

repository.ub.ac.id

TINGKAT KESUBURAN DI EKOSISTEM LAUT PECARON, DESA PECARON,
KECAMATAN PANARUKAN, KABUPATEN SITUBONDO, JAWA TIMUR

SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN

Oleh :

ALLIENA AQUARISTASARI
NIM. 125080107111022



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016

repository.ub.ac.id

TINGKAT KESUBURAN DI EKOSISTEM LAUT PECARON, DESA PECARON,
KECAMATAN PANARUKAN, KABUPATEN SITUBONDO, JAWA TIMUR

SKRIPSI

PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN

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

Oleh :

ALLIENA AQUARISTASARI
NIM. 125080107111022



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016

SKRIPSI

SKRIPSI

TINGKAT KESUBURAN DI EKOSISTEM LAUT PECARON, DESA PECARON,
KECAMATAN PANARUKAN, KABUPATEN SITUBONDO, JAWA TIMUR

OLEH :

ALLIENA AQUARISTASARI
NIM. 125080107111022

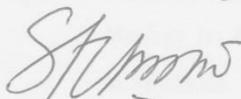
Telah dipertahankan didepan penguji
Pada tanggal: 05 Agustus 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat.

Mengetahui,
Dosen Penguji I



(Dr. Putut Widjanarko, MP)
NIP. 19540101 198303 1 006
Tanggal: 18 AUG 2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I



(Dr. Umi Zakiyah, M.Si)
NIP. 19610303 198602 2 001
Tanggal: 18 AUG 2016

Dosen Pembimbing II



(Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, M.Si)
NIP. 19730702 200501 2 001
Tanggal: 18 AUG 2016



Mengetahui
Ketua Jurusan MSP



(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS.)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal: 18 AUG 2016

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Malang, 10 Agustus 2016

Mahasiswa

(Alliena Aquaristasari)
NIM. 125080107111022

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat dan rahmat yang telah dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan Judul "Tingkat Kesuburan di Ekosistem Laut Pecaron, Desa Pecaron, Kecamatan Panarukan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur". Laporan skripsi dibuat untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam meraih Sarjana Perikanan program Strata Satu (S-1) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan baik dari ketelitian pada penulisan, kekurangtepatan ataupun kesalahan penyampaian kata, karena semua itu tidak lepas dari keterbatasan kemampuan yang dimiliki oleh penulis, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar usulan skripsi ini untuk selanjutnya lebih sempurna dan bermanfaat bagi para pembaca dan yang membutuhkan.

Malang, 01 Agustus 2016

Penulis



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah swt atas segala limpahan rahmat dan hidayahnya sehingga penelitian dan laporan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Sujud dan terima kasih untuk orang tua tercinta Mama Emy V.J.Seba dan Papa B. Sumarmo serta Adek, teman curhat dan teman berantem A. Norma Febriana, atas do'a dan motivasinya.
3. Ibu Dr.Ir Umi Zakiyah, M.Si dan ibu.Dr. Yuni Kilawati S.Pi., M.Si, selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan arahan serta sabar dalam memberikan bimbingan.
4. Bapak Ir. Putut Widjanarko, MP dan ibu Nanik Retno Buwon, S.Pi, MP, selaku dosen penguji yang senantiasa memberikan arahan serta kesabaran dalam memberikan bimbingan.
5. Kepala Laboratorium beserta staf Penguji Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo, Jawa Timur.
6. Bapak Heni selaku pemilik kapal yang telah mendampingi saya beserta tim dalam melakukan penelitian di lapang.
7. Teman-teman mahasiswa peneliti Probolinggo dan Situbondo (Rona, kiki, laily, trian, dona, apriani, dhea, arinto, raymon, dan mas Dwi) yang telah memberikan masukan serta membantu dalam kelancaran kegiatan penelitian serta penyusunan laporan, terimakasih untuk segala waktunya.
8. Teman sekaligus saudara saya tercinta Dhea Yeniar Prakasiwi, Fetrian Widasari, Poppy Nur Oktavia, Daimatus Sa'diyah, Riska Widyawati, Umanah Rizkiyah R, Ninin Dona K, Rojaunal Ijabah, Laily Rahmah, dan Arinto Bagus S., serta adek dan teman kesayangan Yuliana Rizka (Momo) terimakasih sudah menjadi teman tukar pikiran, teman berantem, teman buang-buang waktu. Terimakasih sudah memberikan banyak pengalaman dan kasih sayang.
9. Teman seperjuangan MSP angkatan 2012 (Lintang, Putri Dalimunte, Yuliana, Apriani Daezna, Diana, Nabilla, Melly, Tri Puji Rahayu, dan lainnya karena banyak dan tidak bisa disebutkan semua). Semoga sukses di dunia dan di akhirat, Aaaaammiiinn.
10. kakak-kakak the cozy yang tercinta, tersayang dan terkasih (Kakak Agita, Kakak Zella dan Kaka Lely) Terimakasih atas memberikan banyak pembelajaran, nasehat serta terimakasih sudah mau berbagi kebahagiaan di kosan tercinta ^,^.

RINGKASAN

Alliena Aquaristasari. Tingkat kesuburan di ekosistem laut pecaron, di Desa Pecaron, Kecamatan Panarukan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Dosen Pembimbing **DR. IR. Umi Zakiyah M.SI** dan **DR. Yuni Kilawati S.PI, M.SI.**

Pencemaran laut diartikan sebagai masuknya kotoran atau hasil buangan aktivitas makhluk hidup baik di daratan maupun dilautan dan menimbulkan pencemaran. Bahan pencemar berdasarkan sifatnya dibagi menjadi *biodegradable* (mudah terurai) contohnya sampah organik dan *nonbiodegradable* (sukar terurai) contohnya minyak dan logam berat serta bahan anorganik.

Eutrofikasi merupakan proses pengkayaan nutrient dan bahan organik dalam kolom perairan, penyebab dari eutrofikasi bisa dari aktivitas penduduk desa pecaron yang antara lain pemukiman yang menghasilkan limbah rumah tangga, pariwisata, pertanian, peternakan perikanan (budidaya dan KJA) serta industri, yang mana menghasilkan limbah baik organik maupun anorganik dan dapat merubah kualitas air baik secara fisika, kimia dan biologi serta fungsi fisiologi suatu organisme perairan salah satunya fitoplankton. Jika keberadaan fitoplankton didalam perairan meningkat ataupun menurun akan membahayakan organisme lain dan merubah system dari kualitas air itu sendiri seperti terjadinya blooming.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dan survei lapang tentang tingkat kesuburan perairan di ekosistem laut Pecaron, Desa Pecaron, Kecamatan Panarukan, Kabupaten Situbondo Jawa Timur yang berdampingan dengan kegiatan manusia seperti adanya tempat pariwisata, pemukiman warga, budidaya keramba jaring apung serta industri. Penelitian ini dilakukan di 5 stasiun yang berbeda dengan jarak setiap stasiun sekitar 500 meter dan 1 kilometer dari daratan.

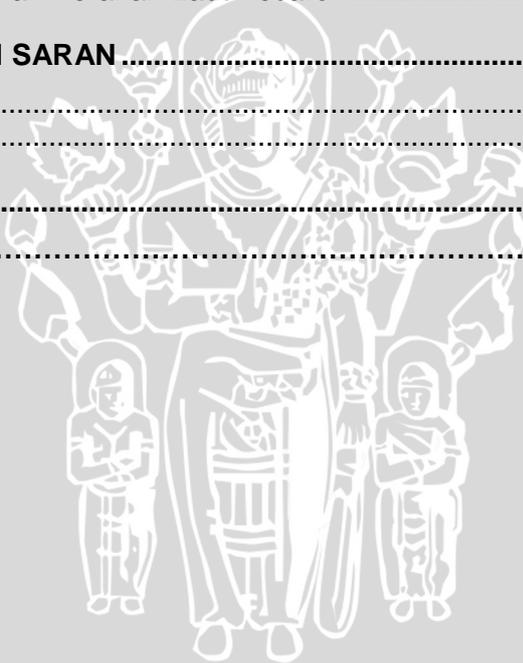
Hasil Rata-rata kualitas air yang didapatkan selama 2 minggu dan dua kali pengulangan yaitu nilai suhu pada berkisar antara 31 -32 °C, nilai Kecerahan sedalam 5,9-7,6 meter, nilai kecepatan arus sebesar 0,14-0,27 m/s, nilai salinitas sebesar 31,5-33 ‰, nilai pH sebesar 8,27-8,31, nilai Oksigen terlarut sebesar 5,23-5,48 mg/L, nilai nitrat sebesar 1,65-2,4 mg/L, nilai orthofosfat sebesar 0,001-0,009 mg/L dan nilai kelimpahan fitoplankton sebesar 20-60 ind/ml serta nilai klorofil-a yang di dapatkan sekisar 1,6268-2,4334 mg/m³.

Hasil perhitungan tingkat kesuburan perairan pecaron bila menggunakan index perhitungan TSI tergolong perairan oligotrofik (<40). Perairan oligotrofik adalah perairan yang kurang adanya unsur hara baik N dan P, produktivitas primernya rendah, biomasanya rendah, memiliki air yang cukup jernih, dan kaya akan oksigen. Sedangkan perairan mesotrofik adalah perairan yang mengalami peningkatan jumlah N dan P yang cukup, memiliki air yang jernih. Tingkat kesuburan perairan laut Pecaron yang berada di Desa Pecaron, Kecamatan Panarukan, Kabupaten Situbondo Jawa Timur, menyatakan bahwa, hubungan Nitrogen dan fosfor terhadap kelimpahan fitoplankton tidak selalu sama artinya ketika nilai nitrat atau fosfat diperairan tinggi maka tidak selalu kelimpahan fitoplankton juga tinggi tergantung dari masing-masing jenis fitoplankton yang terdapat diperairan tersebut.

DAFTAR ISI

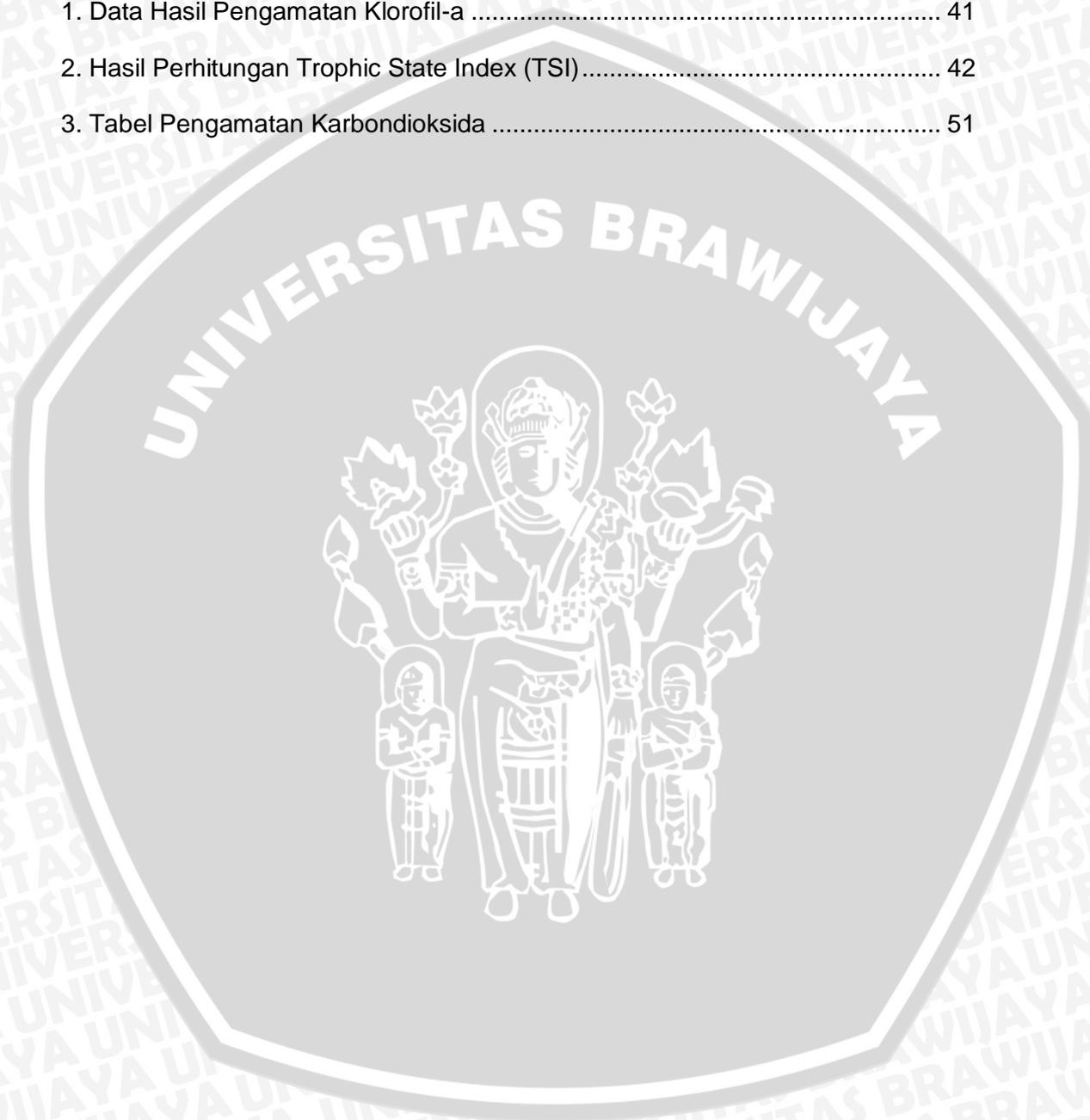
	Halaman
RINGKASAN	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kegunaan Penelitian	5
1.5 Tempat dan Waktu	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pencemaran	6
2.1.1 Sampah Anorganik.....	6
2.1.2 Sampah Organik	7
2.2 Eutrofikasi.....	8
2.3 Dampak Dari Eutrofikasi Terhadap Perairan	9
2.4 Fitoplankton	10
2.5 Status Trofik	12
2.5.1 Trophic State Indeks (TSI)	12
2.6 Parameter Kualitas Air	13
2.6.1 Parameter Fisika	13
2.6.1 Parameter Kimia.....	15
III. MATERI DAN METODE PENELITIAN	18
3.1 Materi Penelitian.....	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	18
3.4 Metode Penelitian.....	18
3.4.1 Teknik Pengambilan Sampel Penelitian	19
3.4.2 Penentuan Stasiun Pengamatan	20
3.4.3 Teknik Pengambilan Sampel	22
3.4.4 Prosedur Pengamatan Parameter Kualitas Air	22
3.5 Analisa Data	29
3.5.1 Identifikasi Plankton	29
3.5.2 Status Trofik	31
3.5.3 Tropik Status Index (TSI).....	31

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Gambaran Umum Perairan Laut Pecaron	33
4.2 Deskripsi Stasiun.....	34
4.3 Fitoplankton	36
4.3.1 Komposisi Fitoplankton	36
4.3.2 Kelimpahan Fitoplankton.....	38
4.4 Klorofil-a	40
4.5 Trophic State Index (TSI).....	42
4.6 Kualitas Air	43
4.6.1 Suhu	44
4.6.2 Kecerahan	45
4.6.3 Kecepatan Arus.....	46
4.6.4 Salinitas	48
4.6.5 pH	49
4.6.6 Karbondioksida (CO ₂).....	50
4.6.7 Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen).....	51
4.6.8 Nitrat	53
4.6.9 Orthofosfat.....	54
4.7 Tingkat Kesuburan Perairan Laut Pecaron	55
V. KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	64



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Hasil Pengamatan Klorofil-a	41
2. Hasil Perhitungan Trophic State Index (TSI)	42
3. Tabel Pengamatan Karbondioksida	51

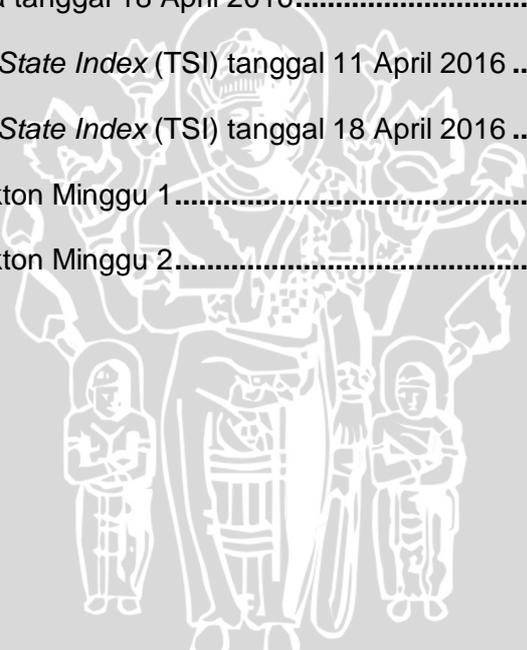


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Rumusan Masalah	3
2. Tabel Kriteria Tingkat Trofik (Effendi, 2003).....	17
3. Stasiun Pengamatan.....	21
4. Stasiun Pengambilan Sampel.....	36
5. Diagram Komposisi Fitoplankton	37
6. Grafik Kelimpahan Fitoplankton Minggu 1 dan Minggu 2	39
7. Grafik Suhu Perairan Laut Pecaron Situbondo	44
8. Grafik Kecerahan Perairan Laut Pecaron Situbondo.....	45
9. Grafik Kecepatan Arus Perairan Laut Pecaron Situbondo.....	47
10. Grafik Salinitas Perairan Laut Pecaron Situbondo.....	48
11. Grafik pH Perairan Laut Pecaron Situbondo	49
12. Grafik Oksigen Terlarut Perairan Laut Pecaron Situbondo	52
13. Grafik Nitrat Perairan Laut Pecaron Situbondo.....	53
14. Grafik Orthofosfat Perairan Laut Pecaron Situbondo	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1.Alat dan Metode	64
2.Gambar Peta Lokasi Penelitian	65
3.Denah Stasiun Pengambilan Sampel.....	66
4.Data Hasil Pengukuran Kualitas Air Rata-rata di Perairan Laut Pecaron.....	67
5.Kepmen LH No.51 Tahun 2004	68
6.Perhitungan Klorofil-a tanggal 11 April 2016.....	70
7.Perhitungan Klorofil-a tanggal 18 April 2016.....	72
8.Perhitungan <i>Trophic State Index</i> (TSI) tanggal 11 April 2016	74
9.Perhitungan <i>Trophic State Index</i> (TSI) tanggal 18 April 2016	79
10.Komposisi Fitoplankton Minggu 1	84
11.Komposisi Fitoplankton Minggu 2.....	85



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran laut diartikan sebagai adanya kotoran atau hasil buangan aktivitas makhluk hidup yang masuk ke daerah laut (Malisan, 2010). Menurut Effendi (2003), mengelompokkan bahan pencemar di perairan menjadi beberapa kelompok yaitu, (1) limbah yang dapat mengakibatkan penurunan kadar oksigen terlarut (oxygen demanding waste), (2) limbah yang mengakibatkan munculnya beberapa penyakit (disease causing agents), (3) senyawa organik sintesis, (4) nutrisi dalam tumbuhan, (5) senyawa anorganik dan mineral, (6) sedimen, (7) radioaktif, (8) panas dan (9) minyak.

Budidaya dengan sistem KJA di perairan laut sering kali membawa dampak berupa pencemaran bahan organik yang berasal dari sisa pakan ataupun dari feses ikan. Adanya kegiatan budidaya dengan KJA akan menghasilkan bahan organik sebesar > 66,24%. Jika komposisi bahan organik tersebut meningkat maka pertumbuhan fitoplankton di perairan juga mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena adanya pasokan nutrisi yang berasal dari dekomposisi bahan organik tersebut (Yuningsih *et al.*, 2014). Adanya substansi anorganik yang berupa nitrat dan fosfat baik yang berasal dari daratan ataupun hasil dekomposisi dapat menjadi sumber nutrisi bagi fitoplankton untuk pertumbuhannya (Nuchsin, 2007).

Menurut Risamasu dan Prayitno (2011), zat hara yang umum menjadi fokus perhatian di lingkungan perairan adalah fosfor dan nitrogen. Kedua unsur ini memiliki peran vital bagi pertumbuhan fitoplankton atau alga yang biasa digunakan sebagai indikator kualitas air dan tingkat kesuburan suatu perairan. Nitrogen dan fosfor di dalam sistem perairan ada dalam berbagai bentuk, namun hanya beberapa saja yang dapat dimanfaatkan oleh alga dan tumbuhan air. Nitrogen,

ada beberapa yang dapat dimanfaatkan pada perairan adalah nitrit dan nitrat, sementara untuk fosfor berupa senyawa ortofosfat (Jones-Lee dan Lee, 2005).

Pengkayaan unsur hara di ekosistem laut berada di persimpangan antara dua tema besar ekologi laut, yaitu produktivitas dan pencemaran (Oczkowski & Nixon, 2007). Pengkayaan zat hara di lingkungan perairan memiliki dampak positif, namun pada tingkatan tertentu juga dapat menimbulkan dampak negatif. Dampak positifnya adalah adanya peningkatan produksi fitoplankton dan total produksi ikan. Sedangkan dampak negatifnya adalah terjadinya penurunan kandungan oksigen di perairan, penurunan biodiversitas dan terkadang memperbesar potensi muncul dan berkembangnya jenis fitoplankton berbahaya yang lebih umum dikenal dengan istilah Harmful Algal Blooms atau biasa dikenal dengan sebutan HABs (Gypens *et al.*, 2009).

Adanya plankton secara kuantitatif dan kualitatif dapat digunakan untuk mengetahui kesuburan suatu perairan, yaitu dengan mengukur kelimpahan dan distribusi plankton yang berkaitan dengan kerapatan plankton yang terdapat pada masing-masing zona (Susanti, 2010). Pengukuran kandungan klorofil-a fitoplankton adalah salah satu sarana pengukuran kesuburan suatu perairan yang dinyatakan dalam bentuk produktivitas primer (Uno, 1983).

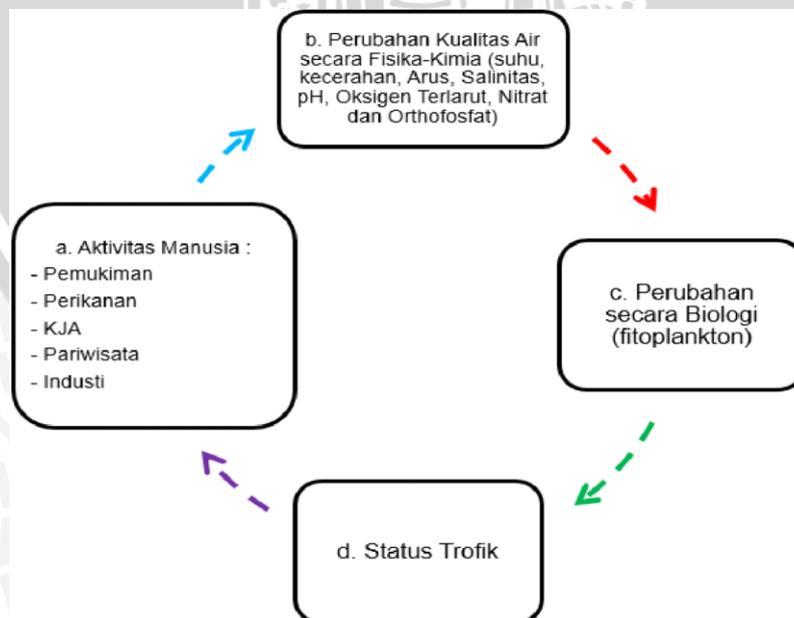
Status trofik sebagai indikator tingkat kesuburan perairan dimana dapat diukur dari unsur hara (nutrien) dan tingkat kecerahan serta adanya aktivitas biologi lainnya yang terjadi di suatu kolom perairan (Zulfia dan Aisyah, 2013). Proses alami yang terjadi di suatu perairan dan kegiatan manusia di sekitar perairan (seperti pertanian, pemukiman, peternakan, budidaya ikan) menjadi penyebab terjadinya perubahan status trofik perairan. Pencemaran bahan organik saat ini telah menjadi fenomena umum dijumpai di hampir semua perairan danau. Ledakan populasi fitoplankton dan tumbuhan air terapung seperti eceng gondok merupakan indikasi terjadinya eutrofikasi (Chrismadha *et al.*, 2011).

