton di Teluk Bangus. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung : 303-306.
- Hariyadi, S., Suryadiputra dan B. Widigdo.1992. Limnologi Metode Kualitas Air. Fakultas Perikanan dan Kelautan ITB. Bogor.
- Hariyadi, S., E. M. Adiwilaga, T. Prariono, S. Hardjoamidjojo dan A. Damar. 2010. Produktivitas Primer Estuari Sungai Cisadane pada Musim Kemarau. Limnotek (2010) 17 (1) : 49-57
- Hartanti, N. 2008. Pencemaran Organik Limbah Tahu di Sungai Desa Kalisari Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas. CERMIN Edisi 042. Hlm 4.
- Herawati, E. V. 2008. Analisis Kesesuaian Perairan Segara Anakan Kabupaten Cilacap Sebagai Lahan Budidaya Kerang Totok (*Polymesoda Erosa*) Ditinjau Dari Aspek Produktifitas Primer Menggunakan Penginderaan Jauh. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Herawati, E. Y. 1989. Planktonologi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Hutabarat, S dan Evans, S. M. 2008. Pengantar Oceanografi. UI-Press. 2008.
- Hutagalung, H.P. D. Setiapermanadan S.H. Riyono 1997. Metode Analisis Air Laut, Sedimen Dan Biota. Bukuke II, Puslitbang Oseanologi, LIPI.
- KKP. 2009. Kelautan dan Perikanan dalam Angka 2009. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2007. Survey Bahan Pencemar di Beberapa Pelabuhan Utama di Indonesia.
- Kordi, K. 2010. Pakan Udang. Akademia. Jakarta.

- Kumalawati, A. S. 2004. Variabilitas Parameter Oceanografi dan Sebaran Klorofil-a di Perairan Nangroe Aceh Darussalam pada Bulan Oktober – November 2002. Fakultas Perikanan dan Kelautan ITB. Bogor
- Kurniawan. 2006. Diktat Kuliah Pengantar Oceanografi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Kunarso., Hadi, S., Ningsih, N., Baskoro, M. 2011. Variabilitas Suhu dan Klorofil-a di Daerah *Upwelling* pada Variasi Kejadian ENSO dan IOD di Perairan Selatan Jawa sampai Timor. Jurnal Ilmu Kelautan. Vol. 16 (3) Hal: 171-180.
- Naibaho. 2011. Produktivitas Primer Kotor, Produktivitas Primer Bersih dan Faktor yang Mempengaruhinya. <http://pobersonaibaho.wordpress.com/2011/30/produktivitas-primer-kotor-produktivitas-primer-bersih-dan-faktor-yang-mempengaruhi-produktivitas/>. Diakses tanggal 10 September 2014.
- Nazir, M. 2003. Metode Penelitian. Ghalia Inonesia. Jakarta.
- Panji, Y. 2011. Metode Penelitian Komunikasi. Universitas Mercu Buana. Jakarta.
- Piyoto, A dan Wiryanto. 2001. Produktifitas Primer Perairan Waduk Cengklik Boyolali. Biodiversitas Vol. 3 No. 1 : 189-195
- Pugesehan, D.J. 2010. Analisis Klorofil-A Fitoplankton (Produktifitas Primer) Di Perairan Pantai Natsepa Kabupaten Maluku Tengah. Jurnal Agroforestri Vol V. No 4
- Raharjo, B.H. 2003. Pengaruh Kualitas Air pada Tambak Tidak Bermangrove dan Bermangrove Terhadap Hasil Udang Alam di Desa Grinting Kabupaten Brebes. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Rahayu, et al. 2009. Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai. World Argoforestry Centre. Hlm 38.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. ISSN Vol 30. No. 3: 21-26.
- Santoso, S. 2002. Statistik Non Parametrik Konsep daa Aplikasi dengan SPSS. Penerbit PT Alex Media Komputindo Kompas Gramedia. Jakarta.
- Satino. 2011. *Praktikum Lapangan*. <http://staff.uny.ac.id>. Diakses pada tanggal 8 Juli 2013.
- Sediadi, Agus. 2004. Dominasi Cyanobacteria Pada Musim Peralihan Di Perairan Laut Banda Dan Sekitarnya. Makara, Sains, Vol. 8, No. 1, April 2004: 1-14.
- Shaleh, F. R, et al. 2012. Laproran Praktikum Produktivitas Primer. ITB. Bogor.
- Sinurat, G. 2009. Studi Tentang Nilai Poduktivitas Primer di Perairan Danau Toba. Universitas Sumatera Utara. Medan.

