

**DISTRIBUSI SPASIAL FITOPLANKTON DAN KLOROFIL-A DENGAN  
PENDEKATAN DATA SATELIT UNTUK MENDUGA KESUBURAN PERAIRAN  
ESTUARI TELUK PERMISAN KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR**

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

**OLEH :  
ERAVI DEVI  
NIM. 115080100111055**



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

**DISTRIBUSI SPASIAL FITOPLANKTON DAN KLOORFIL-A DENGAN  
PENDEKATAN DATA SATELIT UNTUK MENDUGA KESUBURAN PERAIRAN  
ESTUARI TELUK PERMISAN KABUPATEN SIDOARJO 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:  
ERAVI DEVI  
NIM. 115080100111055**



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

**SKRIPSI**

**DISTRIBUSI SPASIAL FITOPLANKTON DAN KLOOROFIL-A DENGAN  
PENDEKATAN DATA SATELIT UNTUK MENDUGA KESUBURAN PERAIRAN  
ESTUARI TELUK PERMISAN KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR**

Oleh:

**ERAVI DEVI**

**NIM. 115080100111055**

telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 11 Agustus 2014  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat  
SK Dekan No. : \_\_\_\_\_  
Tanggal : \_\_\_\_\_

Menyetujui,

**Dosen Penguji I**

(Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, M.Si)  
NIP. 19730702 200502 2 004  
Tanggal:

**Dosen Pembimbing I**

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

**Dosen Penguji II**

(Dr. Ir. Muhammad Musa, MS)  
NIP. 195770507 198602 1 002  
Tanggal:

**Dosen Pembimbing II**

(Dr. Asus Maizar S. H., S.Pi., MP)  
NIP. 19720529 200312 1 001  
Tanggal:

Mengetahui,  
Ketua Jurusan MSP,

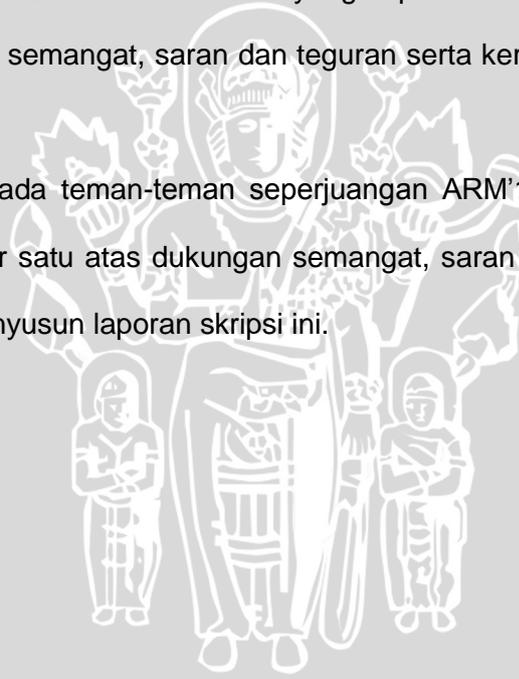
(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)  
NIP. 19620805 198603 2 001  
Tanggal:

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan laporan skripsi yang berjudul “Distribusi Spasial Fitoplankton Menggunakan Metode Klorofil-a Dengan Pendekatan Data Satelit Untuk Menduga Kesuburan Perairan Estuari Teluk Permisian Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur”, tentunya tidak sedikit kendala yang saya hadapi dan penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini berjalan dengan baik atas bantuan, dorongan serta bimbingan dari semua pihak. Maka dari itu penulis mengucapkan:

1. Rasa syukur yang tiada terhingga kepada Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta berkehendak atas segala kelancaran dalam penyusunan laporan skripsi ini.
2. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada penyejuk hati, Mama dan Bapak sebagai api penyemangat yang tak pernah padam juga tiada henti untuk selalu memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada putus-putusnya, adik kesayanganku Lisa Israti terima kasih atas dukungan semangat dan keceriaan yang diberikan.
3. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si dan Bapak Dr. Asus Maizar S. H., S.Pi., MP selaku dosen pembimbing yang telah suka rela dengan kesabarannya memberikan segenap ilmu dan sarannya kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan ini.
4. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, M.Si dan Bapak Dr. Ir. Muhammad Musa, MS yang bersedia menjadi dosen penguji dan memberikan saran serta masukan yang sangat bermanfaat bagi penulis.
5. Terima kasih kepada Dr. Ir. Mulyanto, M.Si selaku Ketua Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan dan Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS selaku Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan.

6. Terima kasih kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya termasuk staff dan akademik serta laboran Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.
7. Terima kasih kepada keluarga besarku yang tidak bisa disebutkan satu per satu atas dukungan semangat dan doanya.
8. Terima kasih kepada Syarif Hidayatullah, A.Md yang bersedia mendampingi penulis serta memberikan dukungan semangat dalam setiap proses penyelesaian laporan.
9. Terima kasih kepada Sahabat-sahabatku yang super sekali, terima kasih atas bantuan, dukungan semangat, saran dan teguran serta kerjasamanya selama ini kepada saya.
10. Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan ARM'11 yang tidak bisa disebutkan satu per satu atas dukungan semangat, saran dan kerjasamanya selama penulis menyusun laporan skripsi ini.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## RINGKASAN

**ERAVI DEVI.** Skripsi tentang Distribusi Spasial Fitoplankton Dan Klorofil-A Dengan Pendekatan Data Satelit Untuk Menduga Kesuburan Perairan Estuari Teluk Permisian Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si** dan **Dr. Asus Maizar S. H., S.Pi., MP**)

---

Perairan Teluk Permisian merupakan wilayah perairan yang dipadati oleh berbagai aktifitas manusia. Hal ini mengakibatkan banyak limbah yang masuk ke dalam perairan melalui sungai-sungai yang mengalir ke laut melewati Teluk Permisian, limbah tersebut meliputi limbah domestik, limbah industri serta limbah dari kegiatan perikanan tangkap kerang di teluk tersebut, sehingga dapat mempengaruhi distribusi fitoplankton dan kesuburan perairan serta dapat mengakibatkan pencemaran jika tidak ada tindakan manajemen yang tepat untuk menjaga kelestarian perairan Teluk Permisian.

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu metode deskriptif dengan teknik pengambilan data primer dan sekunder. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi lapang, wawancara, partisipasi aktif dan studi pustaka. Analisis data menggunakan analisis klorofil-a menggunakan data *insitu* dan data citra satelit Landsat 8 LDCM serta analisis koefisien saprobik.

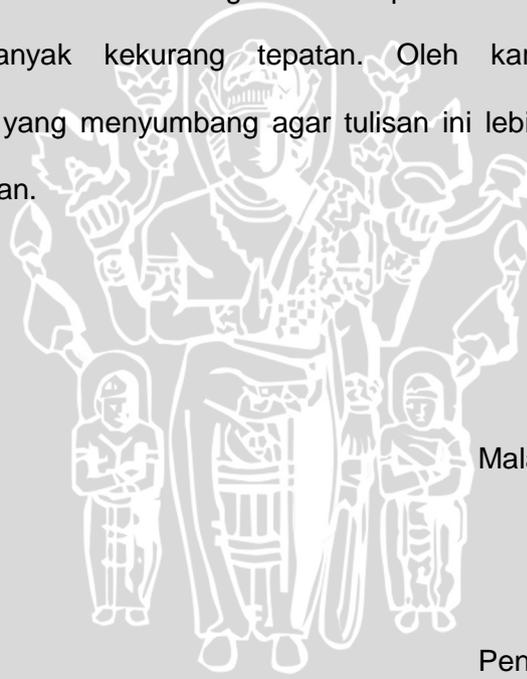
Nilai Klorofil-a perairan Teluk Permisian berdasarkan data *insitu* berkisar antara  $8,04 \text{ mg/m}^3 - 19,94 \text{ mg/m}^3$  dengan distribusi fitoplankton secara spasial tertinggi ada pada stasiun C bulan Januari karena dekat dengan perairan laut lepas yang memiliki pergerakan air yang cukup tinggi akibat pasang surut, sedangkan berdasar data Landsat berkisar antara  $0,044 \text{ mg/m}^3 - 0,694 \text{ mg/m}^3$  dan menunjukkan distribusi fitoplankton di perairan Teluk Permisian cukup merata dengan distribusi tertinggi ada pada stasiun B bulan Januari diduga akibat pergerakan air sungai menuju muara serta pergerakan air dari laut yang membawa fitoplankton berkumpul di stasiun B yaitu daerah tengah teluk Permisian. Hasil kelimpahan fitoplankton berkisar antara  $4270 \text{ ind/l} - 8476 \text{ ind/l}$  dengan keanekaragaman sedang yaitu berkisar antara  $2,18453 - 3,42757$  serta tingkat dominasi di perairan teluk Permisian rendah yaitu berkisar antara  $0,09 - 0,24$ . Status kesuburan perairan Teluk Permisian berdasarkan kondisi fitoplankton dan klorofil-a yaitu mesotrofik dan tingkat pencemaran yang terjadi di perairan estuari Teluk Permisian dari bulan November 2014 sampai Januari 2015 berdasarkan nilai koefisien saprobik berkisar antara  $2,3 - (-0,3)$  yaitu oligosaprobik sampai  $\alpha$ -mesosaprobik yang artinya memiliki tingkat pencemaran sangat ringan sampai cukup berat. Parameter lingkungan perairan menunjukkan nilai sebagai berikut: suhu berkisar antara  $30,07 \text{ }^\circ\text{C} - 35,83 \text{ }^\circ\text{C}$ ; kecerahan berkisar antara  $25 \text{ cm} - 44 \text{ cm}$ ; pH berkisar antara  $7,8 - 9,17$ ; salinitas berkisar antara  $7,4 \text{ }^\circ\text{/}_{00} - 28,2 \text{ }^\circ\text{/}_{00}$ ; nitrat berkisar antara  $30 \text{ mg/l} - 66 \text{ mg/l}$ ; ortofosfat berkisar antara  $0,53 \text{ mg/l} - 0,87 \text{ mg/l}$  dan oksigen terlarut berkisar antara  $2,87 \text{ mg/l} - 5,83 \text{ mg/l}$ .

Berdasarkan hasil penelitian ini, diperlukan adanya tindakan manajemen lingkungan di daerah Teluk Permisian untuk menjaga kelestarian teluk Permisian dan menjaga keberlangsungan perairan tersebut sebagai mata pencaharian masyarakat sekitar, serta disarankan untuk penelitian selanjutnya tidak menerapkan teknologi penginderaan jauh dalam penelitian pada perairan yang dangkal dan keruh guna memperoleh data yang valid dari satelit.

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan syukur kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyajikan laporan skripsi yang berjudul Distribusi Spasial Fitoplankton Dan Klorofil-A Dengan Pendekatan Data Satelit Untuk Menduga Kesuburan Perairan Estuari Teluk Permisian Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. Di dalam tulisan ini, disajikan distribusi fitoplankton berdasarkan nilai klorofil-a secara spasial untuk menduga kesuburan perairan Teluk Permisian.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetap masih dirasakan banyak kekurang tepatan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang menyumbang agar tulisan ini lebih bermanfaat lagi bagi yang membutuhkan.



Malang, 23 Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Maksud dan Tujuan .....	7
1.3.1 Maksud .....	7
1.3.2 Tujuan .....	8
1.4 Kegunaan .....	8
1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	9
2. TINJAUAN PUSTAKA .....	10
2.1 Kesuburan Perairan .....	10
2.2 Fitoplankton .....	11
2.3 Klorofil-a .....	12
2.4 Parameter Pendukung Kehidupan Fitoplankton .....	13
2.4.1 Suhu .....	13
2.4.2 Kecerahan .....	13
2.4.3 pH .....	14
2.4.4 Salinitas .....	14
2.4.5 Nitrat .....	15
2.4.6 Orthofosfat .....	16
2.4.7 Oksigen Terlarut (DO) .....	16
2.5 Penginderaan Jauh .....	17
2.6 Satelit Landsat 8 LDCM .....	20



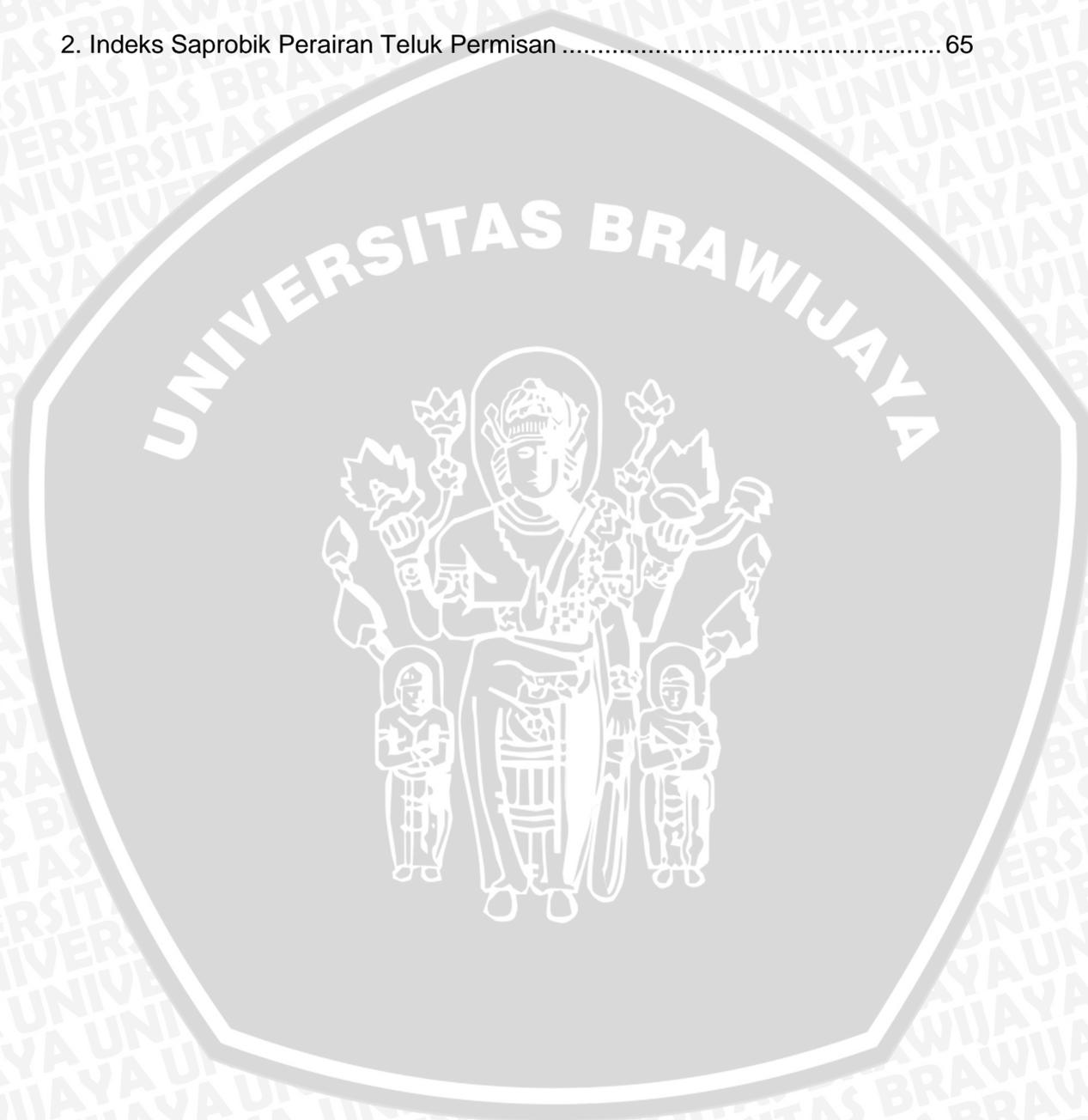
3. MATERI DAN METODE .....	23
3.1 Materi Penelitian .....	23
3.2 Alat dan Bahan.....	23
3.3 Lokasi dan Stasiun Penelitian.....	24
3.4 Metode Penelitian.....	25
3.4.1 Data Penelitian .....	26
3.4.2 Teknik Pengambilan Sampel .....	27
3.4.3 Teknik Pengolahan Sampel.....	28
3.5 Analisis Data .....	33
3.5.1 Analisis Klorofil-a.....	33
3.5.2 Analisis Fitoplankton.....	34
3.5.3 Analisis Klorofil-a Data Satelit Landsat .....	36
3.6 Analisis Kualitas Air.....	36
3.6.1 Analisis Parameter Fisika .....	36
3.6.2 Analisis Parameter Kimia.....	37
4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	41
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	41
4.2 Deskripsi Lokasi dan Stasiun Penelitian .....	42
4.3 Analisis Hasil Pengukuran Klorofil-a .....	43
4.4 Analisis Hasil Fitoplankton.....	51
4.4.1 Komposisi Fitoplankton.....	51
4.4.2 Kelimpahan Fitoplankton (N) .....	51
4.4.3 Kelimpahan Relatif Fitoplankton (KR) .....	52
4.4.4 Indeks Keanekaragaman Fitoplankton (H').....	54
4.4.5 Indeks Dominasi Fitoplankton (C).....	55
4.6 Analisis Parameter Kualitas Air .....	56
4.6.1 Suhu.....	56
4.6.2 Kecerahan.....	57
4.6.3 pH .....	58
4.6.4 Salinitas.....	59
4.6.5 Nitrat (NO <sub>3</sub> ).....	60
4.6.6 Orthofosfat (PO <sub>4</sub> ).....	61
4.6.7 <i>Dissolved Oxygen</i> (DO).....	62
4.7 Status Kesuburan dan Tingkat Pencemaran Perairan Teluk Permisian....	63

5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	66
5.1 Kesimpulan .....	66
5.2 Saran .....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN .....	74



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian.....	23
2. Indeks Saprobik Perairan Teluk Permisian .....	65



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alur Rumusan Masalah .....	6
2. Resolusi dan Panjang Gelombang Sensor Saluran Landsat 8 .....	21
3. Peta Lokasi dan Titik Pengambilan Sampel .....	24
4. Bagan Alir Pengolahan Data Citra Landsat 8 Klorofil-a .....	30
5. Peta Lokasi dan Titik Pengambilan Sampel Penelitian.....	42
6. Nilai Klorofil-a Selama Tiga Bulan.....	44
7. Nilai Klorofil-a Berdasarkan Data Satelit Landsat Perairan Teluk Permisian ...	47
8. (A) Distribusi Klorofil-a Pada Bulan November, (B) Distribusi Klorofil-a Pada Bulan Desember, (C) Distribusi Klorofil-a Pada Bulan Januari dan (D) <i>Colour Bar</i> berdasarkan Konsentrasi Klorofil-a Data Citra Satelit Landsat.....	48
9. Diagram Kelimpahan Fitoplankton (ind/l) di Perairan Teluk Permisian.....	52
10. (A) Kelimpahan Relatif Bulan November, (B) Kelimpahan Rrelatif Bulan Desember, (C) Kelimpahan Relatif Bulan Januari Perairan Teluk Permisian..	53
11. Indeks Keanekaragaman Fitoplankton Perairan Teluk Permisian .....	54
12. Indeks Dominasi Fitoplankton Perairan Teluk Permisian .....	55
13. Nilai Suhu di Perairan Teluk Permisian.....	56
14. Nilai Kecerahan di Perairan Teluk Permisian.....	57
15. Nilai pH di Perairan Teluk Permisian .....	58
16. Nilai Salinitas di Perairan Teluk Permisian.....	59
17. Nilai Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) di Perairan Teluk Permisian.....	60
18. Nilai Orthofosfat ( $\text{PO}_4$ ) di Perairan Teluk Permisian.....	61
19. Nilai Oksigen Terlarut di Perairan Teluk Permisian .....	62
20. Sampel Klorofil-a dan Plankton Net untuk Menjaring Plankton.....	96
21 .GPS untuk Menentukan Titik Koordinat .....	96
22. Perjalanan Menuju Teluk Permisian dan Suasana di Atas Perahu Saat Melaksanakan Sampling.....	96

23. Kondisi Perairan Sungai Ketingan yang Bermuara Ke Teluk Permisian  
Digunakan Untuk Kegiatan Rumah Tangga dan Kandang Hewan Ternak .. 97

24. Ekosistem Mangrove Sepanjang Sungai Ketingan Hingga Perairan Teluk  
Permisian ..... 97

25. Pengukuran Klorofil-a dengan Vaccum Pump dan Pengamatan Serta  
Identifikasi Fitoplankton ..... 98



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lokasi Penelitian.....	74
2. Nilai Klorofil-a Selama Tiga Bulan Perairan Teluk Permisian.....	75
3. Kelimpahan Fitoplankton (ind/l) Perairan Teluk Permisian.....	76
4. Indeks Keanekaragaman Fitoplankton Perairan Teluk Permisian.....	79
5. Indeks Dominasi Fitoplankton Perairan Teluk Permisian.....	82
6. Data Kualitas Air Teluk Permisian Selama Tiga Bulan.....	85
7. Hubungan antara Koefisien Saprobik dengan tingkat pencemaran Perairan	86
8. Klasifikasi Fitoplankton Yang Ditemukan Pada Perairan Teluk Permisian ....	87
9. Dokumentasi di Lapang .....	96
10. Dokumentasi di Laboratorium .....	98



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perairan Indonesia memiliki karakteristik yang menarik, fenomena alam yang ada di muka bumi sedikit banyak akan membentuk dinamika perairan Indonesia. Perubahan iklim salah satu fenomena alam di Indonesia yang dapat membentuk dinamika perairan berubah-ubah, terutama cenderung pada perubahan suhu perairan. Dinamika perairan ini berkaitan erat dengan biota yang ada di dalamnya karena dapat mempengaruhi kehidupan dan kelangsungan hidupnya. Menurut Kordi (2010), perairan laut Indonesia secara garis besar dibagi menjadi dua yaitu perairan dangkal yang terbentuk dari dua paparan yang menyatu dan perairan laut dalam, paparan (*shelf*) adalah zona mulai garis surut terendah hingga kedalaman sekitar 120-200 m, ada dua paparan yang luas di Indonesia, yaitu Paparan Sunda di sebelah barat dan Paparan Arafura-Sahul di sebelah timur, di antaranya terdapat laut dalam dengan topografi yang kompleks dengan berbagai bentuk basin (cekungan yang luas di dasar laut berbentuk bulat atau lonjong) dan palung (cekungan yang dalam dan bentuknya memanjang).

Indonesia mempunyai kawasan perairan yang memiliki potensi sumberdaya alam yang tinggi. Daya dukung yang diberikan oleh lautan pada kehidupan manusia adalah adanya sumber daya laut yang potensial. Tingginya potensi perairan dapat memberikan manfaat bagi kesejahteraan nelayan Indonesia bila diolah secara optimum (Prianto *et al.*, 2013). Menurut UU RI (2004) dalam Departemen Kelautan dan Perikanan (2009), perairan Indonesia adalah laut teritorial Indonesia beserta perairan kepulauan dan perairan pedalaman yang berarti teluk juga termasuk di dalamnya.

Menurut Ayuningsih *et al.*, (2014) teluk merupakan suatu perairan terlindung yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik faktor alam maupun aktivitas manusia disekitarnya. Sedangkan menurut Kottelat *et al.*, (1993) dalam Kasasiah *et al.*, (2009), teluk pada bagian muara umumnya ditandai oleh arus air yang lambat dan bahkan tenang, dasar perairan berlumpur, dan dipengaruhi oleh pasang surut laut. Cappenberg (2000) menerangkan bahwa, wilayah teluk dan pesisir merupakan daerah yang sangat produktif serta mempunyai kekayaan hayati yang sangat potensial yaitu ikan, moluska, udang dan hutan mangrove yang memiliki nilai ekonomis selain itu juga mempunyai peran sebagai tempat berlindung, tempat menempel berbagai jenis hewan dan tumbuhan, tempat mencari makan serta sebagai daerah asuhan berbagai organisme salah satunya adalah moluska. Teluk Permisan merupakan perairan sempit dan dipengaruhi oleh daratan melalui sungai-sungai yang bermuara disekitarnya. Teluk permisan diduga mengandung zat hara yang cukup tinggi sebagai hasil masukan bahan-bahan organik dan anorganik dari daratan melalui sungai. Suatu lingkungan perairan teluk umumnya kadar zat hara esensialnya sangat berfluktuasi karena dipengaruhi oleh berbagai faktor yang kompleks seperti *intake* oleh proses-proses biologi, adsorpsi, pelepasan dan pengendapan oleh partikel tersuspensi, masukan dari darat maupun pengaruh kondisi hidrodinamika teluk itu sendiri (Sanusi, 1995). Zat hara yang cukup tinggi dapat menyebabkan perairan teluk Permisan menjadi subur. Muatan unsur hara yang tinggi dapat merangsang pertumbuhan fitoplankton dengan cepat sehingga dapat mempengaruhi fluktuasi dan kelimpahan fitoplankton yang ada di perairan yang dapat dijadikan indikator kesuburan perairan. Kesuburan perairan adalah suatu gambaran yang mencerminkan sistem trofik dari suatu ekosistem, (Odum, 1993 dalam Amalia, 2010). Kesuburan perairan dapat diketahui dari kondisi klorofil-a yang ada pada fitoplankton atau fitoplankton itu sendiri dalam perairan.

Fitoplankton merupakan salah satu komponen biologi perairan sebagai penghasil klorofil-a. Fitoplankton berperan penting dalam rantai makanan karena merupakan produsen utama di dalam perairan. Fitoplankton, baik secara langsung maupun tidak langsung merupakan sumber makanan utama bagi hampir semua hewan yang ada di perairan. Konsentrasi dari pigmen hijau (klorofil-a) di perairan estuari, pantai dan laut merupakan indikator kelimpahan dan biomassa dari tumbuhan mikroskopis (fitoplankton) sebagai alga *uniseluler* (Afdal dan Riyono, 2007). Menurut Wetzel (1975) dalam Indriyani (2000), keberadaan fitoplankton di dalam suatu perairan sangat penting karena: (1) Fitoplankton merupakan organisme autotrof; (2) fitoplankton sebagai produsen; (3) fitoplankton merupakan makanan alami zooplankton dan beberapa jenis ikan kecil maupun dewasa; (4) fitoplankton yang mati akan tenggelam ke dasar dan akan diuraikan oleh bakteri menjadi bahan anorganik.

Klorofil-a merupakan salah satu pigmen pada fitoplankton yaitu pigmen aktif yang terlibat langsung dalam proses fotosintesis sehingga mudah ditemukan pada organisme autotrof termasuk fitoplankton. Untuk mengetahui tingkat kesuburan dan kualitas suatu perairan dapat dilihat dari besarnya nilai klorofil-a yang terdapat pada perairan tersebut (Prianto *et al.*, 2013). Nilai konsentrasi atau kandungan klorofil-a pada fitoplankton dipengaruhi oleh faktor fisika- kimia perairan lainnya serta faktor biologi (Hidayat *et al.*, 2013). Keberadaan atau sebaran klorofil-a di perairan pada umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk perubahan iklim (intensitas cahaya matahari) serta ketersediaan nutrisi, konsentrasi klorofil-a biasanya tinggi pada perairan pantai dan perairan estuari akibat tingginya suplai nutrisi dari limpasan air sungai yang melalui berbagai aktivitas manusia karena masih dekat dengan daratan. Pada saat musim hujan, peningkatan aliran sungai akan mempengaruhi konsentrasi klorofil-

a perairan ini melalui peningkatan unsur hara dan bahan organik terlarut berwarna (*colored dissolved organic material*) (Ardiwijaya, 2002).

Kandungan klorofil-a pada fitoplankton di suatu perairan juga dapat digunakan sebagai salah satu ukuran biomassa fitoplankton dan dijadikan petunjuk dalam melihat kesuburan perairan. Kualitas perairan yang baik merupakan tempat hidup yang baik bagi fitoplankton, karena kandungan klorofil-a fitoplankton itu sendiri dapat dijadikan indikator tinggi rendahnya produktivitas suatu perairan (Ardiwijaya, 2002). Sebaran atau keberadaan klorofil-a fitoplankton di suatu perairan bervariasi secara geografis maupun berdasarkan kedalaman perairan. Variasi tersebut diakibatkan oleh perbedaan intensitas cahaya matahari termasuk perubahan iklim dan ketersediaan nutrisi yang terdapat dalam suatu perairan (Riyono *et al.*, 2006). Konsentrasi klorofil-a biasanya tinggi pada perairan pantai dan perairan estuari akibat tingginya suplai nutrisi dari limpasan air sungai yang melalui berbagai aktivitas manusia karena masih dekat dengan daratan. Konsentrasi klorofil-a yang juga mengidentifikasi keberadaan fitoplankton dapat diketahui dari data penginderaan jauh (Prianto *et al.*, 2013).