Perairan laut Pecaron Situbondo bisa dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan antara lain adalah kegiatan pada pemukiman, pertanian, perikanan, pariwisata dan industri. Kegiatan tersebut dapat mempengaruhi faktor fisika- kimia dan biologi perairan salah satunya adalah banyaknya pasokan limbah dari kegiatan manusia antara lain buangan limbah dari daratan dan limbah dari kegiatan keramba jaring apung yang masuk kedalam kolom perairan sehingga dapat berakibat buruk bagi organisme, biota air dan lingkungan perairan itu sendiri.

Berdasarkan pernyataan diatas maka diperlukan suatu kajian melalui pendugaan tingkat kesuburan perairan di ekosistem perairan laut pecaron. Selain itu juga dapat digunakan untuk memperoleh gelar sarjana serta menambah bahan pustaka di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran latar belakang penelitian diatas, berikut rumusan masalah yang didapatkan:



Gambar 1. Bagan Rumusan Masalah.

Keterangan:

- a. Aktivitas manusia di sekitar di sekitar perairan Pecaron Situbondo dimulai dari pemukiman (limbah rumah tangga, limbah domestic), pertanian (pemakaian insectisida secara berlebihan), perikanan dan KJA (sisah pakan berlebihan, feses ikan, korosi alat keramba jaring apung yang terbuat dari besi), pariwisata (wisata pantai sekitar perairan pecaron) serta industri (masuknya limbah pembuangan dari pabrik di sekitar perairan pecaron).
- b. Perubahan kualitas air yang terjadi akibat aktivitas manusia sangat mempengaruhi kualitas air dan berdampak pada perubahan parameter kualitas air itu sendiri serta dapat juga secara biologi di perairan.
- c. Perubahan biologi terjadi apabila nilai kualitas perairan laut (Fisika-Kimia) tidak sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan hal ini dikarenakan adanya pasokan bahan pencemar yang masuk ke perairan serta dapat mempengaruhi keberadaan plankton, salah satunya adalah terjadi kelimpahan fitoplankton (blooming), apabila unsur hara yang masuk kedalam perairan banyak dan apabila kandungan unsur hara tinggi maka akan terjadi eutrofikasi (pengayaan Nutrien).
- d. Status trofik adalah suatu kajian dimana status trofik ini menunjukkan nilai optimal suatu zat hara (N dan P) atau tingkat kesuburan di dalam suatu perairan. Tingkat kesuburan di bagi menjadi 5 yaitu: 1) Distrofik, 2) Oligotrofik, 3) Mesotrofik, 4) Eutrofik dan 5) Hipereutrofik, dimana dari ke lima tingkatan tersebut di mulai dari yang tidak subur sampai yang paling subur sehingga dapat dijadikan sebagai indikator kesuburan perairan.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui keadaan Perairan laut pecaron dengan menganalisis parameter kualitas air berupa faktor fisika, kimia, serta faktor

biologi, kemudian untuk mengetahui bagaimana tingkat kesuburan perairan laut pecaron dengan menggunakan metode index perhitungan (Tropic State Index) TSI.

1.4 Kegunaan

Kegunaan penelitian ini yaitu untuk Mengetahui tingkat kesuburan dengan menggunakan index perhitungan (Tropic State Index) TSI di perairan di laut Pecaron, Situbondo, Jawa Timur.

1.5 Tempat, Waktu/Jadwal Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di perairan laut Pecaron yang berada di Desa Pecaron, Kecamatan Panarukan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dan akan dilanjutkan dengan melakukan analisis parameter fisika dan parameter kimia di Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Hidup milik Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) serta untuk analisis parameter biologi dilakukan di Laboratorium Pakan Alami milik Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) di perairan Pecaron, Desa Pecaron, Kecamatan Panarukan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Adapun waktu pelaksanaannya di lakukan pada Bulan April 2016.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran

Bahan pencemar (polutan) adalah material atau energi yang dibuang ke lingkungan yang mengakibatkan kerusakan lingkungan baik abiotik maupun biotik (Quano, 1993). Menurut (Soegiharto, 1976), berdasarkan sumber, pencemaran dapat dibagi menjadi dua kelompok, yakni:

- Dari laut, misalnya tumpahan minyak baik dari sumbernya langsung maupun hasil pembuangan kegiatan pertambangan di laut serta sampah dan air ballast dari kapal tanker.
- Kegiatan darat melalui udara dan terbawa oleh arus sungai yang akhirnya bermuara ke laut.

Berdasarkan sifatnya polutan dibagi menjadi zat yang sukar terurai (*non biodegradable*) contohnya adalah minyak dan logam berat sedangkan zat yang mudah terurai (*biodegradable*) adalah seperti sampah organik (Odum, 1971).

2.1.1 Sampah Anorganik

Sampah anorganik merupakan sampah yang dihasilkan dari bahan-bahan non hayati, baik berupa produk tiruan maupun dari hasil proses teknologi pengolahan bahan tambang. Sampah anorganik dibedakan menjadi 7 antara lain sampah logam dan produk olahannya, sampah plastic, sampah kertas, sampah kaca dan keramik serta sampah detergen (Artiningsih, 2008). Menurut Gelbert *et al.*, (1996), menyatakan sebagian besar anorganik tidak dapat diurai oleh alam atau oleh mikroorganisme secara keseluruhan (*unbiodegradable*). Sementara, sebagian lainnya hanya dapat di uraikan dalam waktu yang lama. Sampah jenis ini adalah sampah rumah tangga misalnya botol plastik, botol gelas,

tas plastik serta sampah kaleng. Proses penguraian sampah tersebut berlangsung lama karena sukar untuk diuraikan oleh alam maupun mikroorganisme.

Pencemaran laut diartikan sebagai adanya kotoran atau hasil buangan aktivitas makhluk hidup yang masuk ke daerah laut (Malisan, 2010). Pencemaran di laut juga dapat berupa plastik yang tidak bisa terurai. Jumlah limbah ini semakin lama semakin besar, dan hingga sekarang belum diketahui pasti dampak lingkungannya secara jangka panjang, selain dampak estetikanya yang sudah jelas merugikan. Pencemaran laut yang lainnya terjadi pula dari buangan zat kimia limbah pabrik yang dibuang ke sungai dan mengalir ke laut (Santosa, 2013)

2.1.2 Sampah Organik

Sampah organik adalah sampah yang dihasilkan dari bahan-bahan hayati, dapat diuraikan oleh mikroba dan bersifat biodegradable, mudah diuraikan secara alami. Sampah rumah tangga sebagian besar merupakan bahan organik. Sampah organik, misalnya sampah dari dapur, sisa-sisa makanan, pembungkus (selain kertas, karet dan plastik), tepung, sayuran, kulit buah, daun dan ranting (Artiningsih, 2008). Menurut Cahyaningsih dan Harsoyo (2010), Sampah organik adalah sampah yang dapat diuraikan atau dibusukkan oleh bakteri. Contohnya sisa-sisa sayuran, buah-buahan, dan daun-daunan.

Kegiatan keramba jaring apung yang terdapat di perairan laut memiliki potensi untuk masuknya limbah dari sisa-sisa pakan yang berupa bahan organik (Mansur *et al.*, 2013). Bersama-sama dengan limbah organik yang berasal dari berbagai kegiatan didarat (pemukiman dan industri), apabila tidak dikendalikan dengan baik dan benar akan menyebabkan terjadinya eutrofikasi yang akan berkaitan langsung dengan proses degradasi terumbu karang melalui peningkatan pertumbuhan makroalgae yang melimpah (*overgrowth*) (McCook, 1999).

2.2 Eutrofikasi

Eutrofikasi adalah proses pengayaan nutrisi dan bahan organik dalam jasad air. Eutrofikasi merupakan masalah yang universal dan terjadi di ekosistem air tawar maupun laut. Penyebab eutrofikasi dengan masuknya nutrisi berlebih terutama pada buangan pertanian dan buangan limbah rumah tangga (Vuilleman, 2001). Kelimpahan nutrisi ini dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi (penyuburan perairan) (Kemka *et al.*, 2006). Faktor pembatas sebagai penentu eutrofikasi adalah unsur Fosfor (P) dan Nitrogen (N) (Amri *et al.*, 2012).

Zat nutrisi yang umum menjadi fokus perhatian di lingkungan perairan adalah fosfor dan nitrogen. Kedua unsur ini memiliki peran penting bagi pertumbuhan fitoplankton atau alga yang biasa digunakan sebagai indikator kualitas air dan tingkat kesuburan suatu perairan (Fachrul *et al.*, 2005). Selain fosfor dan nitrogen, unsur lain yang juga cukup mendapat perhatian adalah silikon. Silikon terlarut merupakan unsur nutrisi yang penting bagi produktivitas primer (Papush & Danielsson, 2006).

Pengkayaan zat nutrisi di lingkungan perairan memiliki dampak positif, namun pada tingkatan tertentu juga dapat menimbulkan dampak negatif. Dampak positifnya adalah adanya peningkatan produksi fitoplankton dan total produksi ikan. Sedangkan dampak negatifnya adalah terjadinya penurunan kandungan oksigen di perairan, penurunan biodiversitas dan terkadang memperbesar potensi muncul dan berkembangnya jenis fitoplankton berbahaya yang lebih umum dikenal dengan istilah *Harmful Algal Blooms* atau biasa dikenal dengan sebutan HABs (Gypens *et al.*, 2009).

Gejala Eutrofikasi di perairan danau biasanya ditunjukkan dengan melimpahnya konsentrasi unsur nutrisi, menurunnya konsentrasi oksigen terlarut, meningkatnya padatan tersuspensi, meningkatnya konsentrasi Fosfat,

menurunnya penetrasi cahaya atau meningkatnya kekeruhan (Henderson-Seller dan Markland, 1987 dalam Marganof 2007).

Secara alamiah konsentrasi zat hara dalam perairan bervariasi untuk masing-masing bentuk senyawanya, namun dalam kondisi tertentu dapat terjadi keadaan di luar batas yang dinyatakan aman untuk kategori perairan tertentu. Kondisi yang dimaksud antara lain terjadinya pembuangan limbah yang melewati batas konsentrasi yang telah ditentukan oleh instansi yang berwenang yang menyebabkan terjadi penurunan kualitas perairan yang berdampak negatif terhadap biota yang hidup di perairan tersebut (Santoso, 2007).

2.3 Dampak Dari Eutrofikasi Terhadap Perairan

Pengkayaan nitrogen dalam tingkatan tertentu dapat bermanfaat untuk mendorong peningkatan produktivitas primer dan jumlah produksi ikan dan kerang (Nixon & Buckley, 2002). Namun demikian pengkayaan Nitrogen yang berlebih ternyata juga bisa berdampak negatif. Pengkayaan nitrogen merupakan masalah pencemaran terbesar di perairan pesisir yang mengancam fungsi ekologisnya (Howart *et al.* 2000).

Aktivitas masyarakat disekitar Laut antara lain pertanian, perikanan, pemukiman dan tempat rekreasi. Aktivitas lain yang mempengaruhi faktor fisik-kimia perairan yaitu kegiatan keramba yang menghasilkan limbah organik (pencemaran unsur nitrogen dan fosfor) akibat pemberian pakan yang tidak efisien. Hal ini menyebabkan sisa pakan dan kotoran ikan menumpuk di dasar perairan, sehingga berdampak terjadinya eutrofikasi yang menyebabkan blooming fitoplankton, adanya gulma air, terbentuknya gas-gas yang dapat menyebabkan kematian organisme perairan dan makin menebalnya lapisan anaerobik di badan laut (Paramitha, 2014).

Permasalahan akibat pengkayaan Nitrogen yang akhir-akhir ini mendapatkan perhatian khusus adalah ledakan populasi alga berbahaya (*Harmful algal blooms* / HABs) yang kejadiannya semakin meluas (Smith *et al.*, 1999) dan di wilayah tertentu telah menyebabkan kematian masal ikan (Howart *et al.*, 2000).

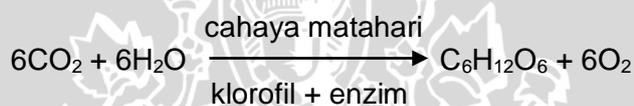
2.4 Fitoplankton

Menurut Sunarto (2008), fitoplankton adalah tumbuhan mikroskopik (bersel tunggal, berbentuk filamen atau berbentuk rantai) yang menempati bagian atas perairan (zona fotik) laut terbuka dan lingkungan pantai. Nama fitoplankton diambil dari istilah Yunani, phyton atau "tanaman" dan "planktos" berarti "pengembara" atau "penghanyut". Menurut Baktiar dan Ta'alidin (2013), fitoplankton adalah tumbuhan yang bebas melayang dan hanyut dalam perairan serta mampu berfotosintesis.

Fitoplankton memiliki klorofil yang berperan dalam fotosintesis untuk menghasilkan bahan organik dan oksigen dalam air yang digunakan sebagai dasar mata rantai pada siklus makanan di laut. Namun fitoplankton tertentu mempunyai peran menurunkan kualitas perairan laut apabila jumlahnya berlebihan (blooming). Tingginya populasi fitoplankton beracun di dalam suatu perairan dapat menyebabkan berbagai akibat negatif bagi ekosistem perairan, seperti berkurangnya oksigen di dalam air yang dapat menyebabkan kematian berbagai makhluk air lainnya. Hal ini diperparah dengan fakta bahwa beberapa jenis fitoplankton yang potensial blooming adalah yang bersifat toksik, seperti dari beberapa kelompok Dinoflagellata, yaitu *Alexandrium* spp, *Gymnodinium* spp, dan *Dinophysis* spp. Dari kelompok Diatom tercatat jenis *Pseudonitzschia* spp termasuk fitoplankton toksik (Aunorohim *et al.*, 2008). Komposisi dan kelimpahan tertentu dari fitoplankton pada suatu perairan sangat berperan sebagai makanan

alami pada tropik level di atasnya, juga berperan sebagai penyedia oksigen dalam perairan (Abida, 2010).

Proses fotosintesis memerlukan cahaya matahari sebagai sumber energi yang merupakan faktor abiotik utama atau faktor fisika yang sangat menentukan laju produktivitas primer. Faktor kimia, dalam hal ini unsur hara yang terdiri dari nitrogen, fosfor, dan silikat, diperlukan sebagai zat anorganik yang akan diubah bersama-sama karbondioksida dan air menjadi zat organik melalui proses fotosintesis dan berperan sebagai bahan untuk pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton (Arifin, 2009). Proses fotosintesis adalah proses kimia yang cukup rumit tetapi secara ringkas proses ini dapat dinyatakan sebagai berikut (Weyl, 1970).



Proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton merupakan salah satu sumber oksigen di perairan. Fitoplankton sebagai penghasil oksigen serta bahan organik mempunyai peranan yang penting dalam rantai makanan di suatu ekosistem perairan. Seluruh kehidupan di laut secara langsung ataupun tidak langsung tergantung pada hasil fotosintesis fitoplankton (Arifin, 2009).

Keberadaan fitoplankton di perairan sangat rentan terhadap perubahan lingkungan baik dari perubahan faktor fisika maupun faktor kimia. Salah satunya yang sangat mempengaruhi adalah keberadaan nutrisi dalam suatu perairan. Menurut Ayuningsih (2014), juga menjelaskan bahwa kandungan nutrisi perairan berkaitan erat dengan kelimpahan fitoplankton dimana semakin tinggi kandungan nutrisi di suatu perairan maka semakin tinggi juga kelimpahan fitoplankton dan konsentrasi klorofil-a. Fitoplankton merupakan tumbuhan yang memiliki klorofil-a yang berfungsi mengubah sinar matahari menjadi energi kimia yang diperlukan untuk melakukan proses fotosintesis.

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. 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 (Arifin, 2009).

2.5 Status Trofik

Menurut Zulfia dan Aisyah (2013), menyatakan bahwa status trofik sebagai indikator tingkat kesuburan perairan dimana dapat diukur dari unsur hara (Nutrien) dan tingkat kecerahan serta adanya aktivitas biologi lainnya yang terjadi di suatu kolom perairan. Penggolongan status trofik secara garis besar dibagi menjadi tiga yaitu eutrofik, mesotrofik dan oligotrofik. Perairan dikatakan eutrofik jika mengandung nutrisi tinggi dan mendukung tumbuhan dan hewan air yang hidup di dalamnya. Perairan mesotrofik berada di antara eutrofik dan oligotrofik, dengan kadar nutrisinya sedang. Perairan dikatakan oligotrofik merupakan perairan yang rendah akan kadar nutrisinya biasanya perairan tipe ini dalam dan tidak menunjukkan kelimpahan tanaman air ataupun algae.

2.5.1 Trophic State Indeks (TSI)

Tingkat eutrofikasi pada perairan Laut dapat ditentukan dengan menggunakan indeks dalam menentukan status trofiknya. Status trofik dapat ditentukan dengan berbagai pendekatan menggunakan bergai indikator perairan seperti morfologi, kimia dan biologi serta unsur hara (Husna, 2012). Kajian tentang pengembangan dan aplikasi pendekatan ststus trofik telah banyak dilakukan dengan menggunakan metode seperti indeks trofik Carlson (TSI) (Carlson, 1977).

Status Kesuburan perairan dapat diketahui dengan metode Carlson Trophic State Index (TSI). Analisa TSI dilakukan dengan menguji beberapa kandungan total fosfor dan kandungan klorofil-a (Shaleh et al., 2014).

2.6 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air sangat mempengaruhi tingkat kesuburan pada ekosistem perairan laut, diantaranya parameter fisika (suhu, kecerahan, kecepatan arus dan salinitas), parameter kimia (pH, karbondioksida, oksigen terlarut (Dissolved Oxygen), nitrat dan orthofosfat) serta parameter biologi (komposisi fitoplankton, kelimpahan fitoplankton dan klorofil-a).

2.6.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Prasetyaningtyas *et al.* (2012), juga menjelaskan bahwa Suhu merupakan faktor lingkungan yang beroperasi sebagai faktor pembatas bagi proses produksi fitoplankton. Proses fotosintesis mempunyai rentangan suhu optimum.

Perubahan suhu diperairan dipengaruhi beberapa faktor, menurut Simanjuntak (2009), suhu air laut di suatu perairan dipengaruhi oleh kondisi atmosfer, dan intensitas penyinaran matahari yang masuk ke laut. Selain itu, suhu air laut juga di pengaruhi oleh faktor geografis dan dinamika arus. Kenaikan suhu dapat menurunkan kelarutan oksigen dan meningkatkan toksisitas polutan.

b. Kecerahan

Tingkat kecerahan perairan dapat menunjukkan sampai sejauh mana penetrasi cahaya matahari menembus kolom perairan. Tingkat kecerahan sangat dipengaruhi oleh kekeruhan perairan (Nuriya *et al.*, 2010).

Menurut Effendi (2003), menyatakan kecerahan air tergantung pada warna dan kekeruhan. Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan, yang ditentukan secara visual dengan menggunakan *secchi disk*.

c. Kecepatan Arus

Menurut Hutabarat dan Evans (1985) dalam Hapsari (2006), arus merupakan salah satu faktor yang terpenting dalam mempengaruhi kesuburan perairan. Perubahan arus terjadi sesuai dengan makin dalamnya suatu perairan yang menyebutkan bahwa adanya arus di perairan akan membantu perpindahan masa air, selanjutnya dikatakan bahwa arus dapat membantu penyebaran dan migrasi horizontal fitoplankton.

Faktor yang mempengaruhi kecepatan arus adalah perbedaan ketinggian tempat (hulu dan hilir sungai). Apabila ketinggian suatu perairan cukup besar maka arus akan semakin deras. Kecepatan arus dapat mempengaruhi jenis dan sifat organisme yang ada di dalam perairan tersebut. Kecepatan arus merupakan faktor yang sangat penting di perairan sungai. Arus sebesar >5 m/detik dapat mengurangi organisme yang tinggal sehingga hanya beberapa jenis organisme yang melekat dapat tahan terhadap arus dan tidak mengalami kerusakan pada fisiknya (Wijaya, 2009).

d. Salinitas

Menurut Effendi (2003), salinitas adalah konsentrasi total ion yang terdapat di perairan. Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air, setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromide dan iodide digantikan oleh klorida, dan semua bahan organik telah dioksidasi. Salinitas dinyatakan dalam satuan g/kg atau promil (‰). Menurut Huboyo dan Zaman (2007), mengatakan bahwa penyebaran salinitas secara alamiah dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain curah hujan, pengaliran air tawar ke laut secara langsung maupun lewat sungai dan gletser, penguapan, arus laut, turbulensi percampuran, dan aksi gelombang.

2.6.2 Parameter Kimia

a. pH (Derajat Keasaman)

Menurut Tangio (2013), pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Derajat keasaman suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang cukup penting dalam memantau kestabilan perairan (Simanjuntak, 2012).

Kehidupan fitoplankton di perairan yang ideal memiliki pH 6.5-8.0 (Pescod, 1973). Fluktuasi pH sangat dipengaruhi oleh proses respirasi, karena gas karbondioksida yang dihasilkannya. Semakin banyak karbondioksida yang dihasilkan dari proses respirasi, maka pH semakin rendah. Namun sebaliknya jika aktivitas fotosintesis semakin tinggi maka akan menyebabkan pH semakin tinggi (Kordi, 2000).

b. Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida (CO₂) merupakan gas yang sangat diperlukan bagi alga bentik dalam proses fotosintesis. Karbondioksida (CO₂) yang berada di perairan berasal dari difusi dari udara, air hujan, air bawah tanah, proses dekomposisi bahan organik dan respirasi (Arfiati, 2001).

Karbondioksida di perairan pada dasarnya terdapat dalam bentuk gas karbondioksida bebas (CO₂), ion bikarbonat (HCO₃⁻), ion karbonat (CO₃²⁻), dan asam karbonat (H₂CO₃). Karbondioksida bebas (CO₂) menggambarkan keberadaan gas CO₂ di perairan yang membentuk keseimbangan dengan CO₂ di atmosfer. Pada saat karbondioksida masuk dalam air akan bereaksi membentuk ion bikarbonat, kemudian ion bikarbonat mengalami disosiasi menjadi ion karbonat, selanjutnya ion karbonat terdisosiasi menjadi asam karbonat (Boyd, 1988).

c. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen merupakan suatu unsur kimia yang dapat digunakan sebagai penunjang kehidupan beberapa organisme. Oksigen dapat dimanfaatkan oleh organisme untuk proses respirasi dan menguraikan zat organik menjadi anorganik oleh mikroorganisme (Simanjuntak, 2007).

Oksigen dalam perairan dapat diperoleh dari hasil proses fotosintesis, difusi, dan proses kimiawi dari reaksi-reaksi oksidasi. Keberadaan oksigen di dalam perairan dapat diukur dengan jumlah oksigen terlarut merupakan jumlah milligram gas oksigen yang terlarut dalam satu liter air. Dalam ekosistem perairan faktor yang mempengaruhi keberadaan oksigen yaitu distribusi suhu, keberadaan produsen autotrof yang dapat melakukan fotosintesis, dan difusi dari udara secara langsung. Oksigen di dalam perairan memiliki distribusi yang tidak merata secara vertikal. Distribusi oksigen dipengaruhi oleh suhu perairan. Oksigen dapat bertambah seiring penurunan suhu perairan. Akan tetapi, hubungan ini tidak selamanya linier (Kaban, 2010).

d. Nitrat (NO_3)

Nitrat merupakan sumber nitrogen yang penting untuk pertumbuhan fitoplankton, sedangkan nitrit merupakan hasil reduksi dari nitrat yang selalu terdapat dalam jumlah sedikit dalam perairan. Nitrogen dalam bentuk ikatan nitrat sangat penting untuk membantu proses asimilasi fitoplankton (Boney, 1975 dalam Hapsari, 2006).