- Sipahutar, A. R. A. 2003. Kandungan Klorofil-a dan Hubungannya dengan Parameter Fisika Kimia Perairan di Estuaria Donan Cilacap Jawa Tengah Bulan Juli-September 2002. Fakultas Perikanan dan Kelautan ITB. Bogor.
- Sitorus, M. 2009. Hubungan Nilai Produktivitas Primer dengan Konsentrasi Klorofil-a dan Faktor Fisika Kimia di Perairan Danau Toba Balige Sumatera Utara. Tesis Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Subarijanti, H. U. 1990. Diktat Kuliah Limnolog. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Sukawi. 2010. Peran Analisis Regresi Berganda dalam Penelitian Survey Deskriptif. UNDIP. Semarang.
- Sumarlinah. 2000. Hubungan Komunitas Fitoplankton dan Unsur Hara N dan P di Danau Sumber Selatan. Jakarta Utara. Institut Pertanian Bogor.
- Usman, H. dan P.S, Akbar. 2006. Metode Penelitian Sosial. Bumi Aksara. Jakarta.
- Wetzel, R. G. 1975. Limnology 2nd Edition. W. B. Saunders Company. United States of Amerika.
- Wibowo, R. K. A. 2009. Analisis Kualitas Air pada Sentral Ounlet Tambak Udang Sistem Terpadu Tulang Bawang. IPB. Bogor. Hlm 14.
- Widyastuti, R. 2011. Produktivitas Primer Perifiton di Sungai Ciampea Desa Ciampea Udik Bogor pada Musim Kemarau 2010. Skripsi Manajemen Sumberdaya Perairan ITB. Bogor.
- Widyorini, Niniek. 2009. Pola Struktur Komunitas Fitoplankton Berdasarkan Kandungan Pigmennya Di Pantai Jepara. Jurnal Statistik Perikanan. Vol. 4 No. 2 : 69-75.
- Yuliana., Enan. M. Adiwilaga., Enang Harris., Niken.T. M. Pratiwi. 2012. Hubungan Antara Kelimpahan Fitoplankton dengan Parameter Fisik-Kimiawi Perairan di Teluk Jakarta. Jurnal Akuatika. Vol. III No. 2/September 2012 (169-179).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi Tempat Penelitian di Pantai Pasir Putih Desa Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur (Sumber: Google earth, 2013)



Lampiran 2. Lokasi Pengambilan Sampel



Lampiran 3. Contoh Perhitungan

- Klorofil-a

$$Chl-a \text{ (mg/m}^3\text{)} = \frac{\{(11,48 \times E664) - (1,54 \times E647) - (0,08 \times E630)\} \times V_e}{V_s \times d}$$

Keterangan:

E664 = absorban 664 nm – absorban 750 nm

E647 = absorban 647 nm – absorban 750 nm

E630 = absorban 630 nm – absorban 750 nm

Ve = volume ekstrak aseton (ml)

Vs = volume sampel air yang disaring (liter)

d = lebar diameter cuvet (1, 10 atau 15 cm)

Perhitungan nilai Klorofil-a dengan menggunakan rumus dapat dilihat pada

Tabel 3-7.

Tabel 3. Perhitungan klorofil-a pada Stasiun 1

Minggu ke-	E664	E647	E630	Perhitungan	Hasil (mg/m ³)
1	0,043	0,025	0,022	$\frac{\{(11,48 \times 0,043) - (1,54 \times 0,025) - (0,08 \times 0,022)\} \times 10}{1 \times 1,5}$	3,023
2	0,024	0,012	0,017	$\frac{\{(11,48 \times 0,024) - (1,54 \times 0,012) - (0,08 \times 0,017)\} \times 10}{1 \times 1,5}$	1,705
3	0,028	0,017	0,020	$\frac{\{(11,48 \times 0,028) - (1,54 \times 0,017) - (0,08 \times 0,020)\} \times 10}{1 \times 1,5}$	1,958



Lanjutan Lampiran 3. Contoh Perhitungan

Tabel 4. Perhitungan klorofil-a pada Stasiun 2

Minggu ke-	E664	E647	E630	Perhitungan	Hasil (mg/m ³)
1	0,024	0,017	0,022	$\frac{\{(11,48 \times 0,024) - (1,54 \times 0,017) - (0,08 \times 0,022)\} \times 10}{1 \times 1,5}$	1,651
2	0,034	0,014	0,017	$\frac{\{(11,48 \times 0,034) - (1,54 \times 0,014) - (0,08 \times 0,017)\} \times 10}{1 \times 1,5}$	2,450
3	0,025	0,013	0,017	$\frac{\{(11,48 \times 0,025) - (1,54 \times 0,013) - (0,08 \times 0,017)\} \times 10}{1 \times 1,5}$	1,771

