

**DISTRIBUSI KLOOROFIL-A MENGGUNAKAN CITRA SATELIT  
AQUA MODIS PADA AREA KERAMBA JARING APUNG DESA KLATAKAN,  
KECAMATAN KENDIT, SITUBONDO, JAWA TIMUR**

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

**OLEH:  
NININ DONA KURNIASARI  
NIM. 12508010111022**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2016**

**DISTRIBUSI KLOROFIL-A MENGGUNAKAN CITRA SATELIT  
AQUA MODIS PADA AREA KERAMBA JARING APUNG DESA KLATAKAN,  
KECAMATAN KENDIT, SITUBONDO, JAWA TIMUR**

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

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

**OLEH:**

**NININ DONA KURNIASARI**

**NIM. 12508010111022**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2016**

SKRIPSI

DISTRIBUSI KLOOROFIL-A MENGGUNAKAN CITRA SATELIT  
AQUA MODIS PADA AREA KERAMBA JARING APUNG DESA KLATAKAN,  
KURNIASARI KECAMATAN KENDIT, SITUBONDO, JAWA TIMUR

OLEH:

NININ DONA KURNIASARI  
NIM. 125080101111022

Telah dipertahankan didepan penguji  
Pada tanggal 3 Agustus 2016  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Muhammad Musa, MS  
NIP. 19570507 198602 1 002  
Tanggal: 15 AUG 2016

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si  
NIP. 19610303 198602 2 001  
Tanggal: 15 AUG 2016

Dosen Penguji II

Nanik Retno Buwono, S.Pi, MP  
NIP. 19840420 201404 2 002  
Tanggal: 15 AUG 2016

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS  
NIP. 19591230 198503 2 002  
Tanggal: 15 AUG 2016



Mengetahui,  
Ketua Jurusan MSP

Dr. Ir. Arming Wihujeng Ekawati, MS.  
NIP. 19620805 198603 2 001  
Tanggal: 15 AUG 2016



## PERNYATAAN ORISINALITAS

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

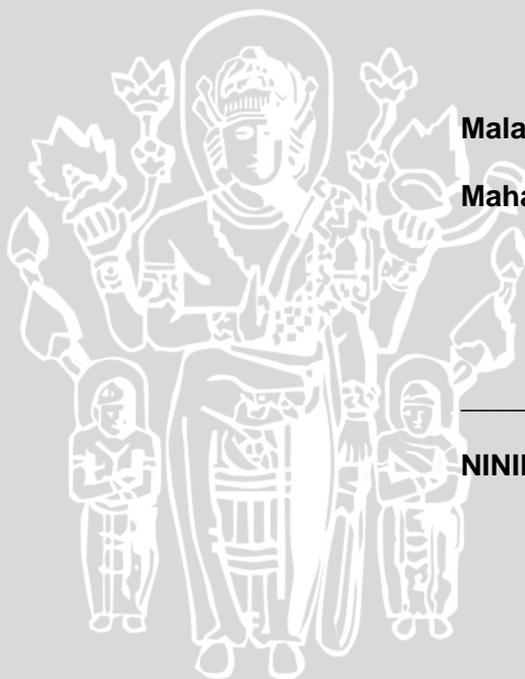
Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi) saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

**Malang, Februari**

**Mahasiswa**

---

**NININ DONA K**



## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayahnya sehingga penelitian dan laporan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar.
2. Sujud dan terima kasih untuk orang tua tercinta Bapak **Sunarno** dan Ibu **Kusminah** serta abang **Bagus Kurniawan** dan **Niken Yuni H**, atas do'a dan segala bentuk dukungannya sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir tanpa kurang suatu apapun.
3. Ibu **Dr.Ir. Umi Zakiyah, M.Si** dan ibu **Prof.Dr.Ir. Diana Arfiati, MS**, selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan arahan serta sabar dalam memberikan bimbingan.
4. Bapak **Dr.Ir. Muhammad Musa, MS** dan ibu **Nanik Retno Buwono, S.Pi, MP**, selaku dosen penguji.
5. Staf penguji Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan Ikan Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo, Jawa Timur.
6. Bapak Toyono selaku pemilik kapal yang telah mendampingi saya beserta *tim* dalam melakukan penelitian di lapang.
7. Teman-teman mahasiswa peneliti Probolinggo dan Situbondo (rona, kiki, laily, trian, aliena, apriani, dhea, arinto, raymon, dan mas dwi) yang telah memberikan masukan serta membantu dalam kelancaran kegiatan penelitian serta penyusunan laporan, terimakasih sudah memberikan pengalaman yang luar biasa saat penelitian.
8. Teman saya tercinta Tia, Mega, Destine, Kiki, terimakasih sudah menjadi teman tukar pikiran, teman berantem, teman buang-buang waktu. Terimakasih sudah memberikan banyak pengalaman selama empat tahun ini.
9. Teman seperjuangan MSP angkatan 2012 (Lovi, Indy, Febrina, Nadia, Lintang, Abay, Reza, Dhana, Putri Dalimunte, Titin, Reni Alista, Diana, Nabilla, Niken, Lutfi Wakhidanur, Defi, Prameita, Dewi Urifah dan lainnya). Semoga sukses kedepannya.
10. Teman-teman asisten Penginderaan Jauh Kelautan MSP'13, Galang IK'12, yang telah membantu dan memperlancar dalam proses penyusunan peta.
11. **Agung Bie** *as partner in crime*, kekasih sekaligus sahabat saya tercinta, yang tidak henti memberikan dukungannya serta tidak bosan menemani saya dari awal hingga akhir. Elsa, Ardy Gilang, Dinar, Tika *as sisterhood* terimakasih atas do'a dan motivasinya.

## RINGKASAN

**NININ DONA KURNIASARI.** SKRIPSI tentang DISTRIBUSI KLOOROFIL-A MENGGUNAKAN CITRA SATELIT AQUA MODIS PADA AREA KERAMBA JARING APUNG DESA KLATAKAN, KECAMATAN KENDIT, SITUBONDO, JAWA TIMUR (di bawah bimbingan **Dr.Ir. Umi Zakiyah, M.Si** dan **Prof.Dr.Ir. Diana Arfiati, MS**).

---

Wilayah pesisir Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, Situbondo, Jawa Timur, merupakan salah satu sentra budidaya laut dengan keramba jaring apung (KJA) dan memiliki garis pantai sepanjang 3,3 km yang berbatasan langsung dengan Selat Madura pada sebelah utara. Perairan di wilayah ini memiliki gugusan karang tepi dan karakteristik pantai berpasir dengan ombak yang relatif tenang sehingga dapat dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi dan distribusi klorofil-a pada area sekitar KJA baik dari data lapang maupun data citra satelit Aqua Modis serta untuk mengetahui keakuratan data melalui validasi antara data citra tersebut dengan data lapang di perairan Desa Klatakan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga selesai, untuk pengambilan sampel lapang dilakukan pada tanggal 12 dan 19 April 2016 antara pukul 10.00 WIB sampai dengan 13.50 WIB. Sedangkan pengambilan data citra dilakukan dengan mengunduh data citra komposit 8 hari (*8-day composite*) level 3 pada situs NASA <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>. Selain itu juga dilakukan pengukuran kualitas air antara lain suhu, kecerahan, arus, pH, oksigen terlarut, salinitas, nitrat dan orthofosfat, serta identifikasi fitoplankton. Uji klorofil-a dan analisis kualitas air dilakukan di laboratorium BPBAP Situbondo, Jawa Timur.

Berdasarkan hasil penelitian data citra satelit Aqua Modis distribusi klorofil-a secara spasial hampir merata pada seluruh stasiun sedangkan distribusi secara temporal, klorofil-a meningkat pada minggu kedua karena pengaruh cuaca. Konsentrasi klorofil-a berkisar antara 0,5934 - 0,9003 mg/m<sup>3</sup>. Tampilan data citra yang didapat menunjukkan bahwa lokasi penelitian berwarna orange tua kemerahan dan pada minggu kedua lokasi penelitian berada pada warna orange muda kekuningan. Sementara itu pada data lapang nilai konsentrasi klorofil-a juga mengalami kenaikan pada minggu kedua yaitu berkisar antara 1,3596 - 2,6132 mg/m<sup>3</sup>. Pada penelitian ini tinggi rendahnya klorofil-a dipengaruhi beberapa faktor antara lain yaitu pengaruh cuaca, nutrisi, arus dan komposisi fitoplankton.

Hasil analisis kualitas air yang diperoleh selama penelitian yaitu nilai suhu berkisar antara 29<sup>o</sup> - 32<sup>o</sup>C, pH berkisar antara 8,15 - 8,52 dan nilai salinitas berkisar antara 30 - 34 ‰. Selanjutnya nilai arus yang didapat berkisar antara 0,06 - 0,1 m/s dan nilai kecerahan berkisar 5,27 - 8,59 meter. Sementara itu nilai oksigen terlarut yang didapat rendah berkisar antara 4,5 - 5,5 mg/l. Nitrat yang diperoleh berkisar antara 1,5 - 2,6 mg/l. Selanjutnya nilai orthofosfat yang didapat baik pada minggu pertama maupun minggu kedua sangat kecil yaitu <0.001 pada seluruh stasiun. Hal ini menunjukkan bahwa orthofosfat menjadi faktor pembatas pada perairan ini.

Berdasarkan hasil uji validasi antara data lapang dengan data citra satelit Aqua Modis didapat nilai RMS Error sebesar 0,63 dan menunjukkan bahwa nilai 0,63 tersebut lebih kecil daripada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya di area Selat Madura. Semakin kecil nilai RMS Error maka data citra tersebut semakin akurat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data citra satelit Aqua Modis akurat dan dapat dijadikan informasi mengenai keberadaan klorofil-a yang dapat dimanfaatkan untuk mengelola wilayah yang berpotensi bagi kegiatan budidaya perikanan.

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyajikan Laporan SKRIPSI yang berjudul **Distribusi Klorofil-a Menggunakan Citra Satelit Aqua Modis pada Area Keramba Jaring Apung Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, Situbondo, Jawa Timur**. Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi distribusi klorofil-a di perairan laut Desa Kendit, Kecamatan Klatakan, Situbondo pada area sekitar keramba jaring apung yang diperoleh baik di lapang maupun melalui data citra satelit Aqua Modis. Selain itu juga membahas tentang parameter yang mempengaruhi distribusi klorofil-a di perairan.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangan tepatnya, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini nantinya bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 2016

Penulis

DAFTAR ISI

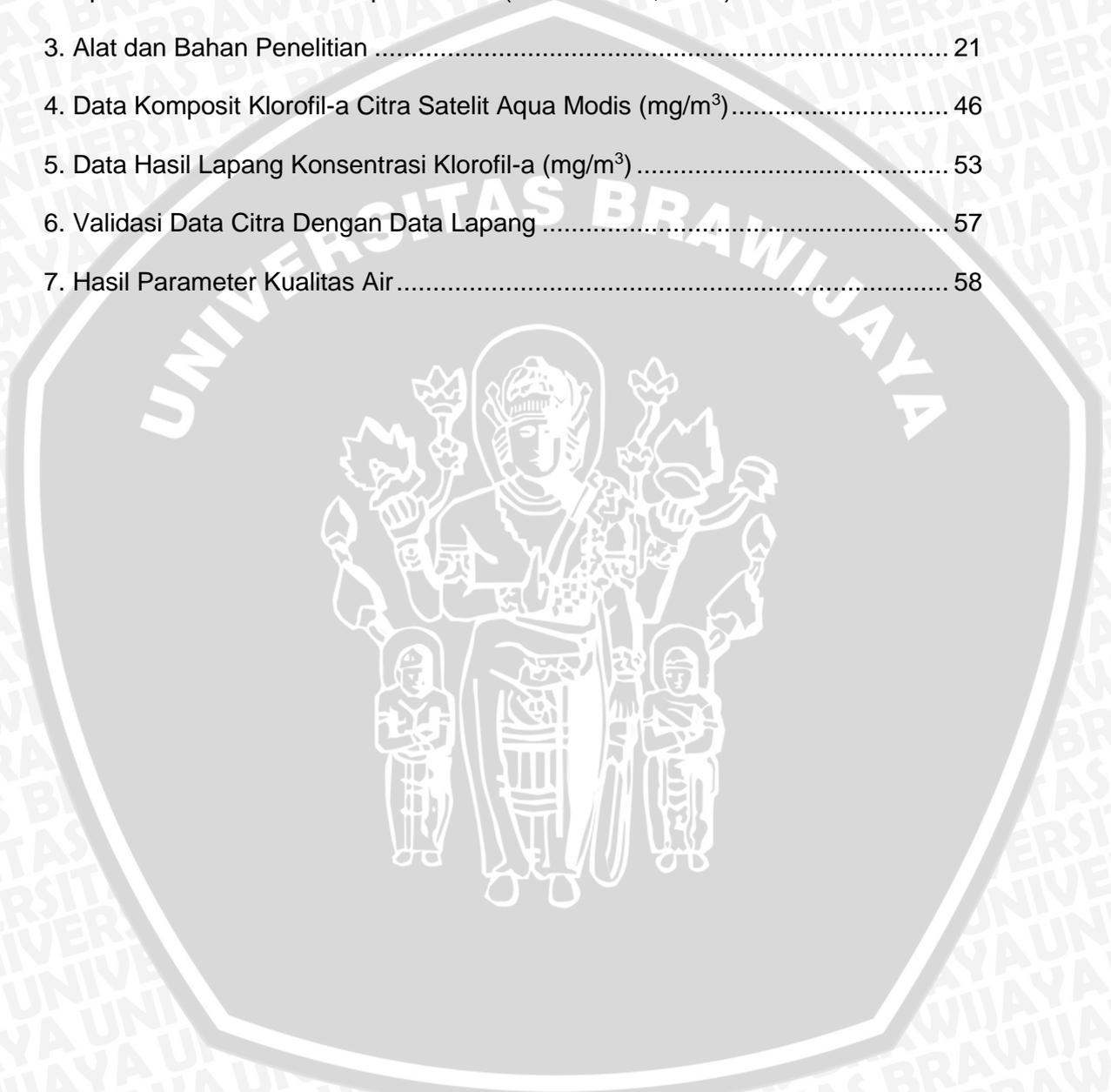
	Halaman
<b>RINGKASAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Kegunaan.....	4
1.5 Waktu dan Tempat.....	5
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Klorofil-a.....	6
2.2 Fitoplankton.....	7
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan Fitoplankton.....	8
2.3.1 Cahaya Matahari.....	8
2.3.2 Nutrien.....	9
2.3.3 Suhu.....	10
2.3.4 Kecerahan.....	11
2.3.5 Salinitas.....	12
2.3.6 Tingkat Keasaman (pH).....	12
2.3.7 Oksigen Terlarut.....	13
2.3.8 Nitrat.....	14
2.3.9 Orthofosfat.....	15
2.3.10 Arus.....	15
2.4 Penginderaan Jauh.....	16
2.5 Aqua Modis.....	17
<b>3. MATERI DAN METODE PENELITIAN</b> .....	21
3.1 Materi Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	22
3.4 Metode Penelitian.....	23
3.5 Tahapan Penelitian.....	24
3.6 Data Penelitian.....	24
3.6.1 Data Primer.....	24
3.6.2 Data Sekunder.....	25
3.7 Teknik Pengambilan Sampel.....	26
3.7.1 Pengukuran Klorofil-a.....	27



3.7.2 Pengolahan Data Citra Aqua Modis .....	28
3.8 Pengukuran Parameter Kualitas Air .....	29
3.8.1 Suhu .....	29
3.8.2 Kecerahan .....	29
3.8.3 Arus .....	30
3.8.4 Salinitas .....	31
3.8.5 pH .....	31
3.8.6 Oksigen Terlarut (DO) .....	31
3.8.7 Nitrat .....	32
3.8.8 Orthofosfat .....	34
3.8.9 Identifikasi Fitoplankton .....	34
3.9 Analisis Data .....	35
3.9.1 Kelimpahan Fitoplankton .....	35
3.9.2 Uji Validasi Data Citra dan Data Lapang .....	36
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	37
4.2 Deskripsi Stasiun Penelitian .....	38
4.3 Hasil Fitoplankton .....	40
4.3.1 Komposisi Fitoplankton .....	40
4.3.2 Kelimpahan Fitoplankton .....	43
4.4 Hasil Pengukuran Klorofil-a .....	45
4.4.1 Klorofil-a Citra Satelit Aqua Modis .....	45
4.4.2 Klorofil-a Data Lapang .....	53
4.5 Hasil Uji Validasi Keakuratan Data .....	57
4.6 Hasil Parameter Kualitas Air .....	58
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>64</b>
5.1 Kesimpulan .....	64
5.2 Saran .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>73</b>

**DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
1. Spesifikasi teknik satelit Aqua MODIS (Maccherone, 2005) .....	18
2. Spesifikasi kanal satelit Aqua MODIS (Maccherone, 2005) .....	19
3. Alat dan Bahan Penelitian .....	21
4. Data Komposit Klorofil-a Citra Satelit Aqua Modis (mg/m <sup>3</sup> ).....	46
5. Data Hasil Lapang Konsentrasi Klorofil-a (mg/m <sup>3</sup> ) .....	53
6. Validasi Data Citra Dengan Data Lapang .....	57
7. Hasil Parameter Kualitas Air .....	58



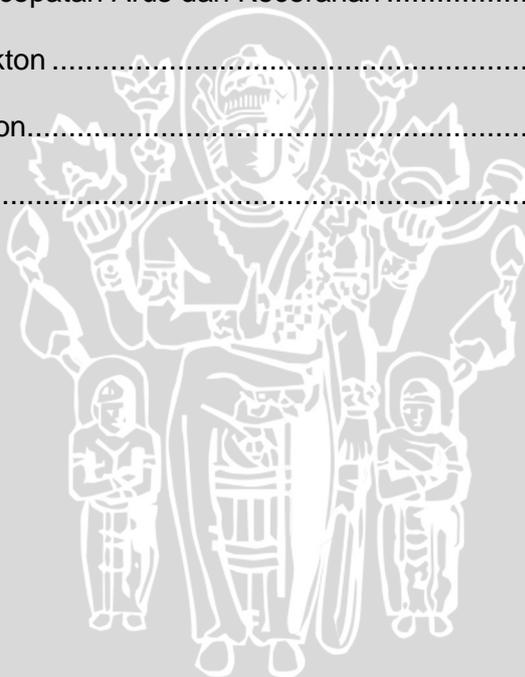
**DAFTAR GAMBAR**

Gambar	Halaman
1. Satelit Aqua MODIS beserta Komponennya (NASA, 2016) .....	18
2. Peta Lokasi Penelitian ( <i>Google Earth</i> , 2016) .....	22
3. Alur Tahapan Penelitian .....	24
4. Lokasi Penelitian (a) Stasiun 1, (b) Stasiun 2, (c) Stasiun 3, (d) Stasiun 4, dan (e) Stasiun 5.....	38
5. Komposisi Fitoplankton.....	41
6. Kelimpahan Fitoplankton .....	43
7. Konsentrasi Klorofil-a Berdasarkan Data Citra.....	47
8. Peta Distribusi Klorofil-a Minggu Pertama Selat Madura.....	48
9. Peta Distribusi Klorofil-a Minggu Pertama Desa Klatakan Kecamatan Kendit, Situbondo.....	49
10. Peta Distribusi Klorofil-a Minggu Kedua Selat Madura.....	50
11. Peta Distribusi Klorofil-a Minggu Kedua Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, Situbondo .....	51
12. Konsentrasi Klorofil-a Berdasarkan Data Lapang .....	54
13. Konsentrasi Nilai Nitrat (mg/l) .....	61



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta Situbondo, Jawa Timur.....	73
2. Fungsi alat-alat.....	74
3. Fungsi Bahan-bahan.....	75
4. Hasil Perhitungan Klorofil-a.....	76
5. Tahap Pengolahan Data Citra.....	78
6. Hasil Perhitungan RMS Error.....	88
7. Hasil Perhitungan Kecepatan Arus dan Kecerahan.....	88
8. Kelimpahan Fitoplankton.....	89
9. Komposisi Fitoplankton.....	91
10. Kegiatan Penelitian.....	92



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Produktivitas primer merupakan mata rantai makanan yang memegang peranan penting bagi sumber daya perairan (Yulianto *et al.*, 2014). Produktivitas primer perairan pada dasarnya merupakan hasil perubahan energi cahaya matahari menjadi energi kimia dalam tubuh organisme autotrof perairan melalui fotosintesis (Barnes dan Mann, 1994 *dalam* Pitoyo dan Wiryanto, 2001). Fitoplankton mampu menjadi sumber energi bagi seluruh biota laut lewat rantai makanan, melalui proses fotosintesis yang dilakukannya (Sunarto, 2008). Proses fotosintesis dapat dilakukan oleh zat pembawa warna hijau pada tumbuhan-tumbuhan yang disebut klorofil. Terdapat beberapa jenis klorofil yang telah diketahui seperti klorofil a, b dan c, namun klorofil yang paling penting dalam kegiatan fotosintesis adalah klorofil-a yang hampir terdapat pada semua organisme autotrof (Sinaga, 2008). Fitoplankton merupakan organisme autotrof utama dalam kehidupan di laut (Sunarto, 2008).

Keberadaan klorofil-a di dalam sel fitoplankton sangat menentukan kelangsungan rantai makanan dalam suatu ekosistem (Marlian *et al.*, 2015). Pada ekosistem perairan laut, klorofil-a digunakan sebagai salah satu parameter yang mengindikasikan tinggi rendahnya nilai produktivitas primer. Kandungan klorofil-a di laut dapat menjelaskan mengenai keberadaan fitoplankton berdasarkan letak distribusi klorofil-a untuk memperkirakan laju produktivitas primer di perairan. Distribusi klorofil-a mengalami variasi berdasarkan letak geografis maupun kedalaman, karena klorofil-a dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari serta konsentrasi nutrisi yang ada di perairan (Wirasatriya, 2011). Semakin tinggi konsentrasi klorofil-a di dalam suatu perairan menandakan bahwa kelimpahan fitoplankton juga semakin tinggi (Castro dan Huber, 2007 *dalam* Fitra *et al.*, 2013).

Distribusi dan kelimpahan klorofil-a dapat diestimasi melalui berbagai metode. Saat ini konsentrasi klorofil-a di laut dapat diperkirakan menggunakan metode teknologi penginderaan jauh (Semedi dan Safitri, 2014). Penginderaan jauh merupakan perkembangan teknologi yang dapat diaplikasikan pada bidang perikanan dan kelautan. Teknologi ini mampu memahami dinamika lingkungan perairan laut termasuk dinamika yang terjadi pada sumber daya alam yang berada di dalam lingkungan laut tersebut (Ramansyah, 2009).

Teknologi pengukuran klorofil dengan citra satelit penginderaan jauh menawarkan berbagai kemudahan, salah satunya adalah daerah cakupannya luas serta profil sebaran klorofil yang didapatkan secara *real time* (Nuriya *et al.*, 2010). Teknologi penginderaan jauh yang biasa digunakan untuk mengetahui kondisi oseanografi adalah satelit Aqua, merupakan salah satu satelit dari penelitian ilmiah NASA yang berada di orbit sekitar bumi. Instrumen kunci pada satelit Aqua adalah Modis. Citra spesifik hasil instrumen modis ini disebut dengan citra indraja (*remote sensing*) (Kurniawan *et al.*, 2015). Citra yang berasal dari instrumen Modis satelit Aqua ini nantinya diolah untuk mengetahui konsentrasi klorofil-a pada suatu wilayah perairan laut. Pigmen klorofil-a pada fitoplankton sangat mempengaruhi sifat optik air laut. Sehingga metode penginderaan jauh dapat digunakan untuk mengestimasi konsentrasi klorofil-a di laut dan untuk mengolah variasi warna perairan (*ocean color*) (Ramansyah, 2009). Pendugaan konsentrasi klorofil-a dengan satelit indraja dapat dilakukan pada fitoplankton karena dapat menyerap spektrum cahaya tampak. Makin besar konsentrasi klorofil-a di perairan, maka cahaya hijau relatif semakin besar pula dipantulkan oleh permukaan air (Syech *et al.*, 2013).

Kabupaten Situbondo merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur dan merupakan bagian dari Pulau Jawa sebelah utara. Letak wilayah kabupaten Situbondo berada pada 7<sup>o</sup>35' – 7<sup>o</sup>44' Lintang Selatan dan antara 113<sup>o</sup>30' – 114<sup>o</sup>42'

Bujur Timur. Kabupaten Situbondo memiliki daerah fisik yang berbentuk memanjang dari barat ke timur sepanjang pantai Selat Madura, dengan panjang pantai yang mencapai  $\pm 168$  km. Panjang pantai yang cukup luas ini menjadikan masyarakat di wilayah Kabupaten Situbondo memanfaatkan potensi perikanan sebagai mata pencaharian seperti kegiatan budidaya perikanan laut dengan keramba jaring apung (KJA). Salah satu sentra budidaya KJA di Kabupaten Situbondo adalah Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, yang melakukan budidaya ikan laut bernilai ekonomis seperti kerapu tikus dan kerapu macan.

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

Tingginya pertumbuhan fitoplankton dapat mempengaruhi konsentrasi klorofil-a di perairan. Jumlah klorofil-a pada setiap tubuh individu fitoplankton tergantung pada jenis fitoplankton di perairan, sehingga adanya komposisi jenis fitoplankton memberikan pengaruh terhadap kandungan klorofil-a di perairan (Adani *et al.*, 2013). Adanya sentra budidaya dengan KJA dapat berpengaruh terhadap konsentrasi klorofil di perairan akibat pertumbuhan fitoplankton yang dipengaruhi oleh pasokan nutrisi dari KJA. Sehingga dilakukan penelitian untuk mengetahui konsentrasi klorofil-a pada area sekitar KJA, serta memanfaatkan data citra satelit Aqua Modis untuk melihat distribusi klorofil-a tersebut melalui pemetaan klorofil-a pada area sekitar KJA. Namun terkadang terdapat perbedaan

data yang didapatkan antara data lapang dengan data citra satelit, sehingga perlu dilakukan validasi antara data lapang dengan data citra satelit Aqua Modis untuk mengetahui keakuratan data klorofil-a yang didapatkan pada area sekitar KJA Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, Situbondo, Jawa Timur.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan penelitian yang telah dijelaskan diatas, maka permasalahan pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- Bagaimanakah konsentrasi klorofil-a pada area sekitar KJA?
- Bagaimanakah distribusi dan proses memetakan klorofil-a berdasarkan data citra satelit Aqua Modis?
- Bagaimanakah keakuratan data citra satelit Aqua Modis tersebut berdasarkan validasi antara data citra dengan data lapang?

### 1.3 Tujuan

- Mengetahui konsentrasi klorofil-a pada area sekitar KJA
- Mengetahui distribusi dan proses memetakan klorofil-a berdasarkan data citra satelit Aqua Modis
- Mengetahui keakuratan data citra Aqua Modis berdasarkan validasi antara data citra dengan data lapang

### 1.4 Kegunaan

Adapun kegunaan yang didapat dari pelaksanaan penelitian ini adalah mahasiswa dapat mempraktekkan secara langsung mengenai proses mendapatkan data konsentrasi klorofil-a di lapang maupun dari data citra Aqua Modis beserta parameter kualitas air yang mempengaruhinya. Serta data hasil penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai sumber data atau sumber informasi mengenai peta distribusi klorofil-a di wilayah Situbondo untuk kegiatan penelitian

selanjutnya. Selain itu berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh nantinya juga dapat digunakan oleh pemerintah Situbondo dalam mengelola kesuburan perairan disekitar KJA yang dapat berguna bagi kelangsungan kegiatan budidaya.

### **1.5 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah perairan laut Situbondo, pada area sekitar keramba jaring apung Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Sedangkan analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan Ikan Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo. Pelaksanaan penelitan dilakukan pada bulan April 2016 sampai selesai. Adapun kegiatan penelitian dapat dilihat pada Lampiran 10.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klorofil-a

Klorofil merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menentukan produktivitas primer di perairan. Istilah klorofil berasal dari bahasa Yunani yaitu *chloros* artinya hijau dan *phyllos* artinya daun. Sifat fisik klorofil adalah menerima dan atau memantulkan cahaya dengan gelombang yang berlainan (berpendar = berfluoresensi). Selain itu klorofil banyak menyerap sinar dengan panjang gelombang antara 400 - 700 nm, terutama sinar merah dan biru (Nio dan Banyo, 2011). Pada perairan yang memiliki kepadatan fitoplankton atau konsentrasi klorofil yang tinggi dapat memberikan warna air yang berbeda dengan daerah dengan konsentrasi klorofil yang lebih rendah, hal ini disebabkan adanya materi tersuspensi seperti fitoplankton yang dapat menyerap banyak warna biru dan warna merah serta akan merefleksikan warna hijau (Sunarto, 2008).

Terdapat tiga macam klorofil yang umum ada di dalam tumbuhan yaitu klorofil-a, klorofil-b dan klorofil-c (Arief dan W.Lestari, 2006). Kandungan klorofil yang paling dominan dimiliki oleh fitoplankton adalah klorofil-a (Rasyid, 2009). Klorofil-a merupakan pigmen yang menjadi komponen utama sebagai *photosentisier* pada proses fotosintesis dari tumbuhan hijau (Bahtiar *et al.*, 2011 dalam Widiastuti *et al.*, 2015).

Selain itu klorofil-a juga dapat digunakan sebagai biomonitoring kualitas air serta kesuburan perairan (produktivitas perairan). Semakin tinggi konsentrasi klorofil-a maka hal tersebut menandakan tingginya kelimpahan fitoplankton di perairan. Kelimpahan fitoplankton yang tinggi mengindikasikan tingginya produktivitas primer pada suatu perairan (Fitra *et al.*, 2013). Konsentrasi klorofil-a diatas 0,2 mg/m<sup>3</sup> menunjukkan adanya kehidupan fitoplankton yang dapat menopang kelangsungan perkembangan perikanan komersial. Tingginya

konsentrasi klorofil-a dapat dipengaruhi oleh sedimentasi serta berbagai substansi yang dibawa oleh sungai, daratan, ataupun limbah dari tengah lautan (Syech *et al.*, 2013). Konsentrasi klorofil-a sangat terkait dengan kondisi oseanografi suatu perairan. Parameter fisika kimia yang mempengaruhi sebaran klorofil adalah intensitas cahaya dan nutrisi (Sihombing *et al.*, 2013).

## 2.2 Fitoplankton

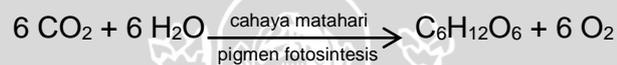
Fitoplankton merupakan organisme tumbuhan yang berukuran mikroskopik dan hidup melayang ataupun mengapung di dalam air dan memiliki gerak yang terbatas (Goldman dan Horne, 1983 *dalam* Garono, 2008). Fitoplankton di perairan terdiri dari beberapa divisi antara lain chrysophyta, chlorophyta dan cyanophyta. Biasanya chlorophyta dan cyanophyta mudah ditemukan pada komunitas plankton perairan tawar sedangkan chrysophyta dapat ditemukan di perairan tawar dan asin (Garono, 2008). Fitoplankton merupakan tumbuhan yang paling luas tersebar dan ditemui di seluruh permukaan laut hingga pada kedalaman yang mencapai lapisan eufotik (Alianto *et al.*, 2008). Fitoplankton dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk menduga kualitas air sehingga dapat diketahui tingkat kesuburan suatu perairan serta diperlukan untuk mendukung pemanfaatan sumber daya pesisir dan laut (Yuliana, 2015).

Sebaran konsentrasi fitoplankton pada perairan pantai cukup tinggi disebabkan karena tingginya suplai nutrisi yang berasal dari daratan (Isnaini *et al.*, 2014). Selain itu pertumbuhan fitoplankton pada suatu perairan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan yang sangat kompleks dan saling terkait antara faktor fisika dan kimia seperti oksigen terlarut, suhu, kecerahan dan ketersediaan unsur hara nitrogen dan fosfor (Goldman dan Horne, 1983 *dalam* Veronica, 2012).

Pada tubuh fitoplankton mengandung pigmen klorofil yang digunakan untuk reaksi fotosintesis (Rasyid, 2009). Fotosintesis merupakan proses sintesis

karbohidrat dari bahan-bahan anorganik (CO<sub>2</sub> & H<sub>2</sub>O) pada tumbuhan yang memiliki pigmen klorofil dengan dibantu oleh energi dari cahaya matahari (Nio, 2012). Proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton dengan memanfaatkan nutrisi yang ada di lingkungannya melalui pigmen yang ada pada tubuh fitoplankton. Pigmen ini memiliki kemampuan yang berbeda dalam melakukan penyerapan energi cahaya matahari. Tidak semua radiasi matahari yang jatuh pada tubuh fitoplankton dapat diserap, namun hanya cahaya tampak (*visible light*) yang memiliki panjang gelombang berkisar antara 400 - 720 nm yang dapat diabsorpsi dan digunakan untuk fotosintesis (Sunarto, 2008).