Nitrat merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama yang berguna bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat oleh organisme. Proses ini penting dalam



siklus nitrogen (Effendi, 2003). Kriteria tingkat tropik nitrat menurut Effendi, 2003, adalah:

NO	Level Tropik	Nitrat (mg/L)
1.	Oligotropik	0 – 1
2.	Mesotropik	1 – 5
3.	Eutropik	5 – 50

Gambar 2. Tabel Kriteria Tingkat Trofik (Effendi, 2003)

e. Orthopospat (PO_4^{2-})

Orthofosfat dalam perairan berasal dari sisa-sisa organisme dan pupuk yang masuk dalam perairan. Menurut Wetzel (1977) dalam Hapsari (2006), bahwa fitoplankton dapat menggunakan unsur fosfor dalam bentuk fosfat yang sangat penting bagi pertumbuhannya. Fosfor dalam bentuk ikatan fosfat dipakai fitoplankton untuk menjaga keseimbangan kesuburan perairan.

Unsur ini akan mudah hilang oleh proses pengikisan, pelapukan dan pengenceran karena limpasan air. Selama proses tersebut, mineral fosfat akan terurai menjadi ion fosfat yang merupakan zat hara yang diperlukan dan memegang peranan penting dalam proses pertumbuhan dan metabolisme organisme laut disamping unsur-unsur lainnya (Edwar dan Manik, 1987).

III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendugaan tingkat kesuburan dan parameter kualitas air yang meliputi parameter fisika (suhu, kecerahan, salinitas dan kecepatan arus), parameter kimia (pH, karbondioksida, oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*), nitrat, fosfat) serta menganalisis data parameter biologi (komposisi fitoplankton, kelimpahan fitoplankton dan klorofil-a) yang akan dilaksanakan di sekitar BPBAP yaitu laut Pecaron, Situbondo, Jawa Timur.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan dalam penelitian merupakan sarana pendukung yang digunakan dalam pengambilan sampel. Alat dan bahan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2016 di perairan laut Pecaron yang berada di Desa Pecaron, Kecamatan Panarukan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur yang di jelaskan pada **Lampiran 2**. Pengambilan sampel dilakukan pada 5 stasiun yang telah ditentukan sebelumnya melalui *Google Earth* dan dilakukan sebanyak dua kali ulangan dalam kurun waktu satu minggu.

3.4 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam Penelitian ini adalah metode deskriptif, yaitu melakukan pengamatan secara langsung di lapang dengan cara mengumpulkan data dengan menggambarkan suatu obyek yang kita lihat dan

dipadukan dengan fakta yang ada. Menurut Suryabrata (2002), penelitian deskriptif adalah penelitian yang bermaksud untuk membuat deskripsi mengenai situasi-situasi atau kejadian-kejadian. Penelitian deskriptif itu adalah akumulasi data dasar dalam cara deskriptif semata-mata tidak perlu mencari atau menerangkan saling hubungan, hipotesis, membuat ramalan, atau mendapatkan makna dan implikasi. Metode ini pengambilan data dilakukan tidak hanya terbatas pada pengumpulan dan penyusunan data, tetapi meliputi analisis dan pembahasan tentang data tersebut.

3.4.1 Teknik Pengambilan Sampel Penelitian

Teknik Pengambilan data yang digunakan dalam Penelitian ini ada dua dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer didapat dari observasi, wawancara, dan partisipasi aktif. Sedangkan data sekunder diperoleh dari studi pustaka yaitu dapat berasal dari buku, jurnal, laporan skripsi, dan sebagainya.

a. Data Primer

Menurut Wandasari (2013), data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber pertama yaitu individu atau perseorangan yang membutuhkan pengelolaan lebih lanjut seperti hasil wawancara atau hasil pengisian kuesioner. Data primer dalam penelitian skripsi ini diperoleh dari hasil observasi dan wawancara dengan pihak terkait yang ada di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) di laut Pecaron Situbondo.

- **Observasi**

Observasi adalah pengamatan yang dilakukan untuk mengambil dan mengamati data yang ada secara langsung dilapangan. Menurut Sugiyono (2012).

- **Wawancara**

Wawancara adalah suatu kegiatan tanya-jawab antara narasumber dan penanya mengenai apa yang sedang diteliti oleh penanya. Menurut pendapat

Rahmat (2009), wawancara merupakan *instrumentre checking* terhadap informasi yang sudah didapatkan sebelumnya mengenai suatu penelitian yang sedang diteliti. Wawancara adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data yang dilakukan dengan tanyajawab secara lisan baik secara langsung maupun tidak langsung (Sunyono, 2011).

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data sekunder yang telah diolah lebih lanjut dan disajikan dengan baik oleh pihak pengumpul data primer atau pihak lain. Data sekunder yang penulis kumpulkan dari pihak internal perusahaan berupa daftar gaji karyawan tetap, sejarah perusahaan, struktur organisasi perusahaan, dan lain-lain (Wandasari, 2013). Menurut Sugiyono (2012), menyatakan bahwa data sekunder termasuk teknik pengumpulan data gabungan, dimana merupakan suatu teknik pengumpulan data yang bersifat menggabungkan dari berbagai teknik pengumpulan data dan sumber yang telah ada.

3.4.2 Penentuan Stasiun Pengamatan

Wilayah perairan Pecaron yang berdampingan dengan berbagai macam kegiatan aktivitas manusia yang beragam, mulai dari lahan pertanian, pemukiman, tempat pariwisata dan perikanan menjadikan kondisi kualitas perairan Pecaron menurun. Pengukuran kualitas air dapat dilakukan dengan menganalisis kualitas air serta identifikasi fitoplankton, sebab fitoplankton bertindak sebagai produktivitas primer dalam perairan.





Gambar 3. Stasiun Pengamatan (Google Earth, 2016)

Adapun keterangan penentuan stasiun dari gambar stasiun Pengamatan diatas adalah:

- Stasiun 1: berada di area sekitar Wisata Petilasan yang mana terdapat vegetasi mangrove dan rumah penduduk dengan koodinat 7°40'27"- 7°40'31" (LS) dan 113°52'6"-113°52'10" (BT).
- Stasiun 2: berada di area sekitar KJA milik BPBAP Situbondo dan daerah budidaya milik BPBAP dengan koordinat 7°40'32"- 7°40'36" (LS) dan 113°52'26"-113°52'30" (BT).
- Stasiun 3: Area ini tidak berhubungan langsung dengan kegiatan pemukiman, pertanian dan peternakan serta perindustrian dengan koodinat 7°40'42"- 7°40'46" (LS) dan 113°52'41"-113°52'45" (BT).
- Stasiun 4: berada di area sekitar bekas perindustrian yang masih beroperasi dengan koordinat 7°40'31"- 7°40'35" (LS) dan 113°53'2"-113°53'6" (BT).
- Stasiun 5: berada di area sekitar sentral Keramba Jaring Apung terbesar yang ada di Situbondo dengan koodinat 7°40'40"- 7°40'44" (LS) dan 113°53'21"113°53'25" (BT). Peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat

pada **Lampiran 2** dan Denah Stasiun Pengambilan Sampel terdapat pada **Lampiran 3**.

3.4.3 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel penelitian ini dilakukan 2 kali pengambilan sampel, dengan selang waktu dalam 1 kali sampling memerlukan kurang lebih 7 hari, dengan keterangan 3 hari pengambilan sampel kualitas air parameter fisika, parameter kimia serta parameter biologi yang dilakukan dengan menggunakan ember untuk pengambilan air sampel dan 5 aqua botol untuk menyimpan air sampel dari masing-masing stasiun serta *coolbox* dan es batu sebagai tempat untuk menyimpan dan mendinginkan air sampel dan akan dianalisis di laboratorium, kemudian semua sampel diamati di Laboratorium BPBAP Situbondo.

3.4.4 Prosedur Pengamatan Parameter Kualitas Air

Prosedur pengamatan parameter kualitas air ini menunjukkan bagaimana cara untuk mengukur parameter kualitas air, meliputi parameter biologi (klorofil-a, komposisi fitoplankton dan kelimpahan fitoplankton), parameter fisika (suhu, kecerahan, kecepatan arus dan salinitas) serta parameter kimia (derajat keasaman, karbondioksida, oksigen terlarut (*Dissolve Oxygen*), Nitrat dan Orthofosfat).

a. Parameter Biologi

- **Pengambilan Sampel Plankton**

Alat yang digunakan adalah Plankton Net. Menurut Syarif (2014), Hal pertama yang dilakukan untuk pengambilan sampel fitoplankton adalah menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan diantaranya adalah *plankton net*, timba berukuran 5 L, botol film 10 buah, larutan lugol, pipet tetes dan kertas label.

1. Memasangkan botol film pada plankton net no.25.

2. Melakukan pengambilan sampel plankton secara vertikal dengan menggunakan *plankton net*. Pengambilan sampel secara vertikal yaitu dengan memasukkan air laut kedalam *plankton net* dengan menggunakan timba berukuran 5 L.
3. Melakukan pengambilan sampel sebanyak 5 kali. Jumlah air sampel sebanyak 25 L.
4. Menyaring air sampel menggunakan *plankton net*. Pada saat air laut disaring *plankton net* digoyangkan agar plankton yang menempel di permukaan jaring dapat masuk ke botol film.
5. Mengawetkan sampel dengan mentetesi sampel plankton yang tertampung dalam botol film dengan larutan lugol sebanyak 3-4 tetes dan diberi kertas label untuk penandaan agar tidak tertukar hasil sampel plankton.
6. Menyimpan sampel yang didapat ke dalam *cool box* untuk diidentifikasi di laboratorium.

b. Parameter Fisika

• Suhu

Adapun prosedur yang digunakan untuk pengukuran suhu perairan menggunakan termometer Hg berdasarkan SNI (1990) adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan Thermometer Hg kedalam perairan dengan membelakangi cahaya matahari, dan ditunggu beberapa saat sampai air raksa dalam termometer berhenti dalam skala tertentu.
2. Membaca skala pada saat termometer masih di dalam air dan jangan sampai tangan menyentuh bagian air raksa termometer.
3. Mencatat skala dalam $^{\circ}\text{C}$.



- **Kecerahan**

Menurut Subarjanti (2015), Pengukuran kecerahan dapat menggunakan *secchi disk* dengan langkah sebagai berikut:

1. Memasukkan *secchi disk* ke dalam perairan perlahan-lahan
2. Mengamati piringan *Secchi disk* sampai tidak terlihat dan diukur sebagai D1
3. Memasukkan kembali *secchi disk* ke dalam perairan
4. Mengangkat *secchi disk* secara perlahan sampai terlihat pertama kali dan dicatat sebagai D2
5. Menghitung data yang diperoleh dengan rumus :

$$\text{Kecerahan} = \frac{D1 + D2}{2}$$

Keterangan:

D1 = *secchi disk* tidak tampak pertama kali (cm)
D2 = *secchi disk* tampak pertama kali (cm)

- **Kecepatan Arus**

Pengukuran kecepatan arus berdasarkan Sudarto (2013), dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Mengisi 1 botol aqua dengan volume 600ml dengan air Laut dan 1 botol dikosongi
2. Memasukkan botol ke dalam perairan
3. Menyalakan stopwatch bersamaan dengan masuknya botol yang telah diikat
4. Menunggu hingga tali merenggang
5. Mematikan stopwatch
6. Menghitung kecepatan arusnya dengan rumus:

$$V \text{ (m/s)} = \frac{S}{T}$$

Keterangan:

V = kecepatan arus (m/detik)
S= panjang tali (m)
T= waktu (detik)

- **Salinitas**

Menurut Prianto *et al.* (2013), pengukuran salinitas dilakukan dengan menggunakan *Hand Refractometer* dengan langkah sebagai berikut:

1. Mengkalibrasi prisma pada refraktometer
2. Meneteskan sedikit air pada prisma, lalu kaca prisma ditutup
3. Meneropong refraktometer kearah cahaya matahari dan dicatat nilai salinitas yang terlihat

c. Parameter Kimia

- **pH (Derajat Keasaman)**

Pengukuran derajat keasaman pada kegiatan penelitian. Menurut SNI (2006), pengukuran pH menggunakan pH pen dapat diukur dengan cara antara lain:

1. Memasukkan pH pen kedalam perairan.
2. Tombol "on" ditekan.
3. Menunggu nilai pH sampai stabil pada layar pH pen.
4. Mencatat hasilnya.

- **Karbon-dioksida (CO₂)**

Prosedur pengukuran karbon-dioksida (CO₂) menurut Haryadi, et al. (1992), adalah:

1. Memasukkan 25 ml air sampel kedalam Erlenmeyer, kemudian menambahkan 2 tetes indikator PP (bila tidak ada perubahan warna segera dititrasi)
2. Mentitrasi dengan Na₂CO₃ 0,0454 N sampai warna menjadi merah muda (pink) pertama kali.
3. Menghitung kadar karbon-dioksida bebas dengan rumus:

$$\text{Karbon-dioksida (mg/L)} = \frac{m(\text{titran}) \times n(\text{titran}) \times 22 \times 1000}{\text{ml air sampel}}$$

- **DO (Oksigen Terlarut)**

Prosedur pengukuran oksigen terlarut (DO) perairan berdasarkan SNI (2006) adalah:

1. Air sampel diambil menggunakan botol winkler
2. Menambahkan $MnSO_4$ sebanyak 1 ml dan 1 ml alkali iodida azida menggunakan ujung pipet tepat di atas permukaan larutan
3. Menutup botol dan dihomogenkan hingga terbentuk gumpalan dan dibiarkan mengendap 5-10 menit
4. Menambahkan 1 ml H_2SO_4 pekat kemudian ditutup dan dihomogenkan hingga endapan larut sempurna
5. Mengambil larutan sebanyak 100 ml dengan pipet dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 150 ml
6. Menitrasi larutan dengan $Na_2S_2O_3$ 0,025 N hingga larutan sampel berwarna kuning pucat transparan
7. Menambahkan 2 tetes indikator amilum hingga sampel berwarna biru
8. Menitrasi kembali hingga larutan jernih atau sampai warna biru tepat hilang, kemudian dihitung volume $Na_2S_2O_3$ yang terpakai, dan dihitung DO dengan rumus:

$$DO \text{ (mg/L)} = \frac{V \times N \times 8000 \times f}{50}$$

Keterangan:

V = Volume $Na_2S_2O_3$

N = Normalitas $Na_2S_2O_3$

F = Faktor (volume botol dibagi volume botol dikurangi volume pereaksi $MnSO_4$ dan alkali iodida azida).

- **Nitrat**

Kadar nitrat nitrogen pada perairan dapat diukur dengan metode kolorimetrik. Menurut BPBAP Situbondo (2016), prosedur pengukuran nitrat yaitu:

1. Masukkan nomor progam yang tersimpan untuk kisaran nitrat nitrogen (NO_3N) pada *colorimeter*, kemudian tekan PRGM. Untuk hasil yang lebih akurat, melakukan koreksi blanko atau kalibrasi dengan menggunakan air ionisasi atau akuades
2. Menekan angka 5 dan 1 untuk *time* dan *store*, kemudian tekan *enter*. Layar akan menampilkan mg/l, $\text{NO}_3\text{-N}$ dan ikon ZERO
3. Memenuhi *cell* sampel dengan air sampel sebanyak 10 ml, kemudian menyesuaikan nilai pH pada *colorimeter* sebelum sampel dianalisis
4. Menambahkan satu bungkus bubuk reagen nitrat "NitroVer 5" ke dalam *cell* sampel yang sudah berisi air sampel, kemudian tutup *cell* sampel. Bubuk nitrat harus dituang satu bungkus sepenuhnya hingga tidak tersisa
5. Menekan *timer* dan *enter* pada *colorimeter*. Periode reaksi satu menit akan dimulai, kemudian mengocok dengan kuat *cell* sampel yang sudah berisi air sampel dan bubuk nitrat hingga *timer* berbunyi "beep". Mengocok *cell* sampel dengan kuat sangatlah penting, waktu dan teknik mengocok akan mempengaruhi perkembangan warna sampel. Untuk hasil yang akurat maka dilakukan tes berurutan pada larutan standar dan menyesuaikan waktu mengocok untuk mendapatkan hasil yang tepat
6. Setelah *timer* pada *colorimeter* berbunyi "beep" maka layar *colorimeter* akan menampilkan 5:0 TIMER 2, kemudian tekan *enter*. Periode reaksi lima menit akan dimulai.
7. Memenuhi *cell* sampel yang lainnya dengan larutan blanko, Menyeka *cell* dengan tisu dari sidik jari ataupun tetesan air sampel
8. Meletakkan larutan blanko kedalam *colorimeter*, selanjutnya tutup dengan rapat.

9. Menekan ZERO ketika *timer* sudah berbunyi “beep.” Kursor pada *colorimeter* akan berpindah sebelah kanan dan layar akan menampilkan 0,0 mg/l NO₃-N yang menunjukkan bahwa reaksi larutan blanko sudah menyala
10. Meletakkan *cell* yang sudah berisi air sampel dengan bubuk nitrat pada *colorimeter* dan menutupnya dengan rapat
11. Menekan READ, kemudian kursor akan berpindah sebelah kanan, dan hasil mg/l NO₃-N akan ditampilkan.

- **Orthofosfat**

Prosedur pengukuran fosfat dengan spektrofotometer berdasarkan SNI (2006), adalah sebagai berikut:

1. Menuangkan 50 ml air contoh uji dalam Erlenmeyer 100 ml
2. Menambahkan 1 tetes larutan fenolftalin
3. Jika berwarna merah, maka menambahkan larutan H₂SO₄ 5 N sampai warna merah hilang
4. Menambahkan 8 ml larutan campuran dan dihomogenkan
5. Menunggu selama kisaran 10 sampai 30 menit
6. Mengukur absorbansinya pada panjang gelombang 880 nm dengan spektrofotometer

Sedangkan pembuatan larutan campuran untuk uji fosfat dengan spektrofotometer berdasarkan SNI (2006) yaitu:

1. Mencampurkan secara berturut-turut:
 - a. 50 ml H₂SO₄ 5 N
 - b. 5 ml larutan kalium Antimonil Tartrat
 - c. 15 ml larutan Ammonium Molibdat
 - d. 30 ml larutan Asam Askorbat
2. Mengocok semua larutan sampai homogen
3. Jika terbentuk warna biru maka larutan tidak dapat digunakan

4. Larutan stabil selama 4 jam.

3.5 Analisa Data

3.5.1 Identifikasi Plankton

a. Fitoplankton

Prosedur Pengamatan fitoplankton dengan menggunakan mikroskop.

Langkah langkah pengamatan sebagai berikut:

1. Membersihkan object glass Sedgwick Rafter dan cover glass-nya yang akan digunakan dengan menggunakan aquades, yaitu dengan cara membilas semua bagian Sedgwick Rafter dan kemudian dibersihkan dengan tissue,
2. Kocok terlebih dahulu botol berisi contoh fitoplankton yang akan diamati supaya merata, kemudian buka penutup botol hati-hati agar tidak tumpah,
3. Contoh fitoplankton diambil dengan menggunakan pipet dan teteskan sebanyak 1 ml pada object glass Sedgwich Rafter dengan posisi tegak lurus. Contoh akan tertutup dengan sendirinya oleh cover glass. Pastikan tidak ada gelembung udara didalamnya.
4. Letakkan object glass Sedgwich Rafter di bawah mikroskop binokuler dan lakukan pengamatan dengan perbesaran mikroskop 100X. Contoh fitoplankton dihitung secara acak sebanyak 100 kali pergerakan atau lapang pandang tanpa pengulangan di tempat yang sama, Identifikasi fitoplankton mengacu pada Yamaji (1979) dalam Nugraha *et al.* (2013).

b. Klorofil-a

Menurut Hutagalung *et al.* (1997), prosedur pengukuran klorofil-a berdasarkan penyerapan tiga panjang gelombang (*trichromatic*) yang merupakan penyerapan maksimum untuk klorofil-a, yaitu:

1. Menyiapkan botol kosong sebagai tempat sampel

2. Mengambil air sampel pada perairan dengan kedalaman yang telah ditentukan
3. Memasang kertas filter pada alat saring (*filter holder*)
4. Membilas kertas filter dengan aquades, selanjutnya membilas dengan larutan magnesium karbonat sebanyak 1 ml, hisap kembali dengan *vacum pump* sampai kertas filter tampak kering
5. Menyaring sampel air sebanyak 500 ml dan hisap hingga tampak kering
6. Mengambil filter yang tampak kering dan membungkus filter dengan menggunakan alumunium foil (memberi label) dan simpan dalam desikator yang berisi silica gel (simpan dalam *freezer* jika proses analisis berikutnya tidak dilakukan).
7. Memasukkan kertas filter hasil saringan ke dalam tabung reaksi 15 ml, lalu menambahkan 10 ml aceton 90%
8. Menggerus sampel hasil filter dalam tabung reaksi dengan alat penggerus
9. Men-*centrifuge* sampel dengan putaran 4000 rpm selama 30-60 menit
10. Memasukkan cairan yang bening ke dalam cuvet
11. Memeriksa absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 750, 664, 647 dan 630 nm.

Perhitungan klorofil dilakukan dengan mengurangi absorbansi dari panjang gelombang 664, 647, dan 630 nm dengan absorbansi dari panjang gelombang 750 nm. Pada panjang gelombang 664, 647, dan 630 nm terdapat penyerapan yang dilakukan oleh klorofil, sedangkan pada panjang gelombang 750 nm penyerapan hanya diakibatkan oleh faktor kekeruhan sampel. Kandungan klorofil dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Chl(mg/m^3) = \frac{((11,48 \times E_{664}) - (1,54 \times E_{647}) - (0,08 \times E_{630})) \times V_e}{V_s \times d}$$

Keterangan:

E_{664} = absorbansi 664 nm – absorbansi 750 nm

E_{647} = absorbansi 647 nm – absorbansi 750 nm

E_{630} = absorbansi 630 nm – absorbansi 750 nm

- Ve = Volume ekstrak aseton
- s = Volume contoh air yang disaring (5ml)
- d = lebar diameter kuvet (1 cm)

c. Kelimpahan

Kelimpahan fitoplankton merupakan jumlah individu atau sel per satuan volume (dalam ml). Rumus perhitungan kelimpahan fitoplankton menggunakan Sedgwick Rafter adalah:

$$\text{Algal (Cell/ml)} = \frac{\text{Number of algal cell counted} \times 1000}{\text{Number of quadran observed}}$$

3.5.2 Status Trofik

Berdasarkan kelimpahan fitoplankton di perairan, tingkat trofik berdasarkan Landner (1976), dibagi menjadi beberapa klasifikasi yaitu sebagai berikut:

1. Perairan oligotrofik merupakan perairan yang tingkat kesuburannya rendah dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 0-2000 ind/ml.
2. Perairan mesotrofik merupakan perairan yang tingkat kesuburannya sedang dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 2000-15000 ind/ml.
3. Perairan eutrofik merupakan perairan yang tingkat kesuburan tinggi dengan kelimpahan fitoplankton berkisar >15000 ind/ml.

3.5.3 Tropik Status Index (TSI)

Penentuan tingkat kesuburan dengan menggunakan perhitungan Indeks Kesuburan (Tropik Status Index, TSI) Carlson's 1977:

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{Chl} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{SD} = 10 \left(6 - \frac{\ln SD}{\ln 2} \right)$$

$$TSI = \frac{TSI_{TP} + TSI_{Chl} + TSI_{SD}}{3}$$



Dimana:

TSI –TP: nilai indeks kesuburan untuk total fosfat

TSI –Kla: Nilai indeks kesuburan untuk klorofil-a dan

TSI – SD: Nilai indeks kesuburan untuk ke dalam Secchi Disk



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Perairan Laut Pecaron

Kabupaten Situbondo merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur yang cukup dikenal dengan sebutan Daerah Wisata Pasir Putih yang terletak di posisi antara 7° 35' - 7° 44' Lintang Selatan dan 113° 30' – 114° 42' Bujur Timur. Kabupaten Situbondo berbatasan dengan Selat Madura di sebelah utara, sebelah timur berbatasan dengan Selat Bali, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Bondowoso dan Banyuwangi, serta sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Probolinggo (DKP Situbondo, 2016).

Luas Kabupaten Situbondo adalah 1.638,50 km² atau 163.850 hektar, dan bentuknya memanjang dari barat ke timur kurang lebih 150 km. Pantai utara umumnya merupakan dataran rendah dan di sebelah selatan merupakan dataran tinggi dengan rata-rata lebar wilayah kurang lebih 11 km. Perairan Pecaron merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Situbondo yang terletak di Kecamatan Panarukan yang memiliki luas wilayah sebesar 54.55 km² (DKP Situbondo, 2016).