Tabel 5. Perhitungan klorofil-a pada Stasiun 3

Minggu ke-	E664	E647	E630	Perhitungan	Hasil (mg/m ³)
1	0,021	0,012	0,014	$\frac{\{(11,48 \times 0,021) - (1,54 \times 0,012) - (0,08 \times 0,014)\} \times 10}{1 \times 1,5}$	1,477
2	0,029	0,015	0,018	$\frac{\{(11,48 \times 0,029) - (1,54 \times 0,015) - (0,08 \times 0,018)\} \times 10}{1 \times 1,5}$	2,056
3	0,039	0,013	0,014	$\frac{\{(11,48 \times 0,039) - (1,54 \times 0,013) - (0,08 \times 0,014)\} \times 10}{1 \times 1,5}$	2,844

Tabel 6. Perhitungan klorofil-a pada Stasiun 4

Minggu ke-	E664	E647	E630	Perhitungan	Hasil (mg/m ³)
1	0,027	0,020	0,034	$\frac{\{(11,48 \times 0,027) - (1,54 \times 0,020) - (0,08 \times 0,034)\} \times 10}{1 \times 1,5}$	1,843
2	0,027	0,020	0,034	$\frac{\{(11,48 \times 0,027) - (1,54 \times 0,020) - (0,08 \times 0,034)\} \times 10}{1 \times 1,5}$	1,843
3	0,026	0,018	0,022	$\frac{\{(11,48 \times 0,026) - (1,54 \times 0,018) - (0,08 \times 0,022)\} \times 10}{1 \times 1,5}$	1,793

Tabel 7. Perhitungan Klorofil-a Rata-rata pada Setiap Stasiun

Stasiun	Ulangan/Minggu ke-			Rata-rata
	I	II	III	
1	3,023	1,705	1,958	2,280
2	1,651	2,450	1,771	1,957
3	1,477	2,056	2,844	2,116
4	1,843	1,914	1,793	1,850

- Produktivitas primer

$$\text{Produktivitas Primer Beverage (1964)} \text{ (gC/m}^3\text{/hr)} = 56,5 \times (\text{klorofil-a})^{0,61}$$

Perhitungan produktivitas primer perairan dengan rumus dapat dilihat pada tabel 8-12.

Tabel 8. Perhitungan produktivitas primer pada Stasiun 1

Minggu ke-	Klorofil-a dalam (mg/m ³)	Perhitungan	Produktivitas primer (gC/m ³ /hr)
1	3,023	$56,5 \times (3,023)^{0,61}$	110,95
2	1,705	$56,5 \times (1,705)^{0,61}$	78,23
3	1,958	$56,5 \times (1,958)^{0,61}$	85,12

Tabel 9. Perhitungan produktivitas primer pada Stasiun 2

Minggu ke-	Klorofil-a dalam (mg/m ³)	Perhitungan	Produktivitas primer (gC/m ³ /hr)
1	1,651	$56,5 \times (1,651)^{0,61}$	76,71
2	2,450	$56,5 \times (2,450)^{0,61}$	97,60
3	1,771	$56,5 \times (1,771)^{0,61}$	80,07

Tabel 10. Perhitungan produktivitas primer pada Stasiun 3.

Minggu ke-	Klorofil-a dalam (mg/m ³)	Perhitungan	Produktivitas primer (gC/m ³ /hr)
1	1,477	$56,5 \times (1,477)^{0,61}$	71,68
2	2,056	$56,5 \times (2,056)^{0,61}$	87,70
3	2,844	$56,5 \times (2,844)^{0,61}$	106,90

Lanjutan Lampiran 3. Contoh Perhitungan

Tabel 11. Perhitungan produktivitas primer pada Stasiun 4.

Minggu ke-	Klorofil-a dalam (mg/m ³)	Perhitungan	Produktivitas primer (gC/m ³ /hr)
1	1,843	$56,5 \times (1,843)^{0,61}$	82,04
2	1,914	$56,5 \times (1,914)^{0,61}$	83,95
3	1,850	$56,5 \times (1,850)^{0,61}$	82,23

Tabel 12. Perhitungan Produktivitas Primer Rata-rata pada Setiap Stasiun

Stasiun	Perulangan/Minggu ke-			Rata-rata
	I	II	III	
1	110,95	78,23	85,12	91,43
2	76,71	97,60	80,07	84,79
3	71,68	87,70	106,90	88,76
4	82,04	83,95	82,23	82,74



Lampiran 4. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Tabel 13. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Stasiun 1