Adapun persamaan dari reaksi kimia fotosintesis adalah:



## 2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan Fitoplankton

### 2.3.1 Cahaya Matahari

Cahaya matahari menjadi sumber energi yang utama bagi kehidupan seluruh organisme termasuk organisme perairan. Intensitas cahaya matahari menjadi salah satu faktor abiotik utama dalam menentukan laju produktivitas primer pada suatu perairan, karena digunakan sebagai sumber energi dalam proses fotosintesis (Boyd, 1982 dalam Yumame *et al.*, 2013). Proses fotosintesis dapat meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya matahari hingga mencapai pada nilai optimum tertentu. Jika intensitas cahaya mencapai di atas nilai tersebut, cahaya dapat menjadi penghambat dalam proses fotosintesis yang disebut sebagai cahaya inhibisi. Sedangkan semakin ke dalam perairan, intensitas cahaya dapat semakin berkurang dan menjadi faktor pembatas hingga mencapai pada kedalaman tertentu saat fotosintesis sama dengan respirasi (Yumame *et al.*, 2013). Kandungan klorofil dalam sel fitoplankton dipengaruhi oleh intensitas cahaya,

ketersediaan unsur hara dan komposisi jenis. Perbedaan kandungan jenis pigmen pada setiap jenis fitoplankton dapat menyebabkan perbedaan jumlah cahaya yang diabsorpsi. Sehingga berpengaruh terhadap efisiensi fotosintesis (Nontji, 1984 dalam Widyorini, 2009).

Distribusi cahaya matahari di perairan tidak selalu sesuai dengan kebutuhan fitoplankton, karena kekeruhan di dalam air akibat adanya partikel-partikel yang tersuspensi. Perbedaan cahaya ini dapat menimbulkan perbedaan potensi pertumbuhan bagi fitoplankton pada kolom air yang akhirnya berpengaruh terhadap produktivitas primer (Alianto *et al.*, 2008). Cahaya matahari dapat menghasilkan panas sebesar  $10^{26}$  kalori/detik. Namun cahaya yang dapat terserap dan masuk ke dalam ekosistem perairan hanya sebagian kecil yang mampu diserap oleh organisme autotrop seperti fitoplankton, yaitu spektrum cahaya dengan panjang gelombang pendek yang memiliki daya tembus lebih dalam dibandingkan gelombang panjang (Sunarto, 2008).

### 2.3.2 Nutrien

Nutrien merupakan bahan yang berperan penting untuk pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton, pada perairan umum nutrien yang sangat memberikan pengaruh terhadap perkembangan fitoplankton adalah nitrogen dan fosfor. Bila dibandingkan dengan unsur karbon, oksigen dan hidrogen, unsur nitrogen dan fosfor dalam hal kuantitas adalah kecil, sehingga unsur nitrogen dan fosfor sering dianggap sebagai faktor pembatas bagi pertumbuhan fitoplankton (Garno, 2008). Apabila nutrien dan intensitas cahaya matahari tersedia cukup, maka konsentrasi klorofil dapat tinggi, begitu pula sebaliknya (Nuriya *et al.*, 2010). Kandungan nutrien di laut dipengaruhi oleh aliran air dari daratan lewat sungai atau oleh fenomena *upwelling* (Thoha, 2006 dalam Khasanah *et al.*, 2013).

*Upwelling* merupakan peristiwa naiknya masa air dari lapisan bawah ke permukaan. Massa air ini kaya nutrisi seperti fosfat, nitrat dan silikat yang berperan penting dalam proses penyuburan perairan (Sachoemar dan Hendiarti, 2006). Peristiwa *upwelling* yang membawa pasokan nutrisi seperti fosfat dan nitrat dapat menyebabkan kesuburan perairan. Unsur tersebut digunakan fitoplankton golongan diatom untuk metabolisme tubuhnya (Nybakken, 1992 dalam Khasanah *et al.*, 2013). Kondisi perairan yang subur akibat adanya nutrisi dengan tingkat kecerahan yang cukup rendah dapat dijadikan sebagai indikasi adanya kelimpahan plankton (Khasanah *et al.*, 2013). Namun pada kenyataannya pengaruh nutrisi tidak selalu diikuti oleh peningkatan kelimpahan fitoplankton, hal ini disebabkan karena komposisi unsur hara yang tidak sesuai dengan kebutuhan plankton, sehingga menyebabkan unsur hara tidak mampu bertahan pada tingkat optimal produktivitas perairan dan terjadi penyuburan berlebih (Basmi, 1995 dalam Handoko *et al.*, 2013).

### 2.3.3 Suhu

Suhu permukaan laut memberikan peranan dalam mempengaruhi reaksi enzimatik, salah satunya dalam proses fotosintesis yang dilakukan fitoplankton di perairan. Kenaikan suhu sebesar 10°C dapat menyebabkan kegiatan fotosintesis mengalami peningkatan maksimum mencapai dua kali lipat (Sachoemar dan Hendiarti, 2006). Suhu permukaan laut terbuka berkisar antara -2°C hingga 29°C, variasi suhu harian (*diurnal variation*) pada laut terbuka jarang melebihi 0,3°C sedangkan variasi suhu tahunan antara 10° - 15°C dapat terjadi pada perairan yang terlindung (Hadi, 2007 dalam Purba dan Khan, 2010).

Salah satu pengaruh suhu secara langsung terhadap plankton adalah meningkatkan reaksi kimia sehingga laju fotosintesis meningkat seiring dengan kenaikan suhu (dari 10°C - 20°C) (Simanjuntak, 2009). Pengaruh suhu secara tidak langsung adalah kelimpahan plankton yang dapat berkurang akibat dari

menurunnya suhu dan diikuti dengan meningkatnya kerapatan air. Penambahan ini terjadi seiring dengan bertambahnya kedalaman perairan (Raymont, 1980 *dalam* Simanjuntak, 2009). Berdasarkan penelitian Handoko *et al.* (2013), suhu perairan Karimunjawa berkisar antara 28,5 - 30,2°C, kondisi ini masih termasuk kisaran suhu yang normal untuk perairan laut. Valiella (1995) *dalam* Handoko *et al.* (2013), menyatakan bahwa tingginya suhu memudahkan terjadinya penyerapan nutrisi oleh fitoplankton.

#### 2.3.4 Kecerahan

Kecerahan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi distribusi fitoplankton di perairan. Dengan mengetahui kecerahan pada suatu perairan, maka kita dapat mengetahui sampai dimana masih terdapat kemungkinan terjadi proses asimilasi dalam air, lapisan-lapisan manakah yang tidak keruh, yang agak keruh, dan yang paling keruh (Yumame *et al.*, 2013). Kecerahan air laut dipengaruhi oleh substansi material organik dan anorganik di dalamnya, dan organisme renik seperti plankton (Nastiti *et al.*, 2012).

Kecerahan pada perairan alami merupakan parameter yang penting karena memiliki kaitan yang erat dengan proses fotosintesis dan merupakan faktor penting dalam produksi primer di perairan, selain itu kecerahan perairan menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus ke dalam lapisan air hingga mencapai kedalaman tertentu (Sari dan Usman, 2012). Nilai parameter kecerahan berkisar antara 0,566 – 1 m. Hal ini sangat mendukung bagi kehidupan fitoplankton karena kecerahan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan fitoplankton, semakin tinggi kecerahannya maka pertumbuhan fitoplankton meningkat karena semakin banyak cahaya yang masuk ke badan perairan dan fitoplankton semakin efektif melakukan fotosintesis (Odum, 1993 *dalam* Prasetyaningtyas *et al.*, 2012).

### 2.3.5 Salinitas

Salinitas di perairan pantai dipengaruhi oleh aliran sungai, biasanya konsentrasi salinitas dapat mengalami penurunan, sebaliknya pada daerah yang mengalami tingkat penguapan tinggi, maka nilai salinitas mengalami peningkatan, selain itu pola sirkulasi air berperan dalam penyebaran salinitas. Secara vertikal nilai salinitas air laut dapat meningkat dengan bertambahnya kedalaman dan pengadukan di dalam lapisan permukaan yang memungkinkan salinitas menjadi homogen (Nastiti *et al.*, 2012). Pada perairan samudra, salinitas biasanya berkisar antara 34 - 35‰, sebaran salinitas di laut di pengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan, serta aliran sungai, selain itu terdapat banyak cara untuk menentukan salinitas pada perairan, salah satu alat yang paling sering digunakan untuk mengukur salinitas adalah salinometer (Nontji, 1993).

Berdasarkan hasil penelitian Paramita *et al.* (2014), nilai salinitas di perairan Belawan meningkat karena dipengaruhi oleh nilai suhu yang mengalami peningkatan pula dengan kisaran 26,6 – 33,7 °C. Pada kisaran suhu tersebut memberikan pengaruh terhadap kenaikan konsentrasi klorofil-a di perairan dan juga salinitas. Terlihat dari hasil nilai salinitas pada perairan Belawan mengalami peningkatan dengan kisaran 20,1 – 33,2 ‰, hal yang sama juga terjadi pada konsentrasi klorofil-a yang meningkat dengan kisaran 1,93 – 5,96 mg/m<sup>3</sup>. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu pada perairan dapat menentukan konsentrasi salinitas dan klorofil-a beserta distribusi klorofil-a tersebut. Variasi salinitas dapat menentukan kelimpahan dan distribusi fitoplankton serta jenis-jenis fitoplankton di suatu perairan (Hidayat *et al.*, 2014).

### 2.3.6 Tingkat Keasaman (pH)

Tingkat keasaman atau pH merupakan salah satu parameter yang dapat mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Kondisi pH memberikan pengaruh

terhadap proses biokimiawi di perairan, misalnya seperti pada proses nitrifikasi dapat berakhir jika pH perairan rendah (Nastiti *et al.*, 2012). Keasaman air (pH) juga mempengaruhi tingkat kesuburan perairan (Yumame *et al.*, 2013).

Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan nilai pH, dan biasanya biota akuatik menyukai pH sekitar 7 – 8,5. Pada pH < 4 sebagian besar tumbuhan air dapat mengalami kematian karena tidak mampu bertahan dan bertoleransi terhadap nilai pH perairan yang rendah (Effendi, 2003). Menurut Odum (1971) dalam Isnaini *et al.* (2014), perairan dengan pH antara 6 - 9 merupakan perairan dengan kesuburan yang tinggi dan tergolong produktif karena memiliki kisaran pH yang dapat mendorong proses pembongkaran bahan organik yang ada dalam perairan menjadi mineral-mineral yang dapat diasimilasikan oleh fitoplankton. Fotosintesis dapat terjadi pada pH 9 - 10 pada beberapa spesies fitoplankton, sedangkan pH yang mencapai 10 dapat terjadi pengurangan laju fotosintesis pada semua spesies fitoplankton (Chu dan Rienzo, 2013).

### 2.3.7 Oksigen Terlarut

Oksigen merupakan salah satu unsur kimia yang sangat penting dalam menunjang kehidupan berbagai organisme, hal ini karena adanya penambahan oksigen melalui proses fotosintesis dan pertukaran gas antara air dan udara dapat menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut menjadi relatif lebih tinggi pada lapisan permukaan perairan (Simanjuntak, 2007). Bertambahnya kedalaman suatu perairan, maka proses fotosintesis akan semakin kurang efektif, sehingga oksigen terlarut akan mengalami penurunan sampai pada kedalaman yang disebut dengan "compensation depth" yang merupakan tempat dimana oksigen terlarut yang dihasilkan dari proses fotosintesis sebanding dengan oksigen yang digunakan untuk respirasi (Sverdrup *et al.*, 1942 dalam Simanjuntak, 2007). Kandungan oksigen terlarut dalam perairan turut menentukan kualitas perairan, hal ini karena

oksigen sangat dibutuhkan untuk pernapasan (respirasi) makhluk hidup dan proses oksidasi dalam perairan (Nastiti *et al.*, 2012).

Oksigen terlarut pada perairan juga menentukan kuantitas dari organisme, selain itu oksigen terlarut juga dipengaruhi beberapa faktor lain seperti tekanan uap air dan salinitas. Konsentrasi oksigen terlarut juga dapat mengalami perubahan akibat adanya fluktuasi suhu di perairan (Purba & Khan, 2010). Kadar oksigen terlarut dapat berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Selisih rata-rata kadar oksigen terlarut pada lapisan permukaan hingga kedalaman 5 meter sebesar 3,79 - 3,47 mg/l, sedangkan pada kedalaman 5 m hingga dekat dasar mengalami penurunan lebih besar yaitu 3,47 – 3,06 mg/l. Rendahnya kadar oksigen terlarut pada kedalaman yang semakin dekat dengan dasar disebabkan karena aktivitas fotosintesis semakin berkurang (Simanjuntak, 2012).

### 2.3.8 Nitrat

Nitrat merupakan bentuk utama dari nitrogen yang ada di perairan alami yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman dan algae sebagai nutrisi. Senyawa nitrat berasal dari proses oksidasi nitrogen di perairan yang berlangsung dalam kondisi *aerob*. Kadar nitrat nitrogen yang lebih dari 0,2 mg/liter dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan, dan bisa berakibat dengan adanya pertumbuhan algae yang berlebihan (Effendi, 2003). Pola persebaran fitoplankton menunjukkan adanya keterkaitan dengan sebaran nitrat. Menurut Parson *et al.* (1984) dalam Handoko *et al.* (2013), kebutuhan minimum nitrat yang dapat diserap oleh diatom berkisar antara 0,001 - 0,007 mg/l.

Pertumbuhan fitoplankton dipengaruhi oleh unsur hara yang berasal dari daratan. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam pertumbuhan plankton tersebut diantaranya adalah nitrat dan fosfat (Soedibjo, 2006 dalam Ismunarti 2013). Konsentrasi nitrat yang berada pada kisaran 0,0072 - 0,0828 mg/l masih dapat

menopang kehidupan fitoplankton, meskipun berada di bawah konsentrasi optimum (Yuliana *et al.*, 2012). Kandungan nitrat untuk pertumbuhan fitoplankton berkisar antara 0,9 - 3,5 mg/l dan akan menjadi faktor pembatas apabila kurang dari 0,44 mg/l (Kennish, 1990 *dalam* Hidayat *et al.*, 2014).

### 2.3.9 Orthofosfat

Fosfat merupakan unsur hara yang dapat diasimilasi oleh fitoplankton dalam bentuk fosfor anorganik terlarut (orthofosfat) dan berperan dalam mentransfer energi dalam sel fitoplankton (Saeni, 1989 *dalam* Asmara, 2005). Fosfor juga merupakan unsur esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan algae, sehingga unsur ini digunakan sebagai faktor pembatas bagi pertumbuhan algae perairan yang dapat mempengaruhi tingkat produktivitas perairan (Effendi, 2003).

Pola distribusi zat hara fosfat secara vertikal menunjukkan bahwa konsentrasi fosfat pada permukaan lebih tinggi dibandingkan dengan dasar perairan baik pada musim barat maupun musim timur, tingginya konsentrasi fosfat di permukaan bisa dimungkinkan karena lapisan dasar mudah teraduk oleh pasang surut serta energi gelombang pada area tersebut (Santoso, 2007). Klasifikasi kesuburan perairan berdasarkan kandungan fosfat yaitu apabila kandungan fosfat 0,2 maka kondisi perairan tersebut sangat baik (Paramita *et al.*, 2014). Kandungan fosfat pada perairan yang melebihi kebutuhan normal organisme dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi, sehingga menyebabkan pertumbuhan fitoplankton dalam waktu singkat. Kadar fosfat optimal untuk pertumbuhan fitoplankton yaitu antara 0,27 – 5,51 ppm, sehingga dapat dikatakan bahwa perairan tersebut relatif subur (Fathurrahman dan Aunurohim, 2014).

### 2.3.10 Arus

Arus merupakan gerakan air yang sangat luas yang terjadi pada seluruh lautan, seperti akibat adanya gelombang yang datang menuju pantai sehingga

menimbulkan arus pantai, arus juga dapat terbentuk oleh adanya angin yang bertiup dalam beberapa waktu (Loupatty, 2013). Arah dan pola sebaran unsur-unsur hara, material tersuspensi dan berbagai parameter fisika-kimia air pada perairan dapat sangat dipengaruhi oleh arah, kecepatan dan pola arus, serta karakteristik gelombang yang terjadi pada saat itu (Yusuf *et al.*, 2012).

Arus mempengaruhi pergerakan fitoplankton yang terbatas (Ramansyah, 2009). Adanya dominasi spesies fitoplankton juga dipengaruhi oleh kondisi arus yang sangat kecil dan air lebih tenang (Prasetyaningtyas *et al.*, 2012). Perubahan arus yang terjadi dalam suatu perairan dapat membantu perpindahan masa air, sehingga menyebabkan terjadinya penyebaran dan migrasi horizontal pada fitoplankton (Sijabat, 1976 *dalam* Hapsari, 2006).