Penginderaan jauh merupakan suatu teknik atau cara untuk mendapatkan suatu informasi objek kajian tanpa kontak langsung dengan objek yang dikaji (Sutanto, 1986). Seiring dengan berkembangnya teknologi indera, banyak peneliti yang melakukan kajian dengan memanfaatkan teknologi indera tersebut dikarenakan penelitian dapat menjadi lebih efisien dari segi waktu dan biaya (Prianto *et al.*, 2013). Selain itu, menurut Nuriya *et al.*, (2010), Distribusi dan kelimpahan fitoplankton dapat diestimasi dari kandungan klorofilnya melalui teknologi penginderaan jauh, seperti dari citra satelit Landsat. Citra Landsat bisa memberikan informasi data perairan berdasarkan nilai spektral objek yang direkam oleh sensor Landsat. Di dalam interpretasi citra, citra dikaji melalui

proses penalaran untuk mendeteksi, mengidentifikasi, dan menilai arti pentingnya obyek yang tergambar pada citra (Sutanto, 1986).

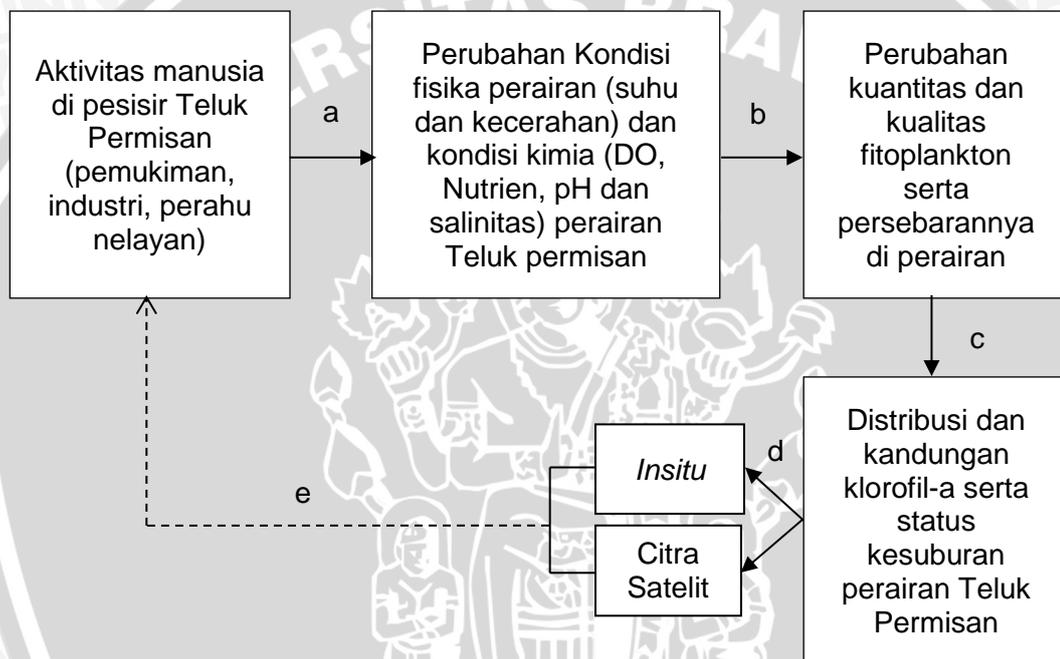
Penelitian ini dilakukan di Teluk Permisian, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo tentang distribusi fitoplankton menggunakan metode klorofil-a. Perairan Teluk Permisian memperoleh masukan dari berbagai aliran sungai salah satunya sungai utama yang paling lebar yaitu sungai Ketingan yang mengalir dan memberikan kontribusi berupa limbah baik limbah domestik yaitu dari aktivitas penduduk yang ada di sekitar maupun limbah industri karena di Kabupaten Sidoarjo memiliki banyak industri yang berdampak terhadap pencemaran perairan Teluk Permisian. Masukan limbah-limbah yang membawa bahan organik dan anorganik ke dalam perairan estuari Teluk Permisian akan berpengaruh terhadap kualitas perairan sehingga mengalami penurunan kualitas air yang nantinya juga dapat berpengaruh pada distribusi biomassa fitoplankton yaitu klorofil-a.

Selain itu juga terdapat kegiatan perikanan yaitu petani kerang jenis kupang yang aktif melakukan kegiatan perikanan di teluk ini untuk memanen kupang setiap harinya yang sedikit banyak juga menyumbang limbah ke dalam perairan Teluk Permisian berupa limbah bahan bakar perahu nelayan yang beroperasi serta perairan Sungai yang dijadikan tempat sandar perahu nelayan. Semakin bertambahnya aktivitas manusia di berbagai sektor menyebabkan peningkatan jumlah dan jenis pencemaran sehingga pada suatu saat akan dapat melampaui kesetimbangan perairan teluk yang mengakibatkan sistem perairan tercemar, hal tersebut jelas dapat menurunkan daya kesuburan serta daya guna perairan teluk. Oleh karena itu penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh dari kegiatan perikanan di teluk tersebut dan pengaruh sungai-sungai yang membawa berbagai limbah baik limbah cair maupun limbah padat dari kegiatan di darat yaitu aktivitas rumah tangga dan industri terhadap

kandungan klorofil-a pada fitoplankton yang tersebar di perairan yang dapat dilihat pola persebarannya dari data citra satelit untuk menduga kesuburan perairan Teluk Permisan kecamatan Candi, kabupaten Sidoarjo.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan survei yang telah dilakukan pada lokasi penelitian sehingga diperoleh permasalahan yang dapat digambarkan dalam diagram alir seperti yang tercantum pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Rumusan Masalah

Keterangan:

- a. Aktivitas manusia yang tidak terkontrol disekitar sungai hingga muara diantaranya adalah pembuangan limbah domestik dari pemukiman (sampah dan MCK), aktivitas industri-industri yang menghasilkan limbah (padat atau cair) dan limbah dari bahan bakar perahu nelayan yang melakukan aktivitas mencari kerang setiap hari di Teluk Permisan, aktivitas tersebut menyebabkan perubahan kondisi fisika maupun kimia perairan.

- b. Penjelasan di atas tentunya berpengaruh terhadap kualitas perairan Teluk Permisian yang mengakibatkan perubahan kondisi fisika (kecepatan arus, suhu dan kecerahan) serta kimia (DO, Nitrat Nitrogen, Ortofosfat, pH dan salinitas) perairan sehingga dapat mempengaruhi faktor biologi yaitu fitoplankton baik secara kuantitas dan kualitas.
- c. Kondisi fitoplankton dapat mempengaruhi kandungan klorofil-a serta penyebarannya dan mempengaruhi kesuburan perairan Teluk Permisian.
- d. Distribusi serta konsentrasi fitoplankton dan status kesuburan Teluk Permisian diketahui dengan metode klorofil-a menggunakan data *insitu* yaitu pengambilan sampel di lapang lalu dianalisis di dalam laboratorium dan analisis distribusi klorofil-a menggunakan data dari Citra Satelit Landsat 8.
- e. Status kesuburan perairan menggunakan metode klorofil-a dapat dijadikan sumber informasi mengenai kondisi dan status kesuburan perairan Teluk Permisian sehingga masyarakat sekitar dan industri dapat mengontrol kegiatan rumah tangga, kegiatan perikanan tangkap oleh petani kerang serta kegiatan industri untuk lebih memajemen dengan baik pengolahan serta pembuangan limbah sebagai wujud tindakan manajemen guna menjaga kelestarian perairan Teluk Permisian.

### **1.3 Maksud dan Tujuan**

#### **1.3.1 Maksud**

Maksud dari penelitian di perairan estuari ini adalah sebagai wujud pengaplikasian ilmu yang telah diterima di bangku kuliah tentang biomassa fitoplankton (klorofil-a) dengan praktek langsung di lapang serta menambah ilmu dan pengetahuan mengenai pengolahan data klorofil-a dari citra satelit untuk mengetahui konsentrasi klorofil-a di wilayah perairan estuari Teluk Permisian

yang dapat digunakan untuk menduga kesuburan dan kondisi termasuk tingkat pencemaran perairan estuari Teluk Permisian.

### 1.3.2 Tujuan

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini antara lain yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui Kondisi serta distribusi klorofil-a secara spasial di perairan Teluk Permisian baik dari data *insitu* maupun data dari citra satelit Landsat 8.
2. Mengetahui status kesuburan perairan Teluk Permisian.
3. Mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi sehingga dapat dijadikan informasi dalam melakukan tindakan manajemen yang sesuai demi menjaga kelestarian perairan Teluk Permisian, kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.

### 1.4 Kegunaan

Adapun kegunaan dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi Mahasiswa

Mempelajari dan mempraktekkan langsung di lapang dan analisis di laboratorium dapat menambah pengetahuan serta pengalaman mahasiswa tentang distribusi spasial fitoplakton dengan metode klorofil-a. Selain itu juga menambah pengetahuan dalam menentukan status kesuburan dan pencemaran perairan berdasarkan kondisi fitoplankton dan klorofil-a di perairan serta menambah ilmu pengetahuan tentang citra satelit Landsat 8 yang di olah menggunakan aplikasi tertentu.

2. Bagi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang

Dapat menjadi sumber informasi tentang status dan kondisi perairan estuari Teluk Permisian, selain itu dapat dijadikan referensi untuk dikembangkan dalam penelitian selanjutnya yang lebih mendalam di wilayah tersebut guna pengembangan pemanfaatan perairan Teluk Permisian dan penelitian lebih lanjut

tentang pengolahan limbah industri sebagai tindakan manajemen pelestarian sumberdaya hayati di lingkungan sekitar wilayah penelitian.

### 3. Bagi Masyarakat dan Petani Kerang Sekitar Wilayah Penelitian

Sebagai sumber informasi mengenai kondisi dan status kesuburan serta tingkat pencemaran perairan estuari Teluk Permisian sehingga masyarakat sekitar dan industri dapat mengontrol dan memajemen kegiatan rumah tangga, kegiatan perikanan tangkap kerang oleh petani kerang serta kegiatan industri untuk lebih memajemen dengan baik pengolahan limbah sehingga tidak memberi kelangsungan yang berdampak buruk pada wilayah perairan Teluk Permisian.

#### 1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di perairan estuari Teluk Permisian Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur dan Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang pada bulan November 2014 sampai bulan Februari 2015.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kesuburan Perairan

Kesuburan perairan merupakan deskripsi kualitatif yang menyatakan konsentrasi unsur hara yang terdapat dalam suatu badan air, ada beberapa macam penggolongan tingkat kesuburan perairan yaitu eutrof (kaya hara), mesotrof (moderat hara) dan oligotrof (miskin hara) (Welch, 1952 dalam Wasfi 2000). Pengkayaan zat hara di lingkungan perairan menurut Gypens *et al.*, (2009) dalam Risamasu dan Prayitno (2011), 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 HABs. Selain itu, menurut Adani *et al.*, (2013) kegiatan manusia, plankton faktor kimia, fisika juga kandungan klorofil-a dapat berpengaruh terhadap kesuburan perairan.

Sebagai parameter biologi, plankton khususnya fitoplankton yang mempunyai peranan penting dalam rantai makanan di ekosistem akuatik sering dijadikan indikator kestabilan, kesuburan dan kualitas perairan (Rudiyanti, 2009). Keberadaan fitoplankton di suatu perairan dapat memberikan informasi mengenai keadaan perairan serta dapat dijadikan indikator untuk kualitas dan tingkat kesuburan suatu perairan, salah satu cara untuk mengukur kualitas suatu perairan yakni dengan mengetahui nilai koefisien sapobrik (Wijaya dan Hariyati, 2010). Koefisien sapobrik merupakan suatu indeks yang erat kaitannya dengan tingkat pencemaran, hal inilah yang mengindikasikan tingkat kualitas air di suatu perairan, koefisien sapobrik akan terlihat setelah mengetahui struktur komunitas

fitoplankton di suatu perairan. Sistem Saprobik ini melihat kelompok organisme yang dominan dan banyak digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran dengan persamaan Dresscher dan Van Der mark (Wijaya dan Hariyati, 2010).

## 2.2 Fitoplankton

Fitoplankton merupakan parameter biologi yang dapat dijadikan indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan suatu perairan (bioindikator) (Wijaya dan Hariyati, 2010). Fitoplankton sebagai tumbuhan yang mengandung pigmen klorofil mampu melaksanakan reaksi fotosintesis dimana air dan karbondioksida dengan adanya sinar matahari dan zat hara dapat menghasilkan senyawa organik seperti karbohidrat (Thohah dan Amri, 2011). Karena kemampuan membentuk zat organik dari zat anorganik, fitoplankton disebut sebagai produsen primer atau *primary produser* (Nontji, 1993 dalam Hidayat, 2001). 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). Fitoplankton, baik secara langsung maupun tidak langsung merupakan sumber makanan utama bagi hampir semua hewan yang ada di laut. Konsentrasi dari pigmen hijau fotosintesis (klorofil-a) di perairan estuari, pantai dan laut merupakan indikator kelimpahan dan biomassa dari tumbuhan mikroskopis (fitoplankton) sebagai alga uniseluler (Afdal dan Riyono, 2007).

Fitoplankton merupakan nama umum untuk plankton tumbuhan atau plankton nabati yang terdiri dari beberapa kelas. Beberapa kelas dari fitoplankton yang sering dijumpai dalam lingkungan perairan adalah dari kelas diatom (kelas Bacillariophyceae), Dinoflagellata (kelas Dinophyceae) dan ganggang hijau (kelas Chlorophyceae). Keberadaan fitoplankton dalam perairan yang melimpah dapat menyebabkan terjadinya blooming algae atau biasa disebut red tide

(pasang merah) yang dapat menyebabkan invertebrata dan ikan mati secara masal (Asmara, 2005).

### 2.3 Klorofil-a

Klorofil-a adalah pigmen tumbuhan hijau yang diperlukan untuk fotosintesis. Parameter klorofil-a mengindikasikan kadar biomassa algae, dengan perkiraan rata-rata beratnya adalah 1% dari biomassa, fosfor sebagai salah satu nutrisi penunjang untuk klorofil-a, dapat menimbulkan algae bloom yang dapat menyebabkan proses sedimentasi berjalan lebih cepat (Juantari *et al.*, 2013). Ketersediaan nutrisi dan intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi konsentrasi klorofil-a suatu perairan. Apabila nutrisi dan intensitas cahaya matahari tersedia cukup, maka konsentrasi klorofil akan tinggi begitu pula sebaliknya. Perairan di daerah tropis umumnya memiliki konsentrasi klorofil yang rendah karena keterbatasan nutrisi dan kuatnya stratifikasi kolom perairan sebagai akibat pemanasan permukaan perairan yang terjadi sepanjang tahun (Nuriya *et al.*, 2010). Klorofil itu sendiri terdiri dari tiga jenis yaitu klorofil-a, klorofil-b, dan klorofil-c. ketiga jenis klorofil ini sangat penting dalam proses fotosintesis tumbuhan yaitu suatu proses yang merupakan dasar dari pembentukan zat-zat organik di alam.

Kandungan klorofil yang paling dominan dimiliki oleh fitoplankton adalah klorofil-a, karenanya klorofil-a dapat dijadikan sebagai salah satu indikator kesuburan perairan (Samawi, 2001). Selain itu, menurut Nuriya *et al.*, (2010), klorofil-a juga dapat digunakan untuk menaksir produktivitas primer suatu perairan. Sebaran klorofil-a fitoplankton di suatu perairan bervariasi secara geografis maupun berdasarkan kedalaman perairan. Variasi tersebut diakibatkan oleh perbedaan intensitas cahaya matahari dan konsentrasi nutrisi yang terdapat dalam suatu perairan (Riyono *et al.*, 2006).

## 2.4 Parameter Pendukung Kehidupan Fitoplankton

### 2.4.1 Suhu

Suhu sangat berperan dalam mengendalikan ekosistem perairan karena suhu akan mempengaruhi proses metabolisme, kandungan oksigen terlarut serta proses biologis dan kimia lainnya (Haryani, 2013). Suhu suatu badan air yang dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. suhu juga sangat berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan bawah) yang disukai bagi pertumbuhannya, misalnya alga dari divisi Chlorophyta dan diatom akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu berturut-turut  $30^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$  dan  $20^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ . Divisi Cyanophyta lebih dapat bertoleransi terhadap kisaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan Chlorophyta dan Diatom (Haslam, 1995).

Suhu secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton, secara langsung reaksi enzimatik yang berperan dalam proses fotosintesis dikendalikan oleh suhu. Sedangkan secara tidak langsung, suhu menentukan struktur hidrologis perairan dalam hal kerapatan air (*water density*), semakin dalam perairan maka suhu akan semakin rendah serta kerapatan air meningkat sehingga menyebabkan laju penenggelaman fitoplankton berkurang (Arifin, 2009).

### 2.4.2 Kecerahan

Kecerahan merupakan faktor penting karena erat kaitannya dengan proses fotosintesis yang terjadi di perairan secara alami. Kecerahan menunjukkan sampai

sejauh mana cahaya dengan intensitas tertentu dapat menembus kedalaman perairan (Arifin, 2009).

Kecerahan dalam suatu perairan merupakan cahaya yang diteruskan ke dalam air menunjukkan pancaran cahaya yang masuk ke dalam perairan dan dinyatakan dengan satuan persen (%) atau meter. Kecerahan suatu perairan perlu diukur karena kecerahan membentuk besar kecilnya intensitas cahaya yang masuk ke perairan yang secara tidak langsung dapat berpengaruh terhadap produktivitas perairan dan laju fotosintesis (Subarijanti, 1990).

#### 2.4.3 pH

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu parameter kimia yang penting dalam memantau kestabilan perairan. Perubahan nilai pH suatu perairan terhadap organisme akuatik mempunyai batasan tertentu dengan nilai pH yang bervariasi (Simanjuntak, 2012). Selain itu, pH juga dapat mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Senyawa ammonium yang dapat terionisasi banyak ditemukan pada perairan yang memiliki pH rendah (Haryani, 2013).

Nilai pH dipengaruhi oleh aktivitas biologis misalnya fotosintesis dan respirasi organisme, serta keberadaan ion-ion dalam perairan tersebut. Perubahan pH akan sangat mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas biologis. Keberadaan unsur hara di laut secara tidak langsung dapat dipengaruhi oleh perubahan pH. Nilai pH yang tinggi akan meningkatkan persentase dari amonia yang tidak terionisasi dan meningkatkan kecepatan pengendapan fosfat di perairan (Boyd, 1990 *dalam* Elfinurfajri, 2009).

#### 2.4.4 Salinitas

Widigdo (2001), menjelaskan bahwa pada umumnya salinitas disebabkan oleh tujuh ion utama yaitu natrium (Na), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), klorit (Cl), sulfat (SO<sub>4</sub>), dan bikarbonat (HCO<sub>3</sub>). Salinitas secara umum

dapat disebut sebagai jumlah kandungan garam dari suatu perairan yang dinyatakan dalam (‰) (Arifin, 2009).

Salinitas penting di perairan untuk mempertahankan tekanan osmosis antara tubuh organisme dan perairan. Variasi salinitas dapat menentukan kelimpahan dan distribusi fitoplankton. Salinitas merupakan salah satu parameter yang menentukan jenis-jenis fitoplankton yang terdapat dalam suatu perairan, tergantung dari sifat fitoplankton tersebut apakah eurihalin atau stenohalin. Secara umum, salinitas permukaan perairan laut di Indonesia rata-rata berkisar antara 32-34 ‰ (Dahuri *et al.*, 1996 dalam Arifin, 2009).

#### 2.4.5 Nitrat

Nitrat adalah bentuk nitrogen di perairan dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga untuk membentuk protein (Haryani, 2013). Menurut Effendi (2003), kandungan nitrat yang lebih dari 0,2 mg/l dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi yang selanjutnya menstimulir pertumbuhan algae dan tumbuhan air secara pesat (*blooming*). senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Oksidasi amonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri Nitrosomonas dan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri Nitrobacter. Nitrat dapat direduksi menjadi amonia oleh aktivitas mikroba pada kondisi anaerob melalui proses yang disebut denitrifikasi.

Zat hara nitrat diperlukan dan berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan hidup fitoplankton dan mikro-organisme lainnya sebagai sumber bahan makanannya. Sumber utama pengkayaan zat hara nitrat diantaranya runoff, erosi, leaching lahan pertanian yang subur, limbah

pemukiman, terjadi karena peningkatan aktivitas manusia disekitar wilayah tersebut (Simanjuntak 2012).

#### **2.4.6 Orthofosfat**

Fosfat yang merupakan salah satu zat hara yang dibutuhkan untuk proses pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton dan organisme laut lainnya dalam menentukan kesuburan perairan, kondisinya tidak stabil karena mudah mengalami proses pengikisan, pelapukan dan pengenceran (Simanjuntak, 2012).

Boyd (1982) dalam Idris (2012), menjelaskan bahwa fosfat berperan dalam proses metabolisme serta transfer energy di dalam sel. Fosfat yang ada di dalam perairan dalam bentuk anorganik (ortofosfat, metafosfat dan polifosfat) dan organik (dalam tubuh organisme melayang, asam nukleat dan senyawa organik lainnya), fitoplankton atau organisme tumbuhan lainnya di dalam perairan organisme tumbuhan menyerap fosfat di perairan dalam bentuk ortofosfat.

#### **2.4.7 Oksigen Terlarut (DO)**

Oksigen terlarut dalam laut dimanfaatkan oleh organisme perairan untuk respirasi dan penguraian zat-zat organik oleh mikro-organisme. Sumber utama oksigen dalam air laut adalah udara melalui proses difusi dan dari proses fotosintesis fitoplankton. Oksigen terlarut merupakan salah satu penunjang utama kehidupan di laut dan indikator kesuburan perairan. Kadar oksigen terlarut semakin menurun seiring dengan semakin meningkatnya limbah organik di perairan. Hal ini disebabkan oksigen yang ada, dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan zat organik menjadi zat anorganik (Simanjuntak, 2012).

Menurut Salmin (2000), Oksigen memegang peranan penting sebagai indikator kualitas perairan karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Oksigen berperan mengoksidasi bahan organik dan anorganik yang menghasilkan nutrisi untuk

kesuburan perairan pada kondisi aerobik, sementara pada kondisi anaerobik, oksigen yang dihasilkan akan mereduksi senyawa-senyawa kimia menjadi lebih sederhana dalam bentuk nutrien dan gas, karena proses oksidasi dan reduksi inilah maka peranan oksigen terlarut sangat penting untuk membantu mengurangi beban pencemaran pada perairan secara alami maupun secara perlakuan aerobik yang ditujukan untuk memurnikan air buangan industri dan rumah tangga.

## 2.5 Penginderaan Jauh

Menurut Sukandar *et al.*, (2005), penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi obyek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisa data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah atau gejala yang hendak dikaji. Obyek yang diindera atau yang ingin diketahui berupa obyek atau gejala di permukaan bumi, di dirgantara atau di antariksa.

Penginderaan jauh memanfaatkan energi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh suatu objek di permukaan bumi, dimana tiap-tiap objek di permukaan bumi memiliki karakteristik reflektansi yang berbeda-beda. Pertama-tama pancaran dan pantulan energi dari benda-benda di permukaan bumi ditangkap oleh sistem sensor pada satelit, kemudian setelah itu diubah menjadi sinyal-sinyal yang selanjutnya dikirimkan ke stasiun bumi untuk seterusnya disimpan dalam bentuk data analog atau digital. Kemudian untuk pemanfaatan suatu bidang tertentu, dapat dilakukan pengolahan lebih lanjut data penginderaan jauh (Kushardono, 2003). Data penginderaan jauh mempunyai dua resolusi, yaitu resolusi spektral dan resolusi spasial. Resolusi spektral dari suatu sensor ditandai dengan banyaknya saluran atau lebar spektral yang digunakan oleh sensor, sedangkan resolusi spasial berhubungan dengan ukuran piksel

dipermukaan bumi yang mampu diamati (Asriningrum *et al*, 2011). Menurut Kushardono (2003), resolusi spasial adalah luasan objek di permukaan bumi yang dapat diukur oleh sensor dan dipresentasikan pada suatu pixel (*picture element*) dalam citra digital penginderaan jauh. Satelit penginderaan jauh saat ini memiliki resolusi spasial mulai dari 0.6 m x 0.6 m hingga 5 km x 5 km. sebagai contoh data ikonos mempunyai resolusi spasial 1 m x 1 m, data Landsat TM/ETM 30 m x 30 m dan data GMS IR 4 km x 4 km. Sedangkan resolusi temporal adalah lamanya waktu wahana penginderaan jauh untuk mendapatkan data pada lokasi yang sama. Misalnya, Landsat mempunyai resolusi temporal 16 hari, yang berarti data pada lokasi yang sama dapat diperoleh setiap 16 hari sekali. Beberapa contoh resolusi temporal untuk berbagai satelit penginderaan jauh, yaitu: data GMS dapat diperoleh tiap 1 jam sekali, NOAA sehari dua kali, SPOT tiap 26 hari sekali, ERS-1 tiap 35 hari sekali, dan JERS tiap 44 hari sekali.

Penginderaan dilakukan dari jarak jauh pada umumnya sensor dipasang pada wahana (*platform*) yang berupa pesawat terbang, satelit, pesawat ulang-alik, atau wahana lainnya (Sukandar *et al.*, 2005). Sensor satelit khusus untuk kelautan dikembangkan oleh NASA mulai tahun 1978 dengan pengembangan misi satelit dengan sensor *Coastal Zone Color Scanner* (CZCS). Dan setelah sepuluh tahun kemudian mulai bermunculan satelit penginderaan jauh dengan sensor khusus untuk misi kelautan. Termasuk salah satunya yaitu satelit Landsat yang dimiliki oleh NASA (USA) (Kushardono, 2003).

Hasil dari sensor yang ada pada satelit berupa data mentah yang dapat diolah dan dianalisis untuk mendapatkan hasil berupa citra. Menurut Hornby (1974) dalam Sutanto (1986), citra merupakan gambaran yang terekam oleh kamera atau oleh sensor lainnya. Citra satelit yaitu citra yang dibuat dari antariksa atau angkasa luar. Citra satelit dibedakan lebih jauh atas penggunaan utamanya, citra Landsat itu sendiri yaitu citra satelit yang digunakan untuk

penginderaan sumberdaya bumi. Contoh lainnya yaitu citra Soyus (Rusia) dan citra SPOT yang diorbitkan oleh Perancis (Sutanto, 1986). Contoh citra menurut Kushardono (2003) seperti citra suhu permukaan laut, citra persebaran klorofil-a, citra klasifikasi terumbu karang dan lingkungan pada pulau kecil, citra sebaran minyak di laut, sampai pada citra kekeruhan.

Analisis dilakukan dengan menggunakan sistem informasi geografi (SIG), Komponen utama SIG adalah sistem komputer (hardware dan software) untuk pemasukan, penyimpanan, pengolahan, analisis, lampiran data, dan lainnya, data geospasial (peta, foto udara, citra satelit, data statistic, dll) dan pengguna (desain standar, pemutakhiran/updating, analisis dan penerapan) (Sukandar *et al.*, 2005). Produk suatu proses pemetaan adalah suatu informasi spasial yang dapat divisualisasikan dalam bentuk atlas (kertas maupun elektronik), peta (kertas maupun digital), basis data digital maupun Sistem Informasi Geografis (SIG) (Abidin, 2007).

Menurut Prahasta (2001), secara sederhana SIG dapat didefinisikan sebagai suatu teknologi baru yang pada saat ini menjadi alat bantu (*tools*) yang sangat asensial dalam menyimpan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan kembali kondisi-kondisi alam dengan bantuan data atribut dan *spasial (grafis)*. Sesuai dengan perkembangan teknologi yang sudah dapat dicapai hingga pada saat ini, khususnya di bidang komputer grafik, analisis data, teknologi informasi, dan teknologi satelit inderaja, maka kebutuhan mengenai penyimpanan, analisis dan penyajian data yang berstruktur kompleks dengan jumlah besar dan semakin mendesak. Struktur data kompleks tersebut mencakup baik jenis data spasial maupun atribut. Dengan demikian, untuk mengolah data yang kompleks ini, diperlukan suatu sistem informasi yang secara terintegrasi mampu mengolah baik data spasial maupun data atribut ini secara efektif dan efisien.