Parameter	Stasiun	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Rata-rata
Suhu	1	31,3	31,3	31,5	31,4
Kecerahan	1	210	205	198	204,3
Salinitas	1	32	30	35	32,3
pH	1	8	7	8	7,7
DO	1	7,45	6,76	7,32	7,18
Nitrat	1	0,145	0,368	0,254	0,256
Ortofosfat	1	0,026	0,023	0,021	0,023

Tabel 14. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Stasiun 2

Parameter	Stasiun	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Rata-rata
Suhu	2	32	32	31,3	31,7
Kecerahan	2	140	178	212	113
Salinitas	2	32	29	30	30,3
pH	2	8	7	8	7,7
DO	2	6,98	7,94	7,26	7,39
Nitrat	2	0,118	0,417	0,186	0,258
Ortofosfat	2	0,030	0,031	0,033	0,031

Tabel 15. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Stasiun 3

Parameter	Stasiun	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Rata-rata
Suhu	3	31,5	31,3	31	31,3
Kecerahan	3	140	148	186	158
Salinitas	3	32	34	34	33,3
pH	3	8	7	8	7,7
DO	3	7,07	6,35	7,50	6,98
Nitrat	3	0,125	0,544	0,295	0,321
Ortofosfat	3	0,034	0,039	0,032	0,035

Tabel 16. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Stasiun 4

Parameter	Stasiun	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Rata-rata
Suhu	4	31,7	32,3	30,3	30,9
Kecerahan	4	160	174	162	165,3
Salinitas	4	32	34	34	33,3
pH	4	8	8	8	8
DO	4	7,74	7,20	7,06	7,33
Nitrat	4	0,223	0,172	0,169	0,188
Ortofosfat	4	0,033	0,025	0,028	0,029

Lampiran 5. Analisa Kelimpahan Fitoplankton

Spesies	Pengulangan/Minggu ke-1				Pengulangan/Minggu ke-2				Pengulangan/Minggu ke-3			
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St.1	St.2	St.3	St.4
<i>Amphora hyalina</i>	0	4995	1665	0	1665	0	0	11654	6660	0	1665	0
<i>Chaetocerosaffinis</i>	0	0	4995	1665	0	86574	124866	126531	1665	0	4995	1665
<i>Cyclotellameneghiniana</i>	6660	1665	3330	0	0	0	0	6660	0	0	1665	0
<i>Hemiaulusmembranaceous</i>	0	0	0	21644	0	0	0	0	1665	0	0	6660
<i>Naviculacancellata</i>	3330	8324	0	6660	6660	0	1665	3330	4995	1665	0	1665
<i>Naviculaplacentula</i>	0	0	0	4995	9989	1665	0	0	3330	1665	0	0
<i>Nitzchia sigma</i>	0	4995	4995	0	4995	0	9989	0	0	3330	4995	0
<i>Nitzschialongissima</i>	0	0	3330	3330	0	1665	0	1665	0	3330	0	1665
<i>Nitzschiapugens</i>	6660	0	0	0	6660	0	3330	43287	8324	0	1665	0
<i>Rhizosoleniashrubsolei</i>	0	0	6660	1665	13319	0	0	0	16649	0	1665	0
<i>Synedragaillonii</i>	4995	16649	1665	0	8324	0	1665	0	3330	11654	3330	0
<i>Skeletonemacostatum</i>	0	23308	0	0	123202	49947	99893	0	16649	54941	0	0
<i>Thalassiothrixfrauenfeldii</i>	0	0	54941	0	0	0	0	0	0	0	23308	0
<i>Oscillatoriasp</i>	0	69925	0	86574	143180	0	0	0	123202	54941	0	0
Kelimpahan (sel/L)	21.644	129.861	81.579	126.531	317.993	139.850	241.408	193.127	186.469	131.526	43.288	11.655

Lanjutan Lampiran 5.

Tabel 18. Perhitungan Kelimpahan Total Fitoplankton pada Setiap Stasiun

Stasiun	Perulangan/Minggu ke-			Total	Rata-rata
	I	II	III		
1	21.644	317.993	186.469	526.106	175.369
2	129.861	139.850	131.526	401.237	133.746
3	81.579	241.408	43.288	366.275	122.092
4	126.531	193.127	11.655	331.313	110.438



Lampiran 6. Hasil Uji Statistik PCA (Principal Component Analysis)

XLSTAT 2014.2.02 - Principal Component Analysis (PCA) - on 20/12/2014 at 21:53:18

Observations/variables table: Workbook = PCA.xlsx / Sheet = Sheet2 / Range = Sheet2!\$A\$1:\$I\$5 / 4 rows and 9 columns