#### **2.4 Penginderaan Jauh**

Penginderaan jauh berasal dari dua kata yaitu *indera* berarti melihat dan *jauh* berarti jarak jauh. Berdasarkan asal katanya tersebut, maka penginderaan jauh dapat diartikan melihat objek dari jarak jauh. Objek, daerah atau gejala yang dikaji dapat berada di permukaan bumi, di atmosfer atau planet luar angkasa (Kusumowigado *et.al*, 2007 *dalam* Aftriana, 2013). Penginderaan jauh adalah teknik yang digunakan untuk memperoleh data tentang permukaan bumi yang menggunakan media satelit atau pesawat terbang (Somantri, 2008). Teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu metode alternatif yang sangat menguntungkan jika dimanfaatkan oleh suatu negara dengan wilayah sangat luas seperti Indonesia (Syah, 2011). Pengumpulan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan alat pengindera (sensor) yang dipasang pada pesawat atau satelit yang mampu memberikan informasi mengenai sumber daya alam daratan dan kelautan secara periodik (Wahyunto *et al.*, 2004). Pada penginderaan jauh didapatkan sebuah data atau hasil observasi pada penginderaan jauh yang disebut

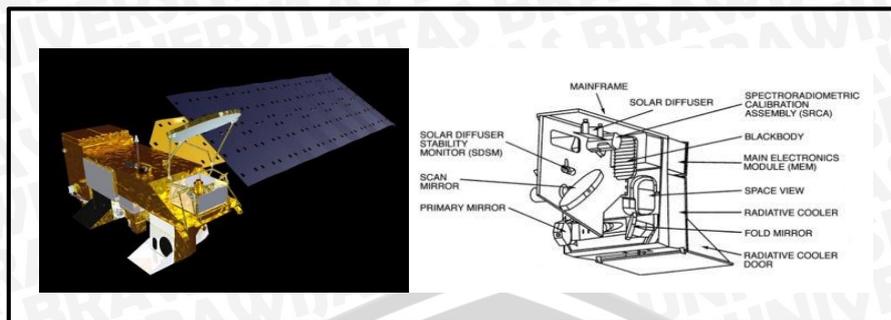
*citra*. Citra dapat diartikan sebagai gambaran yang tampak pada suatu objek yang sedang diamati, sebagai hasil dari suatu rekaman atau pantauan, biasanya berupa suatu gambaran foto. Agar data citra tersebut dapat dimanfaatkan maka citra tersebut harus diinterpretasikan. Tahap interpretasi biasanya digabungkan antara visual dan otomatis dengan bantuan komputer dan perangkat lunak untuk mengolah data citra (Mahrozi, 2009).

Teknologi penginderaan jauh dapat digunakan untuk melakukan pendugaan terhadap produktivitas primer perairan berdasarkan konsentrasi klorofil (Syah, 2011). Keberadaan fitoplankton serta kandungan klorofil pada suatu perairan dapat terdeteksi oleh sistem penginderaan jauh (Prianto *et al.*, 2013). Terdapat beberapa resolusi pada penginderaan jauh yaitu resolusi spasial, resolusi spektral, serta resolusi temporal untuk mendeteksi daerah yang sama pada perolehan data berikutnya. Resolusi temporal berkaitan dengan waktu pengulangan satelit saat melewati daerah yang sama (Arief, 2008). Sehingga dengan menggunakan citra satelit penginderaan jauh, kualitas suatu perairan seperti klorofil dapat dipelajari dan dipantau baik secara spasial maupun temporal.

## 2.5 Aqua Modis

Satelit *Aqua Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS), merupakan salah satu satelit pada penginderaan jauh yang mendeteksi sebaran kandungan klorofil-a dan suhu permukaan laut (SPL) (Putra *et al.*, 2012). Satelit aqua modis merupakan salah satu satelit yang digunakan untuk penginderaan jauh.

Data citra dari satelit ini banyak dimanfaatkan oleh para peneliti. Satelit ini dirancang oleh NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) yang memiliki kegunaan untuk mengukur *ocean color* dan *sea surface temperature* (Prianto *et al.*, 2013). Bentuk dan komponen satelit Aqua Modis dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



**Gambar 1.** Satelit Aqua MODIS beserta Komponennya (NASA, 2016)

Instrumen MODIS telah dirancang pada pertengahan 1995, sejak itu kapal satelit Aqua telah diluncurkan pada 4 Mei 2002, dimana instrument MODIS dibangun dengan spesifikasi yang dapat mewakili rekayasa perangkat *spaceflight* untuk penginderaan jauh (NASA, 2016). Spesifikasi teknik satelit Aqua Modis dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Spesifikasi teknik satelit Aqua MODIS (Maccherone, 2005)

Orbit	705 km, 1.30 p.m, <i>ascending node, sun-synchronous near polar, sirkular</i>
Rataan Pantauan	20,3 rpm, <i>cross track</i>
Luas Liputan	2330 km ( <i>cross track</i> ) dengan lintang 10 <sup>0</sup> lintasan pada nadir
Ukuran	1,0 x 1,6 x 1,0 m
Berat dan Tenaga	228,7 kg ; 168,5 W ( <i>single orbit average</i> )
Kuantisasi data	12 bit
Resolusi spasial	250 m (band 1-2); 500 m (band 3-7); 1000 m (band 8-36)
Umur desain	6 tahun

Sensor MODIS memiliki 36 kanal dengan kisaran spektral panjang gelombang (0,4 – 14,4  $\mu\text{m}$ ), satelit Aqua MODIS mempunyai orbit polar *sun synchronous*, yang artinya bahwa satelit akan melewati tempat-tempat pada lintang dan waktu lokasi yang sama, satelit ini akan melewati daerah equator mendekati pukul 13.30 dengan arah lintasan dari kutub selatan menuju kutub utara pada ketinggian 705 km (Maccherone, 2005 *dalam* Prihartato, 2009). Adapun spesifikasi dari kanal-kanal yang ada pada satelit Aqua MODIS terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Spesifikasi kanal satelit Aqua MODIS (Maccherone, 2005)

Kegunaan Utama	Kanal	Panjang Gelombang (nm)	Resolusi Spasial (m)
Darat/Awan/Aerosol/ <i>Boundaries</i>	1	620 – 670	250
	2	841 – 876	250
Darat/Awan/Aerosol/ <i>Properties</i>	3	459 – 479	500
	4	545 – 565	500
	5	1230 – 1250	500
	6	1628 – 1652	500
	7	2105 – 2155	500
Ocean <i>Color/Fitoplankton/ Biogeokimia</i>	8	405 – 420	1000
	9	438 – 448	1000
	10	483 – 493	1000
	11	526 – 536	1000
	12	536 – 556	1000
	13	662 – 672	1000
	14	673 – 683	1000
	15	743 – 753	1000
Atmospheric <i>Water Vapor</i>	17	890 – 920	1000
	18	931 – 941	1000
	19	915 – 965	1000
Surface/Cloud <i>Temperature</i>	20	3.660 - 3.840	1000
	21	3.929 - 3.989	1000
	22	3.929 - 3.989	1000
	23	4.020 - 4.080	1000
Atmospheric <i>Temperatur</i>	24	4.433 - 4.498	1000
	25	4.482 - 4.549	1000
Cirrus Cloud <i>Water Vapor</i>	26	1.360 - 1.390	1000
	27	6.535 - 6.895	1000
	28	7.175 - 7.475	1000
Cloud <i>Properties</i>	29	8.400 - 8.700	1000
Ozone	30	9.580 - 9.880	1000
Surface/Cloud <i>Temperature</i>	31	10.780 - 11.280	1000
	32	11.770 - 12.270	1000
Cloud Top Altitude	33	13.185 - 13.485	1000
	34	13.485 - 13.785	1000
	35	13.785 - 14.085	1000
	36	14.085 - 14.385	1000

Data yang didapat dari hasil observasi MODIS menggambarkan kondisi lautan dan atmosfer yang dapat digunakan untuk studi proses dan *trend* baik secara lokal maupun global, dimana data dari produk MODIS bagi perairan meliputi tiga hal yaitu warna perairan, suhu permukaan laut (SPL), serta produktivitas primer perairan yang dilihat dengan mendeteksi kandungan klorofil (Ramansyah, 2009).

Sensor pada satelit aqua Modis memiliki 36 band (kanal) dengan resolusi spasial 250 m berisi informasi kanal 1 dan 2, sedangkan resolusi 500 m berisi informasi kanal 3 sampai 7, dan untuk resolusi 1000 m berisi informasi kanal 8 sampai kanal 36 seperti yang telah dijabarkan pada tabel 2 diatas. Penggunaan spektral kanal untuk warna laut / fitoplankton yaitu band 8 sampai 16. Produk warna lautan ini dihasilkan oleh *Ocean Colour Data Processing System (OCDPS)* (Mahrozi, 2009).

Produk data modis dapat diperoleh dalam beberapa sumber yaitu level 1A, 1B, level 2 dan level 3. Data modis level 3 dapat digunakan untuk produk warna perairan (*ocean color*) dan suhu perairan laut. Data modis level 3 merupakan produk dari data modis yang telah diproses dan dikoreksi secara atmosferik serta radiometrik, selain itu hamburan dari cahaya yang diakibatkan oleh komponen atmosfer telah dihilangkan. Sehingga data modis level 3 yang terdiri dari data SPL, konsentrasi klorofil-a serta parameter lainnya, dapat memberikan informasi mengenai estimasi konsentrasi klorofil. Adanya data modis tersebut dapat membantu kita dalam memahami dinamika perubahan yang terjadi baik di daratan, lautan serta atmosfer secara global (NASA, 2016).

### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah perairan di sekitar area keramba jaring apung (KJA) yang ada di wilayah perairan Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Selain itu materi penelitian meliputi klorofil-a yang diambil pada sekitar KJA, serta juga diambil melalui data citra Aqua Modis untuk mengetahui sebaran klorofil-a. Disamping itu juga diamati parameter kualitas air yaitu suhu, kecerahan, oksigen terlarut (DO) dan arus, salinitas, pH, nitrat, orthofosfat dan dilakukan identifikasi fitoplankton.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat dan bahan untuk pengambilan sampel air laut, pengukuran parameter kualitas air, analisa laboratorium serta alat dan bahan yang digunakan untuk mengolah data citra Aqua Modis. Alat dan bahan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3 dan selengkapnya pada Lampiran 2 dan 3.

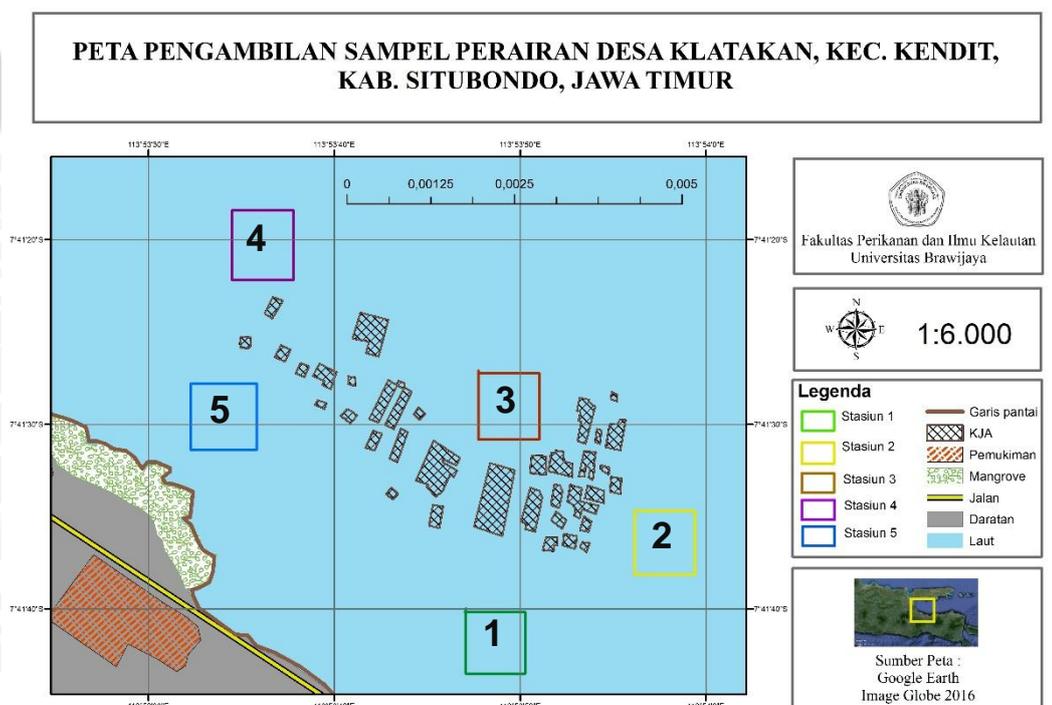
**Tabel 3.** Alat dan Bahan Penelitian

Parameter	Satuan	Alat / Bahan	Lokasi Analisis
Klorofil-a	Mg/m <sup>3</sup>	Ember, botol, GPS, <i>cool box</i> / kresek hitam, kertas label	Lapang
		Spektrofotometer / Aceton, Magnesium Karbonat	Laboratorium
		Seperangkat laptop / Data citra Aqua Modis level 3, <i>software SEADAS, software ER MAPPER, software GIS (Geograpich Information System)</i>	
<b>Fisika</b>			
Suhu	°C	<i>Thermometer</i>	Lapang
Kecerahan	m	<i>Secchidisk</i>	Lapang
Arus	m/s	<i>Stopwatch, botol/Tali raffia</i>	Lapang

Parameter	Satuan	Alat / Bahan	Lokasi Analisa
<b>Kimia</b>			
pH	-	pH Meter	Lapang
Salinitas	‰	Refraktometer	Lapang
DO	mg/l	Botol DO, Erlenmeyer, pipet tetes / larutan titrasi	Laboratorium
NO <sub>3</sub>	mg/l	<i>Colorimeter</i>	Laboratorium
Orthofosfat	mg/l	Spektrofotometer / fenolftalin, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 5 N	Laboratorium
<b>Biologi</b>			
Fitoplankton	Ind/l	Plankton net, botol film, <i>cool box</i> , mikroskop / Lugol, kertas label	Laboratorium

### 3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan April 2016 pada perairan Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, Situbondo. Pengambilan sampling dilakukan pada titik yang telah ditentukan sebelumnya melalui *google earth* dan dilakukan sebanyak dua kali ulangan yaitu pada tanggal 12 April dan 19 April 2016. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Peta Lokasi Penelitian (*Google Earth*, 2016)

Penentuan lokasi penelitian pengambilan sampel yaitu 5 stasiun yang menggambarkan keadaan lapang penelitian untuk mewakili seluruh area KJA serta ditinjau dari keadaan lingkungan sekitarnya yang memberikan pengaruh terhadap stasiun pengambilan sampel pada area sekitar KJA tersebut.

Stasiun 1 : Berada pada sekitar KJA yang masih mendapat pengaruh daratan dengan koordinat  $7^{\circ}41'40'' - 7^{\circ}41'43''$  (LS) dan  $113^{\circ}53'47'' - 113^{\circ}53'50''$  (BT)

Stasiun 2 : Berada pada sekitar KJA yang sudah tidak mendapat pengaruh daratan dengan koordinat  $7^{\circ}41'34'' - 7^{\circ}41'37''$  (LS) dan  $113^{\circ}53'56'' - 113^{\circ}53'59''$  (BT)

Stasiun 3 : Berada pada sekitar KJA yang mendapat pengaruh dari laut lepas dengan koordinat  $7^{\circ}41'27'' - 7^{\circ}41'40''$  (LS) dan  $113^{\circ}53'48'' - 113^{\circ}53'51''$  (BT)

Stasiun 4 : Berada pada sekitar KJA yang mendapat pengaruh dari laut lepas dengan koordinat  $7^{\circ}41'18'' - 7^{\circ}41'21''$  dan  $113^{\circ}53'34'' - 113^{\circ}53'37''$  (BT)

Stasiun 5 : Berada pada sekitar KJA yang berbatasan dengan mangrove dengan koordinat  $7^{\circ}41'27'' - 7^{\circ}41'30''$  (LS) dan  $113^{\circ}53'32'' - 113^{\circ}53'35''$  (BT)

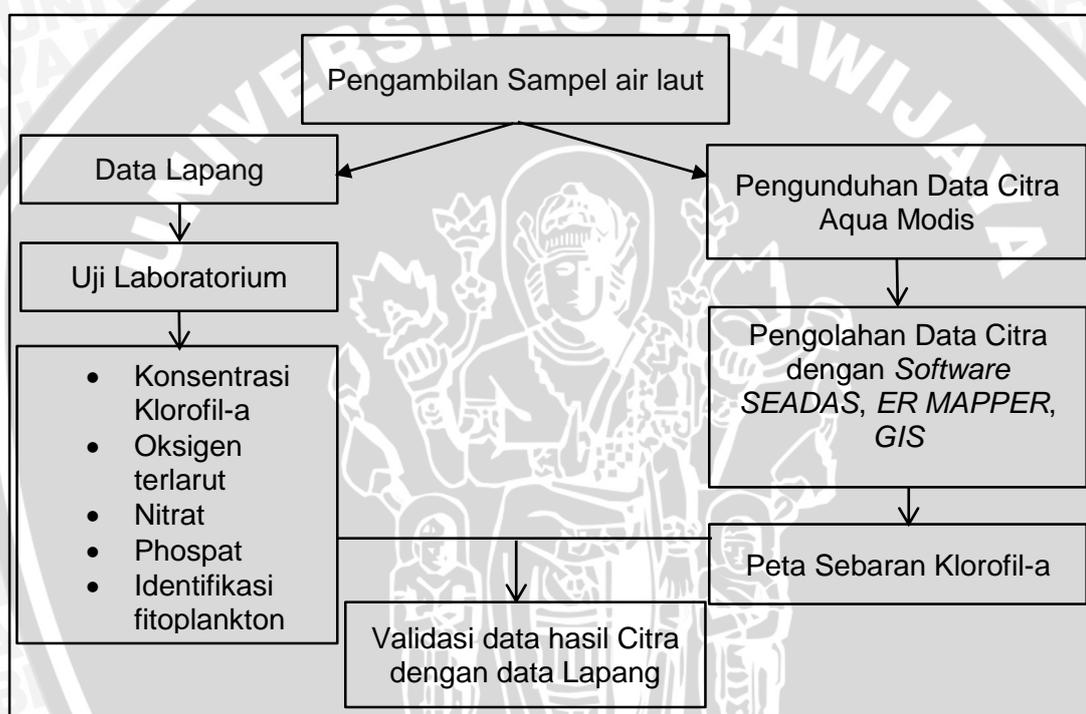
### 3.4 Metode Penelitian

Metode deskriptif yang digunakan untuk menjelaskan ataupun menggambarkan objek penelitian sesuai fakta. Menurut Santoso (2005), metode deskriptif umumnya memiliki tujuan untuk mendeskripsikan sesuatu secara sistematis, faktual, dan akurat terhadap suatu populasi atau daerah tertentu mengenai berbagai sifat dan faktor tertentu. Sedangkan menurut Suryabrata (1991), metode deskriptif merupakan suatu metode yang menggambarkan suatu keadaan atau kejadian-kejadian pada suatu daerah tertentu.