Daerah perairan pecaron dapat dimanfaatkan untuk segala macam jenis kegiatan manusia, mulai dari kegiatan pemukiman warga, pertanian, perikanan, pariwisata dan industri. Salah satu kegiatan yang mendominasi di perairan laut pecaron adalah kegiatan perikanan dan pariwisata. Dimana kegiatan perikanan berupa tambak ikan berupa keramba jaring apung yang berada di lepas pantai dan dapat menyebabkan penurunan pada kualitas air. Kegiatan pariwisata antara lain petilasan pecaron, pantai pasir putih dan lain-lain, hal ini juga dapat menyebabkan terjadinya pencemaran sehingga menurunkan kualitas air yang diakibatkan oleh ulah parawisatawan yang kurang menjaga kebersihan seperti membuang sampah sembarangan. Kegiatan lain yang mengakibatkan banyaknya

limbah organik dan anorganik terbuang ke wilayah perairan pecaron sehingga dapat merusak ekosistem perairan laut pecaron.

4.2 Deskripsi Stasiun

Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2016 yang bertempat di perairan laut Pecaron, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Lokasi Penelitian ini diawali dari arah Barat yang dimulai dari stasiun 1 sampai kearah Timur yaitu pada stasiun 5, dimana antara kelima stasiun ini berjarak 500 meter dan 1 kilometer dari daratan. Keterangan tiap stasiun adalah sebagai berikut:

Stasiun 1 terletak pada titik koordinat $7^{\circ}40'35,15^{\circ}$ LS dan $113^{\circ}52'7,43^{\circ}$ BT yang dideteksi menggunakan aplikasi GPS pada smartphone android yang menggunakan paket data internet. Wilayah ini terletak di kawasan perairan yang dekat dengan tempat wisata petilasan pecaron yang tempatnya berada di atas bukit, pada kaki bukit tempat wisata petilasan pecaron juga dikelilingi oleh vegetasi mangrove dan tepat dibawahnya pada perairan dangkal terdapat beberapa komunitas terumbu karang yang cukup banyak. Selain itu titik pengambilan sampel ini juga berhadapan lurus sengan rumah penduduk.

Stasiun 2 terletak pada titik koordinat $7^{\circ}40'37,32^{\circ}$ LS dan $113^{\circ}52'29,14^{\circ}$ BT yang dideteksi menggunakan aplikasi GPS pada smartphone android yang menggunakan paket data internet. Jarak stasiun 2 ini adalah 500 meter dari stasiun 1, yang mana kawasan ini berada dekat dengan keramba jaring apung yang dikelola oleh Balai Perikanan Budidaya Air Payau Situbondo dan juga berhadapan langsung dengan Balai Perikanan Budidaya Air Payau itu sendiri.

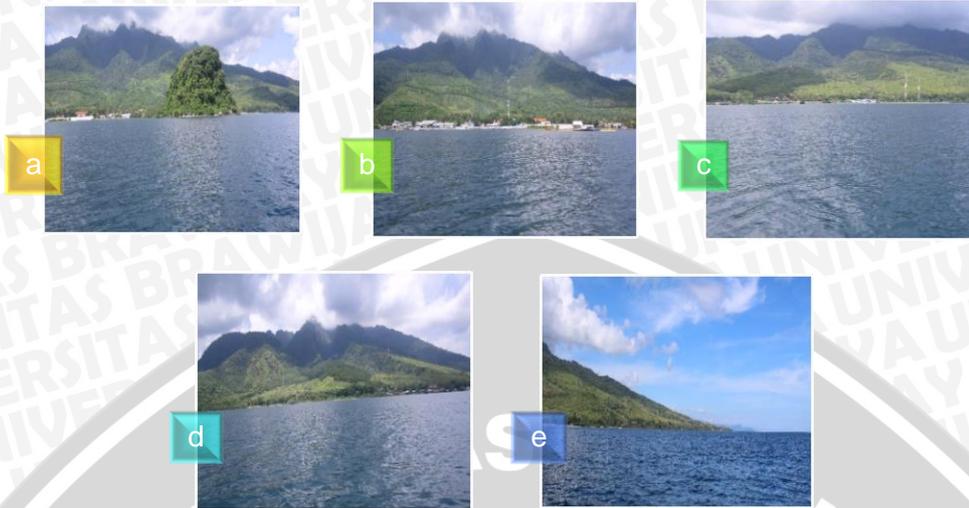
Stasiun 3 terletak pada titik koordinat $7^{\circ}40'49,48^{\circ}$ LS dan $113^{\circ}52'46,81^{\circ}$ BT yang dideteksi menggunakan aplikasi GPS pada smartphone android yang menggunakan paket data internet. Jarak dari stasiun 3 ini adalah 500 meter dari stasiun 2 dan sekitar 1 kilometer dari daratan, dimana kawasan ini terletak di

tengah laut yang memiliki kecerahan sangat tinggi dengan arus yang sangat kuat. Wilayah pesisirnya juga terdapat area pasang surut yang mana dapat di singgahi oleh wisatawan untuk menikmati keindahan pantai saat air surut tanpa dipungut biaya apapun. Pada titik koordinat pengambilan sampel tidak terdapat kegiatan antropogenik apapun.

Stasiun 4 terletak pada titik koordinat $7^{\circ}40'39,21^{\circ}$ LS dan $113^{\circ}53'9,89^{\circ}$ BT yang dideteksi menggunakan aplikasi GPS pada smartphone android yang menggunakan paket data internet. Jarak dari stasiun 4 ke stasiun 3 adalah 500 meter dan sekitar 1 kilometer dari daratan, dimana pada stasiun 4 ini berhadapan langsung dengan perindustrian seperti pabrik udang dan semacamnya, akan tetapi pabrik-pabrik tersebut sebagian sudah tidak beroperasi lagi karena mengalami kerusakan dan kebangkrutan akibat bencana banjir bandang dari atas pegunungan yang pernah melanda daerah perindustrian dan sekitarnya.

Stasiun 5 terletak pada titik koordinat $7^{\circ}40'53,63^{\circ}$ LS dan $113^{\circ}53'35,58^{\circ}$ BT yang dideteksi menggunakan aplikasi GPS pada smartphone android yang menggunakan paket data internet. Stasiun 5 ini berjarak 500 meter dari stasiun 4 dan 1 kilometer dari daratan, dimana pada stasiun ini berdekatan dengan central keramba jaring apung terbesar yang memiliki wilayah cukup luas dimana kecerahan perairannya hingga melebihi 6 meter. Pengelolaan dari central keramba jaring apung ini cukup bagus dan pada central keramba jaring apung ini terdapat aktivitas yang antara lain pemberian pakan pada ikan yang menggunakan pellet dan ikan rucah (ikan yang dipotong kecil-kecil), memandikan ikan kerapu serta kegiatan pembersihan keramba itu sendiri yang memungkinkan masuknya bahan pencemar akibat dari beberapa aktivitas yang dilakukan dalam pengelolaannya. Adapun gambar stasiun pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 4**.





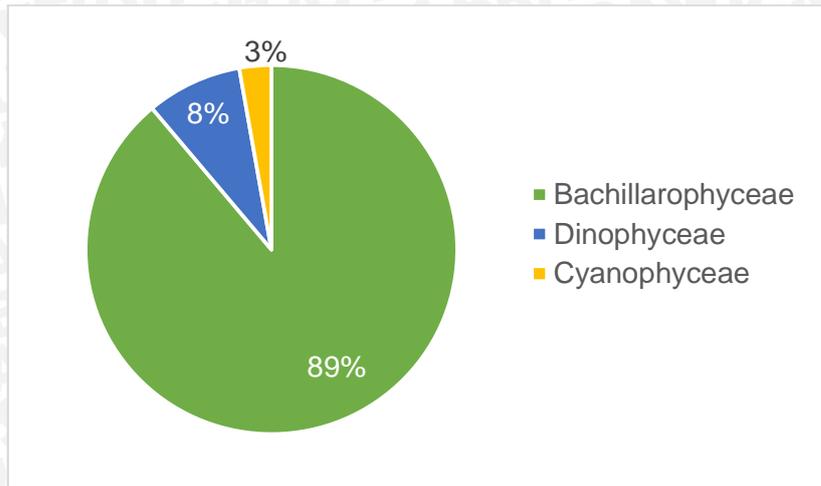
Gambar 4. Stasiun Pengambilan Sampel (a) Stasiun 1, (b) Stasiun 2, (c) Stasiun 3, (d) Stasiun 4 dan (e) Stasiun 5.

4.3 Fitoplankton

4.3.1 Komposisi Fitoplankton

Hasil pengamatan komposisi fitoplankton yang dilakukan di Laboratorium Pakan alami milik BPBAP Situbondo Jawa Timur, selama dua minggu mendapatkan hasil diantaranya kelas Bacillariophyceae, Dinophyceae, serta Cyanophyceae. Pada minggu ke 1 dan minggu ke 2 spesies yang di temukan sebanyak 9 spesies antara lain:

- Bacillariophyceae: *Bacteriastrum comosum*, *Rhizosolenia clevei*, *Dactyliosolen* sp., *Thalassiothrix longissimi* dan *Dactyliosolen* sp serta *Gunardia fluccida*.
- Dinophyceae: *Ceratium furca*.
- Cyanophyceae: *Trichodesmium erythraeum*.



Gambar 5. Diagram Komposisi Fitoplankton.

Fitoplankton yang didapatkan pada minggu pertama di stasiun 1 berjumlah 2 spesies dari kelas Dinophyceae, yaitu *Ceratium furca* dan kelas Bachilliarophyceae, yaitu *Bacteriastrum comosum* dengan jumlah kelimpahan yang sama. Stasiun 2 berjumlah 1 spesies dari kelas Bachilliarophyceae, yaitu *Rhizosolenia clevei*. Stasiun 3 berjumlah 3 spesies dari kelas Bachilliarophyceae, yaitu *Dactyliosolen* sp. Stasiun 5 berjumlah 2 spesies dari kelas Bachilliarophyceae, yaitu *Rhizosolenia clevei*.

Fitoplankton yang didapatkan pada minggu ke dua di stasiun 1 berjumlah 3 spesies dari kelas Bachilliarophyceae, yaitu *Thalassiothrix longissimi*. Stasiun 2 berjumlah 2 spesies dari kelas Bachilliarophyceae, yaitu *Dactyliosolen* sp., dan dari kelas Cyanophyceae, yaitu *Trichodesmium erythraeum*. Stasiun 3 berjumlah 7 spesies yang masing-masing dari kelas Bachilliarophyceae, yaitu 5 spesies *Thalassiothrix longissimi*, dan dari kelas Dinophyceae, yaitu 2 spesies *Ceratium furca*. Stasiun 4 berjumlah 9 spesies dari kelas Bachilliarophyceae, yaitu *Dactyliosolen mediterraneus*. Stasiun 5 berjumlah 6 spesies dari kelas Bachilliarophyceae, yaitu *Thalassiothrix longissimi*.

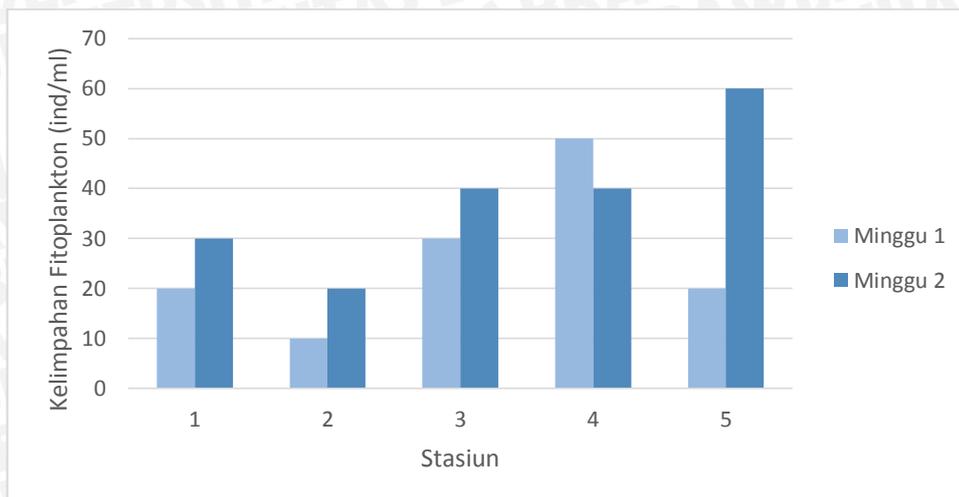
Hasil komposisi fitoplankton yang paling banyak ditemukan dari kelas Bachilliarophyceae sebesar 89% pada minggu pertama dan minggu kedua di

stasiun 1,2,3 dan stasiun 5, kelas Dinophyceae sebesar 8%, kelas Cyanophyceae sebesar 3%. Fitoplankton yang banyak ditemui adalah kelas Bacillariophyceae, karena unsur hara nitrat dan fosfat yang terkandung dalam perairan sesuai untuk pertumbuhan fitoplankton dan dapat digunakan sebagai indikator pencemaran, baik fisik maupun kimia.

Dengan melihat deversitas kepadatan serta jenis spesies yang ada, kita dapat menarik beberapa kesimpulan kondisi perairan yang kita amati. Divisi Bacillariophyta adalah kumpulan alga yang lebih dikenal sebagai diatom dan merupakan fitoplankton yang penting karena diatom ini bertindak sebagai produsen primer dalam jaring makanan di ekosistem akuatik (Ahmad & Ahmad, 1994). Barus (2002) menyatakan bahwa Bacillariophyceae mempunyai kemampuan baik dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan dan berkembang biak dengan cepat. Tabel data komposisi fitoplankton secara jelas tercantum pada **Lampiran 12** dan **Lampiran 13**.

4.3.2 Kelimpahan Fitoplankton

Kelimpahan fitoplankton yang ditemukan pada perairan Pecaron pada minggu 1 ditemukan dari kelas Dinophyceae, Bacillariophyceae, jumlah fitoplankton yang di temukan pada setiap stasiun sebesar 8 spesies, pada minggu ke 2 fitoplankton yang di temukan adalah Dinophyceae, Bacillariophyceae dan Cyanophyceae dengan jumlah fitoplankton yang di temukan di setiap stasiun sebesar 27 spesies. Grafik perhitungan kelimpahan fitoplankton minggu pertama dan minggu kedua dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 6. Grafik Kelimpahan Fitoplankton Minggu 1 dan Minggu 2

Grafik diatas menunjukkan bahwa rata-rata nilai kelimpahan fitoplankton pada minggu 1 sebesar 26 ind/ml dengan kisaran 10-50 ind/ml. kelimpahan terendah terdapat pada stasiun 2 dan spesies yang ditemukan adalah *Rhizosolenia clevei*, dan kelimpahan tertinggi terdapat pada stasiun 4 dan spesies yang di temukan adalah *Gunardia fluccida*. Kedua spesies tersebut merupakan phylum Bacillariophyta. Bacillariophyta mempunyai kemampuan baik dalm menyesuaikan diri dengan lingkungan dan dapat berkembang baik dengan cepat. Hal ini di karenakan nitrat pada stasiun 4 lebih tinggi dan banyak di gunakan oleh bacillariophyta. Menurut Muntoha (2015), menyatakan bahwa kadar nitrat yang lebih dai 0,1 dapat digunakan untuk pertumbuhan fitoplankton.

Rata-rata nilai kelimpahan fitoplankton pada minggu 2 sebesar 38 ind/ml dengan kisaran 20-60 ind/ml. kelimpahan terendah terdapat pada stasiun 2 dan spesies yang ditemukan adalah *Dactyliosolen* sp. dan spesies *Trichodesmium erythraeum* masing masing merupakan phylum dari Bacillariophyta dan Cyanobacteria, serta kelimpahan tertinggi terdapat pada stasiun 4 dan spesies yang di temukan adalah *Dactyliosolen mediterraneus*. spesies tersebut merupakan phylum Bacillariophyta. Hal ini juga dijelaskan oleh Praseno dan Sugestiningsih (2000), Spesies dari kelas Bacillariophyceae merupakan spesies

yang umum ditemukan di perairan laut. Kelompok Bacillariophyceae atau lebih dikenal diatom merupakan kelompok terbesar dari algae. Ledakan populasi dari diatom di suatu perairan umumnya menandakan meningkatnya produktivitas perairan tersebut, namun blooming diatom kadangkadang dapat menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen di dalam air laut. Perairan laut Pecaron tergolong eutrofik. Tabel data Kelimpahan fitoplankton secara jelas tercantum pada **Lampiran 12** dan **Lampiran 13**.

Berdasarkan kelimpahan fitoplankton di perairan, tingkat trofik berdasarkan Landner (1976), dibagi menjadi beberapa klasifikasi yaitu sebagai berikut:

- Perairan oligotrofik merupakan perairan yang tingkat kesuburannya rendah dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 0-2000 ind/ml.
- Perairan mesotrofik merupakan perairan yang tingkat kesuburannya sedang dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 2000-15000 ind/ml.
- Perairan eutrofik merupakan perairan yang tingkat kesuburan tinggi dengan kelimpahan fitoplankton berkisar >15000 ind/ml.

4.4 Klorofil-a

Parameter klorofil-a pengamatan lapang dilakukan di perairan laut Pecaron Kabupaten Situbondo dengan cara mengambil sampel air laut pada lima stasiun yang berbeda. Sampel air laut tersebut selanjutnya dianalisis di Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan di Balai Perikanan Budidaya Air Payau Situbondo dan didapatkan hasil seperti pada **Tabel 1**. Data yang dihasilkan merupakan hasil pengamatan dari sampel yang diambil pada minggu 1 dan minggu 2 antara pukul 11.00 WIB sampai 13.00 WIB saat air pasang pada lima stasiun dengan bantuan perahu nelayan dan aplikasi GPS Tools pada Smartphone android yang menggunakan paket internet data.

Tabel 1. Data Hasil Pengamatan Klorofil-a

Stasiun	Nilai Klorofil-a		Rata-rata
	Minggu 1	Minggu 2	
1	1,7408 mg/m ³	2,8580 mg/m ³	2,2994 mg/m ³
2	1,9428 mg/m ³	2,1368 mg/m ³	2,0398 mg/m ³
3	1,4820 mg/m ³	1,7716 mg/m ³	1,6268 mg/m ³
4	2,6344 mg/m ³	2,2324 mg/m ³	2,4334 mg/m ³
5	1,9364 mg/m ³	2,3972 mg/m ³	2,1668 mg/m ³

Berdasarkan tabel data Nilai klorofil-a, rata-rata nilai klorofil-a perairan laut pada stasiun 1 sebesar 2,2994 mg/m³, stasiun 2 sebesar 2,0398 mg/m³, stasiun 3 sebesar 1,6268 mg/m³, stasiun 4 sebesar 2,4334 mg/m³, dan stasiun 5 sebesar 2,1668 mg/m³. Kondisi lapang saat pengambilan sampel pada minggu pertama keadaan awan mendung sehingga intensitas cahaya matahari di perairan laut pecaron rendah dan dapat mengubah nilai klorofil, pada minggu ke dua kondisi lapang perairan pecaron intensitas cahaya matahari yang masuk dalam perairan tinggi karena cahaya matahari tidak tertutup awan, di mana hal ini berpengaruh terhadap nilai klorofil-a. Klorofil-a juga dapat dijadikan patokan untuk menentukan tingkat kesuburan suatu perairan laut.

Menurut Hidayat (2013) konsentrasi klorofil yang dapat menjadi parameter kesuburan / produktivitas dari suatu perairan adalah berasal dari pigmen-pigmen yang ada pada fitoplankton, di mana pigmen yang paling berperan adalah klorofil-a. Oleh karena itu kandungan klorofil-a dalam perairan merupakan salah satu indikator tinggi rendahnya kelimpahan fitoplankton atau tingkat kesuburan suatu perairan. Sebaran dan tinggi rendahnya konsentrasi klorofil-a sangat terkait dengan kondisi suatu perairan. Beberapa parameter fisika dan kimia yang mengontrol dan mempengaruhi sebaran klorofil-a, adalah intensitas cahaya, nutrisi (terutama nitrat dan fosfat).

Berdasarkan hal tersebut, konsentrasi Klorofil-a di perairan laut pecaron termasuk dalam kategori kesuburan yang baik. Hal ini memperlihatkan tingkat kesuburan perairan laut pecaron termasuk kategori mesotrofik. Menurut Smith

(1984) menjelaskan bahwa perairan yang memiliki kandungan klorofil-a lebih kecil dari 1 mg chl-a/m³ termasuk oligotrofik, nilai klorofil-a 1 – 3 mg chl-a/m³ termasuk mesotrofik, nilai klorofil-a 3 - 5 mg chl-a/m³ termasuk eutrofik dan nilai klorofil-a lebih besar di 5 mg chl-a/m³ termasuk hypertrofik. Perhitungan Klorofil-a secara jelas tercantum pada **Lampiran 6** dan **Lampiran 7**.

4.5 Trophic State Index (TSI)

Trophic State Index (TSI) adalah index perhitungan sederhana yang digunakan untuk menentukan nilai kesuburan suatu perairan dengan menghubungkan 3 variabel antara lain: kecerahan, klorofil-a dan total fosfat. Berdasarkan hasil perhitungan status trofik dengan menggunakan metode TSI di ekosistem perairan laut Pecaron, Situbondo pada 5 stasiun yang telah ditetapkan maka didapatkan nilai TSI pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Trophic State Index (TSI)

	Stasiun	TSI TP	TSI Chlorofil-a	TSI SD	TSI
Minggu 1	1	4.2	49	32	28
	2	4.2	47	33	28
	3	4.2	52	35	30
	4	4.2	41	39	28
	5	4.2	47	34	28
	Rata-rata				
Minggu 2	1	4.2	39	33	25
	2	4.2	45	29	26
	3	4.2	49	33	29
	4	4.2	44	31	26
	5	4.2	43	35	27
	Rata-rata				

Tabel diatas merupakan nilai hasil perhitungan TSI yang didapatkan dari setiap stasiun selama dua kali pengulangan, didapatkan hasil rata-rata TSI total fosfat yaitu sebesar 4.2, perairan laut pecaron menurut indeks perhitungan TSI

TP tergolong perairan oligotrofik, rata-rata TSI klorofil-a yaitu berkisar antara 39-52, perairan laut pecaron menurut indeks perhitungan TSI Chlorofil-a tergolong perairan mesotrofik, serta rata-rata TSI secchi disk yaitu berkisar antara 29-39, perairan laut pecaron menurut indeks perhitungan TSI SD tergolong perairan oligotrofik. Perhitungan Trophic State Index (TSI) dapat dilihat pada **Lampiran 8** dan **Lampiran 9**.

Rata-rata TSI keseluruhan yaitu berkisar 25 -30, dimana perairan laut Pecaron bila menggunakan indeks perhitungan rata-rata TSI tergolong perairan oligotrofik. Hasil tingkat kesuburan perairan laut pecaron berdasarkan perhitungan Trophic State Index (TSI) tergolong dalam tingkat ultra oligotrofik sampai oligotrofik.

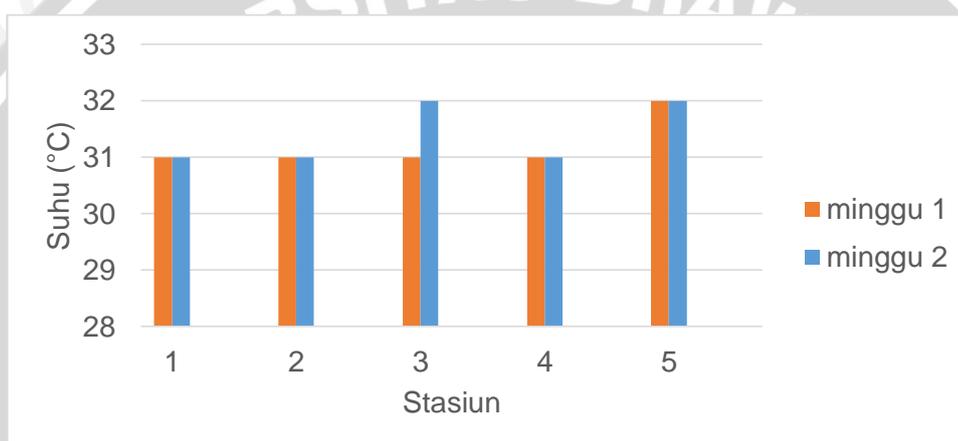
Hal ini sesuai dengan penjelasan Carlson (1977), tingkat kesuburan dikelompokkan menjadi oligotrofik (<40), mesotrofik (40-50), eutrofikasi ringan (50-60), eutrofikasi sedang (60-70), eutrofikasi berat (70-80), dan hipereutrofik (>80). Tingkat kesuburan pada ekosistem perairan laut Pecaron Situbondo tergolong ultra oligotrofik karena sedikitnya masukan limbah pencemar dari aktivitas manusia seperti limbah rumah tangga, industri dan KJA. Perairan ultra-oligotrofik adalah perairan yang sangat miskin akan unsur hara dan biomasnya, dan perairannya oligotrofik sangat jernih.