Supplementary observations: 1

PCA type: Pearson (n)

Rotation: Varimax / Number of factors = 100

Type of biplot: Distance biplot / Coefficient = Automatic

Seed (random numbers): 4414618

Summary Statistics :

Variable	Observations	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Suhu	3	0	3	30,900	31,700	31,333	0,404
Kecerahan	3	0	3	113,000	204,300	160,867	45,811
Salinitas	3	0	3	30,300	33,000	31,867	1,401
pH	3	0	3	7,000	8,000	7,567	0,513
DO	3	0	3	6,980	7,390	7,183	0,205
Nitrat	3	0	3	0,188	0,258	0,234	0,040
Ortofosfat	3	0	3	0,023	0,031	0,028	0,004
Kelimpahan	3	0	3	331313,000	526106,000	419552,000	98679,570
Produktivita	3	0	3	1,224	1,352	1,277	0,067

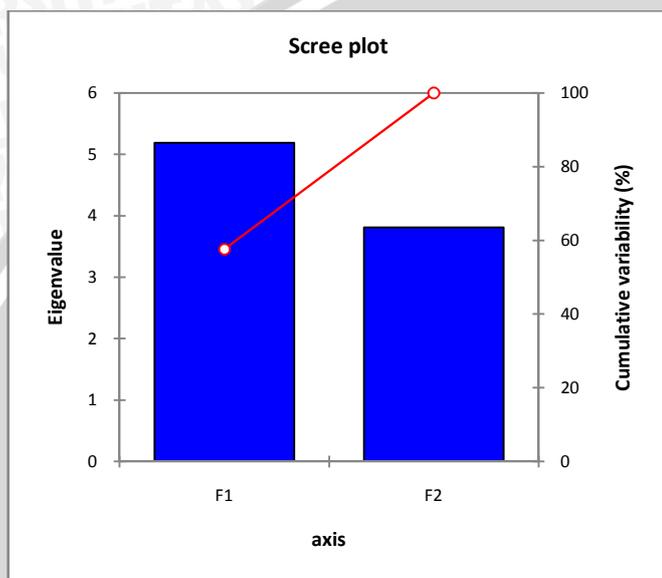
Summary Statistics (Supplementary Observations)

Variable	Observations	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Suhu	1	0	1	31,300	31,300	31,300	
Kecerahan	1	0	1	158,000	158,000	158,000	
Salinitas	1	0	1	33,300	33,300	33,300	
pH	1	0	1	7,700	7,700	7,700	
DO	1	0	1	7,330	7,330	7,330	
Nitrat	1	0	1	0,321	0,321	0,321	
Ortofosfat	1	0	1	0,035	0,035	0,035	
Kelimpahan	1	0	1	366275,000	366275,000	366275,000	
Produktivita	1	0	1	1,313	1,313	1,313	

Principal Component Analysis:

Eigenvalues:

	F1	F2
Eigenvalue	5,190	3,810
Variability (%)	57,665	42,335
Cumulative %	57,665	100,000



Correlation matrix (Pearson (n)):

Variables	Suhu	Kecerahan	Salinitas	pH	DO	Nitrat	Ortofosfat	Kelimpahan fito	Produktivitas primer
Suhu	1	-0,448	-0,915	-0,932	-0,992	0,538	0,099	0,484	0,361
Kecerahan	-0,448	1	0,770	0,741	0,559	-0,109	-0,934	0,566	0,672
Salinitas	-0,915	0,770	1	0,999	0,960	-0,718	-0,491	-0,091	0,045
pH	-0,932	0,741	0,999	1	0,971	-0,748	-0,452	-0,135	0,001
DO	-0,992	0,559	0,960	0,971	1	-0,885	-0,227	-0,367	-0,238
Nitrat	0,938	-0,109	-0,718	-0,748	-0,885	1	-0,253	0,758	0,663
Ortofosfat	0,099	-0,934	-0,491	-0,452	-0,227	-0,253	1	-0,823	-0,892
Kelimpahan fito	0,484	0,566	-0,091	-0,135	-0,367	0,758	-0,823	1	0,991
Produktivitas primer	0,361	0,672	0,045	0,001	-0,238	0,663	-0,892	0,991	1