Metode deskripsi yang dilakukan pada penelitian ini digunakan untuk menjelaskan dan menganalisa data yang didapatkan secara faktual, akurat dan sistematis. Sehingga tidak bermaksud untuk membuat prediksi ataupun mempelajari implikasi

### 3.5 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui pengambilan sampel air laut Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, Situbondo, Jawa Timur. Data yang dikumpulkan berasal dari pengukuran klorofil-a dan kualitas air di lapang ataupun yang telah diuji di laboratorium, serta data klorofil-a yang didapat dari data citra satelit Aqua Modis. Selanjutnya data tersebut dianalisis dan dijelaskan secara deskriptif. Adapun alur tahapan penelitian dapat digambarkan sebagai berikut (Gambar 3).



**Gambar 3.** Alur Tahapan Penelitian

### 3.6 Data Penelitian

#### 3.6.1 Data Primer

Sumber data yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari data primer dan data sekunder. Menurut Mulyanto (2008), menyatakan bahwa data primer adalah data yang berasal dari sumber pertama, bila data sudah ada dalam sasaran

penelitian maka survei bisa dilakukan, teknik pengumpulan data dengan melalui wawancara, angket, pooling, dan observasi.

Data primer yang digunakan pada penelitian ini yang pertama didapat dari observasi langsung kondisi di lapang ketika melakukan survei untuk menentukan titik lokasi yang diambil berdasarkan hasil survei di lapang tersebut. Selanjutnya data primer juga diperoleh dari pengukuran dan analisis klorofil-a yang merupakan parameter utama dalam penelitian ini yang diambil di lapang kemudian diuji di laboratorium. Selain parameter klorofil-a juga dilakukan pengukuran terhadap parameter kualitas air yang meliputi parameter fisika yaitu suhu, kecerahan dan arus, kemudian parameter kimia yang meliputi salinitas, pH, nitrat, orthofosfat, dan oksigen terlarut (DO) beserta fitoplankton sebagai parameter biologi yang diukur di laboratorium.

### 3.6.2 Data Sekunder

Menurut Mulyanto (2008), menyatakan bahwa data sekunder merupakan data primer yang telah didapatkan dari pihak lain yang telah diolah. Data tersebut disajikan baik oleh pengumpul atau pihak lain, seperti *media massa*, BPS, lembaga pemerintahan atau swasta, lembaga penelitian, pusat bank data, hasil peneliti lain, serta penelitian kepustakaan.

Data sekunder yang digunakan adalah data klorofil-a yang diperoleh dari data citra satelit Aqua Modis yang diunduh dari *website* NASA dalam bentuk data citra komposit 8 hari level 3 dari satelit Aqua Modis. Data sekunder lainnya yang digunakan untuk membantu penelitian ini diperoleh dari jurnal-jurnal penelitian, laporan ilmiah seperti skripsi, buku kepustakaan, dan seminar nasional. Selain itu kepustakaan yang digunakan untuk menunjang penelitian yaitu *google earth* dan aplikasi *GPS Tools for Android* untuk membantu dalam menunjukkan lokasi sampling, serta peta shp (*shapefile*) Indonesia.

### 3.7 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*. Menurut Yuningsih *et al.* (2014), mengemukakan bahwa pengambilan sampel dengan metode *Purposive Sampling* didasarkan atas pertimbangan tertentu yang berdasarkan dari sifat ataupun ciri-ciri suatu populasi yang sudah diketahui sebelumnya, untuk mewakili tujuan yang diharapkan. Pengambilan sampel di lapang pada penelitian ini dilakukan selama dua kali yaitu pada tanggal 12 April dan 19 April 2016, meliputi pengambilan sampel air laut pada area sekitar KJA berdasarkan 5 titik stasiun penelitian yang telah ditentukan.

Pengambilan sampel air laut dilakukan pada pukul 10.00 - 14.00 WIB. Hal ini karena pada waktu tersebut merupakan waktu yang digunakan fitoplankton untuk berfotosintesis. Pada masing-masing titik stasiun diambil air sampel menggunakan ember pada kedalaman 5 meter dan sesuai koordinat stasiun yang ditentukan dengan bantuan *GPS (Global Positioning System)*. Selanjutnya air laut dimasukkan ke dalam botol gelap bervolume 600 ml sebanyak dua buah untuk nantinya dilakukan analisis kandungan klorofil-a, nitrat dan orthofosfat di laboratorium. Kemudian juga dilakukan pengukuran kualitas air yaitu suhu, pH, salinitas, kecerahan, arus serta pengukuran oksigen terlarut dengan menggunakan *water sampler* pada kedalaman tertentu kemudian diuji di laboratorium. Selain itu juga dilakukan pengambilan sampel fitoplankton dengan menggunakan ember 5 liter, yang digunakan untuk mengambil air laut sebanyak 25 liter pada setiap stasiun kemudian disaring menggunakan plankton net. Selanjutnya air yang tersaring ditampung dalam botol film 33 ml diawetkan dengan lugol (3 - 4 tetes) dan diberi label pada botol kemudian disimpan dalam *coolbox*. Selanjutnya sampel fitoplankton diidentifikasi di laboratorium.

Sedangkan pengambilan sampel data citra yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan mengunduh data klorofil-a citra satelit Aqua Modis yaitu data

citra *8-day composite* level 3, merupakan gabungan dari data citra harian yang diperoleh pada situs <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/> dengan resolusi 1000 meter pada bagian *data acces*, selanjutnya data diunduh sesuai tanggal yang dibutuhkan. Data yang diambil adalah data klorofil dari satelit citra Aqua Modis yang bertanggal sesuai dengan tanggal pengambilan sampel klorofil-a di lapang.

### 3.7.1 Pengukuran Klorofil-a

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

- Menyiapkan botol kosong sebagai tempat sampel
- Mengambil air sampel pada perairan dengan kedalaman yang telah ditentukan
- Memasang kertas filter pada alat saring (*filter holder*)
- Membilas kertas filter dengan aquades, selanjutnya membilas dengan larutan magnesium karbonat sebanyak 1 ml, hisap kembali dengan *vacum pump* sampai kertas filter tampak kering
- Menyaring sampel air sebanyak 500 ml dan hisap hingga tampak kering
- Mengambil filter yang tampak kering dan membungkus filter dengan menggunakan aluminium foil (memberi label) dan simpan dalam desikator yang berisi silica gel (simpan dalam *freezer* jika proses analisis berikutnya tidak dilakukan).
- Memasukkan kertas filter hasil saringan ke dalam tabung reaksi 15 ml, lalu menambahkan 10 ml aseton 90%
- Menggerus kertas filter hasil saringan dalam tabung reaksi dengan alat penggerus
- Men-*centrifuge* sampel dengan putaran 4000 rpm selama 30 - 60 menit

- Memasukkan cairan yang bening ke dalam kuvet
- Memeriksa absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 750, 664, 647 dan 630 nm.

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

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

Keterangan:

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

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

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

$V_e$  = Volume ekstrak aseton

$V_s$  = Volume contoh air yang disaring (500 ml)

$d$  = lebar diameter kuvet (1 cm)

### 3.7.2 Pengolahan Data Citra Aqua Modis

Tahapan dalam proses data citra klorofil-a dalam penelitian ini yaitu:

- Mengunduh data citra komposit 8 hari Aqua Modis level 3 pada situs <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>
- Membuka *software* SEADAS, untuk dilakukan tahap *cropping* atau pemotongan data citra sesuai dengan wilayah yang dikaji. Kemudian data hasil *cropping* tersebut yang akan dianalisis di *save* atau disimpan dengan tipe data *GEOTIFF (\*.tiff)*

- Membuka *software Er Mapper*, pada tahap ini dilakukan proses pengolahan yang dilakukan secara bertahap, data hasil pengolahan di save dengan ekstensi *Er Mapper Raster Dataset (\*.ers)*.
- Membuka file data pengolahan tersebut pada *software GIS (Geographic Information System)* dan melakukan interpolasi data untuk mengestimasi nilai klorofil-a pada area yang tidak terbaca nilainya. Kemudian dilakukan pengaturan skala warna untuk mengetahui nilai konsentrasi klorofil-a dengan satuan  $\text{mg/m}^3$ , pengaturan skala warna dilakukan dengan mengklasifikasikan nilai klorofil-a sesuai dengan warnanya, kemudian memasukkan peta *shp (shapefile)* Indonesia. Selanjutnya melakukan *layouting* berupa skala, legenda, ataupun identitas peta klorofil-a, dan didapatkan peta distribusi klorofil-a yang disimpan dalam format JPEG (*Joint Photographic Experts Group*).

### 3.8 Pengukuran Parameter Kualitas Air

#### 3.8.1 Suhu

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

- Memasukkan termometer Hg kedalam perairan dengan membelakangi cahaya matahari, dan ditunggu beberapa saat sampai air raksa dalam termometer berhenti dalam skala tertentu.
- Membaca skala pada termometer sejajar dan lurus dengan mata
- Mencatat skala dalam  $^{\circ}\text{C}$ .

#### 3.8.2 Kecerahan

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

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

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

Keterangan:

D1 = *secchi disk* tidak tampak pertama kali (m)

D2 = *secchi disk* tampak pertama kali (m)

### 3.8.3 Arus

Adapun prosedur pengukuran kecepatan arus menurut Hariyadi *et al.* (1992), yaitu:

- Menyiapkan 2 botol plastik dan tali rafia
- Mengisi salah satu botol dengan air sebagai pemberat
- Mengikat botol yang diisi air sebagai pemberat
- Mengikat botol kosong di bagian ujung tali rafia
- Melepaskan tali raffia sambil dihitung kecepatan arus sampai tali raffia merenggang menggunakan *stopwatch*
- Menghitung hasil kecepatan arus dengan menggunakan rumus :

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

Keterangan:

V = Kecepatan Arus (m/s)

s = Jarak tali (m)

t = Waktu yang didapat (detik/s)

### 3.8.4 Salinitas

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

- Mengkalibrasi prisma pada refraktometer
- Meneteskan sedikit air pada prisma, lalu kaca prisma ditutup
- Meneropong refraktometer ke arah cahaya matahari dan dicatat nilai salinitas yang terlihat

### 3.8.5 pH

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

- Mengkalibrasi dan menstandarisasi dahulu pH pen sebelum dipakai menggunakan aquades
- Memasukkan pH pen ke dalam air
- Melihat angka yang muncul pada layar pH pen, catat hasilnya
- Menstandarisasi kembali pH pen dengan aquades setelah dipakai

### 3.8.6 Oksigen Terlarut (DO)

Prosedur pengukuran oksigen terlarut (DO) perairan berdasarkan SNI (2004) adalah:

- Mengambil air sampel menggunakan botol winkler
- Menambahkan  $MnSO_4$  sebanyak 1 ml dan 1 ml alkali iodida azida menggunakan ujung pipet tepat di atas permukaan larutan
- Menutup botol dan dihomogenkan hingga terbentuk gumpalan dan dibiarkan mengendap 5 - 10 menit

- Menambahkan 1 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat kemudian ditutup dan dihomogenkan hingga endapan larut sempurna
- Mengambil larutan yang telah homogen sebanyak 50 ml dengan pipet dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 150 ml
- Menitrasi larutan dengan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,025 N hingga larutan sampel berwarna kuning pucat transparan
- Menambahkan 2 tetes indikator amilum hingga sampel berwarna biru
- Menitrasi kembali hingga larutan jernih atau sampai warna biru tepat hilang, kemudian dihitung volume Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang terpakai, dan dihitung DO dengan rumus :

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

Keterangan:

V = Volume Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

N = Normalitas Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

F = adalah faktor (volume botol dibagi volume botol dikurangi volume pereaksi MnSO<sub>4</sub> dan alkali iodida azida)

### 3.8.7 Nitrat

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

- Masukkan nomor progam yang tersimpan pada buku *colorimeter* untuk kisaran nitrat nitrogen (NO<sub>3</sub>-N) pada *colorimeter*, kemudian tekan PRGM. Untuk hasil yang lebih akurat, melakukan koreksi blanko atau kalibrasi dengan menggunakan air ionisasi atau aquades
- Menekan angka 5 dan 1 untuk *time* dan *store*, kemudian tekan *enter*. Layar akan menampilkan mg/l, NO<sub>3</sub>-N dan ikon ZERO

- Memenuhi tabung nessler dengan air sampel sebanyak 10 ml, kemudian menyesuaikan nilai pH pada *colorimeter* sebelum sampel dianalisis
- Menambahkan satu bungkus bubuk *reagen* nitrat “NitraVer 5” ke dalam tabung nessler yang sudah berisi air sampel, kemudian tabung ditutup. Bubuk nitrat harus dituang satu bungkus sepenuhnya hingga tidak tersisa
- Menekan *timer* dan *enter* pada *colorimeter*. Periode reaksi satu menit dapat dimulai, kemudian mengocok dengan kuat tabung nessler yang sudah berisi air sampel dan bubuk nitrat hingga *timer* berbunyi “beep”. Mengocok tabung nessler dengan kuat sangatlah penting, waktu dan teknik mengocok dapat mempengaruhi perkembangan warna sampel. Untuk hasil yang akurat maka dilakukan tes berurutan pada larutan standar dan menyesuaikan waktu mengocok untuk mendapatkan hasil yang tepat
- Setelah *timer* pada *colorimeter* berbunyi “beep” maka layar *colorimeter* akan menampilkan 5:0 TIMER 2, kemudian tekan *enter*. Periode reaksi lima menit akan dimulai.
- Memenuhi tabung nessler yang lainnya dengan larutan blanko, Menyeka tabung dengan tisu dari sidik jari ataupun tetesan air sampel
- Meletakkan larutan blanko kedalam *colorimeter*, selanjutnya tutup dengan rapat.
- Menekan ZERO ketika *timer* sudah berbunyi “beep.” Cursor pada *colorimeter* akan berpindah sebelah kanan dan layar akan menampilkan 0,0 mg/l NO<sub>3</sub>-N yang menunjukkan bahwa reaksi larutan blanko sudah menyala
- Meletakkan tabung yang sudah berisi air sampel dengan bubuk nitrat pada *colorimeter* dan menutupnya dengan rapat
- Menekan READ, kemudian cursor akan berpindah sebelah kanan, dan hasil mg/l NO<sub>3</sub>-N akan ditampilkan

### 3.8.8 Orthofosfat

Prosedur pengukuran fosfat dengan spektrofotometer berdasarkan SNI (2005), adalah sebagai berikut:

- Menuangkan 50 ml air contoh uji dalam Erlenmeyer 100 ml
- Menambahkan 1 tetes larutan fenolftalin
- Jika berwarna merah, maka menambahkan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5 N sampai warna merah hilang
- Menambahkan 8 ml larutan campuran dan dihomogenkan
- Menunggu selama kisaran 10 sampai 30 menit
- Mengukur absorbansinya pada panjang gelombang 880 nm dengan spektrofotometer

Sedangkan pembuatan larutan campuran untuk uji fosfat dengan spektrofotometer berdasarkan SNI (2005) yaitu:

- Mencampurkan secara berturut-turut:
  - a. 50 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5 N
  - b. 5 ml larutan kalium Antimonil Tartrat
  - c. 15 ml larutan Ammonium Molibdat
  - d. 30 ml larutan Asam Askorbat
- Mengocok semua larutan sampai homogen
- Jika terbentuk warna biru maka larutan tidak dapat digunakan
- Larutan stabil selama 4 jam