Langkah untuk menganalisis data dari satelit yaitu menggabungkan parameter-parameter tertentu secara spasial, dengan langkah-langkah sebagai berikut: digitasi peta dasar, editing data vector hasil klasifikasi citra, pembuatan basis data spasial dan integrasi data spasial (Winarso dan Purwanto, 2003).

## 2.6 Satelit Landsat 8 LDCM

Satelit penginderaan jauh berdasarkan posisinya di angkasa dibedakan menjadi dua jenis satelit, yaitu satelit orbit berputar dan satelit geostasioner. Satelit orbit berputar memiliki ketinggian agak rendah sekitar 800 km dari permukaan bumi dan memiliki dua arah perputaran yang pertama adalah satelit orbit berputar mengelilingi bumi melewati kutub utara dan kutub selatan atau satelit orbit polar. Salah satu satelit yang diklasifikasikan sebagai satelit orbit polar adalah satelit Landsat. Sedangkan satelit geostasioner posisinya adalah menetap di atas sekitar katulistiwa dengan ketinggian sekitar 35.800 km (Kushardono, 2003). Distribusi dan kelimpahan fitoplankton dapat diestimasi dari kandungan klorofil-a melalui satelit penginderaan jauh, seperti satelit Landsat. Citra Landsat bisa memberikan informasi data perairan berdasarkan nilai spektral obyek yang direkam oleh sensor Landsat (Nuriya *et al.*, 2010).

Satelit Landsat 8 LDCM (*Landsat Data Continuity Mission*) telah berhasil diluncurkan oleh NASA pada Februari 2013 di Vandenberg Air Force Base, California. Pesawat peluncurannya adalah Atlas-V-401. Landsat 8 LDCM menyempurnakan satelit pengamat bumi sebelumnya, yaitu Landsat 7 ETM+. Landsat 8 LDCM ini memiliki karakteristik yang mirip dengan Landsat 7 ETM+ baik dari resolusinya (spasial, spectral, temporal), metode koreksi, ketinggian terbang dan karakteristik sensor yang dibawanya, tapi jumlah *band* serta spektrumnya berbeda. Karakteristik sensor satelit Landsat 8 memiliki 8 bits, 11 band dan resolusi spasial 30 m x 30 m serta resolusi temporalnya 16 hari.

Karakteristik selengkapnya *band* atau saluran pada satelit Landsat 8 dapat dilihat pada Gambar 2.

LDCM OLI/TIRS Band Requirements	
30 m, Coastal/Aerosol, 0.433–0.453 $\mu\text{m}$ (*A)	Band 1
30 m, Blue, 0.450–0.515 $\mu\text{m}$	Band 2
30 m, Green, 0.525–0.600 $\mu\text{m}$	Band 3
30 m, Red, 0.630–0.680 $\mu\text{m}$ (*B)	Band 4
30 m, Near-IR, 0.845–0.885 $\mu\text{m}$ (*B)	Band 5
30 m, SWIR-1, 1.560–1.660 $\mu\text{m}$ (*B)	Band 6
30 m, SWIR-2, 2.100–2.300 $\mu\text{m}$ (*B)	Band 7
15 m, Pan 0.500–0.680 $\mu\text{m}$ (*B)	Band 8
30 m, Cirrus, 1.360–1.390 $\mu\text{m}$ (*C)	Band 9
100 m, LWIR-1, 10.30–11.30 $\mu\text{m}$ (*D)	Band 10
100 m, LWIR-2, 11.50–12.50 $\mu\text{m}$ (*D)	Band 11

Gambar 2. Resolusi dan Panjang Gelombang Sensor Saluran Landsat 8  
(Sumber: Edgardh, 2013)

Data satelit Landsat diperoleh melalui *High Density Digital Tape* (HDDT) dan pada waktu bersamaan dapat dipantau pada *Quicklook* monitor di stasiun penerima, di Indonesia adalah LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional). Data yang diterima adalah data mentah yang belum melalui proses koreksi dan kemudian diproses dengan melakukan berbagai macam koreksi yang dilakukan dengan bantuan computer Perkin-Elmer 3220. Selanjutnya melalui suatu proses yang dinamakan *Bulk Processing System* (BPS) dilakukan koreksi radiometrik dan geometrik. Koreksi radiometrik dilakukan untuk mengoreksi sudut datang dari sinar surya, ketidak seragaman dari tingkat kepekaan sensor terhadap kontras pada permukaan bumi dan akibat gerakan sensor selama pengambilan gambar. Sedangkan koreksi geometrik dilakukan untuk memperbaiki, kecepatan perputaran dari cermin, perputaran bumi dan sudut pandang.. BPS akan menerima data kasar (raw data) dari HDDT dan juga data dari *Computer Compatible Tape* (CCT). BPS ini akan menghasilkan keluaran (output) berupa CCT film, film hitam-putih atau film berwarna (Sukandar

et al., 2005). Data satelit Landsat 8 yang diperoleh adalah data mentah yang dapat diolah menjadi produk berupa citra. Interpretasi citra dari data Landsat diolah menggunakan *software* Envi untuk melakukan koreksi radiometrik dan geometrik yang selanjutnya diolah menggunakan *software* ArcMap yaitu ArcGis untuk mendapat hasil akhir berupa citra. ArcGis merupakan salah satu di antara sekian banyak perangkat lunak yang digunakan dalam Sistem Informasi Geografis. ArcGis memiliki kemampuan yang tinggi dalam pembuatan peta digital hingga analisis spasial (Endang, 2014).

Menurut Kushardono (2003), perolehan informasi kondisi permukaan bumi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh melalui satelit memiliki keuntungan yakni:

- Daerah cakupannya luas sehingga data global dapat diperoleh,
- Resolusi temporalnya tinggi karena datangnya dapat diperoleh hampir setiap bulan bahkan ada yang memiliki data setiap jam, sehingga dapat digunakan untuk pemantauan,
- Perolehan datanya cepat, karena dapat diperoleh setiap saat dari satelit yang sedang deorbit. Selain itu juga karena datanya dalam format digital, maka pengolahan informasi dapat dilakukan secara cepat dengan menggunakan komputer,
- Dipandang relatif ekonomis, ini berkaitan pula dengan sudah adanya beberapa fasilitas penginderaan jauh di Indonesia.

### 3. MATERI DAN METODE

#### 3.1 Materi Penelitian

Materi pada penelitian ini yaitu distribusi klorofil-a dan fitoplakton di Teluk Permisian Kecamatan Sidoarjo yang diuji dalam laboratorium dan penentuan distribusi dari data citra satelit Landsat 8 serta analisis parameter pendukung meliputi parameter fisika yaitu: suhu dan kecerahan, sedangkan parameter kimia yaitu: pH, salinitas, Nitrat ( $\text{NO}_3$ ), Orthofosfat ( $\text{PO}_4$ ) dan *Disolved Oxygen* (DO) serta parameter biologi yaitu kelimpahan, keanekaragaman dan dominasi fitoplankton di perairan Teluk Permisian.

#### 3.2 Alat dan Bahan

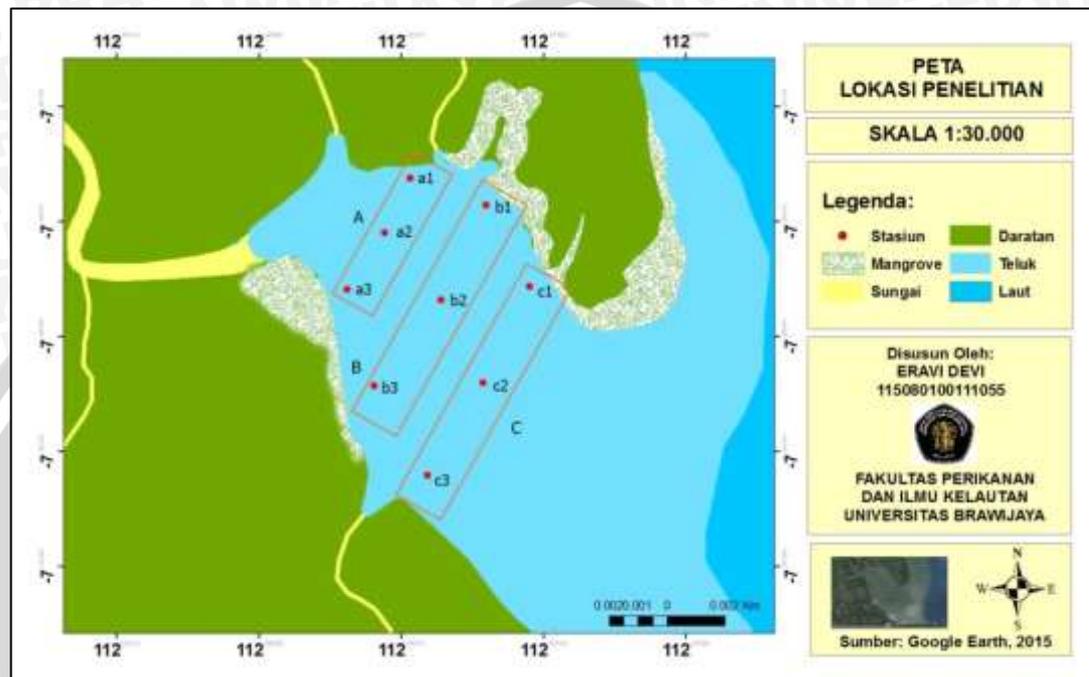
Alat dan bahan dalam penelitian ini yang digunakan meliputi alat dan bahan untuk pengukuran saat di lapang dan laboratorium. Daftar nama alat dan bahan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian**

Parameter	Unit	Alat dan Bahan	Lokasi Analisis
Klorofil-a	mg/m <sup>3</sup>	Spektrofotometer, laptop/ Aceton	Laboratorium
<b>Fisika</b>			
Suhu	°C	Thermometer Hg	Insitu
Kecerahan	cm/m	Secchi disk	Insitu
<b>Kimia</b>			
pH	-	pH meter	Insitu
Salinitas	‰	Refraktometer	Insitu
NO <sub>3</sub>	mg/l	Nitrat Test dengan merk Aquamerck Germany	Insitu
PO <sub>4</sub>	mg/l	Orthofosfat Test dengan merk Aquamerck Germany	Insitu
DO	mg/l	DO Meter	Insitu
<b>Biologi</b>			
Fitoplankton	Ind/l	Plaknton net, Mikroskop/ lugol	Laboratorium

### 3.3 Lokasi dan Stasiun Penelitian

Lokasi pengambilan data dalam penelitian ini dilaksanakan di perairan estuari Teluk Permisan Kecamatan Candi Sidoarjo. Peta wilayah penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Lokasi dan Titik Pengambilan Sampel

Penentuan Lokasi pengambilan data sesuai dengan karakteristik wilayah teluk yang berbeda yaitu ada 3 (tiga) stasiun pengambilan, stasiun A yaitu muara sungai Ketingan yang merupakan salah satu sungai yang mengalir menuju Teluk Permisan dimana disepanjang tepi sungai merupakan tempat pemukiman warga yang sebagian besar membuang limbah domestik ke dalam sungai langsung sehingga dapat berdampak pencemaran hingga ke muara, stasiun B yaitu bagian tengah Teluk Permisan dan masih dekat dengan muara teluk yang merupakan tempat kegiatan penangkapan kupang oleh petani kupang warga sekitar sehingga setiap hari banyak perahu yang berhenti di daerah ini dari pagi hingga sore untuk mencari kupang, sedangkan stasiun C yaitu daerah yang mulai jauh

dari muara dan mendekati laut lepas. Setiap stasiun dibagi menjadi 3 (tiga) titik pengambilan sampel yaitu sebagai berikut:

a. Stasiun A (muara sungai ketinggian), meliputi:

a1: Muara bagian tepi kiri (sebelah utara sungai)

a2: Muara bagian tengah

a3: Muara bagian tepi kanan (sebelah selatan sungai dekat ekosistem mangrove)

b. Stasiun B (bagian tengah teluk), meliputi:

b1: Bagian tengah teluk tepi kiri (sebelah utara teluk dekat ekosistem mangrove)

b2: Bagian tengah teluk

b3: Bagian tengah teluk tepi kanan (sebelah selatan teluk dekat mangrove)

c. Stasiun C (menuju laut lepas), meliputi:

c1: Bagian tepi kiri (sebelah timur teluk dekat ekosistem mangrove)

c2: Bagian tengah

c3: Bagian tepi kanan (sebelah barat teluk dekat ekosistem mangrove)

### 3.4 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, yaitu membuat gambaran mengenai situasi kejadian-kejadian tidak terbatas pada pengumpulan data, tetapi juga menganalisis dan terdapat pembahasan dari data yang telah dikumpulkan. Metode deskriptif bermaksud membuat gambaran mengenai situasi kejadian-kejadian dan bertujuan untuk membuat gambaran sistematis, nyata serta akurat mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat populasi atau daerah tertentu (Suryabrata, 1989). Sedangkan menurut Arikunto (2002), metode deskriptif yaitu pengumpulan data yang bertujuan untuk menjelaskan suatu

gambaran keadaan suatu daerah tanpa mengambil keputusan secara umum namun sistematis, aktual dan akurat.

### 3.4.1 Data Penelitian

Data adalah informasi mengenai hal-hal yang berkaitan dengan penelitian serta tujuan dari penelitian karena dalam penelitian sesuatu yang utama adalah mendapatkan data (Sugiyono, 2010). Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari sumber pertama dengan cara mencatat hasil observasi, dokumentasi, partisipasi aktif dan wawancara langsung atau pada saat melakukan penelitian sedangkan data sekunder diperoleh dari pihak lain dapat berupa data hasil penelitian sebelumnya (PKL/Skripsi), buku, jurnal, situs internet serta kepustakaan lainnya.

#### A. Data Primer

Data primer adalah data yang berasal dari sumber pertama dalam sasaran penelitian (Mulyanto, 2008). Data primer pada penelitian ini meliputi parameter utama yaitu data klorofil-a yang diambil secara insitu di lapang dan diuji dengan skala laboratorium dan parameter pendukung yaitu parameter fisika meliputi suhu, kecerahan, dan arus, parameter kimia meliputi pH, salinitas, Nitrat ( $\text{NO}_3$ ), Orthofosfat ( $\text{PO}_4$ ), Disolved Oxygen (DO), dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) serta parameter biologi yang mengukur kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton pada perairan Teluk Permisian.

#### B. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui studi pustaka dari berbagai sumber dan instansi terkait. Data yang diperoleh tersebut selanjutnya dibahas secara deskriptif dan (Hidayat *et al.*, 2013). Penelitian ini memperoleh data sekunder dari jurnal ilmiah, laporan ilmiah, kepustakaan yang menunjang

dan pemetaan dari google earth, Peta Rupa Bumi Indonesia dan Bing Maps untuk membantu dalam pemetaan yang menunjukkan lokasi sampling dan data sebaran klorofil-a dari citra satelit landsat 8 yang diperoleh dari <http://earthexplorer.usgs.gov/>. untuk menunjukkan distribusi klorofil-a selain dari data insitu.

### 3.4.2 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan data dilakukan sebanyak satu kali setiap bulan selama tiga bulan, yaitu pada bulan November 2014 sampai bulan Januari 2015. Pengambilan sampel dilakukan mulai pukul 10.00 WIB sebanyak tiga kali ulangan pada setiap stasiun pengamatan sehingga dirasa dapat mewakili wilayah estuari Teluk Permisian. Pengambilan data di lapang pada penelitian ini meliputi pengambilan sampel klorofil-a dengan menggunakan ember selanjutnya air dimasukkan ke dalam jerigan gelap bervolume 1,5 liter untuk analisis kandungan klorofil-a di laboratorium dan pengambilan sampel fitoplankton menggunakan ember 25 liter, kemudian disaring dengan *plankton net* yang mempunyai diameter 25 cm, panjang 100 cm dan ukuran mata jaring 60  $\mu\text{m}$ . air yang tersaring ditampung dalam botol sampel bervolume 30 ml dan di awetkan menggunakan lugol serta pengambilan data kualitas air meliputi parameter fisika dan parameter kimia secara langsung pada titik-titik lokasi penelitian menggunakan alat digital kecuali nitrat dan fosfat dengan menggunakan nitrat dan orthofosfat test. Semua sampel yang telah diambil disimpan dalam *coolbox* dan untuk penentuan titik-titik lokasi pengambilan data menggunakan GPS (*Global Positioning System*). Data satelit Landsat diperoleh dengan mengunduh data mentah yang tersedia pada alamat <http://earthexplorer.usgs.gov/>. dengan memilih waktu yang berdekatan dengan waktu sampling di lapang.

### 3.4.3 Teknik Pengolahan Sampel

#### A. Pengolahan Sampel Klorofil-a

Pengolahan sampel klorofil-a menurut Hutagalung *et al.*, (1997) di dalam laboratorium yaitu:

- Menyiapkan sampel yang telah diambil pada perairan dengan kedalaman yang telah ditentukan.
- Memasang atau meletakkan filter pada alat saring (*filter holder*).
- Menyaring sampel air (0,5 – 2 liter) untuk perairan pantai, (2 – 4 liter) untuk perairan lepas pantai. Penyaringan dibantu dengan *vacump pump* dengan tekanan hisap  $\pm 30$  cm Hg. Catat volume air yang disaring (ml).
- Membilas dengan 10 ml larutan magnesium karbonat ke dalam *filter holder*, hisap kembali sampai filter tampak kering.
- Mengambil filter dan membungkus dengan aluminium foil (beli label) dan simpan dalam desikator aluminium yang berisi silica gel (simpan dalam freezer jika proses analisis berikutnya tidak dilakukan).
- Memasukkan hasil filter saringan ke dalam tabung reaksi 15 ml, tambahkan 10 ml aceton 90%.
- Menggerus sampel dalam tabung reaksi dengan alat penggerus.
- Men-*centrifuge* sampel dengan putaran 4000 rpm selama 30-60 menit.
- Memasukkan cairan yang bening dengan menuang cairan tersebut ke dalam cuvet.
- Memeriksa absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 750, 664, 647, dan 630 nm.

## B. Pengolahan Sampel Fitoplankton

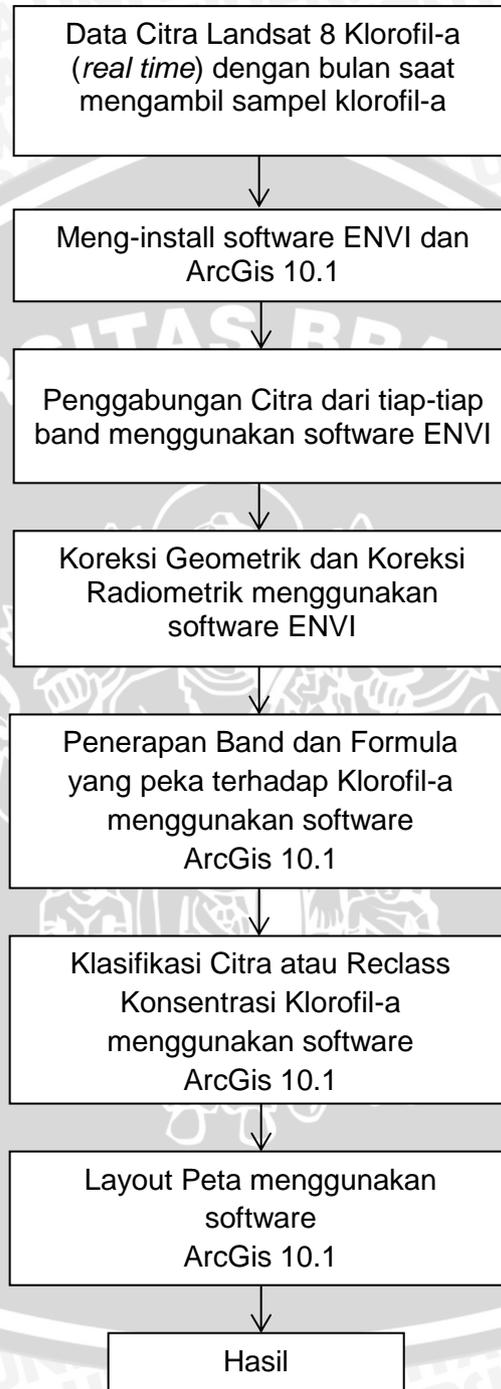
Sampel fitoplankton yang telah diawetkan menggunakan lugol saat di lapang setelah itu diidentifikasi di dalam laboratorium menurut Satino (2011) yaitu:

- Menyiapkan preparat.
- Meletakkan Preparat plankton yang sudah jadi di atas meja objek mikroskop.
- Memastikan pengatur cahaya mikroskop sebelum dinyalakan berada pada frekuensi terkecil. Jika sudah, bisa dinyalakan.
- Memperjelas cahaya dengan memutar pengatur cahaya. Kemudian, memilih perbesaran yang diharapkan.
- Mencari luas lapang bidang pandangnya setelah mikroskop sudah fokus.
- Mencari fitoplankton pada bidang pandang.
- Menggambar dan memfoto jenis fitoplankton yang ditemukan.
- Mengidentifikasi fitoplankton dengan bantuan buku identifikasi Davis (1955).

## C. Pengolahan Data Klorofil-a (Citra Satelit Landsat 8)

Pengolahan data citra satelit dalam penelitian ini menggunakan data dari Citra Satelit Landsat 8. Data yang digunakan adalah data klorofil-a dengan resolusi temporal bulanan dalam rentan waktu November 2014 – Januari 2015. Citra satelit Landsat level 8 merupakan data dengan resolusi 30m x 30m, dimana lebih efektif dengan sedikit tutupan awan, untuk memperoleh data dari citra satelit landsat terlebih dahulu mengunduh data dari internet di halaman resmi penyedia data ini, yakni *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) yaitu sebuah agensi pemerintah Amerika Serikat yang bertanggung jawab untuk mengurus segala sesuatu tentang program angkasa dengan alamat

<http://earthexplorer.usgs.gov/>. Alur pengolahan data klorofil-a dari citra satelit Landsat 8 bagan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bagan Alir Pengolahan Data Citra Landsat 8 Klorofil-a  
Sumber: (Nabiyl, 2014)

## 1. Penggabungan Citra (Nabiyl, 2014)

Adapun prosedur penggabungan data citra adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan data citra Lansat 8 klorofil-a.
- Membuka software ArcGis 10.1.
- Mengklik “Edit Algoritm” pada menu.
- Meng-copy “Pseudo layer”.
- Mengganti nama “Pseudo layer”.
- Meng-input data citra sesuai Band masing-masing, urut data citra pada Band pertama dan seterusnya.
- Menyimpan dengan format .ers (file > save as > rename > pastikan format .ers > save > ok).

Hasil dari penggabungan citra selanjutnya dilakukan pemotongan (Cropping) untuk mengambil wilayah yang akan dikaji di citra.

## 2. Pemotongan Citra (Nabiyl, 2014)

Adapun prosedur pemotongan wilayah kajian citra setelah dilakukan penggabungan citra adalah sebagai berikut:

- Membuka software ArcGis 10.1.
- Mengklik “edit algoritm” pada menu.
- Meng-copy “Pseudo Layer”.
- Mengganti nama “Pseudo Layer”.
- Menyesuaikan nama pada “Default Surface” dengan nomor Band pada layer.
- Mengklik “Zoom Toolbox” dan diarahkan pada lokasi yang akan dilakukan pemotongan.
- Menyimpan dengan format .ers (file > save as > rename > pastikan format .ers > save > ok).

Hasil pemotongan citra selanjutnya dilakukan koreksi radiometrik dan geometrik agar hasil lebih baik.

### 3. Koreksi Radiometrik dan Geometrik (Nabiyl, 2014)

Adapun prosedur koreksi radiometrik dan geometrik citra setelah memperoleh hasil potongan wilayah kajian pada citra adalah sebagai berikut:

- Membuka software ArcGis 10.1.
- Mengklik “edit algoritm” pada menu.
- Meng-copy “Pseudo Layer”.
- Mengganti nama “Pseudo Layer”.
- Menyesuaikan nama pada “Default Surface” dengan nomor Band pada layer.
- Meng-edit formula untuk koreksi radiometrik dan geometrik pada masing – masing Band.
- Menyimpan dengan format .ers (file > save as > rename > pastikan format .ers > save > ok).

### 4. Pembuatan Kelas Sebaran Konsentrasi Klorofil-a (Nabiyl, 2014)

Adapun prosedur pembuatan kelas sebaran konsentrasi klorofil a setelah melakukan koreksi radiometrik adalah sebagai berikut:

- Meyiapkan hasil koreksi radiometrik.
- Mengklik “Edit Algorithm” pada menu ArcGis 10.1.
- Mengklik “Edit Formula”.
- Mengganti formula menjadi “if i1 <= 24 then 2,41\*i2/i3+0, 187 else null” pada formula editor.
- Mengubah input Band menjadi 5 : 6: 4 untuk Landsat 8.

- Menyimpan dengan format .ers, File > Save As > diberi nama > pastikan format .ers > Save > OK.
- Mengklik formula editor, edit formula dengan memasukkan rentang klasifikasi masing – masing kelas.
- Menyimpan file dengan cara yang sama seperti sebelumnya.
- Membuka hasil dat yang tersimpan dengan Wordpad.
- Meng-copy scrib.
- Meng-edit scrib sesuai “Class Number” (contoh Class Number = 1, dst.)
- Menyimpan scrib tersebut dengan klik save.
- Membuka kembali data reclass dengan software ArcGis 10.1.
- Mengklik menu Edit > Edit Class region detail untuk klasifikasi Klorofil-a.
- Menyimpan file.
- Hasil sebaran siap untuk dilayout dijadikan peta sebaran klorofil-a.

### 3.5 Analisis Data

#### 3.5.1 Analisis Klorofil-a

Analisis kandungan klorofil-a di laboratorium menurut Hutagalung, *et al.* (1997) menggunakan sampel klorofil-a yaitu perhitungan klorofil dilakukan dengan mengurangi absorbansi dari panjang gelombang 664, 647, dan 630 nm dengan absorbansi dari panjang gelombang 750 nm yang diperoleh dari nilai spektrofotometer. Pengurangan absorbansi pada panjang gelombang tersebut bertujuan untuk mendapatkan nilai absorbansi yang dilakukan klorofil pada panjang gelombang 664, 647, dan 630 nm, sedangkan pada panjang gelombang 750 nm tidak terdapat penyerapan yang dilakukan oleh klorofil tetapi penyerapan hanya diakibatkan oleh faktor kekeruhan sampel. Perhitungan dari kandungan klorofil-a menggunakan rumus:

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

Keterangan:

E664 : absorban 664 nm – absorban 750 nm

E647 : absorban 647 nm – absorban 750 nm

E630 : absorban 630 nm – absorban 750 nm

Ve : volume ekstrak acetone (ml)

Vs : volume sampel air yang disaring (liter)

D : lebar diameter cuvet (cm)

### 3.5.2 Analisis Fitoplankton

Analisis fitoplankton dilakukan dengan dua cara yang pertama analisis berdasarkan kuantitatif yaitu menghitung kelimpahan fitoplankton dalam suatu perairan dan analisis kualitatif yaitu mengetahui kualitas parameter biologi (fitoplankton) dengan mengetahui keanekaragaman dan tingkat dominasi dari fitoplankton di dalam perairan.