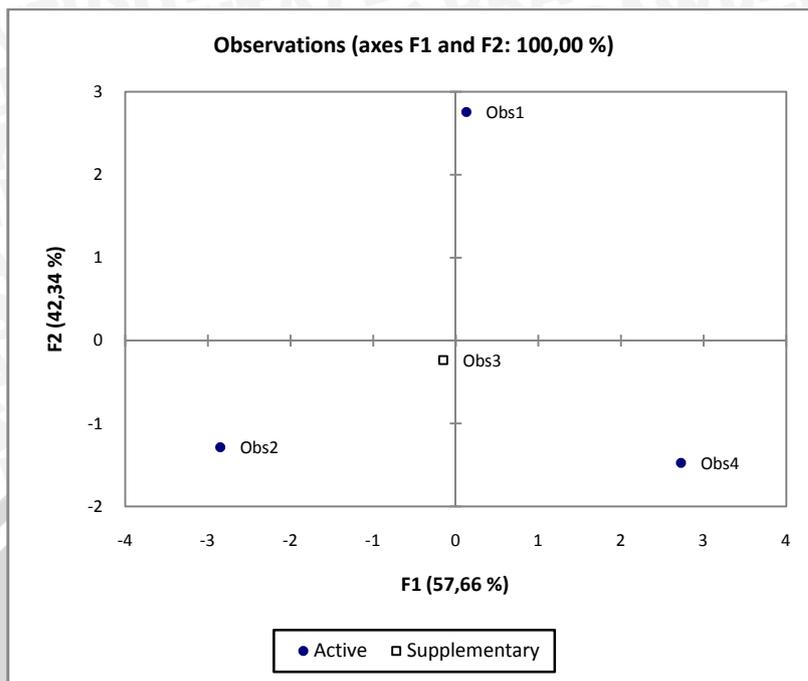
Factor loadings:

	F1	F2
Suhu	-0,983	0,182
Kecerahan	0,603	0,798
Salinitas	0,973	0,230
pH	0,982	0,187
DO	0,999	-0,053
Nitrat	-0,859	0,512
Ortofosfat	-0,278	-0,961
Kelimpahan fito	-0,317	0,948
Produktivitas primer	-0,186	0,983

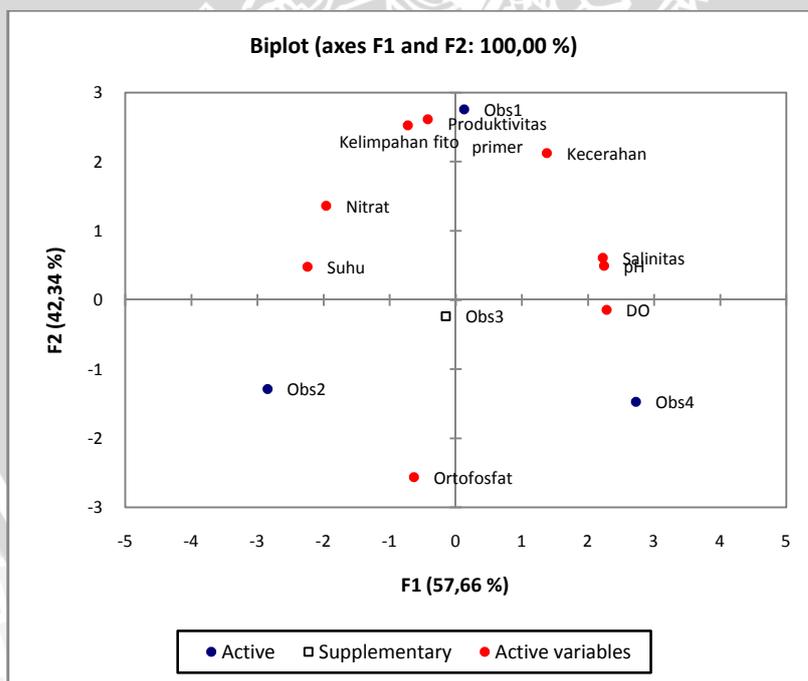
Correlations between variables and factors:

	F1	F2
Suhu	-0,983	0,182
Kecerahan	0,603	0,798
Salinitas	0,973	0,230
pH	0,982	0,187
DO	0,999	-0,053
Nitrat	-0,859	0,512
Ortofosfat	-0,278	-0,961
Kelimpahan fito	-0,317	0,948
Produktivitas primer	-0,186	0,983





Gambar 23. Observations F1 & F2 (100%)



Gambar 24. Biplot F1 & F2 (100%)