### 3.8.9 Identifikasi Fitoplankton

Menurut Ambarwati *et al.* (2014), identifikasi fitoplankton dapat dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- Mengambil 1 ml air sampel yang telah diawetkan dengan pipet tetes
- Meneteskan ke dalam *Segwidck rafter Counting Cell* kapasitas 1 ml

- Mengamati dengan 3 garis pandang yaitu atas, tengah dan bawah
- Mengamati alga dengan pembesaran 10x10 atau 10x45 dengan mikroskop
- Mengidentifikasi jenis alga dengan menggunakan buku pedoman identifikasi alga

### 3.9 Analisis Data

#### 3.9.1 Kelimpahan Fitoplankton

Kelimpahan fitoplankton merupakan jumlah individu atau sel per satuan volume (dalam m<sup>3</sup>). Menurut Fachrul *et al.* (2005), dalam Wijayanti (2015), adapun prosedur perhitungan kelimpahan fitoplankton dengan modifikasi *Lucky Drop* adalah sebagai berikut:

- Mengamati preparat fitoplankton dibawah mikroskop
- Menghitung jumlah fitoplankton pada setiap bidang pandang, jika p adalah jumlah bidang pandang maka n adalah jumlah fitoplankton yang ada dalam bidang pandang
- Mencatat data jumlah fitoplankton yang ditemukan
- Menghitung jumlah fitoplankton dengan rumus *Lucky Drop*

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

Keterangan:

- N = Kelimpahan plankton (ind/l)
- T = Luas cover glass (400 mm<sup>2</sup>)
- V = Volume konsentrat plankton dalam botol tampung (33 ml)
- L = Luas bidang pandang dalam mikroskop (0,19 mm<sup>2</sup>)
- v = Volume konsentrat plankton di bawah cover glass (0,005 ml)
- p = Jumlah bidang pandang (5)
- w = Volume air sampel yang disaring (25 L)
- n = Jumlah plankton yang ada dalam bidang pandang

### 3.9.2 Uji Validasi Data Citra dan Data Lapang

Pengujian terhadap keakuratan hasil analisis klorofil-a dapat menggunakan *RMS (Root Mean Square) Error* yang menggambarkan perbedaan antara nilai data *insitu* dengan hasil ekstraksi citra satelit (Nuriya *et al.*, 2010). Semakin kecil nilai *RMS Error*, maka data yang diperoleh semakin akurat. *RMS Error* dapat dihitung dengan rumus:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(Z_i - Z_j)^2}{n}}$$

Keterangan:

$Z_i$  = Data hasil analisis citra

$Z_j$  = Data hasil analisis laboratorium

$n$  = Jumlah data



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

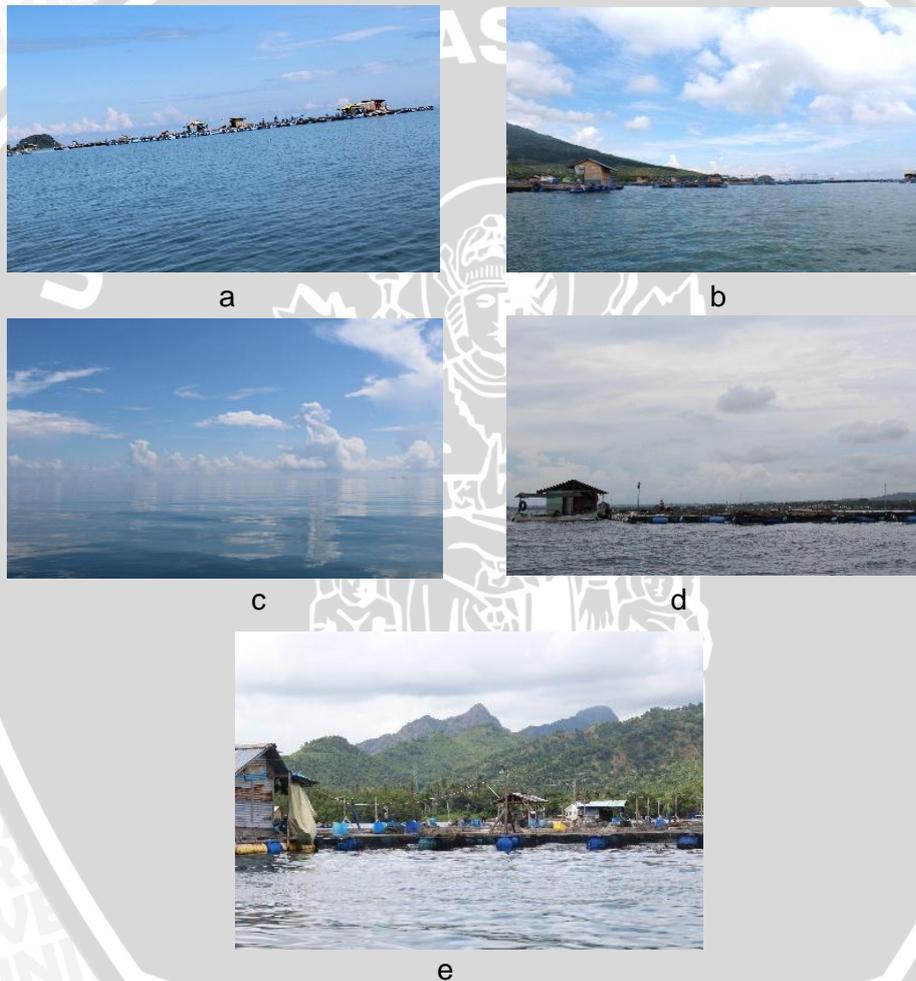
### 4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Desa Klatakan, Kecamatan Kendit merupakan salah satu sentra budidaya laut dengan keramba jaring apung (KJA) di Kabupaten Situbondo, Jawa Timur, dengan produk utama yaitu ikan kerapu dan ikan kakap. Luas wilayah Kecamatan Kendit mencapai 17,46 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk sekitar 5.880 jiwa, desa ini terdiri dari 7 dusun. Adapun batas wilayahnya yaitu sebelah utara berbatasan dengan Selat Madura, sebelah selatan berbatasan dengan Desa Balung, kemudian sebelah timur berbatasan dengan Desa Kilensari dan sebelah barat berbatasan dengan Desa Pasir Putih (Pembkab Situbondo, 2016). Peta Situbondo dapat dilihat pada Lampiran 1.

Wilayah desa Klatakan memiliki garis pantai sepanjang 3,3 km dan terletak pada koordinat 7°68'25,53" - 7°69'83,5" LS dan 113°88'74,39" - s113°91'49,36" BT. Perairan di wilayah pesisir Desa Klatakan memiliki gugusan karang tepi dengan karakteristik pantai berpasir yang landai pada area dekat daratan dan pada kedalaman perairan tertentu. Perairan Klatakan dapat dikategorikan perairan yang tenang. Selain itu jarak seret gelombang relatif pendek karena berhadapan dengan pulau Madura sehingga tinggi gelombang pada perairan ini relatif kecil (Risandi *et al.*, 2015). Perairan Klatakan, Situbondo, Jawa Timur merupakan wilayah perairan yang cukup strategis untuk kegiatan budidaya ikan laut dengan sistem KJA. Hal ini dikarenakan daerah pesisir Desa Klatakan dekat dengan jalan raya sehingga akses transportasinya sangat mudah. Selain itu pada sekitar daerah tersebut banyak didirikan usaha pembenihan ikan laut sehingga benih yang siap tebar dapat langsung dipindahkan ke dalam KJA. Kolam KJA yang digunakan biasanya berukuran 3x3 meter dengan kedalaman kurang lebih tiga meter yang dimiliki oleh lebih dari 90 pembudidaya baik secara mandiri maupun kelompok.

#### 4.2 Deskripsi Stasiun Penelitian

Penelitian ini dilakukan di perairan Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, Situbondo, Jawa Timur. Stasiun penelitian yang diambil meliputi daerah sekitar KJA hingga daerah menuju laut lepas dan berdekatan dengan wilayah mangrove. Pada penelitian ini diambil 5 (lima) stasiun yang berada disekitar KJA tersebut sesuai dengan koordinat yang sudah ditentukan. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat dibawah ini (Gambar 4).



**Gambar 4. Lokasi Penelitian** (a) Stasiun 1, (b) Stasiun 2, (c) Stasiun 3, (d) Stasiun 4, dan (e) Stasiun 5

Stasiun 1 (Gambar 4a) terletak pada wilayah perairan sekitar KJA serta masih mendapat pengaruh dari daratan. Stasiun ini tidak terlalu jauh dari tempat berlabuhnya kapal nelayan. Sampel pada wilayah perairan ini pada koordinat

7°41'40" - 7°41'43" (LS) dan 113°53'47" - 113°53'50" (BT). Stasiun 2 (Gambar 4b) merupakan area sekitar KJA yang sudah tidak mendapat pengaruh dari daratan. KJA yang ada didekat stasiun 2 cukup banyak sehingga dapat memberikan pengaruh pada area perairan sekitarnya. Pengambilan sampel di stasiun 2 pada koordinat 7°41'34" - 7°41'37" (LS) dan 113°53'56" - 113°53'59" (BT).

Stasiun 3 (Gambar 4c) terletak pada area dekat KJA yang berbatasan langsung dengan laut lepas. Sehingga pada area ini sangat dipengaruhi oleh gelombang dan pasang surut air laut, serta dipengaruhi oleh sumber gerakan air dari pergerakan air laut. Selain itu pada area stasiun 3 banyak terdapat karang. Pengambilan sampel di stasiun 3 pada koordinat 7°41'27" - 7°41'40" (LS) dan 113°53'48" - 113°53'51" (BT).

Selanjutnya stasiun 4 (Gambar 4d) merupakan area perairan yang terletak dekat dengan area KJA dan berbatasan langsung dengan laut lepas. Sehingga pada stasiun 4 selain dipengaruhi oleh KJA juga sangat dipengaruhi oleh gelombang, arus, dan pasang surut air laut. Namun pada sekitar stasiun 4 jumlah KJA tidak sebanyak seperti pada stasiun 2. Selain itu pada stasiun 4 tidak banyak terdapat karang. Pengambilan sampel di stasiun 4 yaitu pada koordinat 7°41'18" - 7°41'21" (LS) dan 113°53'34" - 113°53'37" (BT).

Stasiun yang terakhir adalah stasiun 5 (Gambar 4e) berada di area perairan yang tidak hanya berada disekitar KJA namun juga berbatasan dengan mangrove. Sehingga pada area perairan ini mendapat pengaruh nutrien dari sekitar KJA dan berasal dari tanaman mangrove. Selain itu pada stasiun 5 juga banyak terdapat karang tepi yang dapat dilihat dari permukaan perairan. Sehingga pada stasiun 5 banyak ditemukan organisme seperti ikan pada sekitar karang. Pengambilan sampel stasiun 5 dilakukan pada koordinat 5. 7°41'27" - 7°41'30" dan 113°53'32" - 113°53'35".

### 4.3 Hasil Fitoplankton

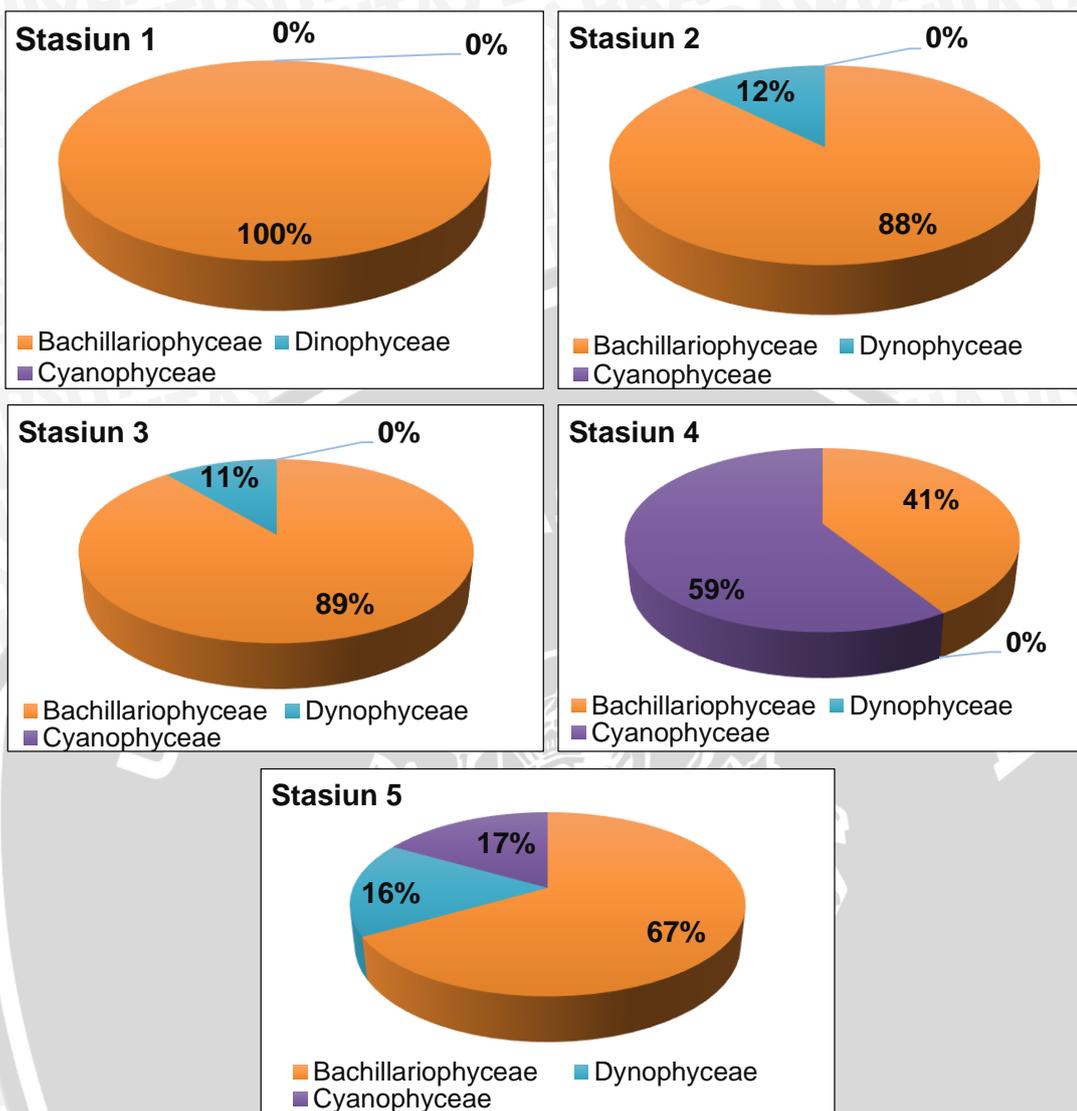
#### 4.3.1 Komposisi Fitoplankton

Hasil pengamatan identifikasi fitoplankton pada stasiun 1 hingga stasiun 5 pada minggu pertama yaitu tanggal 12 April 2016 serta minggu kedua tanggal 19 April 2016 di perairan area KJA Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, diperoleh hasil fitoplankton yang ditemukan berdasarkan kelasnya terdiri dari 3 (tiga) kelas yaitu bachillariophyceae, dinophyceae dan cyanophyceae yang terdiri dari 10 (sepuluh) genus, antara lain :

- Bachillariophyceae : Nitzschia, rhizosolenia, chaetoceros, thalassiothrix, thalassiosira, dan dactyliosolen.
- Dinophyceae : Ceratium, ornithocercus.
- Cyanophyceae : Merismopedia, tricodesmium.

Fitoplankton yang banyak ditemukan baik minggu pertama maupun minggu kedua berasal dari kelas bachillariophyceae. Terlihat dari genus yang paling banyak ditemukan yaitu berasal dari kelas bachillariophyceae sebanyak 6 (enam) genus. Pada penelitian ini fitoplankton dari kelas bachillariophyceae banyak tertangkap oleh plankton net, hal ini diduga karena ukuran sel fitoplankton dari kelas ini cukup besar sehingga banyak tertangkap oleh plankton net, sedangkan fitoplankton yang berukuran lebih kecil dapat lolos ketika disaring dengan plankton net. Fitoplankton yang dapat tertangkap dengan jaring plankton umumnya fitoplankton yang berukuran besar ( $>20 \mu\text{m}$ ) dan termasuk dalam tiga kelompok utama yaitu diatom, dinoflagellata dan alga biru. Sedangkan yang sangat halus (nanoplankton) lolos tak tertangkap dan sangat rapuh sehingga sulit untuk diawetkan (Nontji, 2005 dalam Aryawati dan Toha, 2011). Adapun komposisi fitoplankton pada setiap stasiun selama penelitian baik minggu pertama dan kedua dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 9.