4.6 Kualitas Air

Pengukuran kualitas air merupakan faktor penting untuk menentukan status tropik di perairan laut pecaron. Parameter yang diukur meliputi 3 parameter yaitu parameter fisika (suhu, kecerahan, kecepatan arus dan salinitas), parameter kimia (pH, karbondioksida, oksigen terlarut, nitrat dan orthofosfat) serta parameter biologi (identifikasi plankton, kelimpahan plankton dan klorofil-a). Nilai rata-rata kualitas air secara keseluruhan tercantum pada **Lampiran 4**.

4.6.1 Suhu

Pengambilan sampel kualitas air ini dilakukan pada bulan April 2016 yang mana ada 2 kali ulangan dalam kurun waktu 1 minggu. Pengambilan sampel dilakukan sehari sekali pada pukul 09.00 sampai 12.00 dan pengambilan ini dimulai dari stasiun 1 sampai stasiun 5. Waktu pengukuran ini berdasarkan pada perbedaan masuknya cahaya matahari ke perairan. Suhu sangat penting diukur karena suhu merupakan faktor kualitas air yang mempengaruhi proses fotosintesis plankton yang ada di perairan laut pecaron.



Gambar 7. Grafik Suhu Perairan Laut Pecaron Situbondo

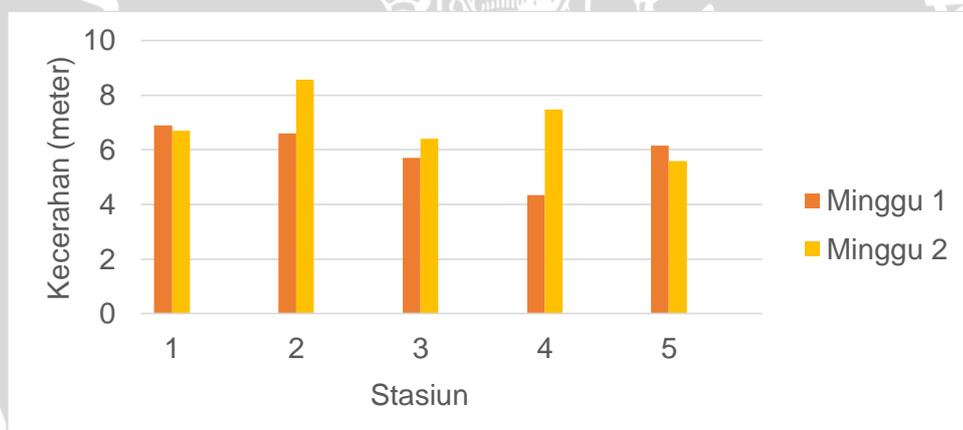
Grafik diatas menunjukkan bahwa rata-rata nilai suhu selama dua kali pengambilan sampel pada perairan laut pecaron sebesar 31,3 °C dengan kisaran 31°C-32°C. Luas dan ke dalam perairan laut menjadi salah satu faktor yang berhubungan langsung dengan sifat dasar air yang mana dapat menyerap dan menyimpan panas matahari, sebab perairan laut itu sendiri kedalamnya lebih dari 10 meter sehingga proses penyerapan panas matahari berlangsung lambat begitu juga proses pelepasan panas matahari berlangsung lambat sehingga perbedaan suhu antara stasiun 1, 2, 3, 4 dan stasiun 5 relatif sama.

Menurut Officer (1976), menyatakan bahwa suhu air laut di suatu perairan dipengaruhi oleh kondisi atmosfer dan intensitas penyinaran matahari yang masuk ke kolom perairan laut. Kisaran suhu perairan laut pecaron pada stasiun 1

sampai stasiun 5 sudah dapat dikatakan sesuai dengan baku mutu air laut yaitu suhu perairan laut pecaron berstatus alami dimana menurut (KEP NO.51/MENLH/2004), suhu perairan laut di katakan alami karena suhu perairan laut pada suatu lingkungan dalam kondisi normal dan dapat berubah setiap saat (siang, malam dan musim) yang dijelaskan pada **Lampiran 5**.

4.6.2 Kecerahan

Pengambilan sampel kecerahan dilakukan sehari sekali selama seminggu dalam kurun waktu dua minggu pada pukul 09.00 sampai 12.00 dan pengambilan ini dimulai dari stasiun 1 sampai stasiun 5. Kecerahan berhubungan langsung dengan proses fotosintesis yang dilakukan oleh plankton serta kekeruhan air sehingga parameter ini penting untuk diteliti.



Gambar 8. Grafik Kecerahan Perairan Laut Pecaron Situbondo

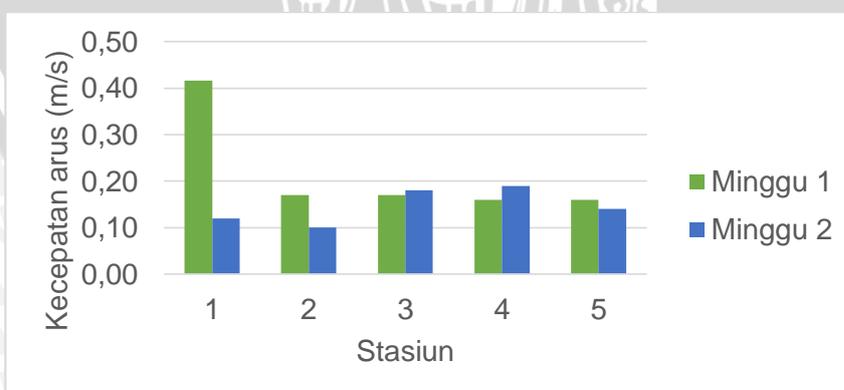
Grafik diatas menunjukkan bahwa rata-rata nilai kecerahan selama dua kali pengambilan sampel pada perairan laut pecaron sebesar 6,46 meter dengan kisaran antara 5,9 meter – 7,6 meter. Kondisi perairan laut pecaron saat dilakukan pengukuran yaitu langit sangat cerah berawan dan kondisi matahari tidak terhalang oleh awan serta Kondisi perairan laut pecaron juga terbilang cukup jernih sehingga cahaya matahari mampu menembus jauh ke kolom perairan laut. Menurut Nybakken (1992), cahaya mengakibatkan respon negatif bagi kelangsungan hidup plankton, plankton akan menjahui permukaan bila intensitas

cahaya di permukaan perairan tinggi. Sebaliknya plankton akan mendekati permukaan bila intensitas cahaya di permukaan perairan rendah.

Nilai kecerahan minggu ke 1 pada stasiun 1 rendah di karenakan pada stasiun 1 berhubungan langsung dengan rumah penduduk, tempat wisata petilasan dan vegetasi mangrove serta berada beberapa meter diatas terumbu karang serta, dari keempat aspek tersebut dapat mengakibatkan masuknya bahan organik maupun padatan tersuspensi ke perairan laut sehingga dapat mempengaruhi proses fotosintesis dan kekeruhan di perairan laut. Sesuai dengan pernyataan Muhadi (2002), mengatakan bahwa kecerahan atau kekeruhan dapat di tentukan dari jenis tanah pantainya, aktivitas yang ada di sekitar pantai serta dari aliran sungainya. Kisaran nilai kecerahan perairan laut pecaron sudah memenuhi baku mutu air laut untuk biota karena kecerahannya mencapai >5 meter (KEP NO.51/MENLH/ 2004). yang dijelaskan pada **Lampiran 5**.

4.6.3 Kecepatan Arus

Pengambilan sampel kecepatan arus dilakukan sehari sekali selama seminggu dalam kurun waktu dua minggu pada pukul 09.00 sampai 12.00 dan pengambilan ini dimulai dari stasiun 1 sampai stasiun 5. Kecepatan arus dapat dijadikan faktor persebaran plankton di perairan laut.



Gambar 9. Grafik Kecepatan Arus Perairan Laut Pecaron Situbondo

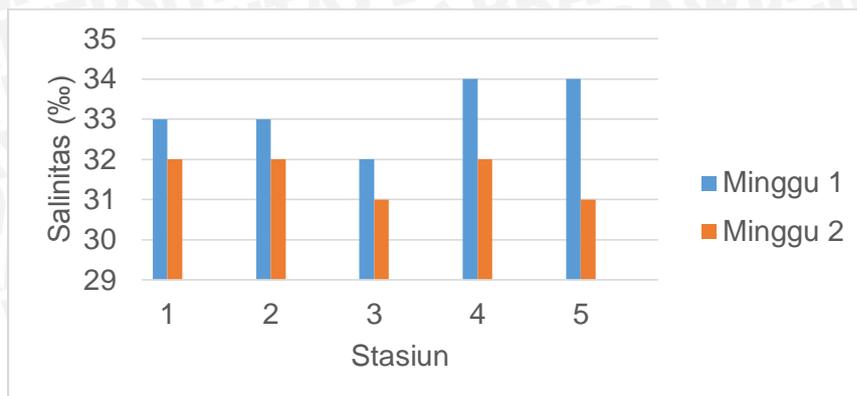
Grafik diatas menunjukkan bahwa rata-rata nilai kecepatan arus selama dua kali pengambilan sampel pada perairan laut pecaron sebesar 0,18 m/s.

Kondisi di perairan laut pecaron pada saat pengamatan menunjukkan bahwa keadaan di stasiun memiliki perbedaan kecepatan arus salah satunya di karenakan tiupan angin. Hembusan angin ini berasal dari arah selatan ke utara. Berdasarkan nilai rata-rata kecepatan arus, pada tiap stasiun menunjukkan bahwa kecepatan arus di laut pecaron tergolong dalam arus lambat. Menurut Mason (1981), menyatakan bahwa berdasarkan kecepatan arus maka perairan dikelompokkan menjadi beberapa bagian menurut kecepatannya yaitu berarus sangat lambat dengan kisaran $< 0,1$ m/s, berarus lambat dengan kisaran $0,1 - 0,25$ m/s, berarus sedang dengan kisaran $0,25 - 0,50$ m/s dan berarus cepat dengan kisaran $0,50 - 1$ m/s serta berarus sangat cepat dengan kisaran lebih dari 1 m/s.

Faktor lain yang mempengaruhi kecepatan arus adalah pasang surut dan penyebaran organisme plankton, dimana pada lokasi penelitian jarak pengambilan sampel sepanjang 1 kilometer dari daratan yang mana jarak tersebut adalah batas pasang surut air laut yang berpengaruh langsung pada kecepatan arus. Kecepatan arus yang terukur pada penelitian ini dianggap masih dapat mendukung perkembangan dan persebaran fitoplankton, hal ini di jelaskan bahwa arus mempunyai peran penting dalam pengadukan massa air yang selanjutnya dapat berpengaruh pada penambahan jumlah Nutrien dalam perairan (Nybakken, 1992).

4.6.4 Salinitas

Pengambilan sampel salinitas dilakukan sehari sekali selama seminggu dalam kurun waktu dua minggu pada pukul 09.00 sampai 12.00 dan pengambilan ini dimulai dari stasiun 1 sampai stasiun 5 . Salinitas di perairan laut mempengaruhi kehidupan organisme seperti plankton, sehingga pengukuran salinitas sangat penting dilakukan.



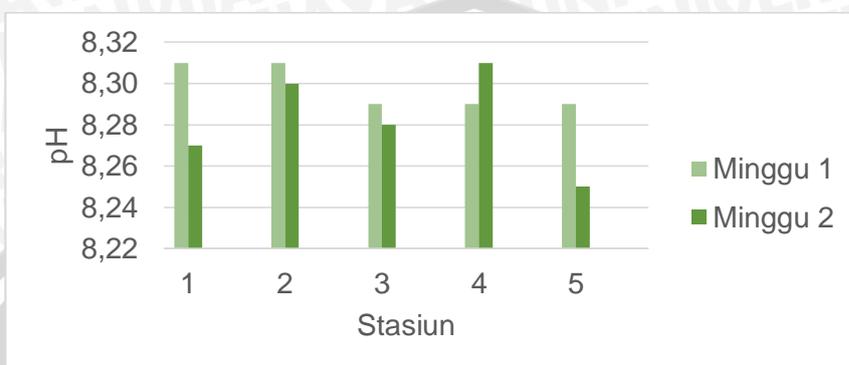
Gambar 10. Grafik Salinitas Perairan Laut Pecaron Situbondo

Grafik diatas menunjukkan bahwa rata-rata nilai salinitas perairan laut pecaron selama penelitian sebesar 32,4 ppt dengan kisaran antara 31,5 ppt 33 ppt. Kisaran salinitas di perairan laut pecaron masih tergolong alami untuk kehidupan organisme, hal ini didukung oleh pendapat Milero dan Shon (1992), yang berpendapat bahwa fitoplankton dapat berkembang dengan baik pada salinitas 15-32 ‰. Kadar garam yang ada di perairan laut pecaron terbilang memenuhi standart baku mutu air laut yang mana nilai salinitas tergolong alami (KEP NO.51/MENLH/ 2004). Nilai kadar garam di perairan pecaron dikatakan alami karena nilai kadar garamnya dapat berubah ubah sesuai dengan faktor yang dapat mempengaruhi seperti adanya masukan air tawar, curah hujan serta penguapan yang terjadi di perairan pecaron.

Kondisi nilai salinitas di perairan pecaron tergolong tinggi karena kurangnya pasokan air tawar, rendahnya curah hujan dan tingginya penguapan. Hal ini sesuai dengan pendapat Salwiyah (2011), nilai salinitas pada perairan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain curah hujan, evaporasi dan banyaknya air tawar yang masuk ke perairan, dan di perjelas dengan pernyataan Tubalawony (2007) bahwa perairan yang dipengaruhi oleh masuknya aliran sungai ke laut memiliki salinitas yang rendah bila di dibandingkan dengan perairan yang tidak dipengaruhi oleh aliran sungai nilai salinitasnya tinggi.

4.6.5 pH

Pengambilan sampel pH dilakukan sehari sekali selama seminggu dalam kurun waktu dua minggu pada pukul 09.00 sampai 12.00 dan pengambilan ini dimulai dari stasiun 1 sampai stasiun 5. pH perairan laut tergantung pada suhu air laut yang bias berdampak langsung pada proses biologis organisme laut.



Gambar 11. Grafik pH Perairan Laut Pecaron Situbondo

Grafik diatas menunjukkan bahwa rata-rata derajat keasaman di perairan laut pecaron sebesar 8,3 dengan kisaran antara 8,27-8,31 Nilai tersebut sesuai dengan baku mutu air laut untuk biota laut di mana kisaran pH-nya sebesar 7-8,5 (KEP NO.51/MENLH/ 2004). Kondisi perairan saat dilakukan pengamatan adalah perairan laut pecaron dalam kondisi basa karena nilai pH-nya lebih dari 7. Keberadaan pH di dalam laut dapat di jadikan indikator dari adanya kandungan unsur hara dan unsur-unsur kimia yang bermanfaat bagi kehidupan organisme seperti halnya plankton.

Apabila nilai derajat keasaman terlalu asam dan terlalu basa juga dapat mempengaruhi proses fisiologis pada plankton seperti proses fotosintesis dan respirasi, hal ini dapat dijelaskan oleh Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), yang menyatakan bahwa kisaran nilai pH antara 8,0-9,0 masih dapat mendukung perkembangan fitoplankton. Perairan laut maupun pesisir memiliki pH relatif stabil dan berada dalam kisaran yang sempit. Biasanya berkisar antara 7,7 – 8,4 pH dipengaruhi olah kapasitas penyangga (buffer) yaitu adanya garam-garam karbonat dan bikarbonat yang dikandungnya (Nybakkan, 1992).

Berdasarkan nilai pH maka perairan laut pecaron termasuk perairan yang memiliki produktivitas yang tinggi. Menurut Kaswadji (1993) suatu perairan dengan pH 5,5-6,5 termasuk perairan yang tidak produktif, perairan dengan pH 6,5–7,5 termasuk perairan yang produktif dan perairan dengan pH antara 7,5–8,5 mempunyai produktifitasnya tinggi. Dengan demikian, kondisi pH yang di dapatkan masih dalam batas toleransi yang wajar sehingga fitoplankton masih dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.

4.6.6 Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida di perairan pada dasarnya terdapat dalam bentuk gas karbondioksida bebas (CO₂), ion bikarbonat (HCO₃⁻), ion karbonat (CO₃²⁻), dan asam karbonat (H₂CO₃). Karbondioksida merupakan gas yang dibutuhkan oleh tumbuh-tumbuhan air, renik maupun tingkat tinggi untuk melakukan fotosintesis. Pada siang hari, karbondioksida akan diambil untuk fotosintesis sedangkan pada malam hari digunakan untuk respirasi tanaman. Akibat digunakan untuk respirasi jumlah karbondioksida dalam perairan akan mengalami penurunan. Dibawah ini merupakan hasil dari karbondioksida yang ada diperairan laut Pecaron Situbondo.

Tabel 3. Karbondioksida

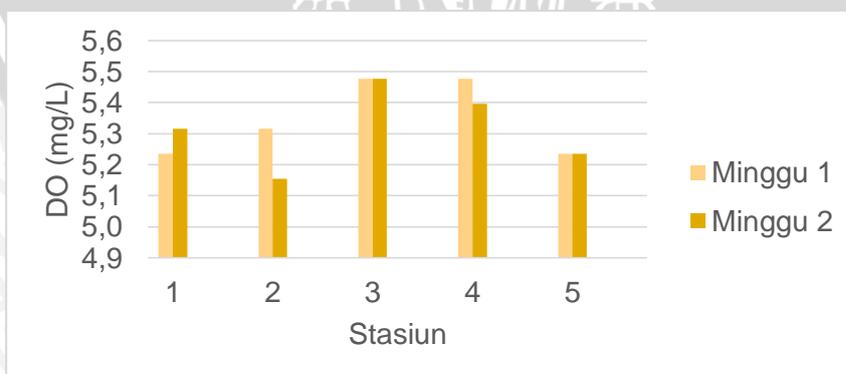
	Stasiun	Karbondioksida
Minggu 1	1	Tidak Terdeteksi
	2	Tidak Terdeteksi
	3	Tidak Terdeteksi
	4	Tidak Terdeteksi
	5	Tidak Terdeteksi
Minggu 2	1	Tidak Terdeteksi
	2	Tidak Terdeteksi
	3	Tidak Terdeteksi
	4	Tidak Terdeteksi
	5	Tidak Terdeteksi

Berdasarkan data hasil pengukuran selama 2 minggu di perairan laut Pecaron Situbondo diperoleh hasil tidak terdeteksi. Hal ini diakibatkan karena

Pada siang hari karbondioksida akan diambil untuk fotosintesis oleh tanaman sedangkan pada malam hari digunakan untuk respirasi tanaman. Akibat digunakan untuk respirasi jumlah karbondioksida dalam perairan akan mengalami penurunan. Selain itu pada perairan tawar/ payau/ laut yang mempunyai salinitas tinggi akan menyebabkan pH perairan juga tinggi atau basa. Sehingga dapat menyebabkan mengurangi CO_2 bebas yang ada di perairan. Pada perairan dengan pH 8, maka karbondioksida bebas (CO_2) dan asam karbonat (H_2CO_3) sudah tidak ditemukan lagi, yang ditemukan hanya ion bikarbonat (HCO_3^-) dan ion karbonat (CO_3^{2-}) yang mempunyai peran sebagai sistem *buffer* yang merupakan campuran dari asam lemah dan garamnya dan sistem *buffer* ini berfungsi untuk mencegah fluktuasi pH (Sudaryanti, 1995 dalam Sari, 2015). Namun pada penelitian ini karbonat dan bikarbonat di perairan tidak dialalisis.

4.6.7 Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Pengambilan sampel oksigen terlarut dilakukan sehari sekali selama seminggu dalam kurun waktu dua minggu pada pukul 09.00 sampai 12.00 dan pengambilan ini dimulai dari stasiun 1 sampai stasiun 5. Oksigen terlarut dalam perairan laut pecaron merupakan hasil dari proses fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan air baik di dalam perairan maupun di udara yang masuk kedalam perairan.



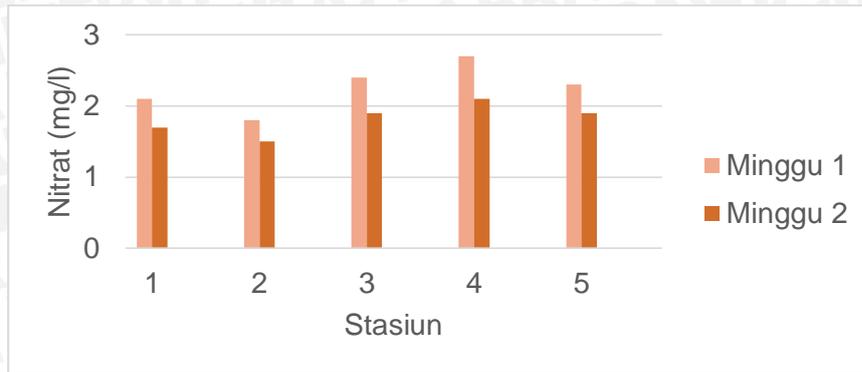
Gambar 12. Grafik Oksigen Terlarut Perairan Laut Pecaron Situbondo

Grafik diatas menunjukkan bahwa rata-rata nilai oksigen terlarut yang ada di perairan sebesar 5,33 mg/L dengan kisaran antara 5,23-5,48 mg/L, serta nilai oksigen terlarut dalam kategori tinggi yang sesuai dengan baku mutu air laut yaitu lebih dari 5 (KEP NO.51/MENLH/ 2004) yang dijelaskan pada **Lampiran 5**. Oksigen terlarut di perairan pecaron tergolong tinggi karena jumlah fitoplankton yang ada di perairan cukup tinggi sehingga adanya aktivitas respirasi dan proses fotosintesis yang di lakukan oleh fitoplankton, serta banyaknya terumbu karang dan adanya tumbuhan mangrove juga menjadi salah satu faktor tingginya nilai oksigen terlarut di perairan laut pecaron. Menurut Manik (2000), Oksigen terlarut dapat berasal dari proses fotosintesis tumbuhan air dan dari proses fotosintesis tumbuhan air dan dari udara yang masuk ke dalam air. Konsentrasi oksigen dalam air tergantung pada suhu dan tekanan udara. Pada suhu 20°C tekanan udara satu atmosfer konsentrasi oksigen dalam keadaan jenuh 9,2 ppm dan pada suhu 50°C (tekanan udara sama) konsentrasi oksigen adalah 5,6 ppm. Dengan demikian, kondisi pH yang di dapatkan masih dalam batas toleransi yang wajar sehingga fitoplankton masih dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.

Kondisi ini erat kaitannya dengan masa air yang mengandung oksigen pada kedalaman dengan kelimpahan fitoplankton dan alga hijau yang tinggi akan menghasilkan oksigen dari proses fotosintesis. Terjadinya proses fotosintesis dalam suatu perairan pada kedalaman tertentu mengindikasikan banyaknya kandungan oksigen di lokasi tersebut (Simanjutak, 2009).

4.6.8 Nitrat

Pengambilan sampel nitrat dilakukan sehari sekali selama seminggu dalam kurun waktu dua minggu. Nitrat di perairan laut digunakan untuk proses sintesis protein tumbuh-tumbuhan dan hewan serta akan membahayakan jika nilainya melebihi batas normal.