#### A. Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif fitoplankton dengan cara menghitung kelimpahan jenis fitoplankton dari jumlah (n) yang ditemukan pada setiap bidang pandang menurut Fachrul *et al.*, (2005) dengan menggunakan modifikasi Lackey Drop sebagai berikut:

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

Keterangan:

T : Luas cover glass (mm<sup>2</sup>)

V : Volume konsentrat plankton dalam botol tampung

L : Luas lapang pandang dalam mikroskop (mm<sup>2</sup>)

$v$  : Volume konsentrat plankton di bawah cover glass

$P$  : Jumlah lapang pandang

$W$  : Volume air sampel yang disaring

$N$  : Kelimpahan fitoplankton (sel/l atau ind/l)

$n$  : Jumlah plankton yang dalam bidang pandang

## B. Analisis Kualitatif

- Indeks Keanekaragaman

Fachrul *et al.* (2005), menerangkan bahwa analisis keanekaragaman ini digunakan untuk mengetahui ragam jenis plankton dalam suatu perairan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung indeks keanekaragaman ini adalah persamaan Shanon-Wiener sebagai berikut:

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Keterangan:

$H'$  : Indeks keanekaragaman

$p_i$  :  $n_i/N$

$n_i$  : Jumlah individu jenis ke- $i$

$N$  : Jumlah total individu dari seluruh jenis

- Indeks dominasi

Indeks dominasi merupakan nilai yang menunjukkan ada atau tidaknya dominasi dari spesies tertentu terhadap spesies lainnya yang berada dalam perairan yang sama. Menurut Odum (1971) dalam Feranita *et al.* (2005), indeks dominasi dihitung untuk mengetahui adanya pendominasi jenis tertentu di perairan. Perhitungan menggunakan indeks dominansi Simpson dengan persamaan berikut :

$$C = \sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan:

C : Indeks dominansi Simpson

$n_i$  : Jumlah individu jenis ke-1

N : Jumlah total individu

S : Jumlah genera

### 3.5.3 Analisis Klorofil-a Data Satelit Landsat

Konsentrasi klorofil-a yang ditentukan oleh citra pada dasarnya merupakan pigmen yang terkandung dalam sel fitoplankton yang dapat terdeteksi oleh citra satelit. Menurut Nuriya *et al.* (2010), bahwa untuk mendeteksi konsentrasi klorofil-a di perairan luas dapat menggunakan band 4, band 5 dan band 6 dari citra satelit Landsat 8. Algoritma yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$C = 0,2818 \times \left( \frac{OT5 + OT6}{OT4} \right)^{3,497}$$

Keterangan:

C : konsentrasi Klorofil-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

OT 4 : nilai reflektansi band 4 dari Landsat

OT 5 : nilai reflektansi band 5 dari Landsat

OT 6 : nilai reflektansi band 6 dari Landsat

### 3.6 Analisis Kualitas Air

#### 3.6.1 Analisis Parameter Fisika

- Suhu

Alat yang digunakan adalah Termometer. Menurut Prianto *et al.* (2013), prosedur pengukuran suhu sebagai berikut :

1. Menyiapkan Termometer.

2. Memasukkan termometer ke dalam perairan dengan membelakangi matahari.
3. Membaca dan mencatat nilai yang tertera pada termometer.
4. Mencatat hasil pengukuran dalam skala °C.

- **Kecerahan**

Menurut Subarijanti (1990), pengukuran kecerahan di perairan dilakukan menggunakan *secchi disk* dengan cara sebagai berikut :

1. Memasukkan *secchi disk* ke perairan secara perlahan-lahan hingga tidak tampak pertama kali, diukur kedalamannya dan dicatat sebagai d1.
2. Menurunkan sampai tidak tampak sama sekali.
3. Menarik *secchi disk* perlahan-lahan ke atas sampai tampak pertama kali, diukur kedalamannya dan dicatat sebagai d2.
4. Memasukkan rumus kecerahan (cm/m) =  $\frac{d1+d2}{2}$

Keterangan:

d1 : panjang tali sampai *secchi disk* tidak tampak untuk pertama kali

d2 : panjang tali sampai *secchi disk* tampak untuk pertama kali

### 3.6.2 Analisis Parameter Kimia

- **pH (Derajat Keasaman)**

Menurut Hariyadi *et al.* (1992) bahwa derajat keasaman (pH) perairan dapat diukur dengan menggunakan pH paper dan pH meter. Pengukuran pH dengan menggunakan pH meter/pH pen meliputi:

1. Menkalibrasi dan menstandarisasi dahulu pH pen sebelum dipakai menggunakan aquades.
2. Memasukkan pH pen ke dalam air.
3. Melihat angka yang muncul pada layer pH pen, catat hasilnya.

4. Setelah dipakai segera standarisasi kembali pH pen dengan aquades.

- Salinitas

Adapun prosedur pengukuran salinitas menggunakan refraktometer menurut Kordi dan Tancung (2007) adalah:

1. Menyiapkan refraktometer.
2. Membuka penutup kaca prisma lalu dikalibrasi dengan aquadest hingga salinitas 0 selanjutnya di keringkan dengan tisu secara searah.
3. Meneteskan 1-2 tetes air sampel yang akan diukur dan menutup kembali dengan hati-hati agar tidak terbentuk gelembung udara di permukaan kaca prisma, kemudian mengarahkan ke sumber cahaya lalu melihat nilai salinitas melalui kaca pengintai.
4. Mencatat hasil pengukuran salinitas dari refraktometer.

- Nitrat ( $\text{NO}_3$ )

Menurut Kordi dan Tancung (2007), prosedur pengukuran nitrat menggunakan Nitrat Test dengan merk Aquamerck Germany adalah sebagai berikut :

1. Membersihkan tabung reaksi dengan air yang akan ditest kedalam tabung tersebut.
2. Mengisi tabung reaksi dengan air sampel sebanyak 10 ml.
3. Menambahkan 6 tetes reagen no.1 dan kocok sampai rata.
4. Menambahkan 6 tes tes reagen no.2 dan kocok sampai rata.
5. Menambahkan 1 sendok reagent no.3 ke dalam tabung.
6. Menutup tabung nya dan kocok dengan kuat selama 15 detik.
7. Membuka penutupnya, dan tambahkan reagen no.4 dan dihomogenkan, lalu tunggu selama 5 menit.

8. Meletakkan tabung di atas bagan warna, bandingkan warna nya dari posisi atas melihat ke bawah. Ketika membandingkan warna, hindari dari cahaya sinar matahari yang secara langsung.

- Orthofosfat ( $PO_4$ )

Menurut Kordi dan Tancung (2007), prosedur pengukuran orthofosfat menggunakan Orthofosfat Test dengan merk Aquamerck Germany adalah sebagai berikut :

1. Membersihkan tabung reaksi dengan air yang akan ditest kedalam tabung tersebut.
2. Mengisi tabung reaksi dengan air sampel sebanyak 5 ml.
3. Menambahkan 1 tetes reagen pertama yaitu  $PO_4$ -1 kemudian homogenkan.
4. Menambahkan 1 sendok serbuk sesuai ukuran sendok yang telah disediakan yaitu  $PO_4$ -2 kemudian homogenkan.
5. Menunggu sampai air sampel bereaksi dan mengalami perubahan warna selama 2 menit.
6. Meletakkan tabung di atas bagan warna, bandingkan warna nya dari posisi atas melihat ke bawah. Ketika membandingkan warna, hindari dari cahaya sinar matahari yang secara langsung.

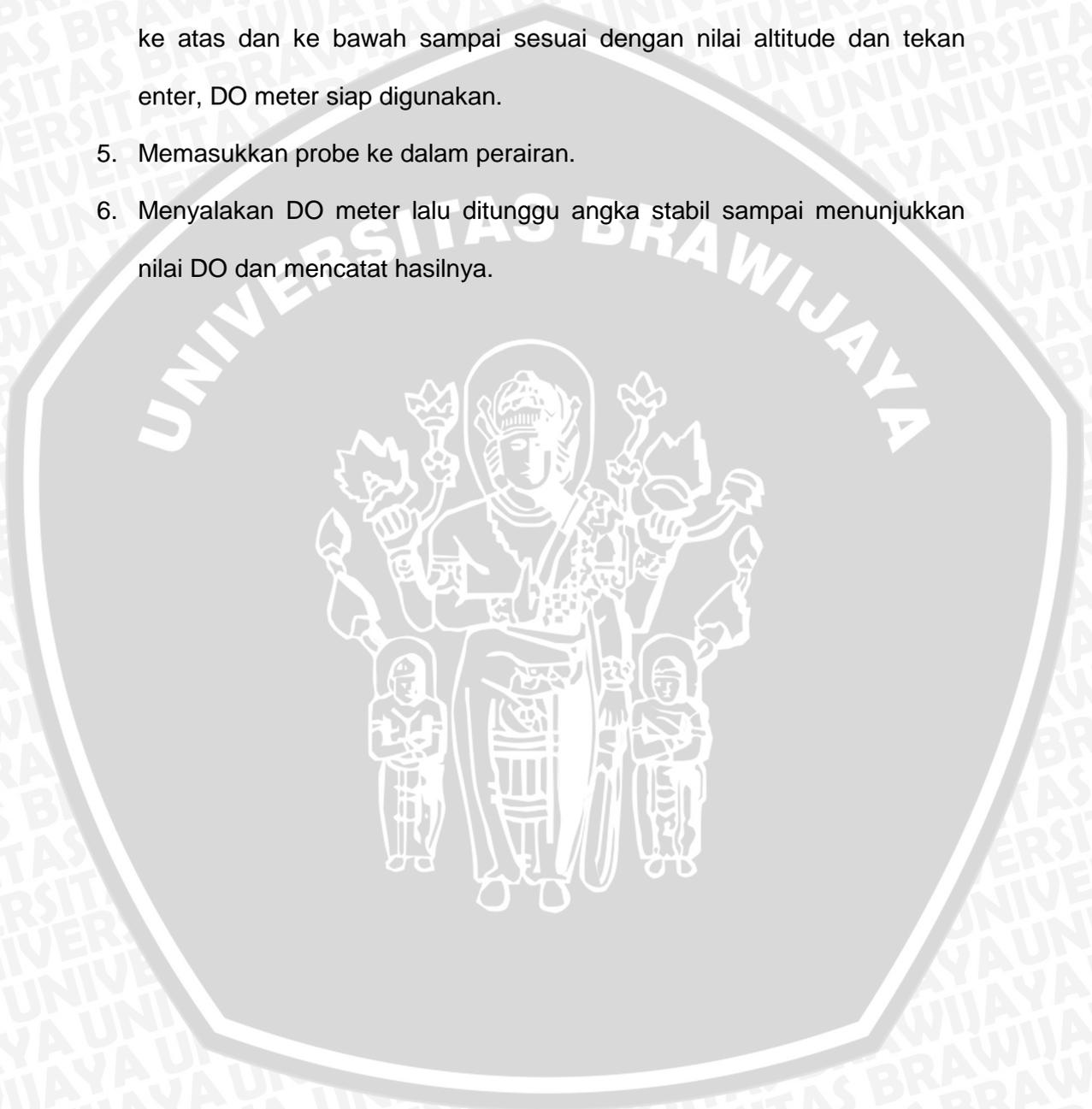
- *Dissolved Oxygen (DO)*

Menurut Suprpto (2011), prosedur pengukuran oksigen terlarut (DO) menggunakan DO meter adalah:

1. Menekan tombol power dan dibiarkan  $\pm 3 - 5$  menit sampai dalam keadaan stabil.



2. Menekan tombol bertanda panah ke atas dan ke bawah secara bersamaan kemudian dilepaskan.
3. Menekan mode sampai terbaca % oksigen.
4. Menaikkan atau menurunkan nilai altitude dengan menekan tombol panah ke atas dan ke bawah sampai sesuai dengan nilai altitude dan tekan enter, DO meter siap digunakan.
5. Memasukkan probe ke dalam perairan.
6. Menyalakan DO meter lalu ditunggu angka stabil sampai menunjukkan nilai DO dan mencatat hasilnya.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

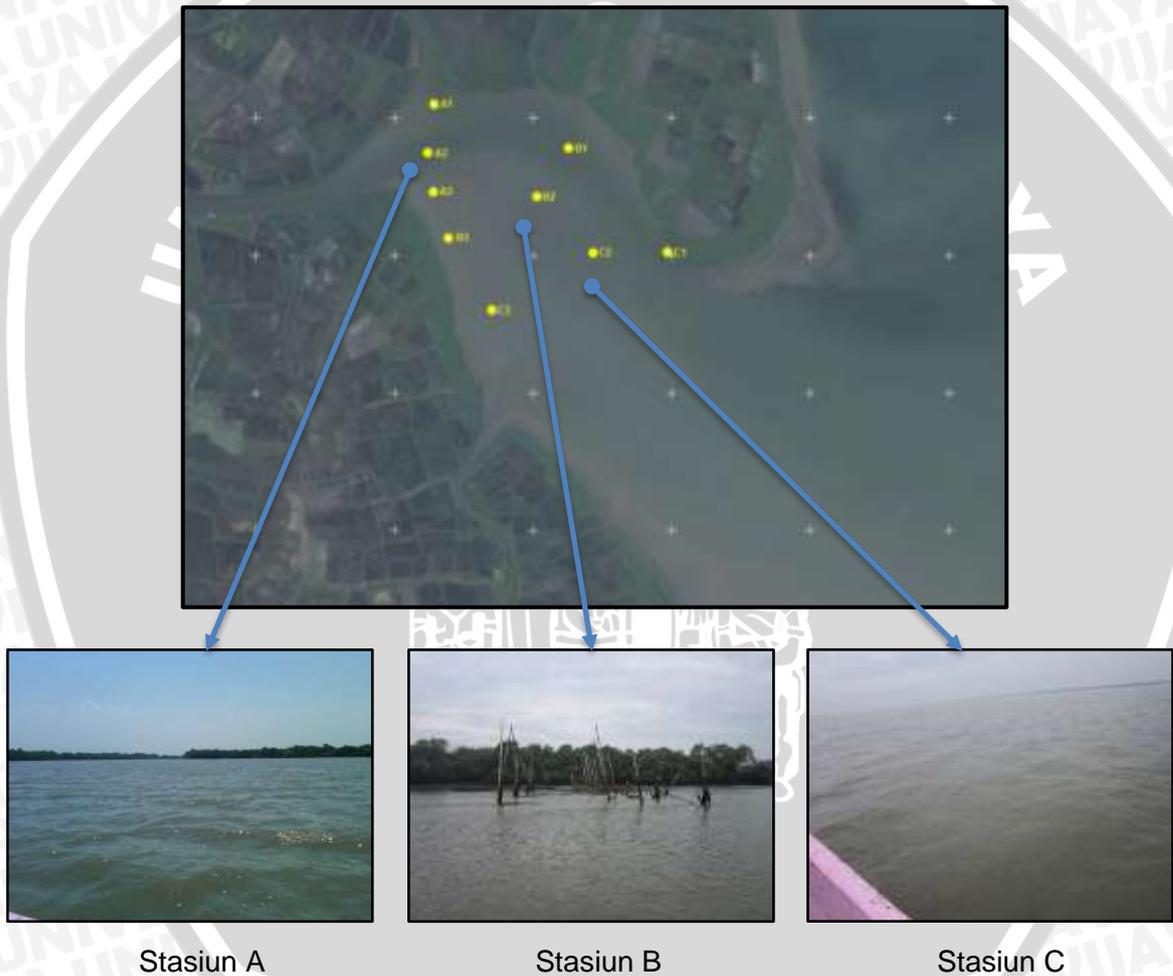
### 4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Kabupaten Sidoarjo merupakan kabupaten terkecil di Jawa Timur dengan luas wilayah 63.438,534 ha atau 634,39 km<sup>2</sup>. Kabupaten Sidoarjo adalah kabupaten yang terletak diantara dua sungai, yaitu sungai Surabaya (32,5 km) dan sungai Porong (47 km) sehingga terkenal dengan Kota Delta. Kabupaten Sidoarjo terletak antara 112<sup>o</sup> 50' – 112<sup>o</sup> 90' Bujur Timur dan 7<sup>o</sup> 30' – 7<sup>o</sup> 50' Lintang Selatan dengan potensi lahan pertanian: 28.763 Ha, lahan perkebunan tebu: 8.164 Ha, lahan pertambakan: 15.729 Ha selebihnya tanah pekarangan, pemukiman, industri, perumahan dan lain-lain. Kabupaten Sidoarjo memiliki batas wilayah sebelah utara berbatasan dengan Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik, sebelah timur berbatasan dengan laut yang dinamakan Selat Madura yang memiliki daerah tambak dan pantai dengan prosentase 29,99%, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Pasuruan dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Mojokerto (Dinas Perikanan dan Kelautan, 2009).

Teluk Permisan terletak di desa Balongdowo, kecamatan Candi kabupaten Sidoarjo dengan titik koordinat 112<sup>o</sup>48'23.07" - 112<sup>o</sup>48'0.22" Bujur Timur dan 7<sup>o</sup>28'11.86" - 7<sup>o</sup>30'15.22" Lintang Selatan (Dinas Perikanan dan Kelautan, 2009). Perairan ini memiliki karakteristik wilayah perairan yang dangkal dan substrat tanah berlumpur sehingga memiliki kecerahan rendah dan perairan teluk Permisan yang merupakan perairan estuari yang sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia disekitar sungai yang bermuara sampai ke teluk dan oleh alam termasuk cuaca dan iklim serta pasang surut air laut. Lokasi teluk Permisan dapat dilihat pada Lampiran 1.

## 4.2 Deskripsi Lokasi dan Stasiun Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Teluk Permisan Kabupaten Sidoarjo, lokasi penelitian meliputi daerah muara sungai Ketingan hingga daerah menuju laut lepas dan berdekatan dengan wilayah mangrove, sehingga memperoleh 3 (tiga) stasiun yang memiliki karakteristik yang berbeda dengan 3 (tiga) kali pengulangan pengambilan sampel dalam setiap stasiun. Berikut merupakan peta serta foto masing-masing stasiun penelitian:



Stasiun A

Stasiun B

Stasiun C

Gambar 5. Peta Lokasi dan Titik Pengambilan Sampel Penelitian  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi dan Bing Maps, 2014)

Lokasi stasiun A merupakan lokasi pengambilan sampel yang paling dekat dengan muara sungai Ketingan dan dekat dengan wilayah mangrove yang

memiliki kerapatan rendah, memperoleh sumber pergerakan air dari muara sungai Ketingan dan sungai-sungai lainnya.

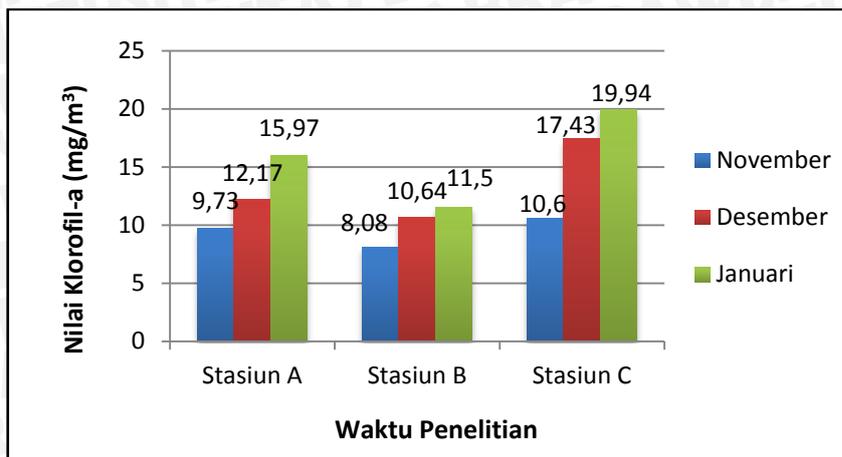
Lokasi stasiun B merupakan lokasi pengambilan sampel yang berada pada daerah penangkapan kupang karena di stasiun B ini merupakan daerah yang kaya akan kupang sehingga disebut dengan wilayah mata pencaharian petani kupang desa Balongdowo. Di daerah ini juga banyak ditemui organisme lainnya seperti ikan, ubur-ubur, dan kerang-kerang jenis lainnya selain kupang seperti kerang darah yang berbeda dengan stasiun lainnya yang hampir tidak ditemui biota perairannya. Selain itu, sama dengan lokasi penelitian yang lain, di stasiun B ini juga berdekatan dengan wilayah mangrove.

Lokasi stasiun C merupakan lokasi pengambilan sampel yang berada pada daerah yang paling jauh yaitu dekat dengan laut lepas, sehingga pada daerah ini sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan memperoleh sumber gerakan air dari pergerakan air laut. Selain itu, daerah ini paling dekat dengan wilayah mangrove yang memiliki kerapatan paling tinggi dari wilayah mangrove yang dekat dengan stasiun A maupun stasiun B.

### **4.3 Analisis Hasil Pengukuran Klorofil-a**

#### **A. Hasil Klorofil-a Secara Spasial di Lapang (*In situ*)**

Hasil penelitian diperoleh nilai klorofil-a secara spasial pada stasiun A, stasiun B dan stasiun C dari bulan November sampai Januari relatif memiliki nilai yang berbeda-beda. Tinggi rendahnya konsentrasi klorofil-a dipengaruhi oleh kondisi perairan terutama faktor fisika dan kimia yaitu intensitas cahaya, nutrisi (fosfat dan nitrat) selain itu dipengaruhi juga oleh arus dan pasang surut. Hal tersebut yang menyebabkan perbedaan konsentrasi klorofil-a pada beberapa stasiun dalam suatu perairan Teluk Permisian. Hasil dari klorofil-a berdasarkan data *insitu* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Nilai Klorofil-a Selama Tiga Bulan

Hasil pengukuran klorofil-a pada tiap-tiap stasiun dari bulan November hingga bulan Januari cenderung meningkat dan dapat dilihat bahwa nilai klorofil-a tertinggi selama tiga bulan pengamatan ada pada stasiun C pada bulan Januari yaitu 19,94 mg/m<sup>3</sup>, hal ini disebabkan pada stasiun C berdekatan dengan ekosistem mangrove selain itu lokasi stasiun C ini dekat dengan laut lepas di mana di perairan laut lepas sering terjadi pengadukan air ke permukaan (*upwelling*) sehingga zat hara yang kaya terangkat dari lapisan yang lebih dalam ke arah permukaan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sediadi (2004), bahwa proses *upwelling* yang terjadi di suatu perairan akan mempengaruhi kondisi kehidupan fitoplankton, hidrologi dan pengkayaan nutrisi di perairan tersebut.

Pada stasiun C memiliki nilai fosfat yang tinggi meski nilai nitrat berbanding terbalik yaitu nilai lebih rendah (lihat Gambar 17 dan Gambar 18) hal tersebut karena pada stasiun ini kelimpahan fitoplankton dari divisi Cyanophyta pada stasiun ini lebih rendah dari stasiun yang lain, dimana divisi Cyanophyta lebih aktif menyerap unsur hara nitrat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Parsons *et al.*, (1984), bahwa tingginya kandungan klorofil juga berhubungan dengan penurunan jumlah zat hara, dimana penyerapan zat hara oleh fitoplankton menyebabkan melambatnya penurunan tenggelamnya sel fitoplankton.

Sedangkan kelimpahan yang paling tinggi dari divisi Chrysophyta dimana fitoplankton dari divisi ini lebih aktif menyerap silikat yang diduga pada stasiun ini memiliki nilai silikat tinggi karena dekat dengan laut. Menurut Wulandari (2009), silikat merupakan nutrien yang sangat penting untuk membangun dinding sel fitoplankton terutama dalam komunitas diatom, oleh karena itu, silikat diperlukan untuk mendukung perkembangan atau kehidupan biota laut.

Nilai terendah klorofil-a secara spasial rata-rata dari bulan November sampai bulan Januari ada pada stasiun B yaitu sebesar  $10,06 \text{ mg/m}^3$ , hal tersebut terjadi karena pada stasiun B tempat berkumpulnya organisme yang terbawa oleh air pasang laut serta banyak ikan dan terdapat kerang jenis kupang dengan jumlah yang tinggi dibanding dengan stasiun yang lain yang setiap harinya banyak petani kupang melakukan kegiatan penangkapan kupang pada stasiun B ini sehingga adanya pemangsaan fitoplankton oleh organisme sebagai pakan alami hal ini sesuai dengan Hatta (2002), *grazing* atau pemangsaan juga memiliki peran besar dalam mengontrol konsentrasi klorofil-a. Boyd (1979) dalam Thoha dan Amri (2011) juga menyatakan bahwa populasi fitoplankton senantiasa mengalami fluktuasi dalam komposisi dan jumlahnya karena perbedaan kualitas air (terutama unsur hara) juga karena adanya *grazing* oleh zooplankton dan ikan *herbivore* serta akumulasi dari sisa-sisa metabolisme yang bersifat toksik. Selain itu, Wulandari (2009) menerangkan bahwa plankton di estuari umumnya mempunyai jumlah atau kelimpahan yang sedikit dibandingkan dengan di perairan sekitar muara atau di perairan lepas pantai karena pada daerah estuari terjadi fluktuasi besar kondisi lingkungan terutama salinitas dan suhu pada saat terjadi pasang dan surut serta berkurangnya cahaya dan kekeruhan perairan tinggi sebagai akibat besarnya debit air sungai dan turbulensi yang membawa bahan-bahan tersuspensi dan berkumpul di daerah estuari dan terjadi pengendapan mengakibatkan kekeruhan tinggi.

Selain secara spasial klorofil-a juga dapat dilihat secara temporal yaitu dari bulan November 2014 sampai bulan Januari 2015 bahwa mengalami peningkatan pada setiap bulannya, nilai klorofil tertinggi ada pada bulan Januari dengan rata-rata dari seluruh stasiun sebesar  $15,80 \text{ mg/m}^3$  dimana pada bulan ini terjadi peningkatan unsur hara nitrat dan fosfat (lihat Gambar 17 dan Gambar 18) akibat air sungai meluap dan bermuara ke teluk Permisian akibat meningkatnya curah hujan sehingga masukan air ke dalam sungai yang membawa unsur hara tinggi dan mengalir hingga ke Teluk dapat mempengaruhi nilai klorofil-a, Menurut Nababan *et al.*, (2009), curah hujan yang tinggi diduga dapat menambah unsur hara ke perairan baik melalui deposisi atmosfer maupun melalui *run-off* dari daratan. Hal tersebut juga mengakibatkan nilai salinitas rendah pada bulan Januari dibanding pada Bulan November karena meluapnya air sungai yang menurunkan nilai salinitas Teluk Permisian. Handoko *et al.*, (2013) menerangkan bahwa penambahan unsur hara dalam suatu perairan terjadi karena perairan tersebut mendapatkan aliran unsur hara dari daratan atau endapan dari daratan saat terjadi hujan, dan juga dari hasil kegiatan manusia lainnya melalui sungai. Selain itu, konsentrasi klorofil-a tinggi dapat disebabkan adanya proses sirkulasi massa air yang mengangkut nutrient dengan konsentrasi tinggi dari perairan dalam ke permukaan yang dikenal sebagai fenomena *upwelling* (Sukoharjo, 2012).

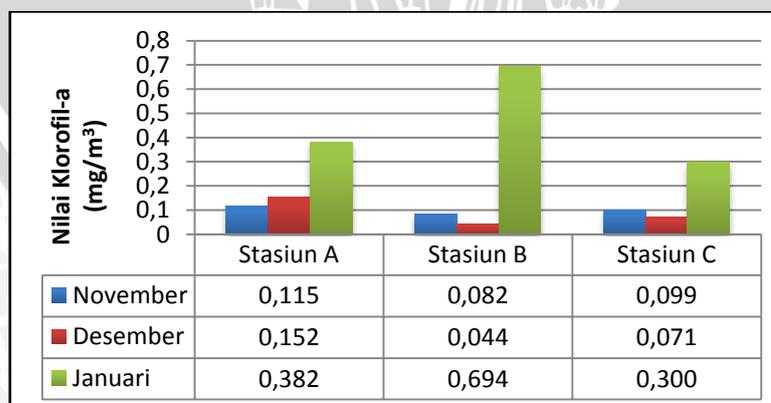
Sedangkan nilai klorofil-a terendah ada pada bulan November dari rata-rata setiap stasiun yaitu sebesar  $9,45 \text{ mg/m}^3$  dimana pada bulan-bulan sebelum curah hujan meningkat nilai klorofil-a sudah termasuk nilai klorofil yang tinggi karena mengingat bahwa banyak sungai-sungai yang bermuara menuju Teluk Permisian yang mendapat masukan limbah dari berbagai kegiatan yang ada di daratan namun tidak seperti yang terjadi pada bulan Desember dan bulan Januari yang menimbulkan nilai klorofil-a cenderung meningkat diakibatkan oleh

air sungai-sungai yang bermuara ke teluk mendapat input dari luapan juga dari sungai Bengawan Solo akibat meningkatnya curah hujan karena air sungai Ketingan juga merupakan aliran sungai Bengawan Solo. Hal tersebut diperkuat oleh pernyataan Wulandari (2009), bahwa fluktuasi secara temporal struktur komunitas klorofil-a dapat diakibatkan oleh pengaruh musim (hujan dan kemarau) serta interaksinya dengan faktor fisika kimia serta nutrisi.