**Gambar 5.** Komposisi Fitoplankton

Berdasarkan hasil komposisi fitoplankton yang didapatkan selama penelitian baik minggu pertama dan kedua menunjukkan bahwa pada stasiun 1 komposisi fitoplankton didominasi sebanyak 100% oleh kelas bacillariophyceae, Sedangkan pada stasiun 2 didapatkan fitoplankton dari kelas bacillariophyceae sebesar 88% dan kelas dynophyceae sebesar 12%, pada stasiun 2 tidak ditemukan fitoplankton dari kelas cyanophyceae. Selanjutnya pada stasiun 3 komposisi fitoplankton yang didapatkan yaitu dari kelas bacillariophyceae sebesar 89% dan

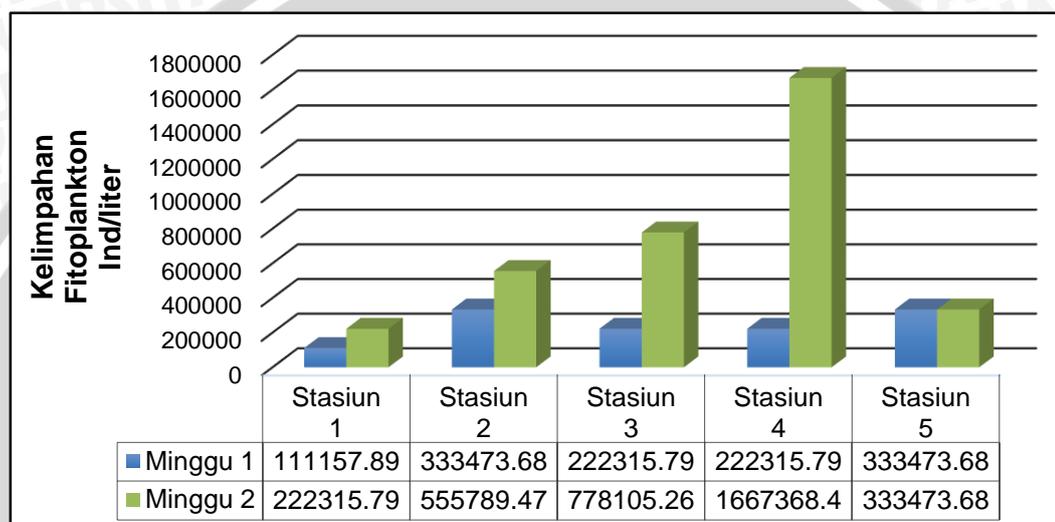
kelas *dynophyceae* sebesar 11%. Kemudian pada stasiun 4 terlihat bahwa komposisi fitoplankton yang didapatkan sebanyak 41% berasal dari kelas *bachillariophyceae* dan 59% berasal dari kelas *cyanophyceae*, sedangkan fitoplankton dari kelas *dynophyceae* tidak ditemukan. Pada stasiun 5 didapatkan komposisi fitoplankton sebesar 67% dari kelas *bachillariophyceae*, 17% dari kelas *cyanophyceae* dan 16% berasal dari kelas *dynophyceae*

Pada penelitian ini kelas *bachillariophyceae* atau diatom merupakan kelas dengan jumlah genus yang paling banyak ditemukan, selain itu kelas *bachillariophyceae* hampir mendominasi perairan disekitar KJA. Terlihat dari Gambar 5 diatas menunjukkan bahwa keberadaan diatom terdapat pada semua stasiun penelitian yang berarti bahwa *bachillariophyceae* atau diatom memiliki distribusi yang luas. Seperti pada penelitian Yuliana (2015), didapatkan bahwa kelas *bachillariophyceae* dan *cyanophyceae* terdapat pada semua stasiun pengamatan, hal ini berarti bahwa dua kelas tersebut (*bachillariophyceae* dan *cyanophyceae*) mempunyai distribusi yang lebih luas. Selanjutnya Nybakken (1992) dalam Yuliana (2015) menyatakan bahwa komposisi fitoplankton di laut didominasi oleh *bachillariophyceae*.

Diatom dapat menjadi fitoplankton yang dominan karena diatom memiliki kemampuan yang tinggi untuk bereproduksi dibandingkan dengan *dinoflagellata* dan kelas fitoplankton yang lain, sehingga menyebabkan kelimpahannya cukup besar (Aryawati dan Thoha, 2011). Tingginya kelimpahan dari kelas diatom diduga karena kelas diatom merupakan jenis yang paling toleran terhadap kondisi perairan seperti suhu, serta mampu beradaptasi dengan baik pada lingkungan perairan (Isnaini *et al.*, 2014). Selain itu unsur hara nitrat pada daerah sekitar KJA sangat cukup untuk membantu pertumbuhan *bachillariophyceae*, meskipun fosfat pada daerah sekitar KJA sangat kecil dan hampir tidak terdeteksi.

### 4.3.2 Kelimpahan Fitoplankton

Nilai kelimpahan fitoplankton yang diperoleh dari hasil penelitian berkisar antara 111.157,89 – 1.667.368,42 ind/liter. Kelimpahan fitoplankton mengalami kenaikan dari minggu pertama hingga minggu kedua. Nilai kelimpahan fitoplankton pada stasiun 1 hingga stasiun 5 dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini dan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 8.



**Gambar 6.** Kelimpahan Fitoplankton

Berdasarkan hasil analisa kelimpahan fitoplankton (Gambar 6) menunjukkan adanya peningkatan nilai kelimpahan pada minggu kedua. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh cuaca pada sekitar perairan yang mempengaruhi kelimpahan fitoplankton pada minggu pertama dan kedua yaitu cuaca mendung dan gerimis pada minggu pertama sedangkan pada minggu kedua cuaca cukup cerah. Nilai tertinggi kelimpahan fitoplankton pada minggu pertama yaitu pada stasiun 2 dan 5 yaitu sebesar 333.473,68 ind/liter dan nilai kelimpahan terendah yaitu pada stasiun 1 yaitu sebesar 111.157,89 ind/liter. Sedangkan pada minggu kedua nilai kelimpahan tertinggi yaitu pada stasiun 4 sebesar 1.667.368,42

ind/liter, sementara nilai kelimpahan terendah yaitu pada stasiun 1 sebesar 111.157,89 ind/liter.

Tinggi rendahnya nilai kelimpahan fitoplankton dapat disebabkan karena adanya unsur hara nitrat. Nitrat merupakan zat hara yang dapat menyebabkan ledakan populasi fitoplankton apabila konsentrasi pada air laut meningkat (Praseno, 2000 *dalam* Kusumadewi *et al.*, 2015). Pada minggu pertama nilai kelimpahan tertinggi yaitu pada stasiun 2 dan 5, jika dilihat dari nilai nitrat (Gambar 11) pada stasiun 5 memiliki nilai nitrat paling tinggi yaitu sebesar 2,2 mg/l, sedangkan nilai nitrat pada stasiun 2 adalah terendah yaitu sebesar 1,5 mg/l. Sementara itu pada minggu kedua nilai kelimpahan tertinggi berasal dari stasiun 4 namun stasiun ini memiliki nilai nitrat terendah pada minggu kedua sebesar 1,8 mg/l. Selanjutnya nilai kelimpahan terendah yaitu pada stasiun 1, namun nilai konsentrasi nitratnya cukup tinggi sebesar 2,5 mg/l. Sehingga pada penelitian ini menunjukkan bahwa tingginya unsur hara seperti nitrat tidak selalu diikuti dengan tingginya nilai kelimpahan fitoplankton, begitu juga sebaliknya rendahnya unsur hara tidak selalu diikuti dengan rendahnya kelimpahan fitoplankton. Hal ini diduga karena ketersediaan nutrisi yang tidak sesuai dengan kebutuhan fitoplankton sehingga pemanfaatan nutrisi yang kurang maksimal oleh fitoplankton dapat menyebabkan nilai kelimpahan dengan nutrisi berbanding terbalik. Seperti yang dijelaskan Basmi (1995) *dalam* Handoko *et al.* (2013), bahwa 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. Selain itu sebaran konsentrasi nitrat dan kelimpahan fitoplankton lebih dipengaruhi oleh sumber nitrat, kecepatan arus dan pola arus yang terbentuk sehingga menyebabkan tingginya konsentrasi nitrat tidak selalu diikuti dengan tingginya kelimpahan fitoplankton (Kusumadewi *et al.*, 2015).

Selain dari nitrat, nilai kelimpahan jika dilihat dari komposisi fitoplankton pada minggu pertama di stasiun 2 dan 5 memiliki nilai kelimpahan tinggi dengan komposisi fitoplankton pada stasiun 2 yaitu berasal dari kelas *bacillariophyceae* dengan genus *rhizosolenia* dan *chaetoceros*, sedangkan pada stasiun 5 fitoplankton yang diperoleh berasal dari kelas *cyanophyceae* dengan genus *merismopedia*, kemudian dari kelas *bacillariophyceae* dengan genus *dactyliosolen* dan kelas *dinophyceae* dengan genus *ceratium*. Kedua stasiun ini memiliki komposisi fitoplankton yang lebih tinggi dan nilai kelimpahannya juga lebih tinggi daripada stasiun lainnya. Sementara itu, pada minggu kedua nilai kelimpahan tertinggi yaitu pada stasiun 4 dengan komposisi fitoplankton berasal dari kelas *bacillariophyceae* dengan genus *dactyliosolen* dan *nitzschia*, serta dari kelas *cyanophyceae* dengan genus *trichodesmium* yang ditemukan paling banyak daripada kedua genus pada kelas *bacillariophyceae* tersebut, sehingga menyebabkan kelimpahan pada stasiun 4 paling tinggi daripada stasiun lainnya. Tingginya kelimpahan dan komposisi pada stasiun 4 di minggu kedua ini diduga karena letak stasiun 4 yang berbatasan dengan laut lepas. Sehingga adanya arus dan gelombang sangat mempengaruhi nilai kelimpahan pada stasiun ini. Terlihat dari nilai arus pada minggu kedua di stasiun 4 adalah tertinggi yaitu sebesar 0,1 m/s (Tabel 7). Akibat pengaruh gelombang dan gerakan massa air, fitoplankton dapat terdistribusi baik secara vertikal maupun horizontal. Distribusi secara horizontal lebih banyak dipengaruhi oleh arus yang ditimbulkan oleh kekuatan angin (Mahrozi, 2009).

#### **4.4 Hasil Pengukuran Klorofil-a**

##### **4.4.1 Klorofil-a Citra Satelit Aqua Modis**

Nilai konsentrasi klorofil-a berdasarkan data citra Aqua Modis didapatkan melalui pengolahan data citra komposit 8 hari (*8-day composite*) yang merupakan

gabungan data citra harian. Data citra komposit tersebut diunduh sesuai dengan tanggal pengambilan sampel di lapang, yaitu tanggal 6 - 13 April 2016 untuk minggu 1, serta tanggal 14 - 21 April 2016 untuk minggu 2. Penggunaan data citra komposit 8 hari ini untuk meminimalisir adanya kesalahan pada data citra harian akibat adanya tutupan awan ataupun kesalahan sensor yang dapat mempengaruhi kualitas data citra yang memungkinkan nilai konsentrasi klorofil-a pada daerah yang dikaji tidak dapat terdeteksi. Selain itu juga untuk melihat distribusi klorofil-a dalam waktu satu minggu. Sehingga data citra yang digunakan adalah data komposit 8 hari yang dapat dimanfaatkan lebih jauh tidak hanya mengetahui konsentrasi saat itu saja, serta nilai konsentrasi klorofil-a pada daerah yang dikaji dapat terdeteksi. Disamping itu agar kualitas tampilan distribusi klorofil-a data citra yang didapatkan juga lebih baik. Proses pengolahan data citra dapat dilihat pada Lampiran 5.

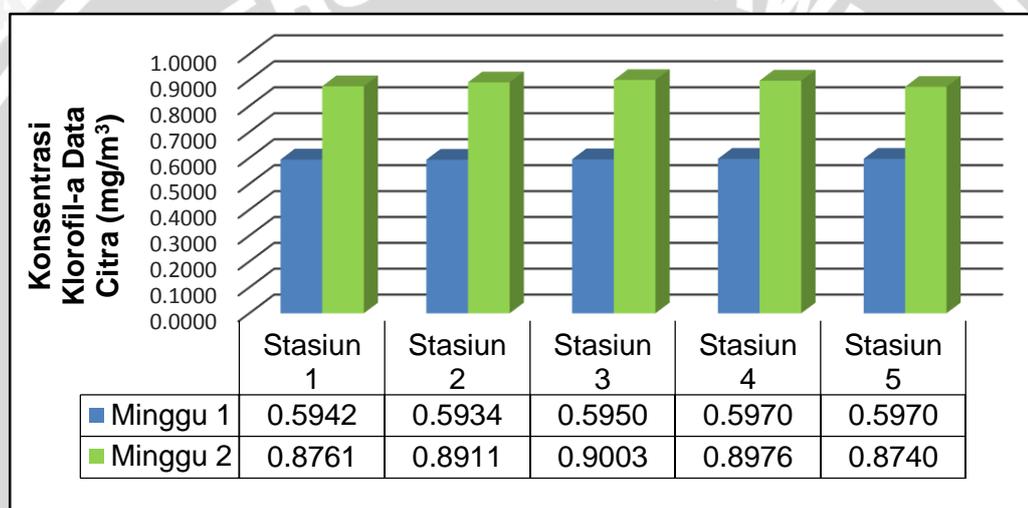
Adapun hasil pengolahan klorofil-a data citra yang didapatkan adalah data komposit. Data tersebut berupa nilai gabungan dari data citra harian yang dirata-rata dalam waktu 8 (delapan) hari, dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini.

**Tabel 4.** Data Komposit Klorofil-a Citra Satelit Aqua Modis ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

Minggu	Stasiun				
	1	2	3	4	5
1	0,5942	0,5934	0,5950	0,5970	0,5970
2	0,8761	0,8911	0,9003	0,8976	0,8740

Berdasarkan hasil klorofil-a yang didapatkan dari data citra satelit Aqua Modis (Tabel 4), pada minggu pertama dan kedua berkisar antara 0,5934 – 0,9003  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Terlihat rentan nilai klorofil-a pada minggu pertama hampir merata serta terlihat tidak mengalami perbedaan yang terlalu jauh antar stasiun, namun pada minggu kedua terlihat nilai klorofil-a tidak merata dan sedikit berfluktuasi antar stasiun.

Tinggi rendahnya nilai klorofil-a data citra yang diperoleh dapat diketahui pada Gambar 7 dibawah ini terlihat bahwa konsentrasi klorofil-a dari data citra pada minggu kedua mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan adanya kesamaan antara data citra dengan data lapang, yang menunjukkan bahwa terjadi peningkatan konsentrasi klorofil-a pada minggu kedua akibat adanya faktor cuaca yang lebih cerah daripada minggu pertama sehingga mempengaruhi nilai konsentrasi klorofil-a yang didapatkan, selain itu juga adanya faktor tutupan awan dan kesalahan sensor juga sangat berpengaruh terhadap hasil data citra.