Gambar 13. Grafik Nitrat Perairan Laut Pecaron Situbondo

Grafik diatas menunjukkan bahwa rata-rata nilai nitrat sebesar 2,04 mg/L dengan kisaran konsentrasi antara 1,65-2,4 mg/L. Nilai nitrat tertinggi selama dua minggu terdapat pada stasiun 4, dikarenakan pada stasiun 4 letaknya dekat dengan bekas perindustrian yang masih beroperasi, sehingga memungkinkan untuk adanya pasokan limbah pencemar. Begitu juga Kondisi perairan laut pecaron pada stasiun 1, 2, 3, dan stasiun 5 memungkinkan untuk adanya pasokan limbah pencemar karena letak dari stasiun 1, 2, 3, dan stasiun 5 berada dekat dengan pemukiman warga, tempat wisata, tempat budidaya, perindustrian serta central keramba jaring apung.

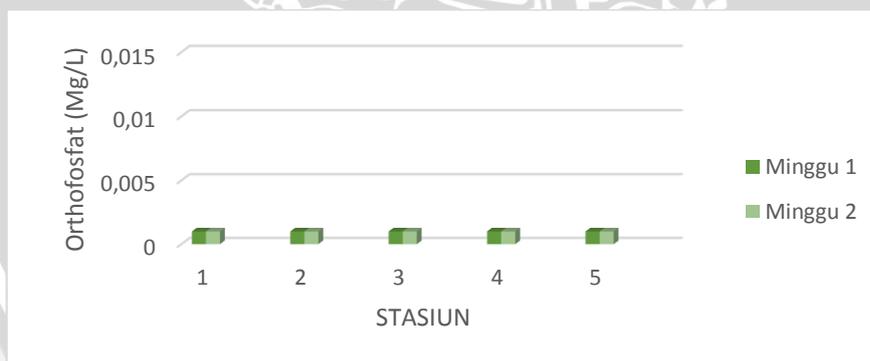
Nitrat merupakan hasil dari proses nitrifikasi yang berada didalam siklus nitrogen dan dapat digunakan untuk menentukan tingkat kesuburan perairan laut. Apabila kadar nitrat dalam suatu perairan tinggi maka perairan tersebut di katakan subur atau bagus. Semakin tinggi nilai nitrat semakin banyak pula fitoplankton yang melakukan proses fotosintesis dimana akan menghasilkan oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme laut, namun jika dalam suatu perairan memiliki kadar nitrat yang berlebih maka akan mengakibatkan dampak buruk bagi organisme, yang mana oksigen terlarut akan berkurang akibat proses dinitrifikasi yang dilakukan oleh nitrat. Kandungan nitrat dalam kadar yang berbeda dibutuhkan oleh setiap jenis alga untuk keperluan pertumbuhannya. Hal ini juga di jelaskan oleh Chu (1943) dalam Suminto (1984), menyatakan bahwa

fitoplankton dapat tumbuh optimal diperlukan kandungan nitrat antara 0,9 – 3,5 mg/l, tetapi apabila kadar nitrat dibawah 0,1 atau diatas 45 mg/l maka nitrat dapat merupakan faktor pembatas. Berdasarkan hal tersebut, konsentrasi nitrat di perairan laut pecaron termasuk dalam kategori kesuburan yang optimal jika menurut (Chu, 1943).

Namun, jika dibandingkan dengan baku mutu air laut untuk biota laut, konsentrasi maksimum nitrat tersebut telah melewati standar baku mutu karena sudah lebih dari 0,008 mg/L (KEP NO.51/MENLH/ 2004). Hal ini memperlihatkan tingkat kesuburan perairan laut pecaron termasuk kategori perairan Eutrofik jika menurut KEP NO.51/MENLH/ 2004. Hal ini dijelaskan pada **Lampiran 5**.

4.6.9 Orthofosfat

Pengambilan sampel dilakukan sehari sekali selama seminggu dalam kurun waktu dua minggu. Orthofosfat di perairan merupakan bentuk fosfat yang paling sederhana yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik.



Gambar 14. Grafik Orthofosfat Perairan Laut Pecaron Situbondo

Grafik diatas menunjukkan bahwa rata-rata nilai orthofosfat sebesar 0,001 mg/L yang mengindikasikan kesuburan perairan yang rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Liaw (1969) dalam Wardoyo (1981) bahwa perairan memiliki kadar fosfat antara 0,000 – 0,020 mg/l (kesuburannya rendah), kadar fosfat 0,021 – 0,050 mg/l (kesuburannya cukup), kadar fosfat 0,051 – 0,100 mg/l

(kesuburannya dan perairan baik), kadar fosfat 0,101 – 0,200 (kesuburannya baik sekali), dan kadar fosfat >0,201 mg/l (kesuburannya sangat baik).

Senyawa orthofosfat dalam perairan berasal dari sumber alami seperti erosi tanah, buangan dari hewan dan pelapukan tumbuhan, dan dari laut itu sendiri. Keberadaan fosfor diperairan alami biasanya relative kecil, dengan kadar yang lebih sedikit dari pada kadar nitrogen. Fosfor tidak bersifat toksik bagi manusia, hewan, dan ikan. Keberadaan fosfor secara berlebihan yang disertai dengan keberadaan nitrogen dapat mengurangi pertumbuhan algae di perairan (algae bloom). Berdasarkan hal tersebut, konsentrasi orthofosfat di perairan laut pecaron termasuk dalam kategori kesuburan yang baik. Hal ini memperlihatkan tingkat kesuburan perairan laut pecaron termasuk kategori mesotrofik.

4.7 Tingkat Kesuburan Perairan Laut Pecaron

Hubungan Nitrogen dan fosfor terhadap kelimpahan fitoplankton tidak selalu sama artinya ketika nilai nitrat atau fosfat diperairan tinggi maka tidak selalu kelimpahan fitoplankton juga tinggi tergantung dari masing-masing jenis fitoplankton yang terdapat diperairan tersebut. Pada perairan Laut Pecaron, Desa Pecaron, Kecamatan Panarukan Situbondo, Jawa Timur tergolong perairan menurut index perhitungan TSI tergolong oligotrofik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

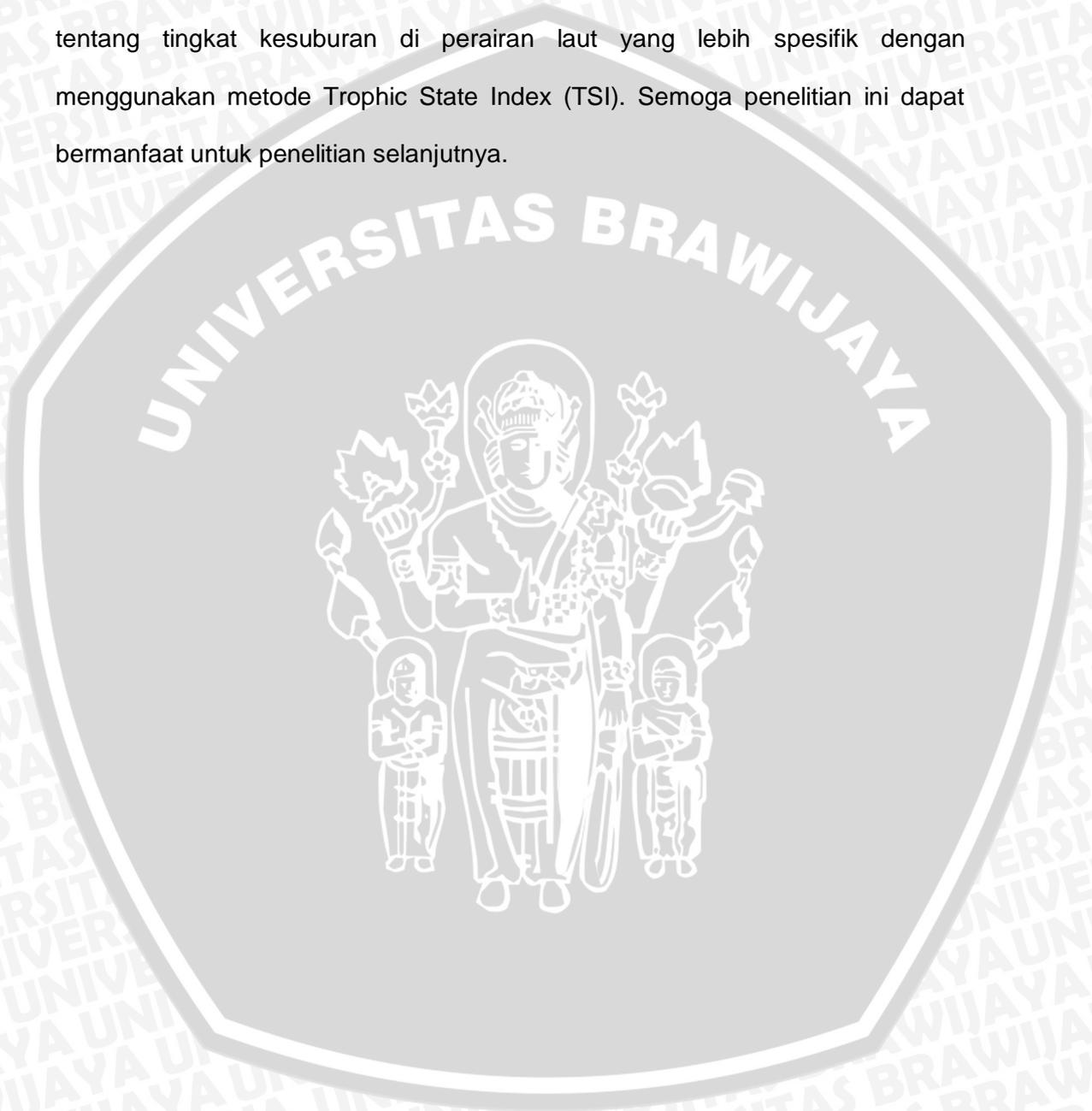
Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tentang tingkat kesuburan perairan laut berdasarkan indeks perhitungan TSI kecamatan Panarukan, kabupaten Situbondo, Jawa Timur adalah sebagai berikut:

1. Hasil Rata-rata kualitas air selama 2 minggu yaitu nilai suhu pada berkisar antara 31 -32 °C, nilai Kecerahan sedalam 5,9-7,6 meter, nilai kecepatan arus sebesar 0,14-0,27 m/s, nilai salinitas sebesar 31,5-33 ‰, nilai pH sebesar 8,27-8,31, nilai Oksigen terlarut sebesar 5,23-5,48 mg/L, nilai nitrat sebesar 1,65-2,4 mg/L, nilai orthofosfat sebesar 0,001 mg/L dan nilai kelimpahan fitoplankton sebesar 20-60 ind/ml serta nilai klorofil-a yang di dapatkan sekisar 1,6268-2,4334 mg/m³. Berdasarkan hasil penelitian nilai kualitas air yang didapatkan masih tergolong baik untuk pertumbuhan organisme perairan. Pada kriteria kesuburan nilai nitrat tergolong dalam perairan mesotrofik, nilai orthofosfat tergolong dalam perairan oligotrofik serta kelimpahan fitoplankton tergolong oligotrofik dan klorofil-a tergolong perairan mesotrofik.
2. Tingkat kesuburan perairan laut Pecaron Situbondo bila menggunakan index perhitungan TSI tergolong perairan oligotrofik (<40) Oligotrofik, adalah perairan yang miskin unsur hara dan produktivitas rendah (produktivitas primer dan biomassa rendah). Perairan ini memiliki ciri kadar nitrogen dan fosfor yang rendah, kaya oksigen, jernih tapi miskin organisme. Sedikitnya organisme dikarenakan fitoplankton tidak produktif.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini yaitu pemilihan dan penentuan lokasi, karena hasil dari penelitian ini laut pecaron tergolong oligotrofik

maka, seperti faktor-faktor yang menyebabkan tidak subur nya suatu perairan laut dan harus lebih di perhatikan, salah satunya dapat dikarenakan banyaknya bahan organik yang ada di laut itu sendiri serta adanya masukan limbah dari pemukiman yang melalui aliran sungai ke perairan laut. Diharapkan ada penelitian lebih lanjut tentang tingkat kesuburan di perairan laut yang lebih spesifik dengan menggunakan metode Trophic State Index (TSI). Semoga penelitian ini dapat bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Abida, I. W. 2010. Struktur Komunitas Dan Kelimpahan Fitoplankton Di Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo. *Jurnal Kelautan*, Vol.3 (1).
- Arfiati, D. 2001. *Limnologi Sub Bahasan Kimia Air*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Arifin, R. 2009. *Distribusi Spasial dan Temporal Biomassa Fitoplankton (Klorofil-a) dan Keterkaitannya Dengan Kesuburan Perairan Estuari Sungai Brantas, Jawa Timur*. Skripsi. IPB. Bogor.
- Aunorohim, D. Saptarini dan D. Yanthi. *Fitoplankton Penyebab Harmful Algae Blooms (HABs) Di Perairan Sidoarjo*. Institut Sepuluh November: Surabaya.
- Ayuningsih, M. S., I. B. Hendrarto dan P. W. Purnomo. 2014. *Distribusi Kelimpahan Fitoplankton Dan Klorofil-A Di Teluk Sekumbu Kabupaten Jepara: Hubungannya Dengan Kandungan Nitrat Dan Fosfat Di Perairan*. *Management Of Aquatic Resources*, Vol.3(2):138-147.
- Barus, T.A. 2002. *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau*. Fakultas MIPA USU. Medan .130 Hal.
- Boyd, J.H. 1988. *Water Quality In Warm Water Fish Ponds*. Fourth Printing. Auburn University Agriculture Experiment Station, Alabama, USA. 359p.
- Carlson, R.E. 1977. *A Trophic State Index for Lakes*. *Limnology and Oceanography*, 22(2):361-369
- Chrimadha, T., G. S. Haryani, M. Fakhrudin dan P. E. Hehanussa. 2011. *Aplikasi ekohidrologi dalam pengelolaan danau*. *Prosiding Seminar Nasional Ekohidrologi*. p. 25-44.
- Dinas Kelautan dan Perikanan. *Laporan Produksi Tahun 2016*. Situbondo: Dinas kelautan dan Perikanan Situbondo. : Edward dan J.M. Manik. (1987). *Kandungan Zat Hara Fosfat di Teluk Ambon pada Musim Timur dan Musim Barat*. *Teluk Ambon, Biologi, Perikanan, Oseanografi dan Geologi (Soemodihardjo dkk Eds): 112-116*.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Cetakan Pertama. Kanisius. Yogyakarta.
- Fachrul, F.M., H. Haeruman, & L.C. Sitepu. 2005. *Komunitas fitoplankton sebagai bio-indikator kualitas perairan Teluk Jakarta*. *Seminar Nasional MIPA 2005*. FMIPA-Universitas Indonesia, 24-26 November 2005, Jakarta.
- Google Earth. 2016. <http://www.googleearth.com>. di akses pada hari senin tanggal 24 januari 2016 pukul 18.00.
- Gypens, N., A.V. Borges, & C. Lancelot. 2009. *Effect of eutrophication on air-sea CO2 fluxes in the coastal Southern North Sea: a model study of the past 50 years*. *Global Change Biology*, 15:1040-1056.
- Hapsari, D. 2006. *Hubungan antara produktivitas primer Fitoplankton dengan distribusi ikan di Ekosistem perairan rawa pening Kabupaten semarang*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

- Hariyadi, S., Suryadiputra dan B. Widigdo. 1992. *Limnologi Penuntun Praktikum Dan Metode Kualitas Air*. Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Hidayat, T. 2013. *Penggunaan Metode Matching Untuk Penentuan Kesesuaian Lokasi Budidaya Rumput Laut Di Kabupaten Sumenep Menggunakan Sistem Informasi Geografi*.SCAN. Vol. 8(03).
- Howart, R., D. Anderson, J. Cloern, C. Elfring, C. Hopkinson, B. Lapointe, T. Malone, N. Marcus, K. McGlathery, A. Sharpley, & D. Walker. 2000. *Nutrient pollution of coastal rivers, bays, and seas*. *Issues Ecol.* 7: 1-15.
- Huboyo, H. S. dan B. Zaman. 2007. *Analisis Sebaran Temperatur Dan Salinitas Air Limbah Pltu-Pltgu Berdasarkan Sistem Pemetaan Spasial (Studi Kasus: Pltu-Pltgu Tambak Lorok Semarang)*. *Jurnal Presipitasi*, Vol 3(2).
- Hutagalung, H.P & A. Rozak. 1997. *Metode Analisis air laut, sedimen dan biota*. Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI, Jakarta.
- Isnansetyo, A dan Kurniastuty.,1995, *Teknik kultur phytoplankton dan zooplankton*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Jones-Lee, A., & G.F Lee. (2005). *Eutrophication (Excessive Fertilization)*. *Water Encyclopedia: Surface and Agricultural Water*. Wiley, Hoboken, NJ. P 107-114.
- Kaban, S., E. Prianto, dan Solekha. 2010. *Telaah Salinitas dan Oksigen Terlarut di Muara Sungai Pantai Timur Sumatera*. *Seminar Prosiding Nasional Limnologi*. 5: 47 – 51.
- Kaswadi, dkk. 1993. *Produktivitas Primer dan Laju Pertumbuhan Fitoplankton di Perairan Pantai Bekasi*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*.
- Kemka, N.,Njina, Togouet, S.H.Z., Menbohan, Nola, Monkiedje, A.,Nivitegeka, and P Compere. 2006. *Eutrophication of Lakes in Urbanized Areas : The case of Younde Municipal Lake in Cameroon, Central Africa*. *Lakes and Reservoirs. Research and Management*. 11 (1). Hlm. 47 – 55.
- KEPMENLH (Menteri Negara Lingkungan Hidup). 2004. *Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.KEP-51/MENLH/ 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut, Lampiran III*.
- Kordi, K. Dan M. Ghufan H. 2000. *Budidaya Kepiting Dan Ikan Bandeng Di Tambak Sistem Polikultur*. Penerbit Dahara Prize. Semarang.
- Landner, L. 1976. *Eutrophication of Lakes*. *World Health Organization Regional Office for Europe*.
- Malisan, J. 2010. *Kajian Pencemaran Laut dari Kapal dalam Rangka Penerapan PP Nomor 21 Tahun 2010 Tentang Perlindungan Lingkungan Laut*. *J. Pen. Transla.* Vol. 13(1). Hlm: 1-77.
- Manik, K.E.S, 2003. *Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Djambatan. Jakarta.
- Mason, C. F. 1981. *Biology of Freshwater Pollution*. Longman. New York.
- Milero, F.J. and M.L. Sohn. 1992. *Chemical Oceanography*. CRC Press Inc. London. 531 pp.
- Muhadi, A. P. 2002. *Kajian Struktur Komunitas Fitoplankton Dan Hubungan Dengan Beberapa Faktor Oceanografi Di Muara Sungai Ketiwon Tegal*.Skripsi.IPB.Bogor.

- Muntoha. 2015. Estimasi primer di perairan laut paciran Lamongan Jawa Timur menggunakan Pendekatan Metode Klorofil-a. Skripsi.
- Nixon, S. W. & B. A. Buckley. 2002. "A Strikingly Rich Zone"-Nutrient enrichment and secondary production in coastal marine ecosystems. *Estuaries* 25 (4b): 782-796.
- Nuchsin, R. 2007. Distribusi vertical bakteri dan kaitannya dengan konsentrasi klorofil-a di perairan Kalimantan Timur. *Makara, Sains*. Vol 11 (1): 10-15.
- Nugraha, Y., H. Kuslani dan R. Sarbini. 2013. Teknik Sampling Dan Memperkirakan Kelimpahan Fitoplankton Pada Ekosistem Mangrove Di Sekitar P. Parang, Kep. Karimunjawa. *BTL*. Vol 1(2): 45-49.
- Nuriya, H., Z. Hidayah dan A. F. Syah. 2010. Analisis Parameter Fisika Kimia di Perairan Sumene Bagian Timur dengan Menggunakan citra Landsat TM 5. *Jurnal Kelautan*, vol 3(2).
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Terjemahan Oleh H. Muh. Eidman. PT. Gramedia. Jakarta.
- Oczkowski A., & S. Nixon. 2007. Increasing nutrient concentrations and the rise and fall of a coastal fishery; a review of data from the Nile Delta, Egypt. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 77: 309-319.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamental of ecology*. W.B. Saunders Co. Philadelphia.
- Officer, C.B. 1976. *Physical oceanography of estuaries and associated coastal waters*. Jhon Willey and Sons. New York, 465 pp.
- Papush, L. & A. Danielsson. 2006. Silicon in the marine environment: Dissolved silica trends in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 67: 5366.
- Pescod, M.B. 1973. *Investigation of Rational Effluent and Stream Standard for Tropical Countries*. London: AIT.
- Praseno, D.P. dan Sugestiningih., 2000, *Red tide di perairan Indonesia*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI, Jakarta
- Prasetyaningtyas, T., B. Priyono dan T. A. Pribadi. 2012. Keanekaragaman Plankton Di Perairan Tambak Ikan Bandeng Di Tapak Tugurejo, Semarang. *Unnes Journal of life science*.
- Prianto, T.Z.U., R. Aryawati. 2013. Pola sebaran konsentrasi klorofil-a di Selat Bangka dengan menggunakan citra aqua modis. *Maspari Journal*. Vol 5(1): 22-33.
- Quano. 1993. *Training manual on assesment of the quality and type of land based pollution discharges into the marine and coastal environment*. UNEP. Bangkok.
- Rahmat, P. S. 2009. *Penelitian Kualitatif*. *Equilibrium*. 5(9): 1-8.
- Risamasu, F.J.L dan Prayitno, H.B. 2011. Kajian Zat Hara Fosfat, Nitrat dan Silikat Diperairan Kelulauan Matasari, Kalimantan Selatan. *Ilmu Kelautan*. Vol, 16(3) 135-142.
- Salwiyah. 2011. Kondisi Kualitas Air Sehubungan Dengan Kesuburan Perairan Sekitar Pitu Nii Tanasa Kabupaten Konawe Provinsi Sulawesi Tenggara. *WARTA – WIPTEK*. Vol 18(02).

- Santosa R. W. 2013. Dampak Pencemaran Lingkungan Laut Oleh Perusahaan Pertambangan Terhadap Nelayan Tradisional. *Lex Administratum*. Vol. 1 No. 2.
- Santoso A. D. 2007. Kandungan Zat Hara Fosfat Pada Musim Barat dan Musim Timur Di Teluk Harun Lampung. *J. Tek. Ling.* Vol. 8(3), Hal: 207-210.
- Sari, E. T dan Usman. 2012. Studi Parameter Fisika dan Kimia Daerah Penangkapan Ikan Perairan Selat Asam Kabupaten Kepulauan Meranti Propinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 17 (1) : 88-100.
- Simanjuntak, M. 2007. Oksigen Terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka. *Ilmu Kelautan*. 12(2): 59 – 66.
- _____. 2009. Hubungan Faktor Lingkungan Kimia, Fisika Terhadap Distribusi Plankton Di Perairan Belitung Ti Mur, Bangka Belitung. *Jurnal Perikanan*, Vol 11(1): 31-45.
- _____. 2012. Kualitas Air Laut Ditinjau Dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut Dan Ph Di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol 4(2): 290-303.
- Smith, 1984. *Marine Coastal Plankton and Marine Invertebrata Larvae*. Parco Scientific. Co.ie.
- Smith, V. H., G. D. Tilman, & J. C. Nekola. 1999. Eutrophication: Impact of excess nutrient input on freshwater, marine and terrestrial ecosystems. *Environmental Pollution*, 100: 179-196
- SNI. 1990. Bidang Pekerjaan umum Mengenai KUALITAS AIR Edisi 1990 SK SNI M – 49-1990 03. DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM.
- SNI. 2006. Produksi Kelas Pembesaran Di Kolam. (SNI 01-7241-2006).
- Soegiharto, A. 1976. Sumber-sumber pencemaran. Seminar pencemaran laut. LON – LIPI. ISOI. Jakarta.
- Subarjanti, H.U. 2015. Pengantar Ekologi Perairan. FPIK UB. Malang.
- Sudarto, W. Patty, dan A. A. Tarumingkeng. 2013. Kondisi Arus Permukaan di Perairan Pantai: Pengamatan dengan Metode Lagrangian. *Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap*. 1(3): 98 – 102.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif R & D*. CV. Alfabeta. Jakarta.
- Suminto, 1984. Pencemaran Lingkungan. Seminar pengendalian pencemaran. Bagian Akuakultur fakultas Perikanan; IPB. Bogor
- Sunarto. 2008. Karakteristik biologi dan peranan plankton bagi ekosistem laut. Karya ilmiah. Fakultas perikanan dan ilmu kelautan.
- Sunyono. 2011. Teknik Wawancara (Interview) Dalam Penelitian Kualitatif. Fakultas Pascasarjana UNESA. Surabaya.
- Suryabrata, S. 2002. *Metodel Penelitian*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 115 hlm.
- Susanti, M. 2010. Kelimpahan dan distribusi plankton di perairan waduk kedungombo. Skripsi.
- Tangio, J. S. 2013. Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dengan Menggunakan Biomassa Enceng Gondok (*Eichhorniacrassipes*). *Jurnal Entropi*, Vol 8(1).