Lampiran 7. Baku Mutu Kulaitas Perairan Untuk Biota

Lampiran II : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup

Nomor : 51 Tahun 2004

Tanggal : 8 April 2004

BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK WISATA BAHARI

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
FISIKA			
1.	Warna	Pt. Co	30
2.	Bau		Tidak berbau
3.	Kecerahan ^a	m	>6
4.	Kekeruhan ^a	ntu	5
5.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	20
6.	Suhu ^c	°C	alami ^{3(c)}
7.	Sampah	-	nihil ¹⁽⁴⁾
8.	Lapisan minyak ⁵	-	nihil ¹⁽⁵⁾
KIMIA			
1.	pH ^d	-	7 - 8,5 ^{1(d)}
2.	Salinitas ^e	‰	alami ^{3(e)}
3.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD5	mg/l	10
5.	Amoniak bebas (NH ₃ -N)	mg/l	nihil ¹
6.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
8.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	nihil ¹
9.	Senyawa Fenol	mg/l	nihil ¹
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	PCB (poliklor bifenil)	µg/l	nihil ¹
9.	Surfaktan (detergen)	mg/l MBAS	0,001
10.	Minyak & lemak	mg/l	1
11.	Pestisida ^f	µg/l	nihil ^{1(f)}
Logam terlarut:			
12.	Raksa (Hg)	mg/l	0,002
13.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,002
14.	Arsen (As)	mg/l	0,025
15.	Cadmium (Cd)	mg/l	0,002
16.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,050
17.	Timbal (Pb)	mg/l	0,005
18.	Seng (Zn)	mg/l	0,095
19.	Nikel (Ni)	mg/l	0,075

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
BIOLOGI			
1.	E Coliform (<i>faecal</i>) ⁹	MPN/100 ml	200 ⁽⁹⁾
2.	Coliform (total) ⁹	MPN/100 ml	1000 ⁽⁹⁾
RADIO NUKLIDA			
1.	Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4

Keterangan:

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
 - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman euphotic
 - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata2 musiman
 - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2oC 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.

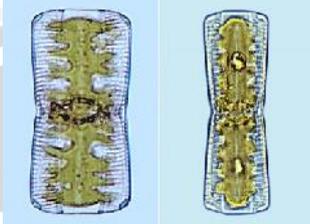
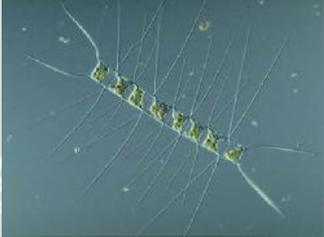
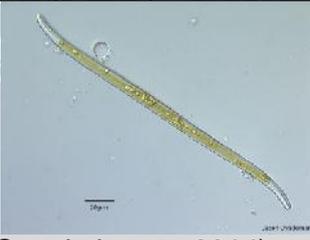
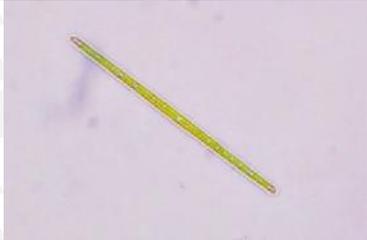
Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan
Kelembagaan Lingkungan Hidup,
ttd
Hoetomo, MPA.

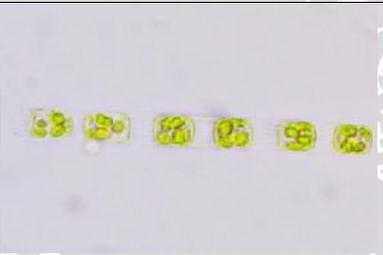
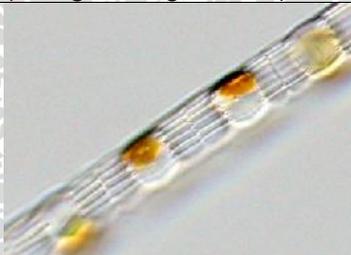
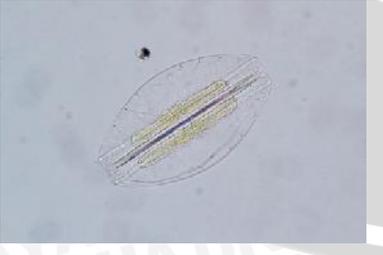
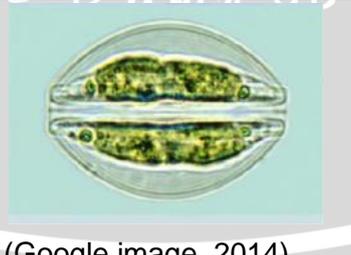
Lampiran III: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup**Nomor : 51 Tahun 2004****Tanggal : 8 April 2004****BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK BIOTA LAUT**