**B. Hasil Klorofil-a Penginderaan Jauh (Citra Satelit 8 LDCM)**

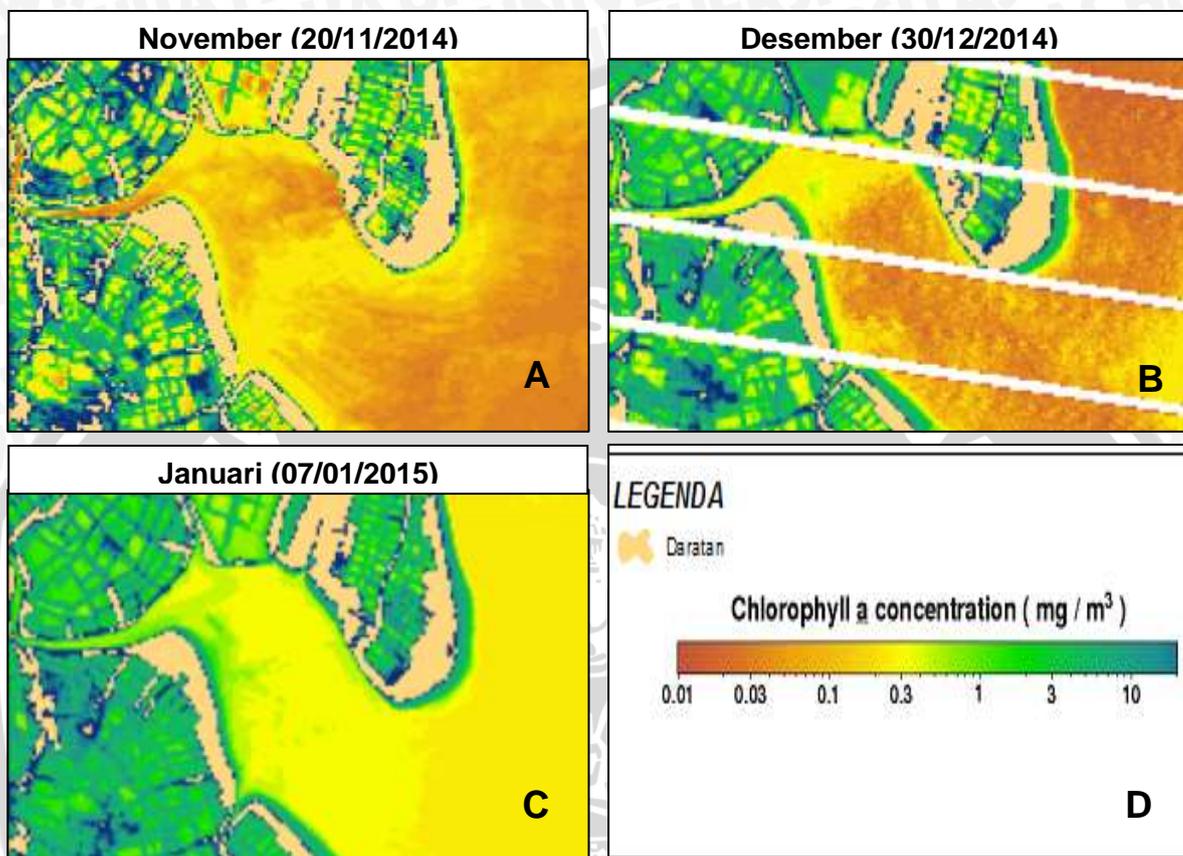
Hasil nilai kadar klorofil-a yang diperoleh dari citra satelit Landsat pada bulan November, Desember dan Januari pada tanggal yang terdekat dari tanggal pengambilan sampel di lapang memiliki nilai yang berbeda-beda dan meningkat pada bulan Januari, hal tersebut sama dengan data yang diperoleh di lapang dikarenakan kandungan unsur hara nitrat dan fosfat juga meningkat dari bulan November menuju bulan Januari.

Hasil klorofil-a yang diperoleh dari data Satelit Landsat berkisar antara 0,044 mg/m<sup>3</sup> – 0,694 mg/m<sup>3</sup> serta menunjukkan hal yang sama dengan data yang diperoleh di lapang bahwa distribusi klorofil-a tertinggi pada Bulan Januari yaitu berdasar data Landsat ada pada stasiun B dengan nilai 0,694 mg/m<sup>3</sup>. Nilai Klorofil-a setiap stasiun dalam setiap bulannya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai Klorofil-a Berdasarkan Data Satelit Landsat Perairan Teluk Permisan





Gambar 8. (A) Distribusi Klorofil-a Pada Bulan November, (B) Distribusi Klorofil-a Pada Bulan Desember, (C) Distribusi Klorofil-a Pada Bulan Januari dan (D) *Colour Bar* berdasarkan Konsentrasi Klorofil-a Data Citra Satelit Landsat

Gambar di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai klorofil-a maka warna yang dihasilkan semakin kuning sampai hijau kebiruan. Hasil Distribusi yang diperoleh dari Citra Satelit Landsat merata pada setiap stasiun dalam setiap bulannya, namun terlihat distribusi yang paling baik ada pada stasiun C (lihat Gambar 8). Hal tersebut terjadi karena lokasi stasiun C dekat dengan laut lepas sehingga arus yang ada pada stasiun C stabil dan merata akibat pergerakan air seperti pasang surut air laut. Menurut Rahmawati (2014), Arus dapat

mempengaruhi penyebaran organisme perairan seperti plankton yang pergerakan hidupnya mengikuti arus.

Distribusi klorofil-a pada bulan November hingga Januari terlihat juga merata pada tepi-tepi setiap stasiun dengan nilai yang lebih tinggi dari daerah yang lain karena dekat dengan ekosistem mangrove serta dekat dengan muara sungai-sungai yang mengalir ke perairan teluk terlihat dari warna yang lebih kuning sampai hijau tua ada pada daerah tepi dengan nilai tertinggi yaitu  $0,694 \text{ mg/m}^3$  pada bulan Januari tepatnya di stasiun B (lihat Gambar 8c). Distribusi klorofil-a pada bulan Desember menggunakan data Landsat 7 namun terkena stripping (lihat Gambar 8b) akibat cuaca yang tidak mendukung pembacaan sensor satelit yang melewati wilayah Teluk Permisian sedangkan data Landsat 8 tidak tersedia akibat pada wilayah ini berawan sehingga tidak dapat terlihat distribusi dari klorofil-a. Terlihat distribusi klorofil-a pada bulan Desember lebih merata dari bulan sebelumnya pada setiap stasiun dengan nilai yang tinggi ada pada daerah stasiun A yang paling dekat dengan muara sungai Ketingan yaitu  $0,152 \text{ mg/m}^3$  dan pada daerah tepi-tepi kanan dan kiri stasiun B dan stasiun C. Terlihat juga ada daerah yang dekat dengan stasiun A memiliki distribusi klorofil-a yang tinggi yaitu yang berwarna hijau (lihat Gambar 8b). Sedangkan kondisi Klorofil-a pada bulan Januari 2015 terlihat sebarannya lebih merata pada setiap stasiun dengan sebaran yang tinggi ada pada stasiun B pada daerah muara sungai Ketingan dan bagian tepi utara hutan mangrove yang dekat dengan anak sungai lainnya yang bermuara ke perairan teluk dapat yaitu  $0,694 \text{ mg/m}^3$  dapat dilihat pada Gambar 8c dengan warna hijau pupus sampai hijau kebiruan dan terendah ada pada stasiun C yaitu  $0,3 \text{ mg/m}^3$  namun memiliki distribusi yang merata. Nilai klorofil-a berdasarkan di lapang dan data satelit Landsat memiliki perbedaan yang jauh, hal tersebut diduga karena kondisi perairan teluk memiliki tingkat kecerahan yang rendah sehingga sedikit cahaya yang dapat menembus

ke dalam perairan sedangkan pembacaan sensor citra satelit landsat menggunakan gelombang cahaya sehingga pembacaan oleh sensor citra satelit terganggu atau kurang akurat, hal ini sesuai dengan pernyataan Syah (2010), meskipun setiap pengolahan citra selalu melakukan adanya koreksi agar hasil citra yang didapatkan sesuai dengan nilai pada lokasi sebenarnya, namun pada kenyataannya penggunaan citra satelit masih menyisakan kesalahan geometrik di lapangan. Akurasi data lebih rendah dibandingkan dengan metode pendataan lapangan (in situ) yang disebabkan karena keterbatasan sifat gelombang elektromagnetik dan jarak yang jauh antara sensor dengan benda yang diamati. Selain itu proses-proses oseanografi, fenomena alam, serta pergerakan angin muson (barat dan timur) mempengaruhi sehingga hasil analisis citra satelit bisa memberikan kisaran sebaran klorofil yang berbeda dengan lokasi sebenarnya (Ramansyah, 2010). Selain analisis di atas, data Lansat 8 juga dipengaruhi oleh tutupan awan di atmosfer, citra satelit sangat bergantung atas jumlah sinar yang dapat mencapai sensor, yaitu tergantung pada jumlah sinar yang mengenai obyek dan daya pantul obyeknya. Sebelum sinar mencapai obyek maupun setelah dipantulkan oleh obyek yaitu dalam perjalanan mencapai sensor, ia dipengaruhi oleh hamburan (*Mie* pada ketinggian 4,5 km) dan hamburan (*Rayleigh* pada ketinggian 9 km) disamping itu ada hamburan nonselektif yaitu berupa gas yg ada di atmosfer, asap, awan, dan butir-butir air. pada cuaca berawan bahkan tidak mungkin dilakukan pemotretan. Oleh karena itu hasil citra satelit sangat dipengaruhi oleh kejernihan atmosfer (Sutanto, 1986). Nilai dari klorofil-a yang diperoleh di lapang dan yang diperoleh dari data satelit Landsat dapat dilihat pada Lampiran 2.

#### 4.4 Analisis Hasil Fitoplankton

##### 4.4.1 Komposisi Fitoplankton

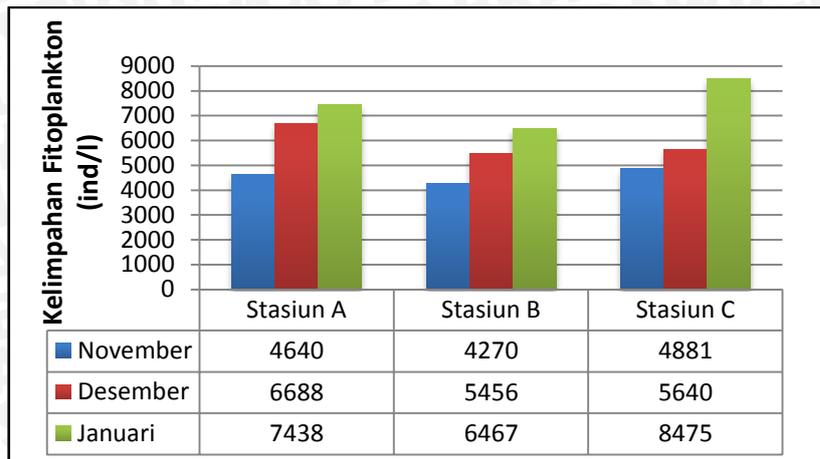
Hasil Pengamatan fitoplankton yang ditemukan pada stasiun A, stasiun B dan stasiun C dari bulan November sampai bulan Januari di perairan estuari Teluk permisan terdiri dari 4 (empat) divisi dan 50 genus antara lain:

- Divisi Chlorophyta, terdiri dari 22 genus yaitu Planktosphaeria, Closteridium, Hyalotheca, Oocystis, Netrium, Bracteacoccus, Stichococcus, Geminella, Actinastrum, Scenedermus, Treubaria, Schizomeris, Ankistrodesmus, Ancydonema, Pediastrum, Chlorella, Asterococcus, Trochiscia, Chlorhormidium, Crucigenia, Closterium dan Schroederia.
- Divisi Cyanophyta, terdiri dari 12 genus yaitu Microcystis, Holopedium, Synechocystis, Anabaena, Spirulina, Marssoniella, Dactylococcopsis, Nostoc, Symploca, Chroococcus, Oscillatoria dan Merismopedium.
- Divisi Chrysophyta, terdiri dari 15 genus yaitu Navicula, Fragilaria, Nitzschia, Neidium, Biddulphia, Chaetoceros, Gyrosigma, Pleurosigma, Coscinodiscus, Skeletonema, Achnantes, Synedra, Cyclotella, Melosira dan Frustulia,
- Divisi Euglenophyta yaitu dari genus Lephocinclis.

Fitoplankton yang banyak ditemukan yaitu dari divisi Chlorophyta karena unsur hara yang tersedia di perairan sesuai untuk pertumbuhan, selain itu juga ketersediaan unsur hara fosfat di perairan tinggi. Menurut Wirawan (1995), kadar fosfat dari 0,02 mg/l – 0,5 mg/l banyak terdapat Chlorophyta.

##### 4.4.2 Kelimpahan Fitoplankton (N)

Hasil penelitian yang diperoleh nilai kelimpahan fitoplankton berkisar antara 4270 ind/l – 8475 ind/l. Kelimpahan fitoplankton setiap bulannya pada masing-masing stasiun dapat dilihat pada Gambar 9 dan selengkapnya ada pada Lampiran 3.



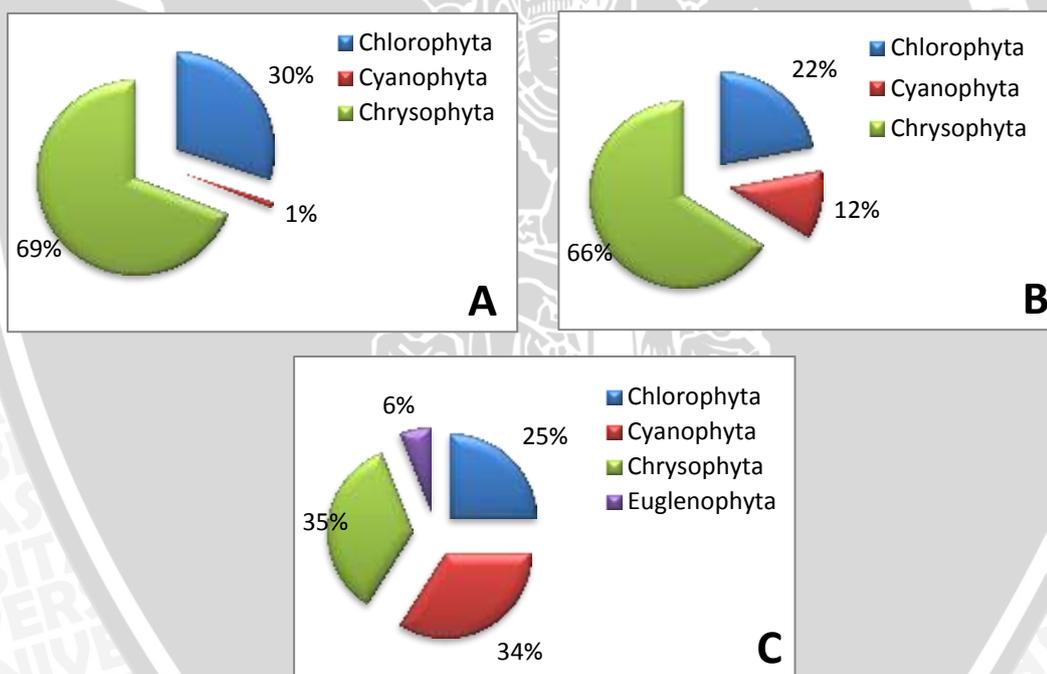
Gambar 9. Diagram Kelimpahan Fitoplankton (ind/l) di Perairan Teluk Permisan

Nilai kelimpahan tertinggi ada pada bulan Januari stasiun C dengan Nilai kelimpahan 8475 ind/l, pada stasiun tersebut ditemukan banyak fitoplankton dari Divisi Crysophyta dan Cyanophyta (lihat Gambar 10) hal tersebut dikarenakan nilai kandungan nitrat dan fosfat yang cukup untuk pertumbuhan fitoplankton serta dekat dengan perairan laut lepas yang diduga sering terjadi peristiwa *upwelling* yang membawa nutrisi dari dalam perairan ke atas permukaan sehingga kelimpahan fitoplankton banyak ditemukan di stasiun C. Menurut Sediadi (2004), dalam penelitiannya bahwa proses *upwelling* yang terjadi di perairan akan mempengaruhi kondisi kehidupan fitoplankton, hidrologi dan pengkayaan nutrisi di perairan tersebut. Sedangkan nilai kelimpahan terendah ada pada stasiun B bulan November dengan nilai kelimpahan 4270 ind/l, namun pada bulan November fitoplankton yang memiliki komposisi paling tinggi yaitu Divisi Chrysophyta (lihat Gambar 10a) diduga karena pergerakan air laut tinggi sampai ke muara sungai.

#### 4.4.3 Kelimpahan Relatif Fitoplankton (KR)

Menurut Arfiati (1991), Kelimpahan relatif ini menunjukkan kelimpahan relatif fitoplankton pada masing-masing stasiun yang menunjukkan banyaknya fitoplankton dengan divisi tertentu di stasiun pengamatan pada suatu perairan.

Kelimpahan relatif pada bulan November sampai Januari tertinggi diperoleh divisi yang sama yaitu didominasi oleh divisi Chrysophyta dengan nilai pada bulan November yaitu 69%, pada bulan Desember 66% dan pada bulan Januari 35%. Nilai kelimpahan relatif setiap bulannya berbeda-beda, menurut Onyema dan Domitrovic (2007) dalam Melati *et al.*, (2008) kelimpahan relatif fitoplankton tidak selalu merata dalam suatu ekosistem, dimana pada suatu ekosistem sering ditemukan beberapa jenis melimpah sedangkan yang lain tidak. Keberadaan fitoplankton sangat tergantung pada kondisi lingkungan perairan yang sesuai dengan hidupnya dan dapat menunjang kehidupannya. Kelimpahan relatif fitoplankton perairan Teluk Permisian pada setiap bulannya dapat dilihat pada Gambar 10.



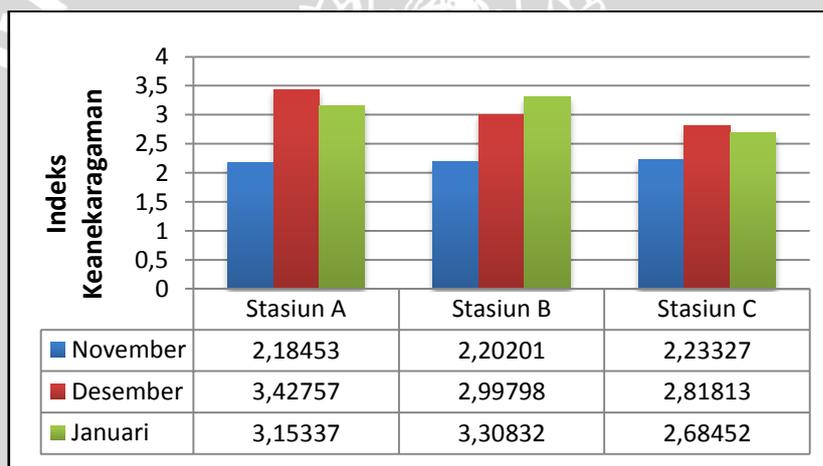
Gambar 10. (A) Kelimpahan Relatif Bulan November, (B) Kelimpahan Rrelatif Bulan Desember, (C) Kelimpahan Relatif Bulan Januari Perairan Teluk Permisian

Diduga perairan Teluk permisian mengandung nutrisi silika yang cukup sehingga keberadaan Chrysophyta melimpah di perairan, hal tersebut juga dijelaskan oleh Junaidi *et al.*, (2013), bahwa pada perairan yang memiliki kandungan nutrien silika yang cukup memadai, keberadaan kelompok

Chrysophyta sering mendominasi dengan komposisi sangat besar. Menurut Sachlan (1982) dalam Suryanto dan Subarijanti (2009), kelompok Chrysophyta lebih dapat bertahan hidup dari kelompok fitoplankton yang lain karena dinding sel yang sangat keras dan tidak dapat membusuk atau larut dalam air karena terdiri dari 100% silikat. Arfiati (1995) dalam Suryanto dan Subarijanti (2009) menambahkan, divisi Chrysophyta cenderung lebih aktif dalam memanfaatkan nutrisi bila dibandingkan dengan divisi lain, sehingga banyak ditemukan.

#### 4.4.4 Indeks Keanekaragaman Fitoplankton ( $H'$ )

Nilai indeks keragaman pada perairan Teluk Permisian pada bulan November 2014-Januari 2015 disajikan dalam Lampiran 4 dan Gambar 11.



Gambar 11. Indeks Keanekaragaman Fitoplankton Perairan Teluk Permisian

Nilai indeks keragaman menunjukkan kekayaan jenis fitoplankton dalam suatu perairan yang biasa digunakan untuk menilai kestabilan komunitas suatu perairan termasuk untuk mengetahui kondisi suatu perairan (Jafar, 2002). Banyak proses biotik dan abiotik yang mempengaruhi variabilitas keanekaragaman fitoplankton di perairan yang menyebabkan dinamika tidak merata dan meningkatkan keanekaragaman jenis (Chalar, 2009 dalam Thoha dan Amri, 2011). Nilai keanekaragaman fitoplankton di perairan Teluk Permisian berkisar antara 2,18453 – 3,42757, nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai

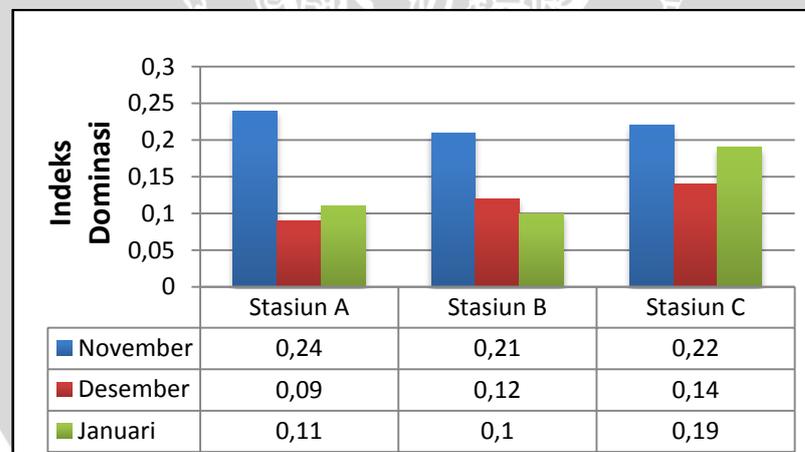
keanekaragaman sedang. Menurut Odum (1971), menggolongkan nilai keragaman sebagai berikut:

- $H' < 1$  = Keragaman rendah
- $1 < H' < 3$  = Keragaman sedang
- $H' > 3$  = Keragaman tinggi

Menurut Barus (1996), suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman yang tinggi apabila terdapat banyak spesies dengan jumlah individu masing-masing spesies yang relatif merata, apabila suatu komunitas hanya terdiri dari sedikit spesies dengan jumlah individu yang tidak merata, maka komunitas tersebut mempunyai keanekaragaman yang rendah.

#### 4.4.5 Indeks Dominasi Fitoplankton (C)

Hasil indeks dominasi setiap stasiun pada bulan November 2014 sampai Januari 2015 disajikan dalam Lampiran 5 dan Gambar 12 berikut:



Gambar 12. Indeks Dominasi Fitoplankton Perairan Teluk Permisian

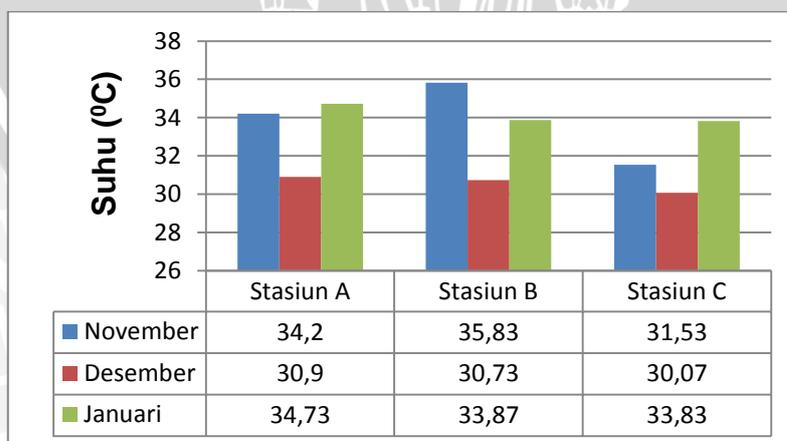
Nilai indeks dominasi yang diperoleh berkisar antara 0,09 – 0,24. Menurut Odum (1971) dalam Widiyati (2010), nilai dominasi antara 0 – 1, apabila nilai dominasi mendekati 0 berarti hampir tidak ada individu yang mendominasi dan apabila nilai dominasi mendekati 1 berarti terjadi dominasi jenis tertentu pada perairan tersebut. Berdasarkan nilai yang diperoleh perairan Teluk Permisian

masih jauh dari nilai 1 sehingga tingkat dominasi jenis tertentu masih belum terjadi. Namun nilai dominasi tertinggi ada pada stasiun A pada pengamatan bulan November yaitu 0,24 didominasi oleh Divisi Chrysophyta yaitu Genus Nitzschia, pada bulan Desember yaitu pada stasiun C sebesar 0,14 yang didominasi oleh Divisi Chrysophyta yaitu Genus Chaetoceros dan pada bulan Januari yaitu juga pada stasiun C sebesar 0,19 dari Divisi Chrysophyta yang didominasi oleh Genus Skeletonema. Seluruh Genus yang ditemukan paling mendominasi dari Divisi Chrysophyta, hal tersebut karena Chrysophyta juga Chlorophyta tersebar luas pada semua lingkungan akuatik pada semua garis lintang (Round *et al.*, 1990 dalam Thoha dan Amri, 2011). Menurut Odum (1971), banyaknya kelas Diatom dan Chlorophyta di perairan disebabkan oleh kemampuannya beradaptasi dengan lingkungan, bersifat komposit, tahan terhadap kondisi ekstrim serta mempunyai daya reproduksi yang tinggi.

#### 4.6 Analisis Parameter Kualitas Air

##### 4.6.1 Suhu

Hasil pengukuran parameter lingkungan perairan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6. Hasil pengukuran suhu selama penelitian pada masing-masing stasiun disajikan dalam Gambar 13 berikut:

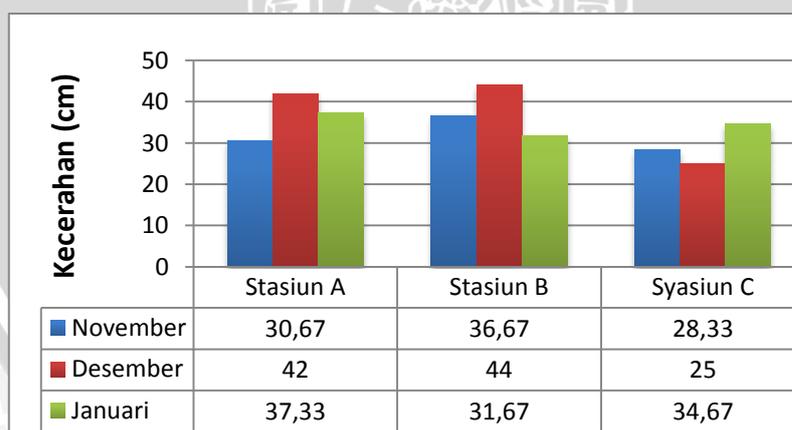


Gambar 13. Nilai Suhu di Perairan Teluk Permisian

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, waktu pengukuran suhu di lapangan, serta kedalaman badan air. Pengukuran suhu yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 30,07 °C – 35,83 °C, nilai suhu yang tinggi disebabkan karena pengukuran dilakukan pada saat intensitas matahari mulai tinggi yaitu pukul 10.00 WIB - siang hari. Menurut Atmadja *et al.*, (2013), Kisaran optimum suhu yang dapat ditolerir oleh organisme perairan yaitu 20 °C – 30 °C atau 30 °C – 35 °C, berdasarkan pernyataan tersebut suhu yang diperoleh di perairan Teluk Permisian masih dalam kisaran suhu yang dapat ditolerir oleh organisme di dalamnya dan sesuai dengan baku mutu air dalam Kep.MNLH No.51 bahwa nilai suhu di perairan laut maksimal 35 °C.