- Tubalawony, S. 2007. Kajian Klorofil-a dan Nutrien Serta Interelasinya dengan Dinamika Massa Air di Perairan Barat Sumatra dan Selatan Jawa-Sumbawa. Sekolah PascaSarjana. IPB: Bogor.
- Uno, S. 1983. Distribution and standing stock o chlorophyll a in the Antartic ocean. Proc. Of the Fifth Symp. Of Antartic Biology: 20-27.
- Vuilleman M.H, Tusseau, 2001. Do food processing industries contribute to the eutrophication of aquatic systems Ecotoxicol. Environ.
- Wandasari, N.D. 2013. Perlakuan Akuntansi Atas PPH Pasal 21 Pada PT. Artha Prima Finance. Mobagu.
- Wardoyo, S.T.H. 1981. Kriteria Kualitas Air Untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan Training Analisa Dampak Lingkungan. PSUDI-PSL, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Weyl, P. K. 1970. Oceanography an introduction to marine enviroentment. John Wiley and Sons Inc. new York.
- Wijaya, H. K. 2009. Komunitas Perifiton dan Fitoplankton serta Parameter FisikaKimia Perairan sebagai Penentu Kualitas Air di Bagian Hulu Sungai Cisadane, Jawa Barat. Skripsi. FPIK IPB. Bogor.
- Yuningsih, H.D., P.Soedarsono, S.Anggoro. 2014. Hubungan bahan organik dengan produktivitas perairan pada kawasan tutupan eceng gondok, perairan terbuka dan keramba jaring apung di Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah. Diponegoro Journal of Maquares. Vol 3(1): 37-43.
- Zulfia, N. dan Aisyah. 2013. Status Trofik Perairan Rawa Pening Ditinjau Dari Kandungan Unsur Hara (No3 Dan Po4) Serta Klorofil-a. BAWAL, Vol 5(3): 189-199.



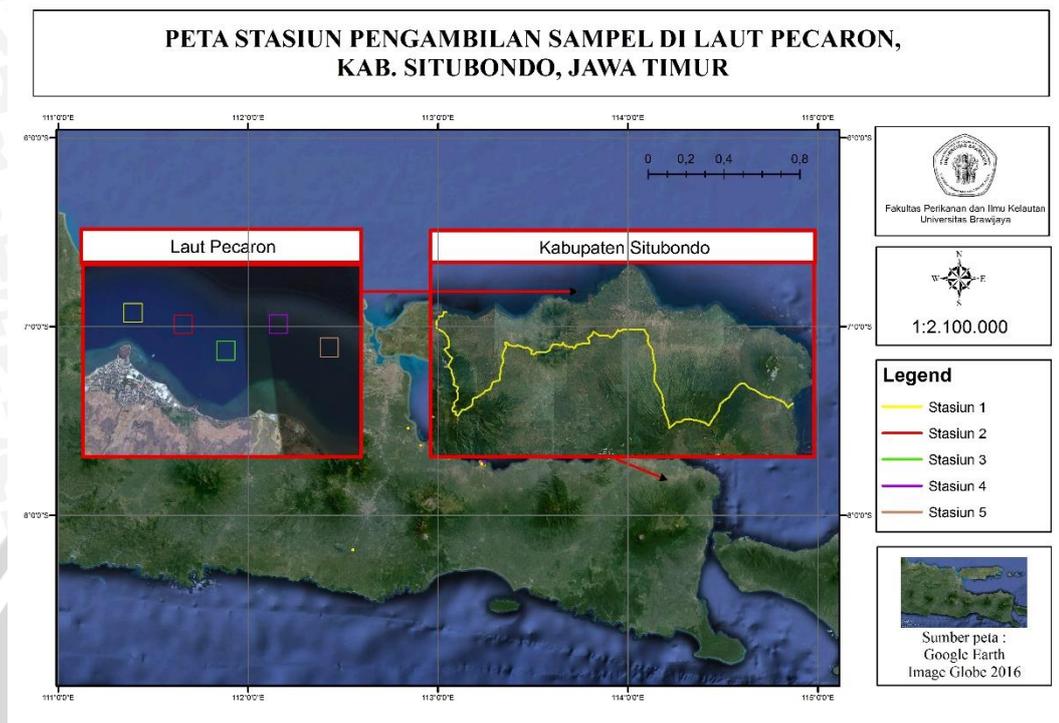
LAMPIRAN

Lampiran 1: Alat dan Metode

No	Parameter	Alat dan Metode	Tempat Pengambilan
Parameter Fisika			
1	Suhu (°C)	Thermometer Hg/ Visual	In Situ
2	Kecerahan (m)	Secchi Disk/ Visual	In Situ
3	Kecepatan Arus (m/s)	Current meter/ Visual	In Situ
4	Salinitas ‰	Refraktometer/ Visual	Laboratorium
Parameter Kimia			
1	pH	PH meter	Laboratorium
2	Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen) (mg/L)	Titrimetrik	Laboratorium
3	Karbon dioksida (CO ₂) (mg/L)	Titrimetrik	Laboratorium
4	N (Nitrat) (mg/L)	Kolorimetrik	Laboratorium
5	P (Orthofosfat) (mg/L)	Spektrofotometrik	Laboratorium
Parameter Biologi			
1	Fitoplankton (ind/ml)	Mikroskop binokuler/Visual	Laboratorium
2	Klorofil-a (mg/m ³)	Spektrofotometrik	Laboratorium



Lampiran 2. Gambar Peta Lokasi Penelitian



Keterangan :

- : **Stasiun 1** dengan titik koordinat $7^{\circ}40'27''$ - $7^{\circ}40'31''$ (LS) dan $113^{\circ}52'6''$ - $113^{\circ}52'10''$ (BT).
- : **Stasiun 2** dengan titik koordinat $7^{\circ}40'32''$ - $7^{\circ}40'36''$ (LS) dan $113^{\circ}52'26''$ - $113^{\circ}52'30''$ (BT).
- : **Stasiun 3** dengan titik koordinat $7^{\circ}40'42''$ - $7^{\circ}40'46''$ (LS) dan $113^{\circ}52'41''$ - $113^{\circ}52'45''$ (BT)
- : **Stasiun 4** dengan titik koordinat $7^{\circ}40'31''$ - $7^{\circ}40'35''$ (LS) dan $113^{\circ}53'2''$ - $113^{\circ}53'6''$ (BT)
- : **Stasiun 5** dengan titik koordinat $7^{\circ}40'40''$ - $7^{\circ}40'44''$ (LS) dan $113^{\circ}53'21''$ - $113^{\circ}53'25''$ (BT)

Lampiran 3. Denah Stasiun Pengambilan Sampel



Keterangan:

 : Stasiun 1

 : Stasiun 2

 : Stasiun 3

 : Stasiun 4

 : Stasiun 5



Lampiran 4. Data Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air Rata-rata di Perairan Laut Pecaron Situbondo.

Parameter	Stasiun					Baku Mutu Air Laut
	1	2	3	4	5	
Suhu (°C)	31	31	31,5	31	32	Alami
Kecerahan (m)	6,8	7,6	6,05	5,95	5,9	>5
Kecepatan Arus (m/s)	0,27	0,14	0,18	0,18	0,15	-
Salinitas (‰)	32,5	32,5	31,5	33	32,5	Alami
pH	8,29	8,305	8,285	8,3	8,27	7 - 8,5
Karbondioksida (mg/L)	0	0	0	0	0	-
Oksigen Terlarut (mg/L)	5,3	5,2	5,5	5,4	5,2	>5
Nitrat (mg/L)	1,9*	1,65*	2,15*	2,4*	2,1*	<0,008
Orthofosfat (mg/L)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	<0,015
Kelimpahan Plankton (ind/ml)	25 ind/ml	15 ind/ml	35 ind/ml	45 ind/ml	40 ind/ml	Tidak Blooming
Klorofil-a (mg/m ³)	2,2994	2,0308	1,6268	2,4334	2,1668	-

Keterangan:

* = Melebihi Baku Mutu Air Laut (KEPMENLH 2004)

Alami = Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).

Tidak Blooming = Tidak bloom adalah tidak terjadi pertumbuhan yang berlebihan yang dapat menyebabkan eutrofikasi. Pertumbuhan plankton yang berlebihan dipengaruhi oleh nutrisi, cahaya, suhu, kecepatan arus, dan kestabilan plankton itu sendiri.

Lampiran 5. Kepmen LH No.51 Tahun 2004

Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut

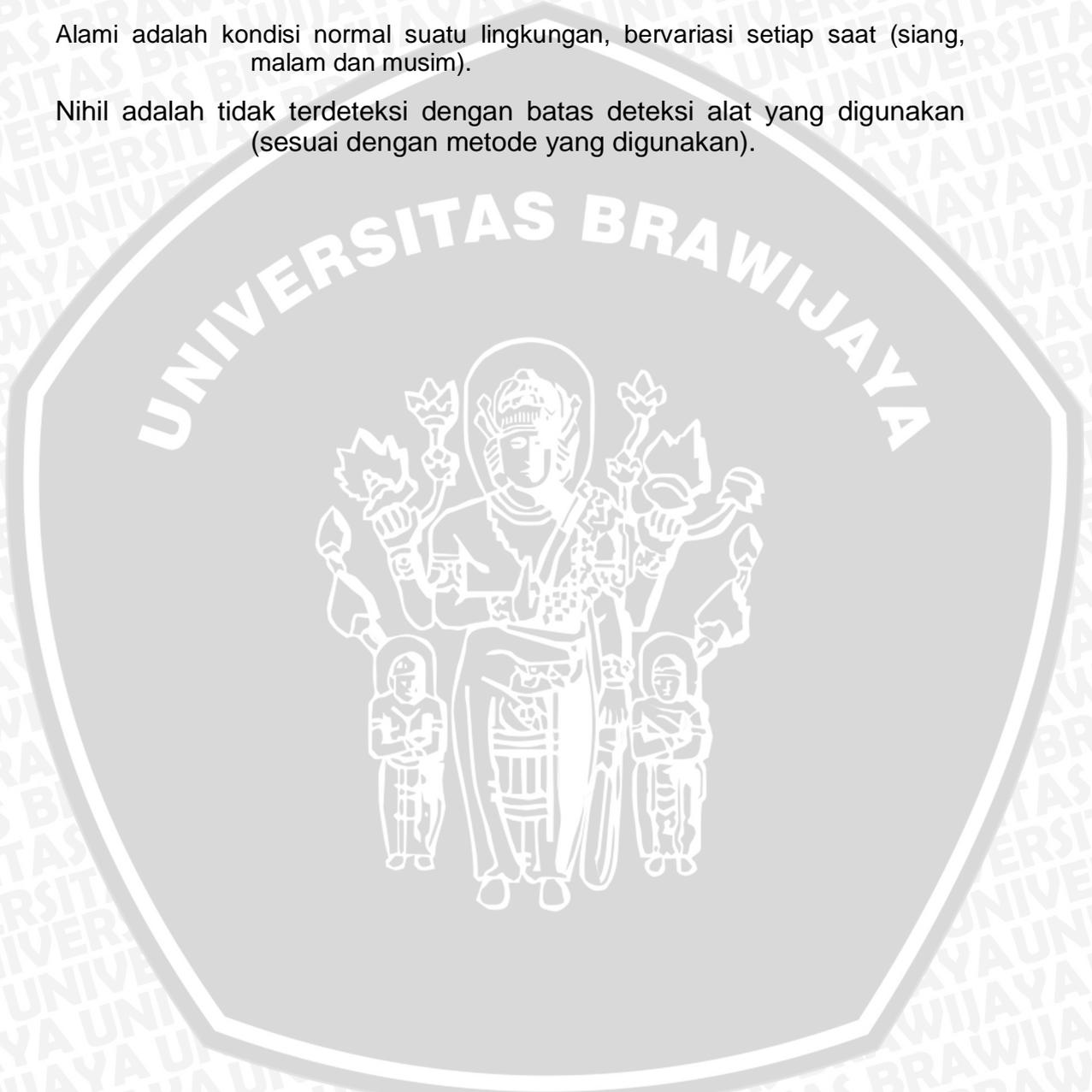
No	Parameter	Satuan	Baku Mutu
FISIKA			
1	Kecerahan	m	Coral : >5 Mangrove : - Lamun : >3
2	Kebauan	-	Alami
3	Kekeruhan	NTU	<5
4	Padatan tersuspensi total	mg/l	Coral : 20 Mangrove: 80 Lamun : 20
5	Sampah	-	Nihil
6	Suhu	°C	Alami Coral : 28-30 Mangrove: 28-32 Lamun: 28-30
7	Lapisan minyak	-	Nihil
KIMIA			
1	pH	-	7-8,5
2	Salinitas	‰	Alami Coral: 33-34 Mangrove: s/d 34 Lamun: 33-34
3	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	>5
4	BOD5	mg/l	20
5	Ammonia total (NH3-N)	mg/l	0,3
6	Fosfat (PO4-P)	mg/l	0,015
7	Nitrat (NO3-N)	mg/l	0,008
8	Sianida (CN-)	mg/l	0,5
9	Sulfida (H2S)	mg/l	0,01
10	PAH (poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11	Senyawa fenol total	mg/l	0,002
12	PCB total (poloklor bifenil)	µl	0,01
13	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
14	Minyak dan lemak	µl	1
15	Pestisida	µl	0,01
16	TBT (tributil tin)	µl	0,01
BIOLOGI			
1	Coliform (total)	MPN/100ml	1000
2	Patogen	Sel/100 ml	Nihil
3	Plankton	Ind/ml	Tidak <i>blooming</i> *

Lampiran Lanjutan:

Tidak *blooming* adalah tidak terjadi pertumbuhan yang berlebihan yang dapat menyebabkan eutrofikasi. Pertumbuhan plankton yang berlebihan dipengaruhi oleh nutrisi, cahaya, suhu, kecepatan arus, dan kestabilan plankton itu sendiri.

Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).

Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan).



Lampiran 6. Perhitungan klorofil-a tanggal 11 April 2016

• Stasiun 1 :

$$\begin{aligned} \text{klorofil } a &= \frac{[(11,48 \times E664) - (1,54 \times E647) - (0,08 \times E630)] \times Vc}{Vs \times d} \\ &= \frac{[(11,48 \times 0,009) - (1,54 \times 0,010) - (0,08 \times 0,011)] \times 10}{0,5 \times 1} \\ &= \frac{0,8704}{0,5} \\ &= 1,7408 \end{aligned}$$

• Stasiun 2 :

$$\begin{aligned} \text{klorofil } a &= \frac{[(11,48 \times E664) - (1,54 \times E647) - (0,08 \times E630)] \times Vc}{Vs \times d} \\ &= \frac{[(11,48 \times 0,010) - (1,54 \times 0,011) - (0,08 \times 0,009)] \times 10}{0,5 \times 1} \\ &= \frac{0,9714}{0,5} \\ &= 1,9428 \end{aligned}$$

• Stasiun 3 :

$$\begin{aligned} \text{klorofil } a &= \frac{[(11,48 \times E664) - (1,54 \times E647) - (0,08 \times E630)] \times Vc}{Vs \times d} \\ &= \frac{[(11,48 \times 0,008) - (1,54 \times 0,011) - (0,08 \times 0,010)] \times 10}{0,5 \times 1} \\ &= \frac{0,741}{0,5} \\ &= 1,482 \end{aligned}$$

• Stasiun 4 :

$$\begin{aligned} \text{klorofil } a &= \frac{[(11,48 \times E664) - (1,54 \times E647) - (0,08 \times E630)] \times Vc}{Vs \times d} \\ &= \frac{[(11,48 \times 0,014) - (1,54 \times 0,018) - (0,08 \times 0,016)] \times 10}{0,5 \times 1} \end{aligned}$$

$$= \frac{1,3172}{0,5}$$

$$= 2,6344$$

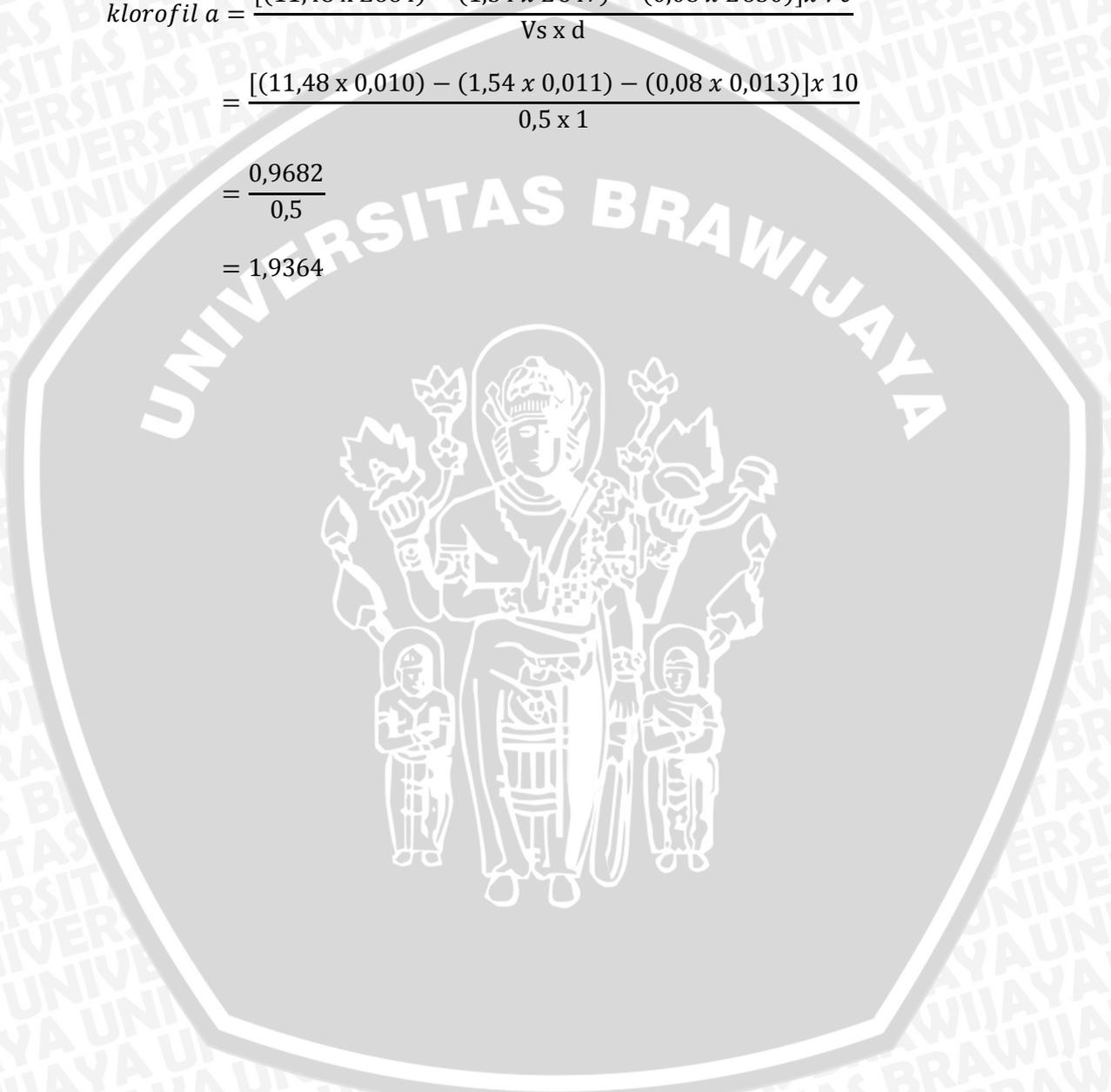
- **Satsiun 5 :**

$$\text{klorofil } a = \frac{[(11,48 \times E664) - (1,54 \times E647) - (0,08 \times E630)] \times V_c}{V_s \times d}$$

$$= \frac{[(11,48 \times 0,010) - (1,54 \times 0,011) - (0,08 \times 0,013)] \times 10}{0,5 \times 1}$$

$$= \frac{0,9682}{0,5}$$

$$= 1,9364$$



Lampiran 7. Perhitungan klorofil-a tanggal 18 April 2016

• Stasiun 1 :

$$\begin{aligned} \text{klorofil } a &= \frac{[(11,48 \times E664) - (1,54 \times E647) - (0,08 \times E630)] \times Vc}{Vs \times d} \\ &= \frac{[(11,48 \times 0,014) - (1,54 \times 0,011) - (0,08 \times 0,011)] \times 10}{0,5 \times 1} \\ &= \frac{1,429}{0,5} \\ &= 2,858 \end{aligned}$$

• Stasiun 2 :

$$\begin{aligned} \text{klorofil } a &= \frac{[(11,48 \times E664) - (1,54 \times E647) - (0,08 \times E630)] \times Vc}{Vs \times d} \\ &= \frac{[(11,48 \times 0,011) - (1,54 \times 0,012) - (0,08 \times 0,012)] \times 10}{0,5 \times 1} \\ &= \frac{1,0684}{0,5} \\ &= 2,1368 \end{aligned}$$

• Stasiun 3 :

$$\begin{aligned} \text{klorofil } a &= \frac{[(11,48 \times E664) - (1,54 \times E647) - (0,08 \times E630)] \times Vc}{Vs \times d} \\ &= \frac{[(11,48 \times 0,009) - (1,54 \times 0,009) - (0,08 \times 0,011)] \times 10}{0,5 \times 1} \\ &= \frac{0,8858}{0,5} \\ &= 1,7716 \end{aligned}$$