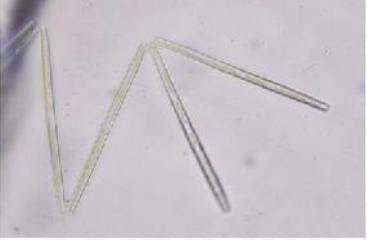
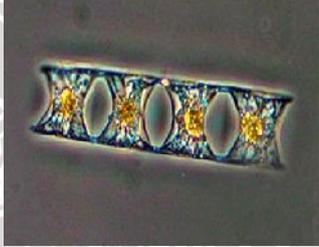
No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan ^a	m	coral: >5 mangrove: - lamun: >3
2.	Kebauan	-	alami ³
3.	Kekeruhan ^a	NTU	<5
4.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	coral: 20 mangrove: 80 lamun: 20
5.	Sampah	-	nihil ¹⁽⁴⁾
6.	Suhu ^c	°C	alami ^{3(c)} coral: 28-30 ^(c) mangrove: 28-32 ^(c) lamun: 28-30 ^(c)
7.	Lapisan minyak ⁵	-	nihil ¹⁽⁵⁾
KIMIA			
1.	pH ^d	-	7 - 8,5 ^(d)
2.	Salinitas ^e	‰	alami ^{3(e)} coral: 33-34 ^(e) mangrove: s/d 34 ^(e) lamun: 33-34 ^(e)
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 ^f	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

Lampiran 8. Gambar Hasil Pengamatan Fitoplakton dan Klasifikasinya

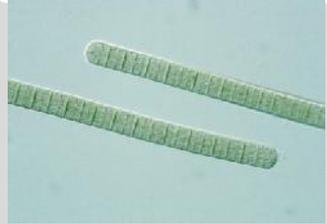
CHRYSOPHYTA

NO	GAMBAR HASIL PENELITIAN	GAMBAR LITERATUR	KLASIFIKASI
1.		 (Google image, 2014)	Division : Chrysophyta Ordo : Pennales Family : Naviculaceae Genus : Navicula <i>Navicula cancellata</i>
2.		 (Google image, 2014)	Division : Chrysophyta Ordo : Centrales Family : Chaetoceraceae Genus : Chaetoceros <i>Chaetoceros affinis</i>
3.		 (Google image, 2014)	Division : Chrysophyta Ordo : Centrales Family : Coscinodiscaceae Genus : Cyclotella <i>Cyclotella meneghiniana</i>
4.		 (Google image, 2014)	Division : Chrysophyta Ordo : Pennales Genus: Nitzschia Species: <i>Nitzschia sigma</i>
5.		 (Google image, 2014)	Division : Chrysophyta Ordo : Pennales Family : Mastogloia Genus : Synedra Species: <i>S. gaillonii</i>

<p>6.</p>			<p>Division : Chrysophyta Ordo : Pennales Family : Nitzschiaceae Genus : Nitzschia <i>Nitzschia pugens</i></p>
<p>7.</p>			<p>Division : Chrysophyta Ordo : Centrales Family : Rhizosoleniaceae Genus : Rhizosolenia <i>Rhizosolenia shrubsolei</i></p>
<p>8.</p>			<p>Division : Chrysophyta Ordo : Pennales Family : Nitzschiaceae Genus : Nitzschia <i>Nitzschia longissima</i></p>
<p>9.</p>			<p>Division : Chrysophyta Order <u>Thalassiosirales</u> Family <u>Skeletonemataceae</u> Genus <u>Skeletonema</u> <i>Skeletonema costatum</i></p>
<p>10.</p>			<p>Division : Chrysophyta Ordo : Pennales Family : Cymbellaceae Genus : Amphora <i>Amphora hyalina</i></p>

<p>11.</p>		 <p>(Google image, 2014)</p>	<p>Division : Chrysophyta Order : <u>Thalassionematales</u> Family : <u>Thalassionemataceae</u> Genus : <u>Thalassiothrix</u> Thalassiothrix frauenfeldii</p>
<p>12.</p>		 <p>(Google image, 2014)</p>	<p>Division : Chrysophyta Ordo : Pennales Family : Mastogloia Genus : Navicula Navicula placentula</p>
<p>13</p>		 <p>(Google image, 2014)</p>	<p>Division : Chrysophyta Order : <u>Hemiaulales</u> Family <u>Hemiaulaceae</u> Genus <u>Hemiaulus</u> Hemiaulus membranaceus</p>

CHYANOPHYTA

NO	GAMBAR	LITERATUR	KLASIFIKASI
<p>14.</p>		 <p>(Google image, 2014)</p>	<p>Division : Cyanophyta Ordo : Oscillatoriales Family : Oscillatoriaceae Genus : Oscillatoria Oscillatoria sp</p>

Lampiran 9. Dokumentasi Kegiatan Laboratorium