#### 4.6.2 Kecerahan

Kecerahan menunjukkan sampai sejauh mana cahaya dengan intensitas tertentu dapat menembus kedalaman perairan (Basmi, 1995 *dalam* Arifin, 2009). Hasil pengukuran tingkat kecerahan perairan teluk Permisian selama tiga bulan disajikan dalam Gambar 14 berikut:



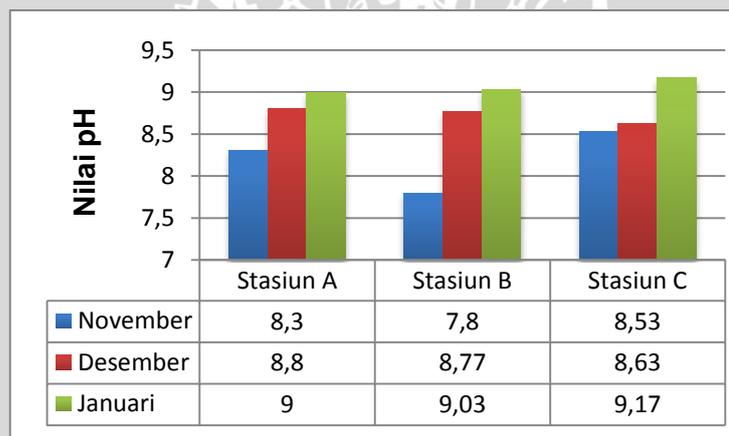
Gambar 14. Nilai Kecerahan di Perairan Teluk Permisian

Nilai kecerahan pada perairan Teluk Permisian memiliki nilai berkisar antara 25 cm – 44 cm. Nilai yang diperoleh termasuk dalam nilai kecerahan yang rendah, hal tersebut terjadi karena sedimen dari perairan Teluk Permisian yaitu

tanah berlumpur dan diduga bahwa bahan-bahan yang tersuspensi mengikat aktivitas daratan sekitar perairan sangat tinggi sehingga menyebabkan tingkat kekeruhan tinggi dan kecerahan rendah. Menurut Michael (1994), kekeruhan air disebabkan oleh tingginya kandungan bahan-bahan tersuspensi seperti lumpur, pasir halus, maupun bahan organik. Selain itu, Effendi (2003) menerangkan bahwa nilai kecerahan sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, padatan tersuspensi serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran.

#### 4.6.3 pH

Hasil pengukuran pH perairan teluk Permisan selama tiga bulan disajikan dalam Gambar 15 berikut:

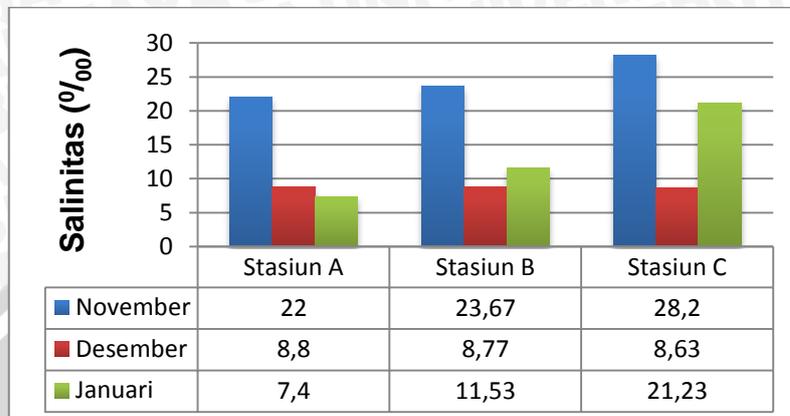


Gambar 15. Nilai pH di Perairan Teluk Permisan

Nilai pH pada perairan Teluk Permisan berkisar antara 7,8 – 9,17. Nilai pH di perairan ini masih dalam ambang batas yang dapat ditoleransi bagi kehidupan organisme akuatik. Menurut Prescod (1973) dalam Radhiyufa (2011), pH ideal untuk kehidupan fitoplankton di perairan berkisar antara 6,5 - 8,0. Sedangkan nilai pH yang masih memenuhi kriteria Nilai Ambang Batas (NAB) menurut Kementerian Lingkungan Hidup yaitu 6,5 – 8,5 (KMNLH, 2004 dalam Simanjuntak, 2012).

#### 4.6.4 Salinitas

Hasil pengukuran salinitas perairan teluk Permisian selama tiga bulan disajikan dalam Gambar 16 berikut:

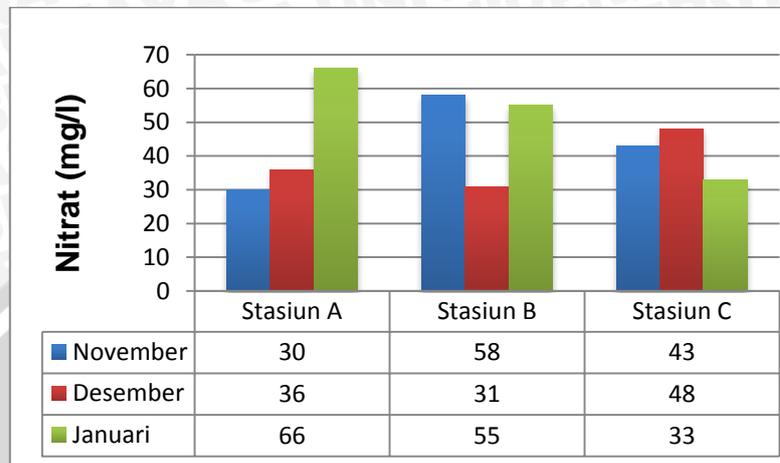


Gambar 16. Nilai Salinitas di Perairan Teluk Permisian

Nilai salinitas yang diperoleh berkisar antara  $7,4 \text{ ‰}$  –  $28,2 \text{ ‰}$ . Salinitas secara langsung mempengaruhi laju pembelahan sel fitoplankton, juga keberadaan, distribusi dan produktivitas fitoplankton. Salinitas dapat mengubah karakter fotosintesis melalui perubahan sistem karbondioksida. (Kennish, 1990 dalam Handoko *et al.*, 2013). Kisaran nilai alami salinitas air laut di perairan tropis seperti Indonesia yang masih tergolong normal yaitu berkisar antara  $32 - 35 \text{ ‰}$  (Handoko *et al.*, 2013). Nilai salinitas pada perairan Teluk Permisian tidak terlalu tinggi karena masih dipengaruhi oleh aliran sungai-sungai dari daratan secara langsung. Salinitas diperoleh semakin tinggi saat mendekati perairan laut lepas yaitu yang berada pada stasiun C, hal tersebut terjadi karena pada stasiun C mendapat pengaruh yang cukup besar dari air laut. Salinitas pada bulan Januari memperoleh hasil yang rendah dibanding dengan bulan November, oleh sebab itu nilai kelimpahan fitoplankton dan klorofil-a tinggi pada bulan Januari. Herawati (2008), menerangkan bahwa salinitas dapat berbanding terbalik dengan keberadaan fitoplankton, salinitas tinggi akan membuat sel fitoplankton distorsi atau pecah sehingga jumlah fitoplankton menurun.

#### 4.6.5 Nitrat (NO<sub>3</sub>)

Hasil pengukuran nilai unsur hara nitrat selama penelitian pada masing-masing stasiun disajikan dalam Gambar 17 berikut:



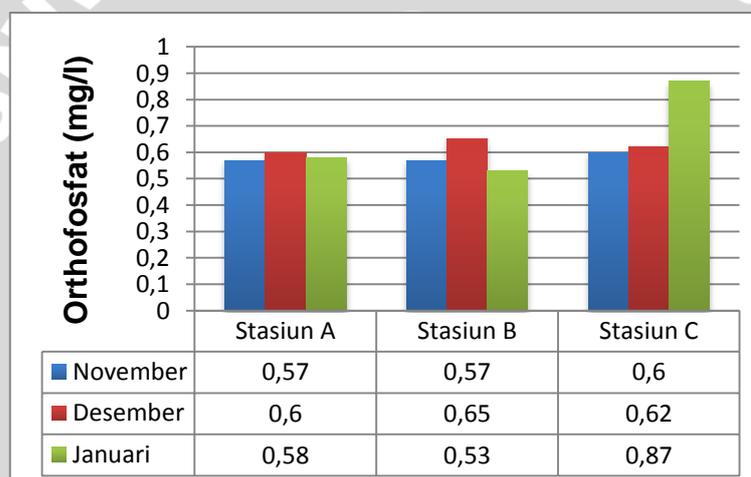
Gambar 17. Nilai Nitrat (NO<sub>3</sub>) di Perairan Teluk Permisian

Nilai nitrat yang diperoleh pada perairan Teluk Permisian termasuk dalam nilai yang sangat tinggi yaitu berkisar antara 30 mg/l – 66 mg/l. Wetzel (1975) dalam Widiyati (2010) mengelompokkan kondisi perairan berdasarkan kandungan nitrat yaitu, perairan dengan kandungan nitrat – 0 mg/l – 1,0 mg/l termasuk perairan miskin unsur hara atau tingkat kesuburan rendah, perairan dengan kandungan nitrat 1,0 mg/l – 5,0 mg/l dan 5,0 mg/l – 50,0 mg/l termasuk perairan dengan tingkat kesuburan sedang dan tingkat kesuburan tinggi. Meski dengan nilai nitrat yang tinggi, namun kondisi fitoplankton ada pada tingkat kelimpahan yang sedang, hal tersebut dapat terjadi diduga karena fitoplankton tidak mampu memanfaatkan unsur hara dengan baik. Menurut Basmi (1995) dalam Handoko *et al.*, (2013), pengaruh nutrisi terhadap fitoplankton pada kenyataannya tidak selalu diikuti oleh peningkatan kelimpahan dari plankton, hal ini dapat disebabkan oleh komposisi unsur hara yang tidak sesuai dengan kebutuhan plankton dan terjadi penyuburan yang berlebihan akibat beban masukan unsur hara dari daratan atau sungai.

Selain itu nilai nitrat tinggi diduga karena disekitar teluk permisan dekat dengan pemukiman serta wilayah pertanian dan pertambakan. Simanjuntak (2012) menerangkan bahwa sumber utama pengkayaan zat hara nitrat diantaranya *runoff*, erosi, *leaching* lahan pertanian yang subur, limbah pemukiman, terjadi karena peningkatan aktivitas manusia disekitar wilayah perairan.

#### 4.6.6 Orthofosfat (PO<sub>4</sub>)

Hasil pengukuran nilai fosfat selama penelitian pada masing-masing stasiun disajikan dalam Gambar 18 berikut:



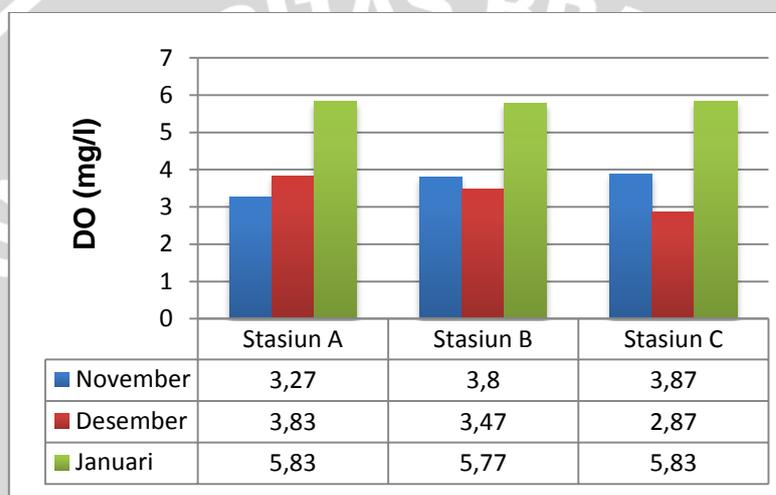
Gambar 18. Nilai Orthofosfat (PO<sub>4</sub>) di Perairan Teluk Permisan

Nilai fosfat yang diperoleh berkisar antara 0,53 mg/l – 0,87 mg/l merupakan nilai yang sangat tinggi. Wetzel (1975) dalam Widiyati (2010), menerangkan bahwa kandungan fosfat lebih besar dari 0,201 mg/l maka perairan tersebut termasuk kategori perairan yang subur. Nilai fosfat tinggi diduga karena kondisi perairan Teluk Permisan yang mendapat masukan unsur hara dari aliran sungai yang bermuara ke teluk yang berupa bahan organik yang tersuspensi dan mengendap di perairan teluk. Menurut Simanjuntak (2012), keberadaan fosfat di perairan dapat mengalami kondisi yang tidak stabil karena mudah mengalami

proses pengikisan, pelapukan dan pengenceran. Odum (1971) menerangkan bahwa *reservoir* yang besar dari fosfat bukanlah udara, melainkan batu-batu atau endapan-endapan lain. Fosfat yang ada di batuan ini akan ditransport ke laut melalui *run off* ataupun saat terjadi hujan.

#### 4.6.7 Dissolved Oxygen (DO)

Hasil pengukuran nilai oksigen terlarut selama penelitian pada masing-masing stasiun disajikan dalam Gambar 19 berikut:



Gambar 19. Nilai Oksigen Terlarut di Perairan Teluk Permisian

Nilai oksigen yang terlarut berkisar antara 2,87 mg/l – 5,83 mg/l merupakan nilai yang rendah, sebab memiliki nilai yang kurang dari 5,0 mg/l karena nilai tersebut yang ideal dibutuhkan bagi kehidupan biota laut, sebagaimana ketentuan yang terdapat dalam Baku Mutu Air Laut untuk kehidupan biota laut (Kep.Men.L.H. No. 51/2004 *dalam* Handoko *et al.*, 2013). Namun nilai oksigen terlarut dapat dilihat pada gambar di atas relatif rendah. Menurut Safitri (2014), bahwa sebaran oksigen terlarut diduga tidak berhubungan langsung dengan klorofil-a karena sebaran oksigen terlarut yang tinggi atau sebaliknya tidak langsung mempengaruhi sebaran klorofil-a yang juga tinggi atau sebaliknya dalam artian bahwa kadar oksigen terlarut tinggi tidak menentukan nilai klorofil-a

juga tinggi. Pernyataan tersebut juga sesuai dengan pernyataan Simanjuntak (2012), bahwa nilai klorofil-a tinggi namun diperoleh kadar oksigen rendah atau menurun hal tersebut dapat terjadi seiring dengan semakin meningkatnya limbah organik di perairan. Hal ini disebabkan oksigen yang ada dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan zat organik menjadi zat anorganik.

Menurut Rahmawati *et al.*, (2014), penyebab utama berkurangnya kadar oksigen terlarut disebabkan adanya zat pencemar yang mengkonsumsi oksigen. Zat pencemar tersebut terutama berasal dari berbagai sumber seperti kotoran (hewan dan manusia), sampah organik, bahan-bahan buangan dari industri dan rumah tangga. Peristiwa pencemaran tersebut tidak jauh berbeda dengan yang terjadi pada perairan Teluk Permisian.

#### 4.7 Status Kesuburan dan Tingkat Pencemaran Perairan Teluk Permisian

Kandungan Klorofil-a di perairan Teluk Permisian berkisar antara 8,04 mg/m<sup>3</sup> – 19,94 mg/m<sup>3</sup> berdasarkan nilai tersebut yang diperoleh selama penelitian, perairan Teluk Permisian tergolong kedalam perairan *mesotrofik*. Penggolongan status trofik tersebut berdasarkan Parslow *et al.*, (2008) yaitu kandungan klorofil pada kisaran 0 – 2 mg/m<sup>3</sup> tergolong *oligotrofik*, 2 – 5 mg/m<sup>3</sup> tergolong *meso-oligotrofik*, 5 – 20 mg/m<sup>3</sup> tergolong *mesotrofik*, 20-50 mg/m<sup>3</sup> tergolong *eutrofik* dan >50 mg/m<sup>3</sup> tergolong *hiper-eutrofik*. Selain itu kelimpahan fitoplankton yang diperoleh juga dapat dijadikan sumber informasi pendukung dalam pengklasifikasian status trofik perairan Teluk Permisian yaitu berkisar antara 4270 ind/l – 8476 ind/l. Menurut Landner (1976) dalam Suryanto (2011), perairan yang bersifat *oligotrofik* yaitu perairan dengan tingkat kesuburan rendah apabila mempunyai kelimpahan fitoplankton berkisar antara 0 – 2000 ind/l, perairan yang bersifat *mesotrofik* yaitu perairan dengan tingkat kesuburan sedang mempunyai kelimpahan fitoplankton berkisar 2000 – 15.000 ind/l dan

perairan yang bersifat *eutrofik* yaitu perairan dengan tingkat kesuburan tinggi mempunyai kelimpahan fitoplankton > 15.000 ind/l, sehingga berdasarkan nilai kelimpahan fitoplankton kesuburan perairan Teluk Permisian tergolong pada tingkat kesuburan *mesotrofik*. Menurut Azani *et al.*, (2012), kandungan klorofil-a dapat digunakan sebagai indikator tingkat kesuburan dan produktifitas perairan. Oleh karena itu keberadaan fitoplankton juga dapat digunakan untuk mengetahui kondisi suatu perairan dari kuantitatif dan kualitatif fitoplankton, sebab klorofil-a merupakan pigmen aktif dari fitoplankton.

Hasil yang diperoleh dari nilai klorofil-a yang diukur secara *insitu* dan nilai kelimpahan fitoplankton menunjukkan bahwa status kesuburan perairan Teluk Permisian mulai menuju tingkat kesuburan *eutrofik*. Menurut *United States Environment Protection Agency (USEPA)* in Henderon-Seller dan Markland (1987) dalam Hidayat (2001), bahwa ada enam indikator utama yang dipakai untuk mendeteksi terjadinya eutrofikasi, yaitu (1) konsentrasi oksigen terlarut di lapisan hipolimnion menurun, (2) konsentrasi unsur hara meningkat, (3) padatan tersuspensi terutama bahan organik meningkat, (4) dominasi diatom akan digantikan oleh populasi ganggang biru atau ganggang hijau, (5) penetrasi cahaya menurun, (6) konsentrasi fosfat meningkat. Oleh karena itu, apabila dalam setiap harinya perairan Teluk Permisian memperoleh masukan limbah yang tidak terkontrol akan menyebabkan eutrofikasi bahkan mengurangi daya dukung perairan dan terjadi penurunan kualitas air, hal tersebut terlihat dari hasil komposisi fitoplankton yang mengalami penurunan komposisi fitoplankton dari divisi Chrysophyta dalam setiap bulannya yang digantikan oleh populasi Chlorophyta dan Cyanophyta (lihat Gambar 10) dan juga terlihat terjadi peningkatan unsur hara (lihat Gambar 17 dan Gambar 18).

Tingkat pencemaran yang diperoleh dari hasil perhitungan koefisien saprobik berdasarkan persamaan Dresscher dan Van Der mark pada setiap

stasiun dari bulan November 2014 sampai bulan Januari 2015 yaitu tercemar sangat ringan sampai cukup berat. Nilai koefisien saprobik pada perairan Teluk Permisian dapat dilihat pada Tabel 2 dan kriteria tingkat pencemaran berdasarkan koefisien saprobik berdasarkan persamaan Dresscher dan Van Der mark dapat dilihat pada Lampiran 7.

**Tabel 2. Indeks Saprofik Perairan Teluk Permisian**

Stasiun	Waktu Penelitian			Koefisien Saprofik
	November	Desember	Januari	
A	2,3	1	-0,3	Oligosaprobik - $\alpha$ -mesosaprobik
B	1,2	1,5	-0,4	Oligo/ $\beta$ -mesosaprobik - $\alpha$ -mesosaprobik
C	2,2	2,1	0,7	Oligosaprobik - $\beta$ -mesosaprobik

Indeks Saprofik terendah ada pada stasiun A bulan Januari yaitu -0,3, Marganof (2008) dalam Wijaya dan Hariyati (2010) menerangkan bahwa semakin rendah nilai koefisien saprobik yang diperoleh maka tingkat pencemarannya semakin tinggi. Hal tersebut terjadi diduga debit sungai meningkat karena musim hujan dan membawa partikel-partikel serta bahan organik dan anorganik yang terbawa bersama aliran air sungai hingga ke muara perairan. Selain itu stasiun A merupakan lokasi penelitian yang paling dekat dengan pemukiman dan wilayah pertanian serta pertambangan yang setiap harinya terdapat aktivitas sehingga sedikit banyak menyumbang limbah yang secara langsung masuk ke dalam perairan, hal tersebut yang menyebabkan terjadinya pencemaran perairan. Tingkat pencemaran dalam suatu perairan juga dapat dilihat dari komposisi fitoplankton yang ada di suatu perairan, berdasarkan hasil penelitian pada kelimpahan relatif fitoplankton menunjukkan peningkatan populasi dari Divisi Cyanophyta yang mana Divisi Cyanophyta dapat dijadikan indikator bahwa perairan tersebut mulai tercemar (lihat Gambar.10).

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

- Nilai sebaran klorofil-a yang diperoleh selama tiga bulan dari bulan November 2014 - Januari 2015 di perairan Teluk Permisian berdasarkan data *insitu* dan berdasarkan data Satelit Landsat menunjukkan distribusi yang semakin meningkat dari bulan November 2014 sampai bulan Januari 2015 begitu juga dengan nilai Kelimpahan Fitoplankton.
- Status kesuburan perairan Teluk Permisian berdasarkan nilai klorofil-a dan nilai kelimpahan fitoplankton menunjukkan tingkat kesuburan berstatus *mesotrofik* menuju *eutrofik*.
- Tingkat pencemaran perairan Teluk Permisian pada setiap stasiun selama tiga bulan berdasarkan koefisien saprobik yaitu memiliki tingkat pencemaran sangat ringan sampai cukup berat atau *oligosaprobik* sampai  *$\alpha$ -mesosaprobik*.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan tingkat kesuburan perairan Teluk Permisian menuju *eutrofik* dan tingkat pencemaran sudah pada tingkat tercemar cukup berat maka disarankan untuk melakukan upaya tindakan manajemen di wilayah sekitar perairan Teluk permisian guna menjaga kelestarian perairan tersebut. Serta disarankan untuk penelitian selanjutnya agar tidak menerapkan teknologi penginderaan jauh pada penelitian yang dilakukan di perairan yang dangkal dan keruh guna memperoleh data yang valid.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abida, I. W. 2010. *Struktur Komunitas dan Kelimpahan Fitoplankton Di Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo*. Jurnal Kelautan. ISSN: 1907-9931 3(1).
- Abidin, H. Z. 2007. *Dinas Pemetaan Jawa Barat Perlu Dibentuk*. <http://geodesy.gd.itb.ac.id>. Diakses pada 26 Januari 2015.
- Afdal dan S. H. Riyono. 2007. *Kualitas Perairan Teluk Banten Pada Musim Timur Ditinjau Dari Konsentrasi Klorofil-a dan Indeks Autotropik*. Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia. ISSN:0125-9830 (33):339-354.
- Algaebase, 2015. *Macam-macam Gambar Jenis Fitoplankton*. <http://www.algaebase.org/search/species/detail/>. Diakses April 2015.
- Amalia, F. J. 2010. *Pendugaan Status Kesuburan Perairan Danau Lido, Bogor, Jawa Barat, Melalui Beberapa Pendekatan*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Ardiwijaya, R. R. 2000. *Distribusi Horizontal Klorofil-a dan Hubungannya Dengan Kandungan Unsur Hara Serta Kelimpahan Fitoplankton di Teluk Semangka, Lampung*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Arfiati, D. 1991. *Survey Makro Invertebrata dan Fisika Kimia di Sungai Amprong, Malang, Jawa Timur*. LUW UNIBRAW-FISH. Fisheries Project. 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. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Arikunto, S. 2002. *Prosedur Penelitian (Suatu Pendekatan Praktek)*. Edisi V. Rineka Cipta: Jakarta.
- Asmara, A. 2005. *Hubungan Struktur Komunitas Plankton Dengan Kondisi Fisika-Kimia Perairan Pulau Pramuka dan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Asriningrum, W., Muchlisin dan Nana. 2011. *Analisis Mangrove Menggunakan Citra Satelit*. Masma Sikumambang. Jakarta.
- Atmadja, S. B., D. Nugroho, Suwarso, T. Hariati dan Mahisworo. 2013. *Pengkajian Stok Ikan di WWP Laut Jawa. Prosiding Forum Pengkajian Stok Ikan Laut 2003. Pusat Riset Perikanan Tangkap*. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Hal:1-21.

- 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*. Jurnal Maquares Diponegoro. 3(2): 138-147.
- Azani, R., T. E. Y. Sari dan Usman. 2012. *Variabilitas Spasial dan Temporal Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a Di Perairan Selat Malaka Melalui Citra Satelit Aqua Modis*. Penelitian Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Riau.
- Barus, T. A. 1996. *Metode Ekologis Untuk Menilai Kualitas Suatu Perairan Lotik*. Fakultas MIPA USU. Medan.
- Beveridge, M. C. M. 1984. *Cage and Pen Fish Farming*. Carrying Capacity models and environmental impact. FAO Fish. Tech. Pap., (225):131 p.
- Boyd, C. E. 1978. *Phytoplankton*. Second edition. Edward Arnold. London. 118 p.
- Cappenberg, H. A. W. 2000. *Komunitas Moluska di Perairan Teluk Lampung Propinsi Lampung*. Kumpulan Jurnal Perairan Indonesia Oseanografi, Biologi dan lingkungan. Pusat Penelitian Oseanografi. Jakarta.
- Davis, C. C. 1995. *The Marine And Fresh-Water Plankton*. Michigan State University Press: Japan.
- Departemen Kelautan dan Perikanan (DKP). 2009. *Kumpulan Peraturan Tentang Konservasi Sumber Daya Ikan*. Direktorat Konservasi dan Taman Nasional Laut: Jakarta Pusat.
- Edgardh, L. A. 2013. *Landsat 8 Snabba Leveranser av Bilder Till Anvandarna*. Spacemetric.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air. bagi Pengelola Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Elfinurfajri, F. 2009. *Struktur Komunitas Fitoplankton Serta Keterkaitannya dengan Kualitas Perairan di Lingkungan Tambak Udang Intensif*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Endang. 2014. *Sistem Informasi Geografis Menggunakan ArcGis*. Kompas Gramedia: Jakarta.
- Fachrul, M. F., H. Herman dan Listari. 2005. *Komunitas Fitoplankton sebagai Bio-indikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta*. <http://www.lipi.go.id>. Diakses pada tanggal 16 Mei 2015.
- Feranita, M., H. Haeruman dan Sitepu. 2005. *Komunitas Fitoplankton Sebagai Bio-Indikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta*. Jurusan Teknik lingkungan. Fakultas Arsitektur Lansekap Teknologi Lingkungan. Universitas Trisakti. Jakarta.