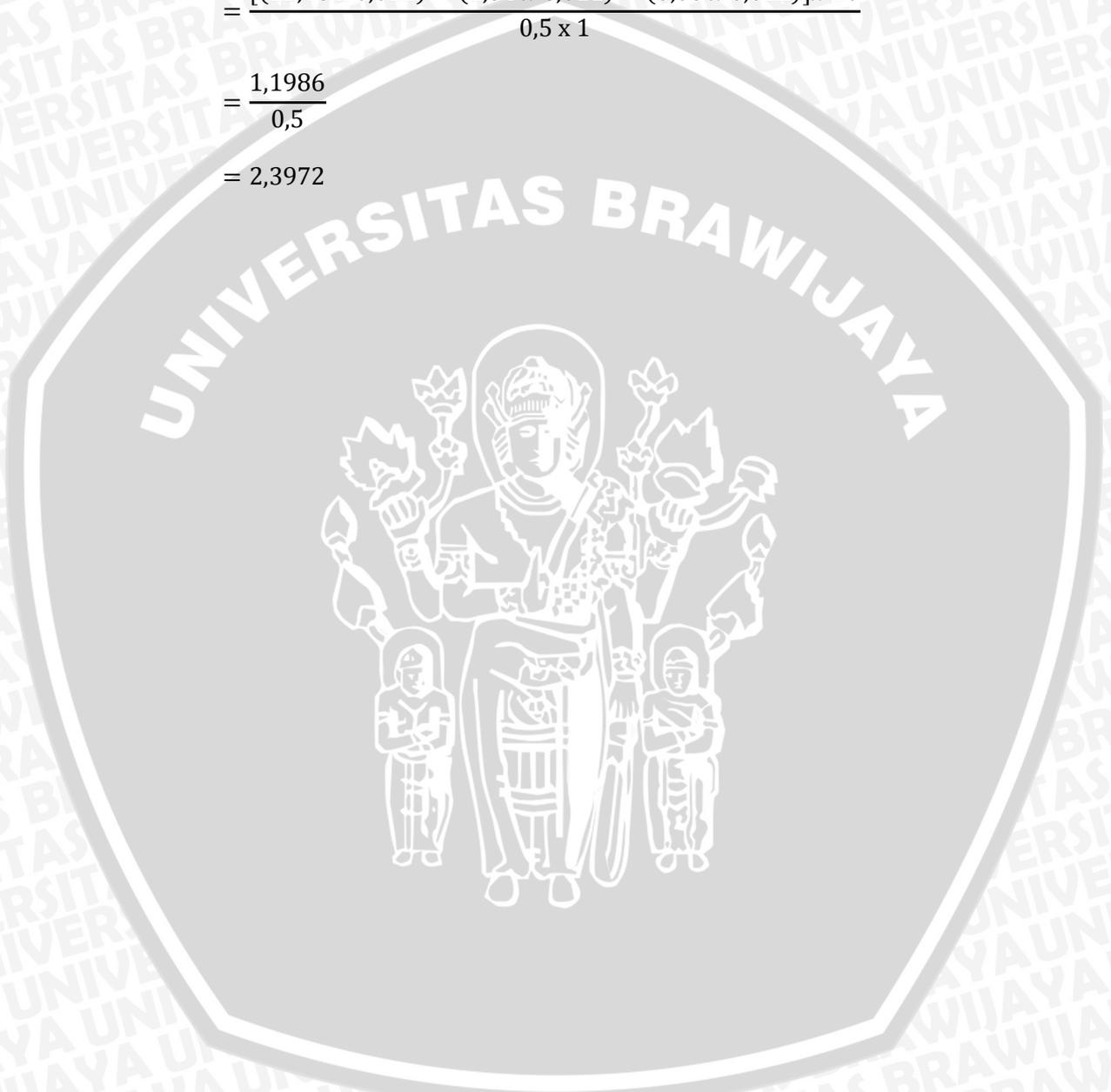
• Stasiun 4 :

$$\begin{aligned} \text{klorofil } a &= \frac{[(11,48 \times E664) - (1,54 \times E647) - (0,08 \times E630)] \times Vc}{Vs \times d} \\ &= \frac{[(11,48 \times 0,011) - (1,54 \times 0,009) - (0,08 \times 0,010)] \times 10}{0,5 \times 1} \\ &= \frac{1,1162}{0,5} \end{aligned}$$

$$= 2,2324$$

- **Stasiun 5 :**

$$\begin{aligned} \text{klorofil } a &= \frac{[(11,48 \times E664) - (1,54 \times E647) - (0,08 \times E630)] \times Vc}{Vs \times d} \\ &= \frac{[(11,48 \times 0,012) - (1,54 \times 0,011) - (0,08 \times 0,012)] \times 10}{0,5 \times 1} \\ &= \frac{1,1986}{0,5} \\ &= 2,3972 \end{aligned}$$



Lampiran 8. Perhitungan *Trophic State Index* (TSI) tanggal 11 April 2016

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl - a}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{SD} = 10 \left(6 - \frac{\ln SD}{\ln 2} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{TSI_{TP} + TSI_{Chl-a} + TSI_{SD}}{3} \right)$$

• Stasiun 1

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{1}}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln 48}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{3.87}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 (6 - 5.58)$$

$$TSI_{TP} = 10 \times 0.42$$

$$TSI_{TP} = 4.2$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \ln Chl - a}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \times 0.55}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{1.36 \times 0.55}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{0.754}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 (6 - 1.088)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \times 4.912$$

$$TSI_{Chl-a} = 49.12$$

$$TSI_{SD} = 10 \left(6 - \frac{\ln SD}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{SD} = 10 \left(6 - \frac{1.93}{0.69} \right)$$

$$TSI_{SD} = 10 (6 - 2.79)$$

$$TSI_{SD} = 10 \times 3.21$$

$$TSI_{SD} = 32.1$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{TSI_{TP} + TSI_{Chl-a} + TSI_{SD}}{3} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{4.2 + 49.12 + 32.1}{3} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{85.41}{3} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = 28.47$$

• **Stasiun 2**

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{1}}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln 48}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{3.87}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 (6 - 5.58)$$

$$TSI_{TP} = 10 \times 0.42$$

$$TSI_{TP} = 4.2$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \ln Chl - a}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \times 0.664}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{1.36 \times 0.664}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{0.903}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 (6 - 1.303)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \times 4.697$$

$$TSI_{Chl-a} = 46.97$$

$$TSI_{SD} = 10 \left(6 - \frac{\ln SD}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{SD} = 10 \left(6 - \frac{1.89}{0.69} \right)$$

$$TSI_{SD} = 10 (6 - 2.72)$$

$$TSI_{SD} = 10 \times 3.28$$

$$TSI_{SD} = 32.8$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{TSI_{TP} + TSI_{Chl-a} + TSI_{SD}}{3} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{4.2 + 46.97 + 32.8}{3} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{83.90}{3} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = 27.97$$

• **Stasiun 3**

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{1}}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln 48}{0.69} \right)$$

$$TSI TP = 10 \left(6 - \frac{3.87}{0.69} \right)$$

$$TSI TP = 10 (6 - 5.58)$$

$$TSI TP = 10 \times 0.42$$

$$TSI TP = 4.2$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \text{Ln Chl} - a}{\text{Ln}2} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \times 0.39}{0.69} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{1.36 \times 0.39}{0.69} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{0.535}{0.69} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 (6 - 0.772)$$

$$TSI Chl - a = 10 \times 5.228$$

$$TSI Chl - a = 52.28$$

$$TSI SD = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln SD}}{\text{Ln}2} \right)$$

$$TSI SD = 10 \left(6 - \frac{1.74}{0.69} \right)$$

$$TSI SD = 10 (6 - 2.51)$$

$$TSI SD = 10 \times 3.49$$

$$TSI SD = 34.9$$

$$\text{Rata - rata TSI} = \left(\frac{TSI TP + TSI Chl - a + TSI SD}{3} \right)$$

$$\text{Rata - rata TSI} = \left(\frac{4.2 + 52.28 + 34.9}{3} \right)$$

$$\text{Rata - rata TSI} = \left(\frac{91.32}{3} \right)$$

$$\text{Rata - rata TSI} = 30.44$$

• **Stasiun 4**

$$TSI TP = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln TP}}{\text{Ln}2} \right)$$

$$TSI TP = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln } \frac{48}{1}}{0.69} \right)$$

$$TSI TP = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln } 48}{0.69} \right)$$

$$TSI TP = 10 \left(6 - \frac{3.87}{0.69} \right)$$

$$TSI TP = 10 (6 - 5.58)$$

$$TSI TP = 10 \times 0.42$$

$$TSI TP = 4.2$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \text{Ln Chl} - a}{\text{Ln}2} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \times 0.97}{0.69} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{1.36 \times 0.97}{0.69} \right)$$



$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{1.317}{0.69} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 (6 - 1.901)$$

$$TSI Chl - a = 10 \times 4.099$$

$$TSI Chl - a = 40.99$$

$$TSI SD = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln SD}}{\text{Ln}2} \right)$$

$$TSI SD = 10 \left(6 - \frac{1.47}{0.69} \right)$$

$$TSI SD = 10 (6 - 2.12)$$

$$TSI SD = 10 \times 3.88$$

$$TSI SD = 38.8$$

$$\text{Rata - rata TSI} = \left(\frac{TSI TP + TSI Chl - a + TSI SD}{3} \right)$$

$$\text{Rata - rata TSI} = \left(\frac{4.2 + 40.99 + 38.8}{3} \right)$$

$$\text{Rata - rata TSI} = \left(\frac{83.93}{3} \right)$$

$$\text{Rata - rata TSI} = 27.98$$

• **Stasiun 5**

$$TSI TP = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln} \frac{48}{TP}}{\text{Ln}2} \right)$$

$$TSI TP = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln} \frac{48}{1}}{0.69} \right)$$

$$TSI TP = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln} 48}{0.69} \right)$$

$$TSI TP = 10 \left(6 - \frac{3.87}{0.69} \right)$$

$$TSI TP = 10 (6 - 5.58)$$

$$TSI TP = 10 \times 0.42$$

$$TSI TP = 4.2$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \text{Ln Chl} - a}{\text{Ln}2} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \times 0.661}{0.69} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{1.36 \times 0.661}{0.69} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{0.899}{0.69} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 (6 - 1.297)$$

$$TSI Chl - a = 10 \times 4.703$$

$$TSI Chl - a = 47.03$$

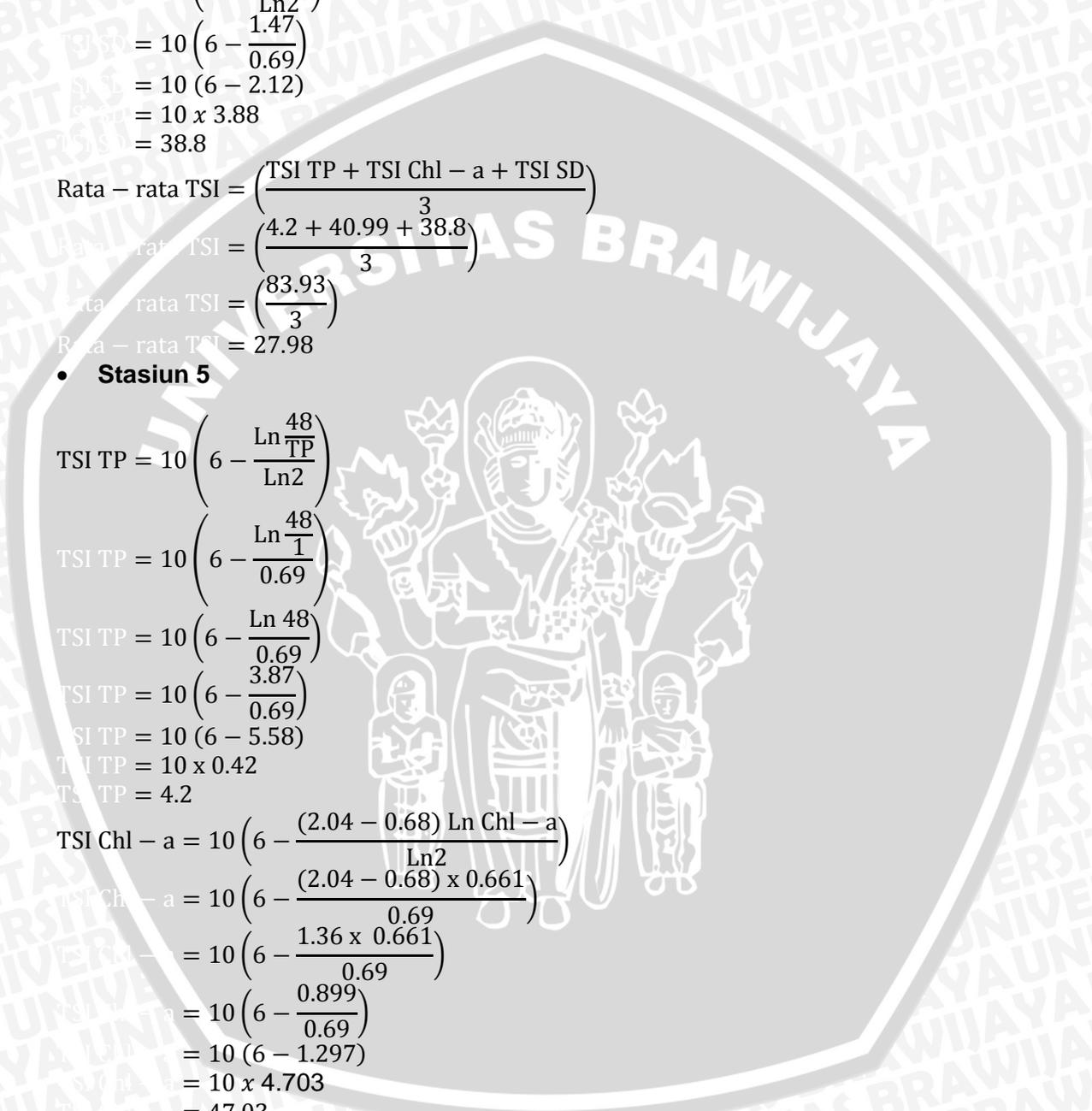
$$TSI SD = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln SD}}{\text{Ln}2} \right)$$

$$TSI SD = 10 \left(6 - \frac{1.82}{0.69} \right)$$

$$TSI SD = 10 (6 - 2.62)$$

$$TSI SD = 10 \times 3.38$$

$$TSI SD = 33.8$$



$$\begin{aligned} &= \left(\frac{\text{TSI TP} + \text{TSI Chl} - a + \text{TSI SD}}{3} \right) \\ &= \left(\frac{4.2 + 47.03 + 33.8}{3} \right) \\ &= \left(\frac{84.98}{3} \right) \\ &= 28.33 \end{aligned}$$



Lampiran 9. Perhitungan *Trophic State Index* (TSI) tanggal 18 April 2016

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl - a}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{SD} = 10 \left(6 - \frac{\ln SD}{\ln 2} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{TSI_{TP} + TSI_{Chl-a} + TSI_{SD}}{3} \right)$$

• Stasiun 1

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{1}}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln 48}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{3.87}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 (6 - 5.58)$$

$$TSI_{TP} = 10 \times 0.42$$

$$TSI_{TP} = 4.2$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \ln Chl - a}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \times 1.05}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{1.36 \times 1.05}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{1.428}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 (6 - 2.060)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \times 3.940$$

$$TSI_{Chl-a} = 39.40$$

$$TSI_{SD} = 10 \left(6 - \frac{\ln SD}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{SD} = 10 \left(6 - \frac{1.90}{0.69} \right)$$

$$TSI_{SD} = 10 (6 - 2.74)$$

$$TSI_{SD} = 10 \times 3.26$$

$$TSI_{SD} = 32.6$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{TSI_{TP} + TSI_{Chl-a} + TSI_{SD}}{3} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{4.2 + 39.40 + 32.6}{3} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{76.12}{3} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = 25.37$$

• **Stasiun 2**

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{1}}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln 48}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{3.87}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 (6 - 5.58)$$

$$TSI_{TP} = 10 \times 0.42$$

$$TSI_{TP} = 4.2$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \ln Chl - a}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \times 0.76}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{1.36 \times 0.76}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{1.033}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 (6 - 1.490)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \times 4.510$$

$$TSI_{Chl-a} = 45.10$$

$$TSI_{SD} = 10 \left(6 - \frac{\ln SD}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{SD} = 10 \left(6 - \frac{2.15}{0.69} \right)$$

$$TSI_{SD} = 10 (6 - 3.10)$$

$$TSI_{SD} = 10 \times 2.90$$

$$TSI_{SD} = 29.0$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{TSI_{TP} + TSI_{Chl-a} + TSI_{SD}}{3} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{4.2 + 45.10 + 29.0}{3} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{78.25}{3} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = 26.08$$

• **Stasiun 3**

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{1}}{0.69} \right)$$

$$= 10 \left(6 - \frac{\ln 48}{0.69} \right)$$

$$TSI TP = 10 \left(6 - \frac{3.87}{0.69} \right)$$

$$TSI TP = 10 (6 - 5.58)$$

$$TSI TP = 10 \times 0.42$$

$$TSI TP = 4.2$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \text{Ln Chl} - a}{\text{Ln}2} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \times 0.57}{0.69} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{1.36 \times 0.57}{0.69} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{0.778}{0.69} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 (6 - 1.122)$$

$$TSI Chl - a = 10 \times 4.878$$

$$TSI Chl - a = 48.78$$

$$TSI SD = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln SD}}{\text{Ln}2} \right)$$

$$TSI SD = 10 \left(6 - \frac{1.86}{0.69} \right)$$

$$TSI SD = 10 (6 - 2.68)$$

$$TSI SD = 10 \times 3.32$$

$$TSI SD = 33.2$$

$$\text{Rata - rata TSI} = \left(\frac{TSI TP + TSI Chl - a + TSI SD}{3} \right)$$

$$\text{Rata - rata TSI} = \left(\frac{4.2 + 48.78 + 33.2}{3} \right)$$

$$\text{Rata - rata TSI} = \left(\frac{86.15}{3} \right)$$

$$\text{Rata - rata TSI} = 28.72$$

• **Stasiun 4**

$$TSI TP = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln TP}}{\text{Ln}2} \right)$$

$$TSI TP = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln } 48}{0.69} \right)$$

$$TSI TP = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln } 48}{0.69} \right)$$

$$TSI TP = 10 \left(6 - \frac{3.87}{0.69} \right)$$

$$TSI TP = 10 (6 - 5.58)$$

$$TSI TP = 10 \times 0.42$$

$$TSI TP = 4.2$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \text{Ln Chl} - a}{\text{Ln}2} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \times 0.80}{0.69} \right)$$

$$TSI Chl - a = 10 \left(6 - \frac{1.36 \times 0.80}{0.69} \right)$$



$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{1.092}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 (6 - 1.576)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \times 4.424$$

$$TSI_{Chl-a} = 44.24$$

$$TSI_{SD} = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln SD}}{\text{Ln 2}} \right)$$

$$TSI_{SD} = 10 \left(6 - \frac{2.01}{0.69} \right)$$

$$TSI_{SD} = 10 (6 - 2.90)$$

$$TSI_{SD} = 10 \times 3.10$$

$$TSI_{SD} = 31.0$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{TSI_{TP} + TSI_{Chl-a} + TSI_{SD}}{3} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{4.2 + 44.24 + 31.0}{3} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \left(\frac{79.36}{3} \right)$$

$$\text{Rata-rata TSI} = 26.45$$

• **Stasiun 5**

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln } \frac{48}{TP}}{\text{Ln 2}} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln } \frac{48}{1}}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln } 48}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{3.87}{0.69} \right)$$

$$TSI_{TP} = 10 (6 - 5.58)$$

$$TSI_{TP} = 10 \times 0.42$$

$$TSI_{TP} = 4.2$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \text{ Ln Chl-a}}{\text{Ln 2}} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{(2.04 - 0.68) \times 0.87}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{1.36 \times 0.87}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \left(6 - \frac{1.189}{0.69} \right)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 (6 - 1.715)$$

$$TSI_{Chl-a} = 10 \times 4.285$$

$$TSI_{Chl-a} = 42.85$$

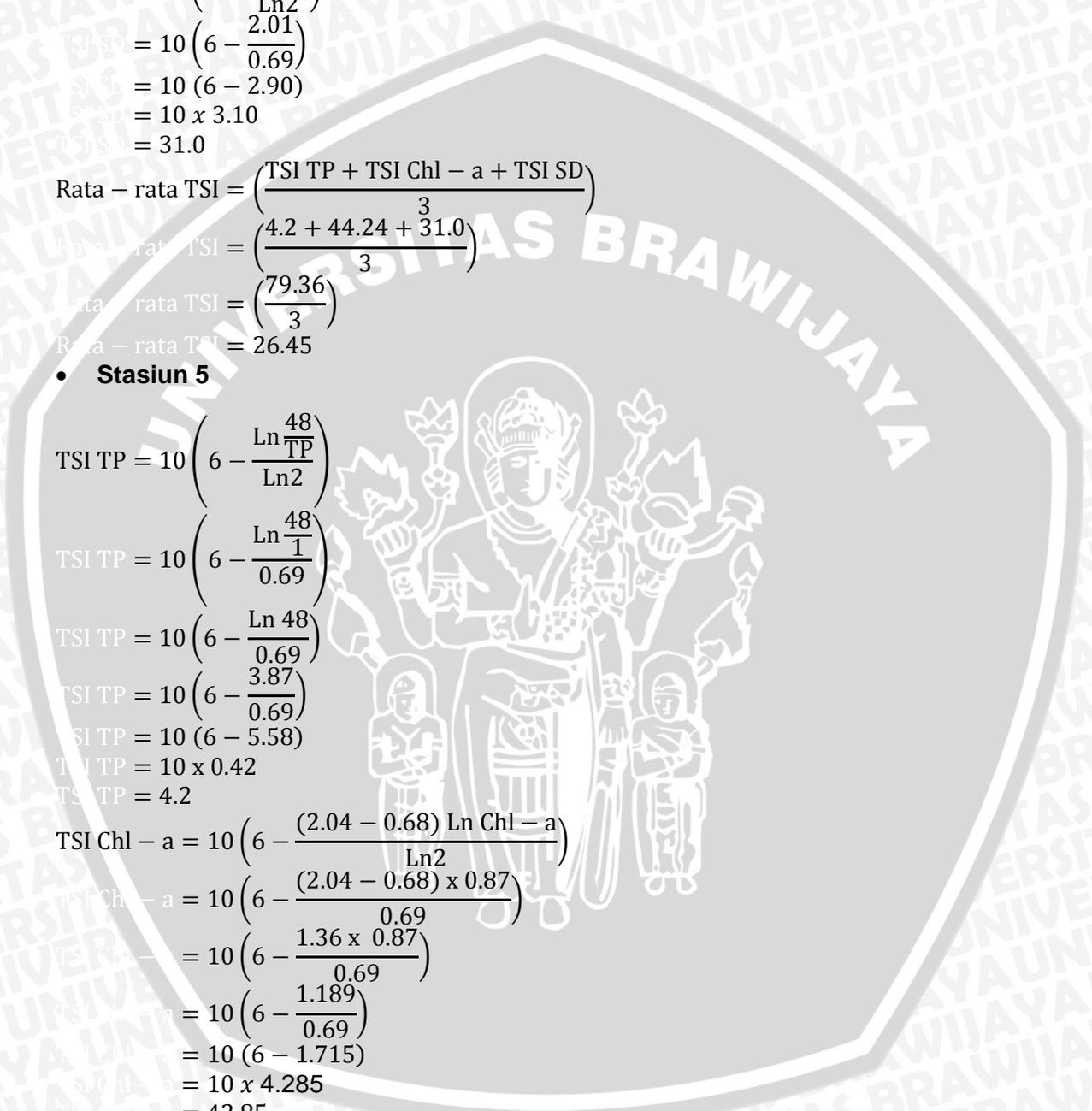
$$TSI_{SD} = 10 \left(6 - \frac{\text{Ln SD}}{\text{Ln 2}} \right)$$

$$TSI_{SD} = 10 \left(6 - \frac{1.72}{0.69} \right)$$

$$TSI_{SD} = 10 (6 - 2.48)$$

$$TSI_{SD} = 10 \times 3.52$$

$$TSI_{SD} = 35.2$$



$$\begin{aligned}
 \text{Rata - rata TSI} &= \left(\frac{\text{TSI TP} + \text{TSI Chl} - a + \text{TSI SD}}{3} \right) \\
 &= \left(\frac{4.2 + 42.85 + 35.2}{3} \right) \\
 &= \left(\frac{82.19}{3} \right) \\
 &= 27.40
 \end{aligned}$$



Lampiran 10. Komposisi Fitoplankton Minggu 1

Minggu I 11 April 2016						
Stasiun	Kelas	Genus	Spesies	n	N	
1	Dinophyceae	Ceratium	Ceratium furca	2	20 ind/ml	
			Bacteriastrum			Bacteriastrum comosum
2	Bachilliarophyceae	Rhizosolenia	Rhizosolenia clevei	1	10 ind/ml	
3	Bachilliarophyceae	Dactyliosolen	Dactyliosolen sp	3	30 ind/ml	
4	Bachilliarophyceae	Guinardia	Guinardia fluccida	5	50 ind/ml	
5	Bachilliarophyceae	Rhizosolenia	Rhizosolenia clevei	2	20 ind/ml	

Lampiran 11. Komposisi Fitoplankton Minggu 2

Minggu 18 April 2016							
Stasiun	Kelas	Genus	Spesies	n	N		
1	Bacillariophyceae	Thalassiothrix	Thalassiothrix longissimi	3	30 ind/ml		
2	Bacillariophyceae Cyanophyceae	Dactyliosolen Trichodesmium	Dactyliosolen sp.	2	20 ind/ml		
			Trichodesmium erythraeum				
3	Bacillariophyceae Dinophyceae	Thalassiothrix Ceratium	Thalassiothrix longissimi	7	40 ind/ml		
			Ceratium furca				
4	Bacillariophyceae	Dactyliosolen	Dactyliosolen mediterraneus	9	40 ind/ml		
5	Bacillariophyceae	Thalassiothrix	Thalassiothrix longissimi	6	60 ind/ml		