- Handoko, M. Yusuf dan S. Y. Wulandari. 2013. *Sebaran Nitrat Dan Fosfat Dalam Kaitannya dengan Kelimpahan Fitoplankton di Kepulauan Karimunjawa*. Jurnal Oseanografi Marina. Vol.2: 48-53.
- Hariyadi, S., Suryadiputra dan B. Widigdo. 1992. *Limnologi Metode Kualitas Air*. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Haryani, D. 2013. *Analisis Kandungan Nutrien (N, P) dan Pendugaan Status Kesuburan Di Waduk Saguling, Jawa Barat*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Haslam, S. M. 1995. *River Pollution and Ecological Perspective*. John Wiley and Sons, Chichester, UK. 253 p.
- Hatta, M. 2001. *Hubungan Antara Klorofil-a dan Ikan Pelagis dengan Kondisi Oseanografi di Perairan Utara Irian Jaya*. Tesis. Fakultas Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Herawati, V. E. 2008. *Analisis Kesesuaian Perairan Segara Anakan Kabupaten Cilacap Sebagai Lahan Budidaya Kerang totok (Polymesoda erosa) Ditinjau Dari Aspek Produktifitas Primer Menggunakan Penginderaan Jauh*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Hidayat, Y. 2001. *Tingkat Kesuburan Perairan Berdasarkan Kandungan Unsur Hara N dan P Serta Struktur Komunitas Fitoplankton Di Situ Tonjong, Bojonggede, Kabupaten Bogor, Jawa Barat*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Hidayat, R., L. Viruly dan D. Azizah. 2013. *Kajian Kandungan Klorofil-a Pada Fitoplankton Terhadap Parameter Kualitas Air Di Teluk Tanjungpinang Kepulauan Riau*. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji. Riau.
- Hutabarat, S. 2001. *Pengaruh Kondisi Oseanografi terhadap Perubahan Iklim, Produktivitas dan Distribusi Biota Laut*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Hutagalung, H. P., D. Setiapermana dan S. H. Riyono. 1997. *Metode Analisa Air Laut, Sedimen dan Biota*. Buku 2. Puslitbang Oseanologi - LIPI. Jakarta: ii + 182 pp.
- Idris, M. K. 2012. *Efektifitas Penyerapan Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) oleh Fitoplankton (Chaetoceros sp.) pada Fotobioreaktor*. Scientific Repository IPB. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/58372>. Diakses pada tanggal 17 Januari 2015.
- Indriyani, T. 2000. *Struktur Komunitas Fitoplankton dan Indikator Tingkat Kesuburan Di Situ Rawa Besar, Depok*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Jafar, I. 2002. *Kelimpahan dan Komposisi Jenis Fitoplankton Pada Kolam yang Diberi Jerami dan Pupuk Kandang*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

- Juantari, G. Y., R. W. Sayekti dan D. Harisuseno. 2013. *Status Trofik dan Daya Tampung Beban Pencemaran Waduk Sutami*. Jurnal Teknik Pengairan. 4(1): 61-66.
- Junaidi, E., Z. Hanapiah dan S. Agustina. 2013. *Komunitas Plankton di Perairan Sungai Ogan Kabupaten Ogan Komering Ulun Sumatera Selatan*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya: Palembang.
- Kangkan, A. L. 2006. *Studi Penentuan Lokasi Untuk Pengembangan Budidaya Laut Berdasarkan Parameter Fisika, Kimia dan Biologi di Teluk Kupang Nusa Tenggara Timur*. Tesis. Universitas Diponegoro, Program Studi Magister Manajemen Sumberdaya Pantai UNDIP. Semarang.
- Kasasiah, A., D. I. Hartoto, F. Yulianda, M. Marzuki dan Haryono, 2009. *Pedoman Penilaian Kerusakan Habitat Sumber Daya Ikan di Perairan Daratan*. Direktorat Konservasi dan Taman Nasional Laut: Jakarta Pusat.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). 2010. *Data Pokok Kelautan dan Perikanan 2009*. Pusat Data Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan Tahun 2010.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. *Keputusan Menteri Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Hidup*. Kementerian Lingkungan Hidup: Jakarta.
- Kordi, K. M. G. H. 2010. *Ekosistem Terumbu Karang*. Rineka Cipta: Jakarta.
- Kordi, K. M. G. H. dan A. B. Tancung. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. Penerbit Rineka Cipta: Jakarta.
- Kushardono, D. 2003. *Teknologi Penginderaan jauh dalam Pengolahan Wilayah Pesisir dan Lautan*. Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional: Jakarta Timur.
- Melati, F., H. Setijati dan Monica. 2008. *Komposisi dan Model Kelimpahan Fitoplankton di Perairan sungai Ciliwung, Jakarta*. Jurnal Biodiversitas. ISSN 9(4): 296-300.
- Michael, P. 1994. *Metode Ekologi Untuk Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium*. UI press: Jakarta.
- Mulyanto. 2008. *Metodologi Sampling*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Nababan, B., D. Zulkarnaen dan J. L. Gaol. 2009. *Variabilitas Konsentrasi Klorofil-a Di Perairan Utara Sumbawa Berdasarkan Data Satelit SeaWiFS*. E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. 1(2): 72-83.

- Nabiyl, N. 2014. *Pemetaan Klorofil-a Menggunakan Citra Landsat Di Banyuwangi Secara Temporal Untuk Analisis Kondisi Perairan*. Jurusan Perikanan dan Kelautan. Fakultas Sains dan Teknik Universitas Jendral Soedirman: Purwokerto.
- Nuriya, H., Z. Hidayah, W. A. Nugraha. 2010. *Pengukuran Konsentrasi Klorofil-a Dengan Pengolahan Citra Satelit Landsat Etm-7 Dan Uji Laboratorium Di PEairan Selat Madura Bagian Barat*. Jurnal Kelautan. ISSN 3(1): 1907-9931.
- Odum, H.T. 1971. *Fundamental of Ecology*. 3<sup>rd</sup> Edition. Toppan Co. Ltd: Tokyo.
- Parslow, J., J. Hunter and A. Davidson. 2008. *Estuarine Eutrophication Models. Final Report Project E6 National River Health Program*. Water Services Association of Australian Melbourne Australia. CSIRO Marine Research. Hobarth: Tasmania.
- Parsons, T. R., Takahashi dan Hargrave. 1984. *Biological Oceanographic Processes*. 3<sup>rd</sup> Edition. Pergamon Press: Oxford.
- Prahasta, E. 2001. *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Informatika. Bandung.
- Prianto, T. Z. Ulqodry dan R. Aryawati. 2013. *Pola Sebaran Konsentrasi Klorofil-a di Selat Bangka dengan Menggunakan Citra Aqua-Modis*. Jurnal Maspari. 5(1): 22-33.
- Radhiyufa, M. 2011. *Dinamika Fosfat dan Klorofil dengan Penebaran Ikan Nila (Oreochromis niloticus) pada Kolam Budidaya Ikan Lele (Clarias gariepinus) Sistem Heterotrofik*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah: Jakarta.
- Rahmawati, I., I. B. Hendarto dan P. W. Purnomo. 2014. *Fluktuasi Bahan Organik Dan Sebaran Nutrien Serta Kelimpahan Fitoplankton Dan Klorofil-a Di Muara Sungai Sayung Demak*. Jurnal Maquares Diponegoro. 3(1): 27-36.
- Ramansyah, F. 2009. *Penentuan Pola Sebaran Konsentrasi klorofil-a di Selat Sunda dan Perairan Sekitarnya dengan Menggunakan Dta Inderaan Aqua MODIS*. Skripsi. IPB Bogor, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.
- Rampengan, R. M. 2009. *Pengaruh Pasang Surut Pada Pergerakan Arus Permukaan Di Teluk Manado*. Jurnal Perikanan dan Kelautan. 5(3): 15-19.
- Risamasu, F. J. L. dan H. B. Prayitno. 2011. *Kajian Hara Fosfat, Nitrit, Nitrat dan Silikat di Perairan Kepulauan Matasiri, Kalimantan Selatan*. Jurnal Ilmu Kelautan. ISSN 16(3): 135-142.
- Riyono, S. H., Afdal dan A. Rozak. 2006. *Kondisi Perairan Teluk Klabat Ditinjau Dari Kandungan Klorofil-a Fitoplankton*. Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia. ISSN 0125-9830. (39): 55-73.

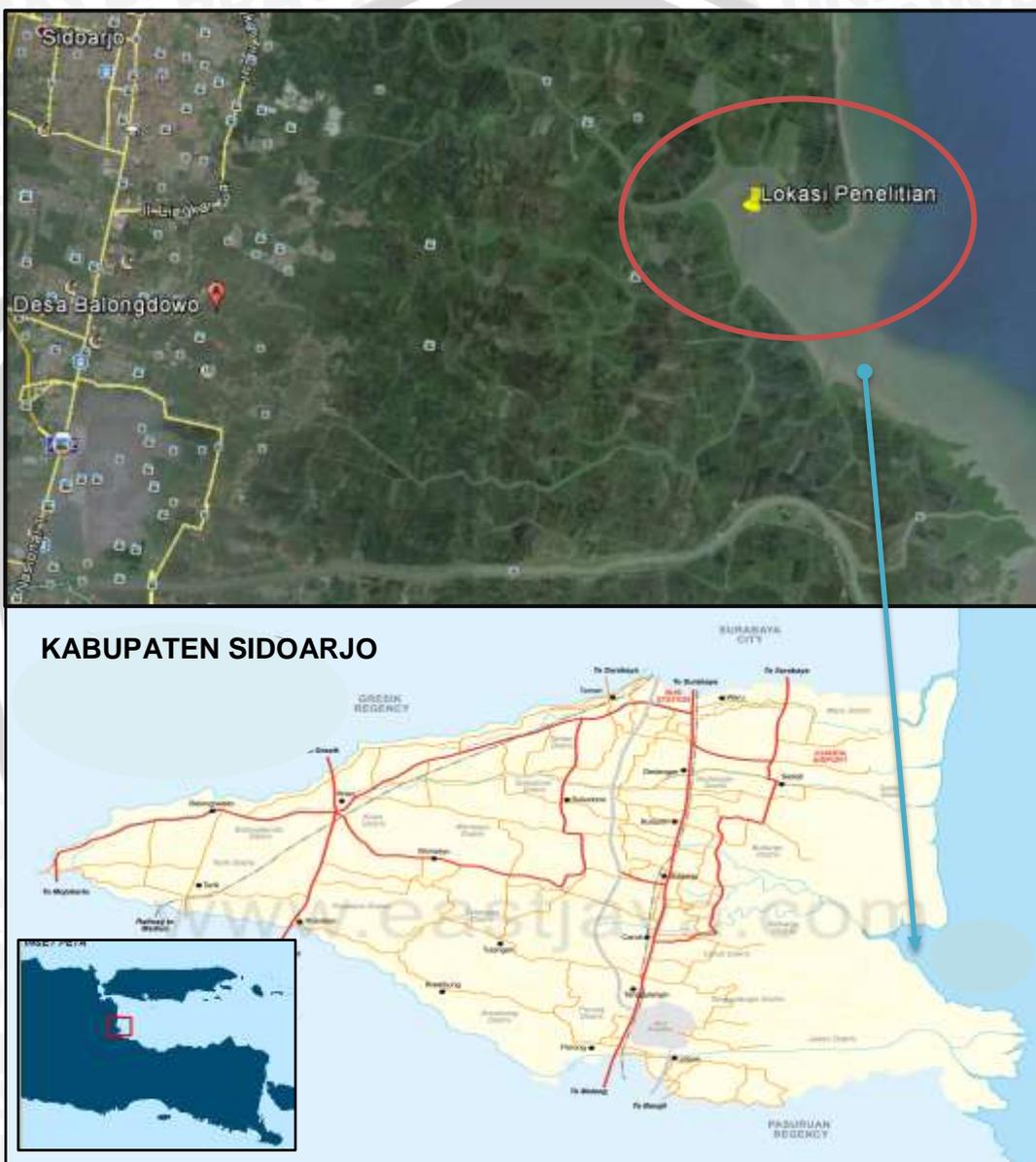
- Rudiyanti, S. 2009. *Kualitas Perairan Sungai Banger Pekalongan Berdasarkan Indikator Biologis*. Jurnal Saintek Perikanan. 4(2): 46-52.
- Safitri, N. M. 2014. *Estimasi Distribusi Klorofil-a di Perairan Selat Madura Menggunakan Data Citra Satelit Modis dan Pengukuran Data In Situ Pada Musim Timur*. Journal of Life Science. E-ISSN 1 (2): 2355-9926.
- Salmin. 2000. *Kadar Oksigen Terlarut di Perairan Sungai Dadap, Goba, Muara Karang dan Teluk Banten*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Samawi, M. F. 2001. *Penuntun Praktikum Oseanografi. Laboratorium Oseanografi Kimia*. Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Sanusi, H. S. 1995. *Karakteristik Kimiawi dan Kesuburan Perairan Teluk Pelabuhan Ratu Pada Musim Barat dan Timur*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Satino. 2011. *Praktikum Lapangan*. <http://staff.uny.ac.id>. Diakses pada tanggal 8 Juli 2013.
- Sediadi, A. 2004. *Efek Upwelling terhadap Kelimpahan dan Distribusi Fitoplankton di Perairan Laut Banda dan Sekitarnya*. Bidang Kerjasama dan Jasa Jaringan Informasi, Kementerian Riset dan Teknologi, Jakarta. 8(2): 43-51.
- Sediadi, A. 2011. *Kajian Spasial dan Temporal Kualitas Perairan Teluk Jakarta*. Disertasi. FMIPA Universitas Indonesia.
- Simanjuntak, M. 2012. *Kualitas Air Laut Ditinjau dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH Di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. 4(2): 290-303.
- SNI. 1990. *Metode Pengukuran Kualitas Air*. Dinas Pekerjaan Umum: Jakarta.
- Subarijanti, H. U. 1990. *Diktat Kuliah Limnology*. NUFFIC/ UNIBRAW/ LUW/ FISH. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Penerbit Alfabeta: Bandung.
- Sukandar, D. Setyohadi dan Didik. 2005. *Diktat Mata Kuliah Pemetaan Sumberhayati Laut*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya: Malang.
- Sukoharjo, S. S. 2012. *Variabilitas Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Selat Makassar*. Pendekatan Wavelet. Jurnal Segara. 8(2).
- Suprpto. 2011. *Metode Analisis Parameter Mutu Air untuk Budidaya Udang*. Shrimp Club Indonesia. Pacitan.
- Suryabrata, S. 1989. *Metodologi Penelitian*. Rajawali Press: Jakarta.

- Suryanto, A. M. 2011. *Kelimpahan dan Komposisi Fitoplankton di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang*. Jurnal Kelautan. 4(2). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya: Malang.
- Suryanto, A. M. dan H. U. Subarijanti. 2009. *Pendugaan Status Trofik dengan Pendekatan Kelimpahan Fitoplankton dan Zooplankton Di Waduk Sengguruh, Karangates, Lahor, Wlingiraya dan Wonorejo Jawa Timur*. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan. 1(1). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya: Malang.
- Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh Jilid 1*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Syah, A. F. 2010. *Penginderaan Jauh dan Aplikasinya di Wilayah Pesisir dan Lautan*. Jurnal Kelautan. 3 (1): 18-28.
- Thoha, H. dan K. Amri. 2011. *Komposisi dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Kalimantan Selatan*. Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia. ISSN 0125-9830. 37 (2): 371-382.
- Wasfi, A. 2000. *Tingkat Kesuburan Situ Rawa Besar Depok Berdasarkan Kandungan Unsur Hara N Dan P*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Wibisono, M. S. 2011. *Pengantar Ilmu Kelautan*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Widigdo, B. 2001. *Manajemen Sumberdaya Perairan*. Bahan Kuliah. FPIK IPB.
- Widiyati, A. 2010. *Peningkatan Produktivitas Kolam Pendederan Ikan Nila dengan Pemupukan Organik*. Laporan Ristek Balai Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya Air Tawar: Bogor.
- Widyorini, N. 2009. *Pola Struktur Komunitas Fitoplankton Berdasarkan Kandungan Pigmentnya di Pantai Jepara*. Jurnal Saintek Perikanan. 4(2): 69-75.
- Wijaya, T. S. dan R. Hariyati. 2010. *Struktur Komunitas Fitoplankton sebagai Bio Indikator Kualitas Perairan Danau Rawapening Kabupaten Semarang Jawa Tengah*. Jurnal Anatomi Fisiologi. 55-61.
- Winarso, G. dan A. B. Purwanto. 2003. *Teknologi Penginderaan jauh dalam Pengolahan Wilayah Pesisir dan Lautan*. Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional: Jakarta Timur.
- Wirawan, I. 1995. *Limnologi*. Universitas Dr. Soetomo: Surabaya.
- Wulandari, D. 2009. *Keterikatan Antara Kelimpahan Fitoplankton dengan Parameter Fisika Kimia di Estuari Sungai Brantas (Porong), Jawa Timur*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian yaitu Teluk Permisan yang berada di desa Balongdowo, kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.



Sumber peta: Google Earth (2015)

## Lampiran 2. Nilai Klorofil-a Selama Tiga Bulan Perairan Teluk Permisian

### A. Nilai Klorofil-a Berdasarkan Data Insitu

No	November			Desember			Januari		
	Stasiun A	Stasiun B	Stasiun C	Stasiun A	Stasiun B	Stasiun C	Stasiun A	Stasiun B	Stasiun C
Titik 1	13	10,25	14,46	9,76	8,18	22,16	16,03	10,72	30,9
Titik 2	8,3	8,6	9,36	12,76	10,19	20,16	13,24	9,43	11,36
Titik 3	7,9	5,28	7,99	13,98	13,57	9,99	18,63	14,35	17,57

### B. Nilai Klorofil-a Berdasarkan Data Citra Satelit Landsat 8:

Stasiun		Titik Koordinat		Nilai Klorofil-a (mg/m <sup>3</sup> )		
		Lattitude	Longitude	November	Desember	Januari
Stasiun A	Titik 1	S 07°47'415"	E 112°81'905"	0,135	0*	0,275
	Titik 2	S 07°47'712"	E 112°81'867"	0,111	0,121	0,327
	Titik 3	S 07°47'946"	E 112°81'902"	0,099	0,336	0,544
Stasiun B	Titik 1	S 07°47'681"	E 112°82'713"	0,059	0,103	0,259
	Titik 2	S 07°47'976"	E 112°82'523"	0,062	0,028	0,219
	Titik 3	S 07°48'226"	E 112°81'994"	0,126	0*	1,605
Stasiun C	Titik 1	S 07°48'315"	E 112°83'310"	0,082	0,072	0,299
	Titik 2	S 07°48'317"	E 112°82'860"	0,110	0,058	0,249
	Titik 3	S 07°48'665"	E 112°82'253"	0,104	0,084	0,351

\* Tidak ada data

Lampiran 3. Kelimpahan Fitoplankton (ind/l) Perairan Teluk Permisian

A. Kelimpahan Fitoplankton (ind/l) Bulan November

DIVISI	GENUS	STASIUN 1			STASIUN 2			STASIUN 3		
		titik 1	titik 2	titik 3	titik 1	titik 2	titik 3	titik 1	titik 2	titik 3
<b>Chlorophyta</b>	Planktospaeria	296	269	222	222	195	0	213	241	259
	Closteridium	0	222	0	0	0	0	0	0	0
	Hyalotheca	0	222	0	176	0	0	0	0	0
	Oocystis	0	0	0	380	343	185	148	0	213
	Netrium	0	0	0	0	0	0	0	213	0
<b>SUB TOTAL</b>		<b>296</b>	<b>713</b>	<b>222</b>	<b>778</b>	<b>537</b>	<b>185</b>	<b>361</b>	<b>454</b>	<b>472</b>
<b>Cyanophyta</b>	Oscillatoria	0	0	0	176	0	0	0	0	0
	Microcystis	0	0	0	185	0	0	0	0	0
<b>SUB TOTAL</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>361</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Chrysophyta</b>	Nitzschia	426	371	584	565	222	222	723	556	472
	Skeletonema	306	241	278	269	222	213	241	269	250
	Navicula	269	241	0	0	0	0	222	204	213
	Synedra	241	0	0	232	0	102	232	0	0
	Fragillaria	0	222	0	176	0	0	0	0	0
	Gyrosigma	0	232	0	185	0	0	213	0	0
<b>SUB TOTAL</b>		<b>1241</b>	<b>1306</b>	<b>861</b>	<b>1427</b>	<b>445</b>	<b>537</b>	<b>1630</b>	<b>1028</b>	<b>936</b>
<b>TOTAL</b>		<b>1538</b>	<b>2019</b>	<b>1084</b>	<b>2566</b>	<b>982</b>	<b>723</b>	<b>1992</b>	<b>1482</b>	<b>1408</b>

## B. Kelimpahan Fitoplankton (ind/l) Bulan Desember

DIVISI	GENUS	STASIUN 1			STASIUN 2			STASIUN 3		
		titik 1	titik 2	titik 3	Titik 1	titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3
Chlorophyta	Chlorella	222	0	0	0	0	0	0	0	0
	Brocteaococcus	195	0	204	0	0	0	241	0	0
	Trochiscia	0	278	0	0	0	0	0	0	0
	Geminella	204	0	250	0	0	213	269	0	0
	Chlorhormidium	0	0	0	250	241	0	0	0	0
	Crucigenia	0	0	0	0	213	0	0	0	0
	Closterium	0	0	0	0	213	0	0	0	0
	Schroederia	0	0	0	0	0	195	0	0	0
	Stichococcus	0	176	250	0	0	0	0	0	0
	Asterococcus	204	185	0	0	0	0	0	0	0
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>824</b>	<b>639</b>	<b>704</b>	<b>250</b>	<b>667</b>	<b>408</b>	<b>509</b>	<b>0</b>
Cyanophyta	Holopedium	213	0	213	0	0	0	0	0	0
	Merismopedium	120	93	0	213	0	0	0	0	0
	Synechocystis	0	176	176	0	0	0	0	0	0
	Oscillatoria	167	167	0	0	213	185	0	213	0
<b>SUB TOTAL</b>		<b>500</b>	<b>435</b>	<b>389</b>	<b>213</b>	<b>213</b>	<b>185</b>	<b>0</b>	<b>213</b>	<b>0</b>
Chrysophyta	Nitzschia	204	176	0	0	0	195	287	232	0
	Chaetoceros	195	222	278	315	296	232	315	287	250
	Skeletonema	0	204	241	241	232	232	278	222	259
	Achnantes	0	176	204	222	0	0	0	259	269
	Synedra	0	204	195	241	0	204	185	250	0
	Cyclotella	0	195	0	222	0	0	259	241	250
	Melosiru	0	0	222	0	0	0	0	0	0
	Coscinodiscus	0	0	0	0	0	0	0	232	0
	Neidium	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Biddulphia	269	0	213	232	222	213	0	0	0
	Gyrosigma	0	0	0	0	0	222	287	0	296
	Pleurosigma	0	0	0	0	0	0	0	222	0
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>667</b>	<b>1176</b>	<b>1352</b>	<b>1473</b>	<b>750</b>	<b>1297</b>	<b>1612</b>	<b>1945</b>
<b>TOTAL</b>		<b>1992</b>	<b>2251</b>	<b>2445</b>	<b>1936</b>	<b>1630</b>	<b>1890</b>	<b>2121</b>	<b>2158</b>	<b>1325</b>

### C. Kelimpahan Fitoplankton (ind/l) Bulan Januari

DIVISI	GENUS	STASIUN 1			STASIUN 2			STASIUN 3		
		titik 1	titik 2	titik 3	Titik 1	titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3
Chlorophyta	Chlorella	306	306	0	0	0	0	0	0	0
	Actinastrum	269	259	0	0	0	0	0	0	0
	Scenedermus	0	287	0	0	0	0	222	0	232
	Treubaria	0	0	278	241	222	222	0	222	0
	Schizomeris	0	0	0	213	0	0	0	241	0
	Crucigenia	0	0	0	241	0	0	0	0	232
	Ankistrodesmus	0	0	0	213	176	204	0	0	0
	Schroederia	0	0	0	0	176	204	0	0	0
	Pediastrum	0	0	0	0	0	0	0	204	0
	Ancyclonema	0	0	0	0	0	213	0	0	0
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>574</b>	<b>852</b>	<b>278</b>	<b>908</b>	<b>574</b>	<b>843</b>	<b>222</b>	<b>667</b>
Cyanophyta	Oscillatoria	259	0	269	204	204	232	213	241	222
	Anabaena	287	269	306	0	222	0	0	0	213
	Marssoniiella	269	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spirulina	0	269	0	222	204	0	0	213	0
	Dactylococcopsis	0	259	241	0	0	0	0	0	0
	Nostoc	0	259	269	0	204	185	213	250	0
	Symploca	0	0	296	0	0	0	0	0	0
	Synechocystis	0	0	0	0	0	232	0	0	0
	chroococcous	0	0	0	213	0	0	0	0	0
	Holopedium	0	0	0	213	213	0	0	0	0
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>815</b>	<b>1056</b>	<b>1380</b>	<b>852</b>	<b>1047</b>	<b>648</b>	<b>426</b>	<b>704</b>
Chrysoophyta	Skeletonema	278	296	343	204	296	259	1260	1102	815
	Frustulia	0	259	278	0	0	0	0	0	0
	Cyclotella	0	259	0	0	0	0	0	0	222
	Synedra	0	0	0	0	0	204	222	0	0
	Achnanthes	0	0	0	0	0	204	0	0	0
	Chaetoceros	0	0	0	0	0	0	269	213	306
	Navicula	0	0	0	0	0	0	259	0	0
	Nitzschia	0	0	0	0	0	0	213	0	0
	Coscinosira	232	0	0	0	0	0	213	0	250
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>509</b>	<b>815</b>	<b>621</b>	<b>204</b>	<b>296</b>	<b>667</b>	<b>2436</b>	<b>1315</b>
Euglenophyta	Lephocinclis	269	0	269	232	204	0	0	213	0
<b>SUB TOTAL</b>		<b>269</b>	<b>0</b>	<b>269</b>	<b>232</b>	<b>204</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>213</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>		<b>2168</b>	<b>2723</b>	<b>2547</b>	<b>2195</b>	<b>2121</b>	<b>2158</b>	<b>3085</b>	<b>2899</b>	<b>2492</b>

Lampiran 4. Indeks Keekaragaman Fitoplankton Perairan Teluk Permisian

A. Indeks Keekaragaman Fitoplankton Bulan November

DIVISI	GENUS	STASIUN 1			STASIUN 2			STASIUN 3		
		titik 1	titik 2	titik 3	Titik 1	titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3
Chlorophyta	Planktospaeria	0,455	0,394	0,424	0,300	0,451	0	0,321	0,411	0,444
	Closteridium	0	0,334	0	0	0	0	0	0	0
	Hyalotheca	0	0,334	0	0,249	0	0	0	0	0
	Oocystis	0	0	0	0,421	0,501	0,505	0,216	0	0,389
	Netrium	0	0	0	0	0	0	0	0,375	0
<b>SUB TOTAL</b>		<b>0,455</b>	<b>1,062</b>	<b>0,424</b>	<b>0,97</b>	<b>0,952</b>	<b>0,505</b>	<b>0,537</b>	<b>0,786</b>	<b>0,833</b>
Cyanophyta	Oscillatoria	0	0	0	0,249	0	0	0	0	0
	Microcystis	0	0	0	0,259	0	0	0	0	0
<b>SUB TOTAL</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,508</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Chrysophyta	Nitzschia	0,524	0,478	0,434	0,498	0,481	0,528	0,521	0,523	0,54
	Skeletonema	0,463	0,361	0,488	0,343	0,481	0,524	0,335	0,44	0,435
	Navicula	0,428	0,361	0	0	0	0	0,334	0,362	0,389
	Synedra	0,394	0	0	0,309	0	0	0,345	0	0
	Fragillaria	0	0,334	0	0,249	0	0	0	0	0
	Gyrosigma	0	0,349	0	0,259	0	0	0,321	0	0
<b>SUB TOTAL</b>		<b>1,808</b>	<b>1,882</b>	<b>0,921</b>	<b>1,658</b>	<b>0,963</b>	<b>1,051</b>	<b>1,856</b>	<b>1,325</b>	<b>1,363</b>
<b>TOTAL</b>		<b>2,264</b>	<b>2,944</b>	<b>1,346</b>	<b>3,135</b>	<b>1,915</b>	<b>1,556</b>	<b>2,393</b>	<b>2,111</b>	<b>2,196</b>

## B. Indeks Keanekaragaman Fitoplankton Bulan Desember

DIVISI	GENUS	STASIUN 1			STASIUN 2			STASIUN 3		
		titik 1	titik 2	titik 3	Titik 1	titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3
Chlorophyta	Chlorella	0,355	0	0	0	0	0	0	0	0
	Brocteaococcus	0,345	0	0,271	0	0	0	0,352	0	0
	Trochiscia	0	0,372	0	0	0	0	0	0	0
	Geminella	0,336	0	0,323	0	0	0,355	0,378	0	0
	Chlorhormidium	0	0	0	0,383	0,409	0	0	0	0
	Crucigenia	0	0	0	0	0,380	0	0	0	0
	Closterium	0	0	0	0	0,380	0	0	0	0
	Schroederia	0	0	0	0	0	0,334	0	0	0
	Stichococcus	0	0,278	0,323	0	0	0	0	0	0
	Asterococcus	0,336	0,289	0	0	0	0	0	0	0
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>1,372</b>	<b>0,939</b>	<b>0,916</b>	<b>0,383</b>	<b>1,168</b>	<b>0,690</b>	<b>0,730</b>	<b>0</b>
Cyanophyta	Holopedium	0,345	0	0,313	0	0	0	0	0	0
	Merismopedium	0,219	0,198	0	0	0	0	0	0	0
	Synechocystis	0	0,311	0,271	0	0	0	0	0	0
	Oscillatoria	0,289	0,300	0	0,380	0,380	0,321	0	0,325	0
<b>SUB TOTAL</b>		<b>0,853</b>	<b>0,809</b>	<b>0,584</b>	<b>0,380</b>	<b>0,380</b>	<b>0,321</b>	<b>0,000</b>	<b>0,325</b>	<b>0</b>
Chrysophyta	Nitzchia	0,336	0,278	0	0	0	0,334	0,394	0,343	0
	Chaetoceros	0,325	0,330	0,372	0,456	0,456	0,377	0,414	0,394	0,451
	Skeletonema	0	0,311	0,340	0,373	0,400	0,377	0,386	0,334	0,460
	Achnantes	0	0,278	0,302	0,354	0	0	0	0,370	0,467
	Synedra	0	0,311	0,294	0,373	0	0,345	0,289	0,362	0
	Cyclotella	0	0,300	0	0,354	0	0	0,370	0,354	0,451
	Melosiru	0	0	0,323	0	0	0	0	0	0
	Coscinodiscus	0	0	0	0	0	0	0	0,343	0
	Neidium	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Biddulphia	0,398	0	0,313	0,364	0,390	0,355	0	0	0
	Gyrosigma	0	0	0	0	0	0,365	0,394	0	0,487
	Pleurosigma	0	0	0	0	0	0	0	0,334	0
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>1,059</b>	<b>1,808</b>	<b>1,943</b>	<b>2,274</b>	<b>1,246</b>	<b>2,153</b>	<b>2,248</b>	<b>2,835</b>
<b>TOTAL</b>		<b>3,285</b>	<b>3,556</b>	<b>3,442</b>	<b>3,037</b>	<b>2,794</b>	<b>3,163</b>	<b>2,978</b>	<b>3,160</b>	<b>2,317</b>

### C. Indeks Keanekaragaman Fitoplankton Bulan Januari

DIVISI	GENUS	STASIUN 1			STASIUN 2			STASIUN 3			
		titik 1	titik 2	titik 3	Titik 1	titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3	
Chlorophyta	Chlorella	0,409	0,365	0	0	0	0	0	0	0	
	Actinastrum	0,372	0,319	0	0	0	0	0	0	0	
	Scenedermus	0	0,347	0	0	0	0	0,259	0	0,306	
	Treubaria	0	0	0,347	0,354	0,343	0,34	0	0,271	0	
	Schizomeris	0	0	0	0,325	0	0	0	0,287	0	
	Crucigenia	0	0	0	0,354	0	0	0	0	0,306	
	Ankistrodesmus	0	0	0	0,325	0,287	0,319	0	0	0	
	Schroederia	0	0	0	0	0,287	0,319	0	0	0	
	Pediastrum	0	0	0	0	0	0	0	0,251	0	
	Ancyclonema	0	0	0	0	0	0,328	0	0	0	
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>0,781</b>	<b>1,031</b>	<b>0,347</b>	<b>1,357</b>	<b>0,917</b>	<b>1,305</b>	<b>0,259</b>	<b>0,809</b>	<b>0,613</b>
	Cyanophyta	Oscillatoria	0,362	0	0,336	0,315	0,323	0,349	0,251	0,287	0,298
Anabaena		0,391	0,328	0,373	0	0,343	0	0	0	0,289	
Marssoniella		0,372	0	0	0	0	0	0	0	0	
Spirulina		0	0,328	0	0,336	0,323	0	0	0,261	0	
Dactylococcopsis		0	0,319	0,304	0	0	0	0	0	0	
Nostoc		0	0,319	0,336	0	0,323	0,296	0,251	0,296	0	
Symploca		0	0	0,364	0	0	0	0	0	0	
Synechocystis		0	0	0	0	0	0,349	0	0	0	
chroococcous		0	0	0	0,325	0	0	0	0	0	
Holopedium		0	0	0	0,325	0,334	0	0	0	0	
<b>SUB TOTAL</b>			<b>1,125</b>	<b>1,294</b>	<b>1,713</b>	<b>1,3</b>	<b>1,645</b>	<b>0,993</b>	<b>0,503</b>	<b>0,844</b>	<b>0,587</b>
Chrysophyta		Skeletonema	0,383	0,355	0,412	0,315	0,412	0,377	0,517	0,525	0,531
	Frustulia	0	0,319	0,347	0	0	0	0	0	0	
	Cyclotella	0	0,319	0	0	0	0	0	0	0,298	
	Synedra	0	0	0	0	0	0,319	0,259	0	0	
	Achnanthes	0	0	0	0	0	0,319	0	0	0	
	Chaetoceros	0	0	0	0	0	0	0,298	0,261	0,37	
	Navicula	0	0	0	0	0	0	0,292	0	0	
	Nitzchia	0	0	0	0	0	0	0,251	0	0	
	Coscinosira	0,326	0	0	0	0	0	0,251	0	0,325	
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>0,709</b>	<b>0,993</b>	<b>0,759</b>	<b>0,315</b>	<b>0,412</b>	<b>1,014</b>	<b>1,868</b>	<b>0,786</b>	<b>1,524</b>
Euglenophyta	Lephocinclis	0,372	0	0,336	0,345	0,323	0	0	0,261	0	
<b>SUB TOTAL</b>		<b>0,372</b>	<b>0</b>	<b>0,336</b>	<b>0,345</b>	<b>0,323</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,261</b>	<b>0</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>2,988</b>	<b>3,318</b>	<b>3,155</b>	<b>3,316</b>	<b>3,297</b>	<b>3,312</b>	<b>2,629</b>	<b>2,701</b>	<b>2,724</b>	

Lampiran 5. Indeks Dominasi Fitoplankton Perairan Teluk Permisian

A. Indeks Dominasi Fitoplankton Bulan November

DIVISI	GENUS	STASIUN 1			STASIUN 2			STASIUN 3		
		titik 1	titik 2	titik 3	Titik 1	titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3
<b>Chlorophyta</b>	Planktospaeria	0,037	0,018	0,042	0,008	0,039	0,000	0,011	0,026	0,034
	Closteridium	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Hyalotheca	0,000	0,012	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Oocystis	0,000	0,000	0,000	0,022	0,122	0,066	0,006	0,000	0,023
	Netrium	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,021	0,000
<b>SUB TOTAL</b>		<b>0,037</b>	<b>0,042</b>	<b>0,042</b>	<b>0,034</b>	<b>0,161</b>	<b>0,066</b>	<b>0,017</b>	<b>0,047</b>	<b>0,057</b>
<b>Cyanophyta</b>	Oscillatoria	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Microcystis	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>SUB TOTAL</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,010</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Chrysophyta</b>	Nitzschia	0,077	0,034	0,290	0,048	0,051	0,095	0,132	0,141	0,113
	Skeletonema	0,040	0,014	0,066	0,011	0,051	0,087	0,015	0,033	0,032
	Navicula	0,031	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,019	0,023
	Synedra	0,025	0,000	0,000	0,008	0,000	0,020	0,014	0,000	0,000
	Fragillaria	0,000	0,012	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gyrosigma	0,000	0,013	0,000	0,005	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000
<b>SUB TOTAL</b>		<b>0,171</b>	<b>0,087</b>	<b>0,356</b>	<b>0,078</b>	<b>0,103</b>	<b>0,202</b>	<b>0,184</b>	<b>0,192</b>	<b>0,167</b>
<b>TOTAL</b>		<b>0,209</b>	<b>0,129</b>	<b>0,398</b>	<b>0,122</b>	<b>0,264</b>	<b>0,267</b>	<b>0,201</b>	<b>0,239</b>	<b>0,224</b>

## B. Indeks Dominasi Fitoplankton Bulan Desember

DIVISI	GENUS	STASIUN 1			STASIUN 2			STASIUN 3		
		titik 1	titik 2	titik 3	Titik 1	titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3
<b>Chlorophyta</b>	Chlorella	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Brocteaococcus	0,010	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000
	Trochiscia	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Geminella	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,013	0,016	0,000	0,000
	Chlorhormidium	0,000	0,000	0,000	0,017	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000
	Crucigenia	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000
	Closterium	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000
	Schroederia	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
	Stichococcus	0,000	0,006	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Asterococcus	0,010	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>SUB TOTAL</b>		<b>0,043</b>	<b>0,028</b>	<b>0,028</b>	<b>0,017</b>	<b>0,056</b>	<b>0,023</b>	<b>0,029</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
<b>Cyanophyta</b>	Holopedium	0,011	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Merismopedium	0,004	0,002	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Synechocystis	0,000	0,006	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Oscillatoria	0,007	0,005	0,000	0,000	0,017	0,010	0,000	0,010	0,000
<b>SUB TOTAL</b>		<b>0,022</b>	<b>0,013</b>	<b>0,013</b>	<b>0,012</b>	<b>0,017</b>	<b>0,010</b>	<b>0,000</b>	<b>0,010</b>	<b>0,000</b>
<b>Chrysophyta</b>	Nitzschia	0,010	0,006	0,000	0,000	0,000	0,011	0,018	0,012	0,000
	Chaetoceros	0,010	0,010	0,013	0,026	0,033	0,015	0,022	0,018	0,036
	Skeletonema	0,000	0,008	0,010	0,015	0,020	0,015	0,017	0,011	0,038
	Achnantes	0,000	0,006	0,007	0,013	0,000	0,000	0,000	0,014	0,041
	Synedra	0,000	0,008	0,006	0,015	0,000	0,012	0,008	0,013	0,000
	Cyclotella	0,000	0,007	0,000	0,013	0,000	0,000	0,015	0,012	0,036
	Melosiru	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Coscinodiscus	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000
	Neidium	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Biddulphia	0,018	0,000	0,008	0,014	0,019	0,013	0,000	0,000	0,000
	Gyrosigma	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,018	0,000	0,050
	Pleurosigma	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>0,038</b>	<b>0,046</b>	<b>0,052</b>	<b>0,098</b>	<b>0,072</b>	<b>0,079</b>	<b>0,098</b>	<b>0,102</b>
<b>TOTAL</b>		<b>0,103</b>	<b>0,087</b>	<b>0,092</b>	<b>0,127</b>	<b>0,145</b>	<b>0,112</b>	<b>0,127</b>	<b>0,112</b>	<b>0,201</b>

### C. Indeks Dominasi Fitoplankton Bulan Januari

DIVISI	GENUS	STASIUN 1			STASIUN 2			STASIUN 3		
		titik 1	titik 2	titik 3	Titik 1	titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3
Chlorophyta	Chlorella	0,020	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Actinastrum	0,015	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Scenedermus	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,009
	Treubaria	0,000	0,000	0,012	0,012	0,011	0,011	0,000	0,006	0,000
	Schizomeris	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000
	Crucigenia	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009
	Ankistrodesmus	0,000	0,000	0,000	0,009	0,007	0,009	0,000	0,000	0,000
	Schroederia	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,009	0,000	0,000	0,000
	Pediastrum	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000
	Ancyclonema	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>0,035</b>	<b>0,033</b>	<b>0,012</b>	<b>0,043</b>	<b>0,025</b>	<b>0,038</b>	<b>0,005</b>	<b>0,018</b>
Cyanophyta	Oscillatoria	0,014	0,000	0,011	0,009	0,009	0,012	0,005	0,007	0,008
	Anabaena	0,018	0,010	0,014	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,007
	Marssoniella	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Spirulina	0,000	0,010	0,000	0,010	0,009	0,000	0,000	0,005	0,000
	Dactylococcopsis	0,000	0,009	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Nostoc	0,000	0,009	0,011	0,000	0,009	0,007	0,005	0,007	0,000
	Symploca	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Synechocystis	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
	chroococcous	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Holopedium	0,000	0,000	0,000	0,009	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>0,047</b>	<b>0,038</b>	<b>0,059</b>	<b>0,038</b>	<b>0,049</b>	<b>0,030</b>	<b>0,010</b>	<b>0,020</b>
Chrysophyta	Skeletonema	0,016	0,012	0,018	0,009	0,020	0,014	0,167	0,145	0,107
	Frustulia	0,000	0,009	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Cyclotella	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008
	Synedra	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,005	0,000	0,000
	Achnanthes	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000
	Chaetoceros	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,005	0,015
	Navicula	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000
	Nitzchia	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000
	Coscinosira	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,010
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>0,028</b>	<b>0,030</b>	<b>0,030</b>	<b>0,009</b>	<b>0,020</b>	<b>0,032</b>	<b>0,196</b>	<b>0,150</b>
Euglenophyta	Lephocinclis	0,015	0,000	0,011	0,011	0,009	0,000	0,000	0,005	0,000
<b>SUB TOTAL</b>		<b>0,015</b>	<b>0,000</b>	<b>0,011</b>	<b>0,011</b>	<b>0,009</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,005</b>	<b>0,000</b>
<b>TOTAL</b>		<b>0,126</b>	<b>0,100</b>	<b>0,112</b>	<b>0,100</b>	<b>0,102</b>	<b>0,101</b>	<b>0,211</b>	<b>0,193</b>	<b>0,173</b>

Lampiran 6. Data Kualitas Air Teluk Permisian Selama Tiga Bulan

Stasiun		Suhu (°C)	Kecerahan (cm)	pH	Salinitas (‰)	Nitrat (NO <sub>3</sub> ) (mg/l)	Orthosfat (PO <sub>4</sub> ) (mg/l)	DO (mg/l)
<b>Bulan November 2014</b>								
Stasiun A	Titik 1	32	40	8,3	22	25	0,65	4,3
	Titik 2	35,6	28	7,8	23	30	0,50	2,5
	Titik 3	35	24	8,8	21	35	0,55	3
Stasiun B	Titik 1	38	24	7,3	22	50	0,60	3,6
	Titik 2	35	52	7,8	23	60	0,45	4
	Titik 3	34,5	34	8,3	26	65	0,65	3,8
Stasiun C	Titik 1	31	33	8,3	25,8	55	0,55	3,8
	Titik 2	30,6	28	8,8	28,5	40	0,65	3,3
	Titik 3	33	24	8,5	30,3	35	0,60	4,5
<b>Bulan Desember 2014</b>								
Stasiun A	Titik 1	31	53	8,8	12,7	40	0,50	4
	Titik 2	30,7	39	8,8	13	30	0,60	3,4
	Titik 3	31	34	8,8	15,4	40	0,70	4,1
Stasiun B	Titik 1	31	56	8,8	15,5	40	0,65	3,5
	Titik 2	30,2	50	8,7	19	25	0,60	2,8
	Titik 3	31	26	8,8	19	30	0,70	4,1
Stasiun C	Titik 1	29,2	20	8,6	23	60	0,50	3,1
	Titik 2	30	31	8,6	22,1	50	0,75	2,3
	Titik 3	31	24	8,7	16	35	0,60	3,2
<b>Bulan Januari 2015</b>								
Stasiun A	Titik 1	35,5	23	9,1	9,5	75	0,40	8,1
	Titik 2	34,3	48	8,9	6,6	55	0,75	4,2
	Titik 3	34,4	41	9	6,1	70	0,60	5,2
Stasiun B	Titik 1	33,5	43	8,9	12	50	0,60	6,2
	Titik 2	33,7	31	8,9	13,6	45	0,55	5,4
	Titik 3	34,4	21	9,3	9	70	0,45	5,7
Stasiun C	Titik 1	34,9	46	9,4	19,3	35	1	8,3
	Titik 2	33,1	35	9,3	29	35	0,75	4,1
	Titik 3	33,5	23	8,8	15,4	30	0,85	5,1
Kep. Men. LH No. 51 Tahun 2004		< 35	> 3 m	6,5 – 8,5	< 35	< 0,008	< 0,015	> 5
Keterangan		1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*

\* Keterangan Hasil Kualitas Air Teluk Permisian dibandingkan dengan Kep. Men.

LH No.51 Tahun 2004 adalah sebagai berikut:

1. Nilai suhu (normal)
2. Nilai kecerahan (< 3 meter)
3. Nilai pH (normal)
4. Nilai Salinitas (normal)
5. Nilai Nitrat (melampaui)
6. Nilai Orthofosfat (melampaui)
7. Nilai DO (relatif < 5 mg/l)

## Lampiran 7. Hubungan antara Koefisien Saprobik dengan tingkat pencemaran Perairan

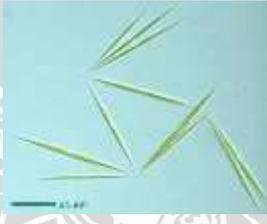
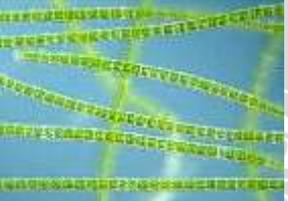
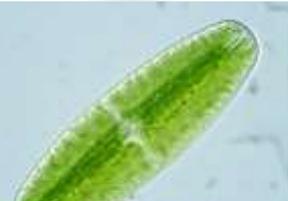
Hubungan antara Koefisien Saprobik dengan tingkat pencemaran Perairan

Menurut Marganof (2008) adalah sebagai berikut:

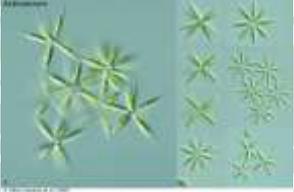
Bahan Pencemar	Tingkat Pencemar	Fase Saprobik	Koefisien Saprobik
Bahan Organik	Sangat berat	Polisaprobik	(-3) – (-2)
		Poli/α-mesosaprobik	(-2) – (-1,5)
	Cukup berat	α-meso/Polisaprobik	(-1,5) – (-1)
α-mesosaprobik		(-1) – (-0,5)	
Bahan Organik dan Anorganik	Sedang	α/β-mesosaprobik	(-0,5) – (0)
		α/β-mesosaprobik	(0) – (0,5)
	Ringan	β-mesosaprobik	(0,5) – (1,0)
		β-meso/ Oligosaprobik	(1,0) – (1,5)
Bahan Organik dan Anorganik	Sangat ringan	Oligo/ β-mesosaprobik	(1,5) – (2)
		Oligosaprobik	(2) – (3)

Lampiran 8. Klasifikasi Fitoplankton Yang Ditemukan Pada Perairan Teluk Permisan

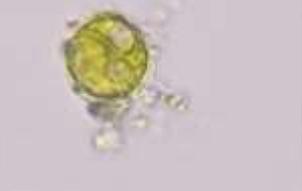
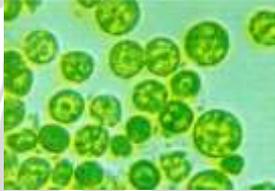
- Divisi Chlorophyta

Gambar di Mikroskop Binokuler (Perbesaran 400x) (Dokumentsi Pribadi)	Gambar Literatur (Algaebase, 2015)	Klasifikasi (Davis, 1955)
		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Chlorococcales Famili: Chlorococcaceae Genus: Planktosphaeria
		Subdivisi : Chlorophyceae Ordo: Chlorococcales Famili: Chlorococcaceae Genus: Closteridium
		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Zygnematales Famili: Desmidiaceae Genus: Hyalotheca
		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Chlorococcales Famili: Oocystaceae Genus: Oocystis
		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Zygnematales Famili: Mesotaeniaceae Genus: Netrium

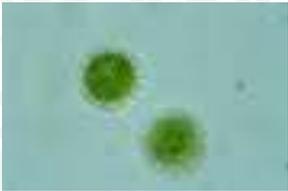
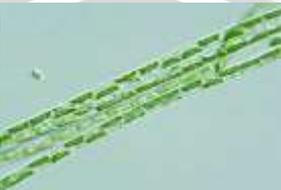
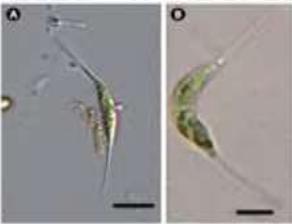
Lampiran 8. Lanjutan Klasifikasi Fitoplankton Yang Ditemukan Pada Perairan Teluk Permisran

		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Chlorococcales Famili: Chlorococcaceae Genus: Bracteacoccus
		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Ulotrichales Famili: Ulotrichaceae Genus: Stichococcus
		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Ulotrichales Famili: Ulotrichaceae Genus: Geminella
		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Chlorococcales Famili: Scenedesmaceae Genus: Actinastrum
		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Chlorococcales Famili: Scenedesmaceae Genus: Scenedesmus
		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Chlorococcales Famili: Oocystaceae Genus: Treubaria

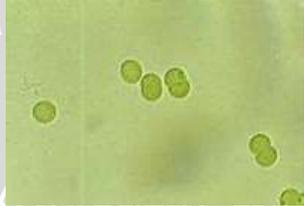
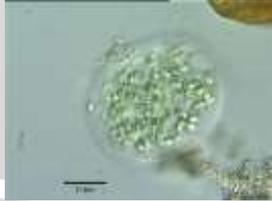
Lampiran 8. Lanjutan Klasifikasi Fitoplankton Yang Ditemukan Pada Perairan Teluk Permisran

		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Ulvales Famili: Ulvaceae Genus: Schizomeris
		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Chlorococcales Famili: Oocystaceae Genus: Ankistrodesmus
		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Zygnematales Famili: Mesotaniaceae Genus: Ancylnema
		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Chlorococcales Famili: Hydrodictyceae Genus: Pediastrum
		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Chlorococcales Famili: Oocystaceae Genus: Chlorella
		Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Tetrasporaler Famili: Cleorocystaceae Genus: Asterococcus

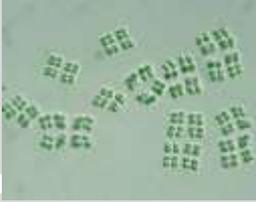
Lampiran 8. Lanjutan Klasifikasi Fitoplankton Yang Ditemukan Pada Perairan Teluk Permisian

		<p>Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Chlorococcales Famili: Oocystaceae Genus: Trochiscia</p>
		<p>Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Chlorococcales Famili: Chlorococcaceae Genus: Chlorhormidium</p>
		<p>Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Chlorococcales Famili: Scenedesmaceae Genus: Crucigenia</p>
		<p>Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Zygnematales Famili: Desmidiaceae Genus: Closterium</p>
		<p>Subdivisi: Chlorophyceae Ordo: Chlorococcales Famili: Chlorococcaceae Genus: Schroederia</p>

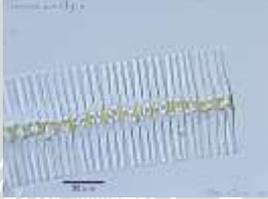
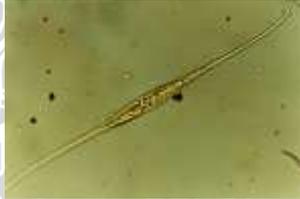
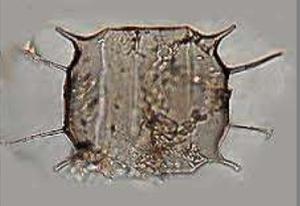
- Divisi Cyanophyta

Gambar di Mikroskop Binokuler (Perbesaran 400x) (Dokumentasi Pribadi)	Gambar Literatur (Algaebase, 2015)	Klasifikasi (Davis, 1955)
		Subdivisi: Cyanophyceae Ordo: Chroococcales Famili: Chroococcaceae Genus: Microcystis
		Subdivisi: Cyanophyceae Ordo: Chroococcales Famili: Chroococcaceae Genus: Synechocystis
		Subdivisi: Cyanophyceae Ordo: Nostocales Famili: Nostocaceae Genus: Anabaena
		Subdivisi: Cyanophyceae Ordo: Oscillatoriales Famili: Oscillatoriaceae Genus: Spirulina
		Subdivisi: Cyanophyceae Ordo: Chroococcales Famili: Chroococcaceae Genus: Marssoniella

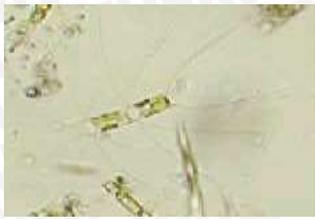
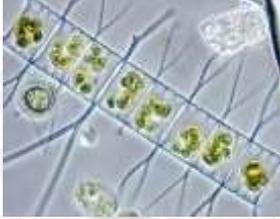
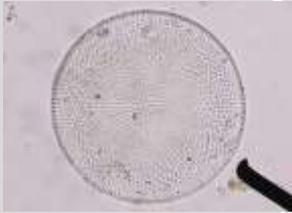
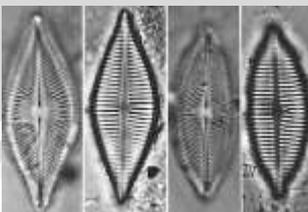
Lampiran 8. Lanjutan Klasifikasi Fitoplankton Yang Ditemukan Pada Perairan Teluk Permisan

		Subdivisi: Cyanophyceae Ordo: Chroococcales Famili: Chroococcaceae Genus: Dactylococcopsis
		Subdivisi: Cyanophyceae Ordo: Nostocales Famili: Nostocaceae Genus: Nostoc
		Subdivisi: Cyanophyceae Ordo: Oscillatoriales Famili: Oscillatoriaceae Genus: Symploca
		Subdivisi: Cyanophyceae Ordo: Chroococcales Famili: Chroococcaceae Genus: Chroococcus
		Subdivisi: Cyanophyceae Ordo: Oscillatoriales Famili: Oscillatoriaceae Genus: Oscillatoria
		Subdivisi: Cyanophyceae Ordo: Chroococcales Famili: Chroococcaceae Genus: Merismopedium

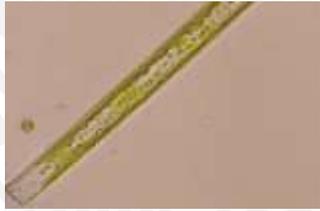
- Chrysophyta

Gambar di Mikroskop Binokuler (Perbesaran 400x) (Dokumentsi Pribadi)	Gambar Literatur (Algaebase, 2015)	Klasifikasi (Davis, 1955)
		Subdivisi: Bacillariophyceae Ordo: Pennales Famili: Naviculaceae Genus: Navicula
		Subdivisi: Bacillariophyceae Ordo: Pennales Famili: Fragilariaceae Genus: Fragillaria
		Subdivisi: Bacillariophyceae Ordo: Pennales Famili: Nitzschiaceae Genus: Nitzschia
		Subdivisi: Bacillariophyceae Ordo: Pennales Famili: Naviculaceae Genus: Neidium
		Subdivisi: Bacillariophyceae Ordo: Centrales Famili: Biddulphiaceae Genus: Biddulphia

Lampiran 8. Lanjutan Klasifikasi Fitoplankton Yang Ditemukan Pada Perairan Teluk Permisian

		Subdivisi: Bacillariophyceae Ordo: Centrales Famili: Chaetoceraceae Genus: Chaetoceros
		Subdivisi: Bacillariophyceae Ordo: Pennales Famili: Naviculaceae Genus: Gyrosigma
		Subdivisi: Bacillariophyceae Ordo: Pennales Famili: Naviculaceae Genus: Pleurosigma
		Subdivisi: Bacillariophyceae Ordo: Centrales Famili: Coscinodiscaceae Genus: Coscinodiscus
		Subdivisi: Bacillariophyceae Ordo: Centrales Famili: Skeletonemaceae Genus: Skeletonema
		Subdivisi: Bacillariophyceae Ordo: Pennales Famili: Achnanthaceae Genus: Achnantes

Lampiran 8. Lanjutan Klasifikasi Fitoplankton Yang Ditemukan Pada Perairan Teluk Permisan

		Subdivisi: Bacillariophyceae Ordo: Pennales Famili: Fragilariaceae Genus: Synedra
		Subdivisi: Bacillariophyceae Ordo: Centrales Famili: Coscinodiscaceae Genus: Cyclotella
		Subdivisi: Bacillariophyceae Ordo: Pennales Famili: Milosiraceae Genus: Melosira
		Subdivisi: Bacillariophyceae Ordo: Pennales Famili: Naviculaceae Genus: Frustulia

- Divisi Euglenophyta

Gambar di Mikroskop Binokuler (Perbesaran 400x) (Dokumentsi Pribadi)	Gambar Literatur (Algaebase, 2015)	Klasifikasi (Davis, 1955)
		Subdivisi: Euglenophyceae Ordo: Euglenales Famili: Euglenaceae Genus: Lephocinclis

Lampiran 9. Dokumentasi di Lapangan



Gambar 20. *Packaging* Klorofil-a Di Lapangan dan Plankton Net untuk Menjaring Plankton



Gambar 21 .GPS untuk Menentukan Titik Koordinat



Gambar 22. Perjalanan Menuju Teluk Permisian dan Suasana di Atas Perahu Saat Melaksanakan Sampling

Lampiran 9. Lanjutan Dokumentasi di Lapangan



Gambar 23. Kondisi Perairan Sungai Ketingan yang Bermuara Ke Teluk Permisan Digunakan Untuk Kegiatan Rumah Tangga dan Kandang Hewan Ternak



Gambar 24. Ekosistem Mangrove Sepanjang Sungai Ketingan Hingga Perairan Teluk Permisan

Lampiran 10. Dokumentasi di Laboratorium



Gambar 25. Pengukuran Klorofil-a dengan Vacuum Pump dan Pengamatan Serta Identifikasi Fitoplankton