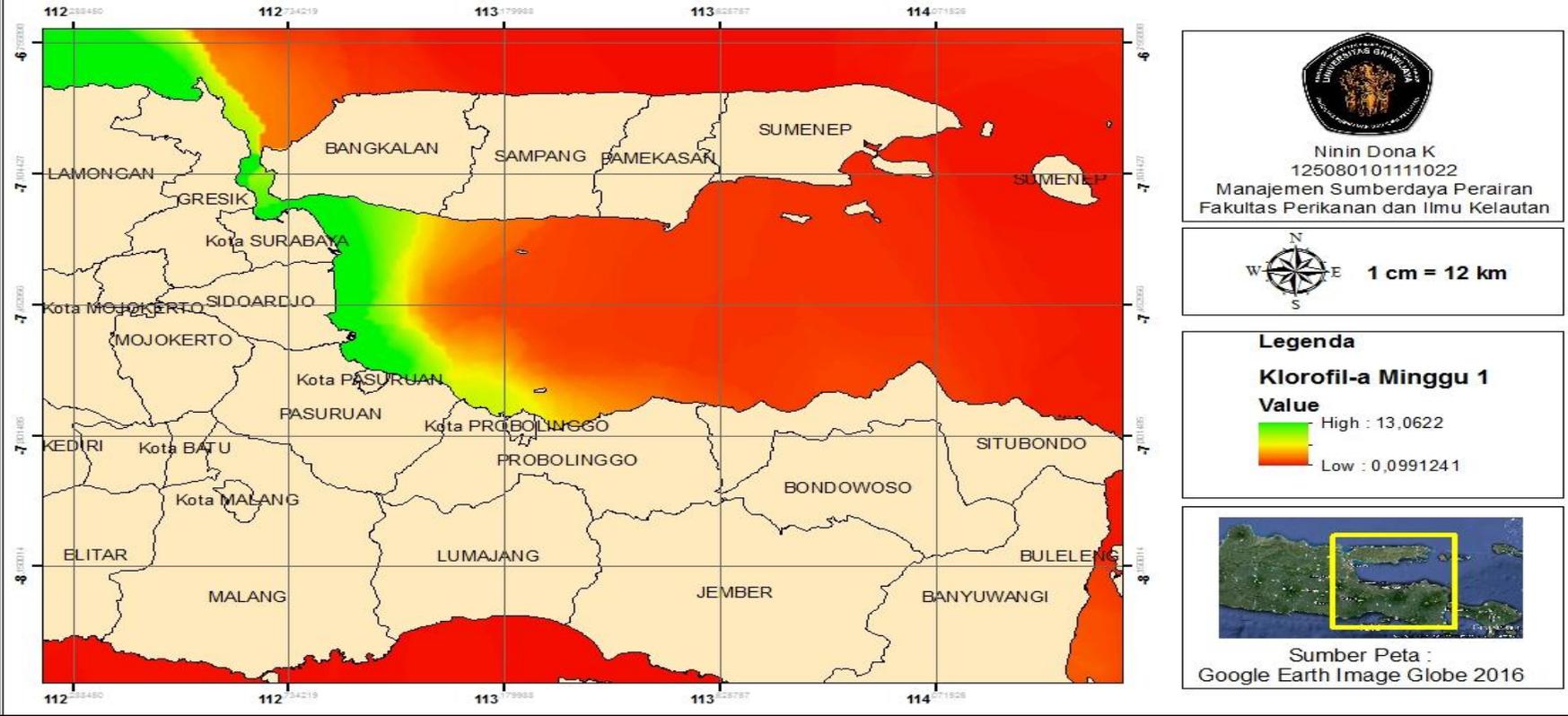


**Gambar 7.** Konsentrasi Klorofil-a Berdasarkan Data Citra

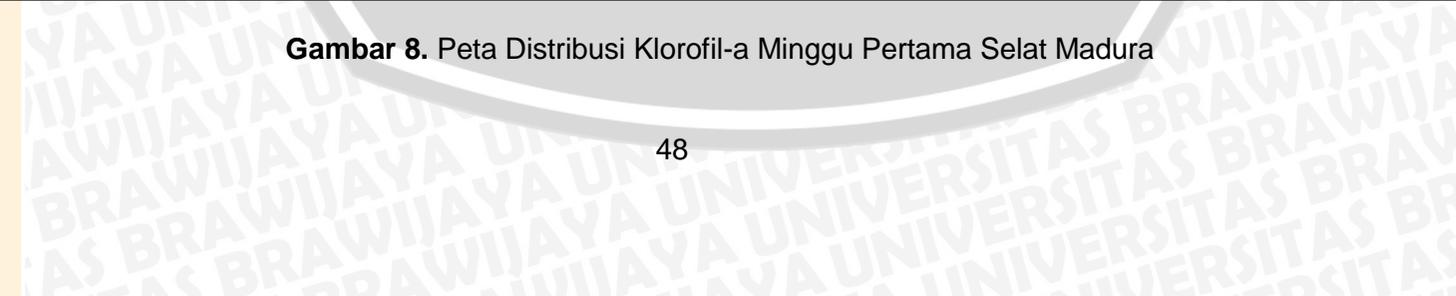
Konsentrasi klorofil-a data citra Aqua Modis untuk minggu pertama menunjukkan nilai yang tidak berbeda jauh pada setiap stasiun. Sedangkan pada minggu kedua diperoleh nilai klorofil-a yang sedikit berfluktuasi, terlihat bahwa nilai klorofil-a tertinggi pada stasiun 3 yaitu sebesar 0,9003 mg/m<sup>3</sup> , dan nilai klorofil-a terendah yaitu pada stasiun 5 sebesar 0,8740 mg/m<sup>3</sup>. Distribusi klorofil-a dalam bentuk peta pada wilayah Selat Madura dan daerah perairan Desa Klatakan dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9 dibawah ini.



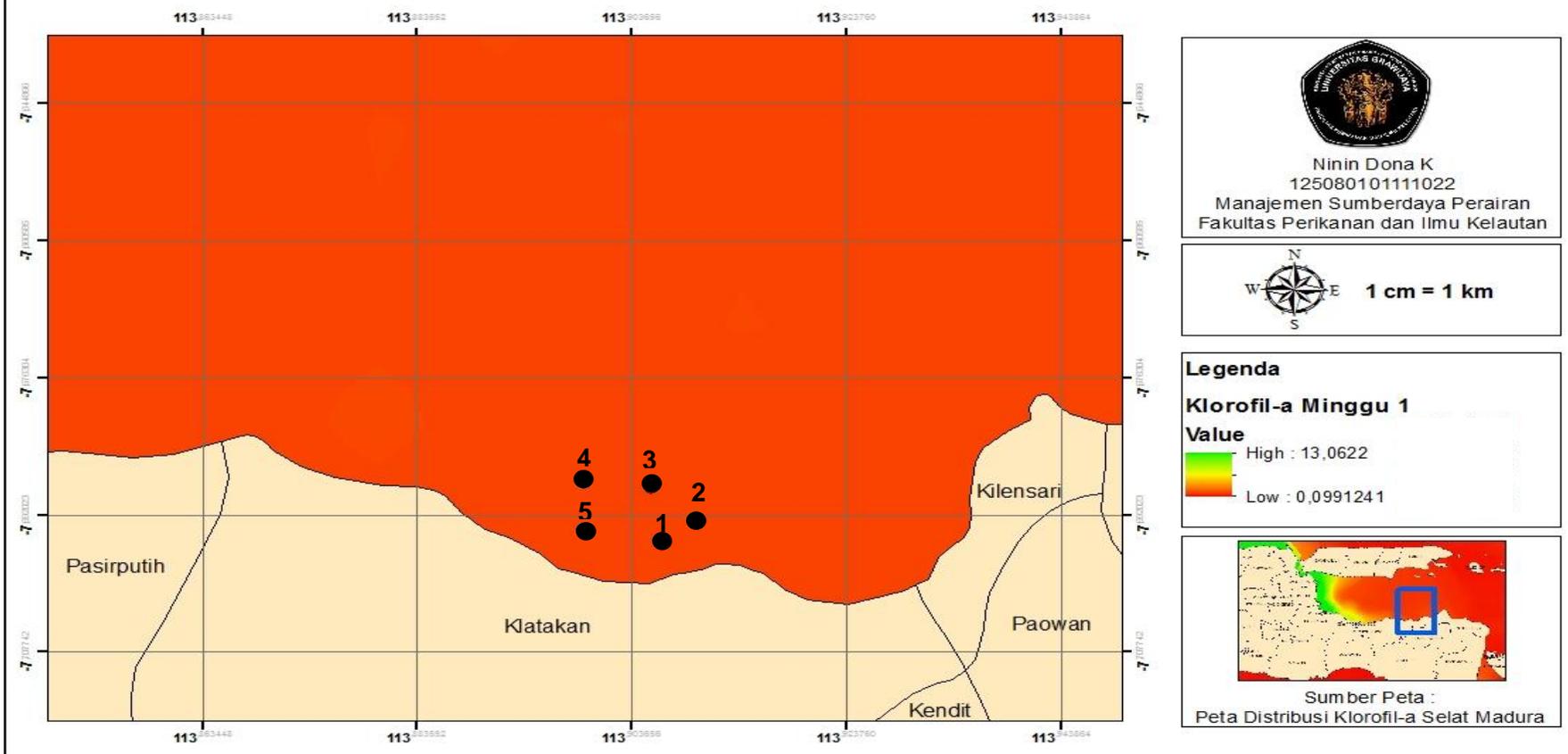
# PETA DISTRIBUSI KLOOROFIL-a SELAT MADURA



Gambar 8. Peta Distribusi Klorofil-a Minggu Pertama Selat Madura

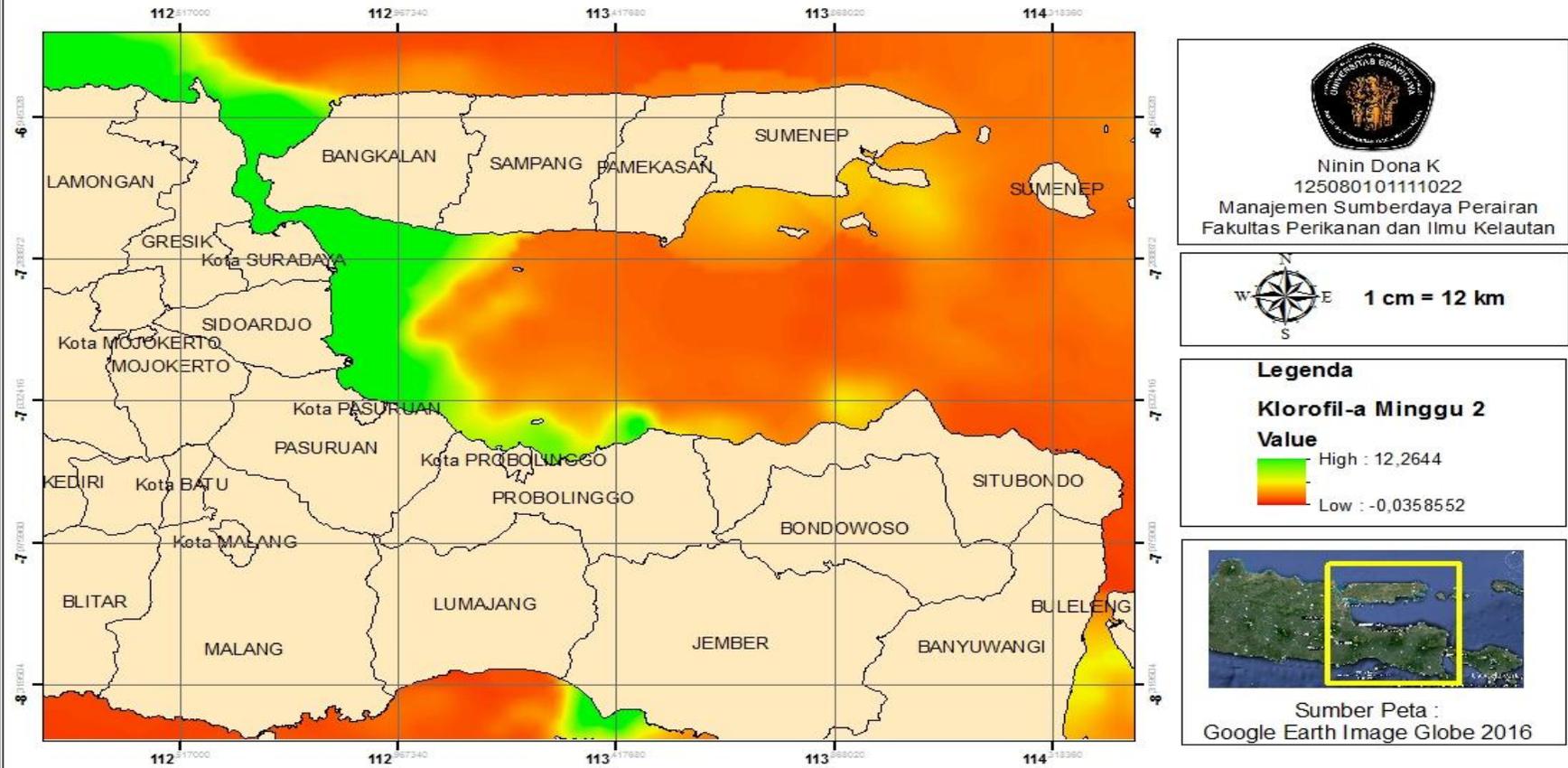


# PETA DISTRIBUSI KLOORIFIL-a DESA KLATAKAN KECAMATAN KENDIT, SITUBONDO



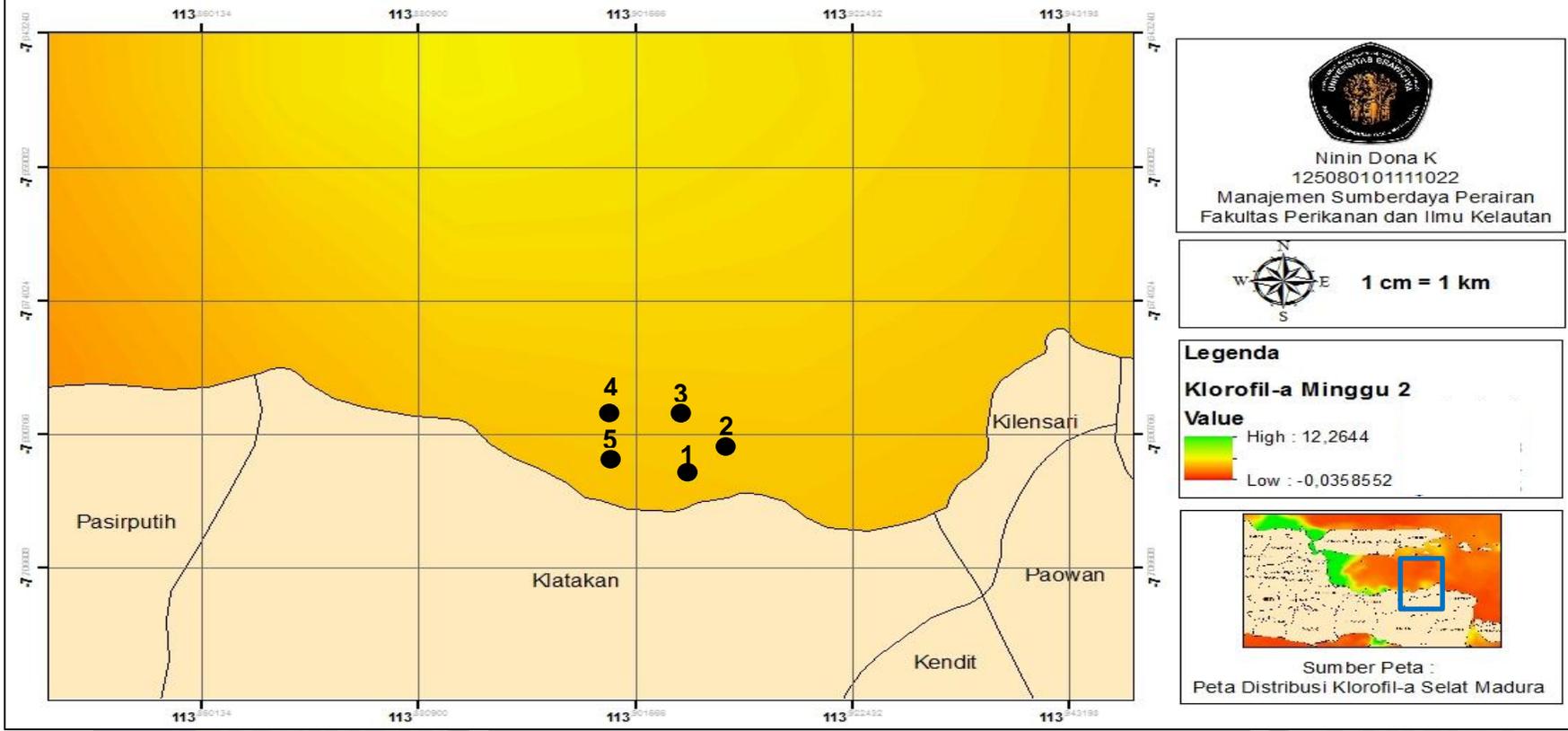
Gambar 9. Peta Distribusi Klorofil-a Minggu Pertama Desa Klatakan Kecamatan Kendit, Situbondo

# PETA DISTRIBUSI KLOORFIL-a SELAT MADURA



Gambar 10. Peta Distribusi Klorofil-a Minggu Kedua Selat Madura

### PETA DISTRIBUSI KLOORIFIL-a DESA KLATAKAN KECAMATAN KENDIT, SITUBONDO



Gambar 11. Peta Distribusi Klorofil-a Minggu Kedua Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, Situbondo

Berdasarkan data citra yang dihasilkan diatas (Gambar 8 hingga Gambar 11), menunjukkan distribusi spasial konsentrasi klorofil-a merata dan homogen pada kelima stasiun penelitian dan daerah sekitarnya, terlihat dari nilai konsentrasi klorofil-a data citra yang didapatkan (Tabel 4) tidak berbeda jauh antar stasiun. Selain itu pada hasil pengolahan data citra menunjukkan bahwa, semakin tinggi klorofil-a maka pixel warna yang dihasilkan semakin hijau dan semakin rendah klorofil-a maka pixel warna yang dihasilkan semakin merah. Pada minggu pertama data citra perairan Desa Klatakan yang didapat berada pada pixel warna orange tua hampir kemerahan yang menunjukkan bahwa nilai konsentrasi klorofil-a rendah, terlihat bahwa seluruh stasiun berada pada pixel yang berwarna orange tua dan didapat nilai klorofil-a berkisar antara 0,5934 - 0,5942 mg/m<sup>3</sup>. Sedangkan distribusi klorofil-a pada minggu kedua menunjukkan peningkatan terlihat dari pixel warna yang dihasilkan adalah orange muda hampir kekuningan dan seluruh stasiun penelitian berada pada daerah tersebut dengan nilai klorofil-a berkisar antara 0,8740 - 0,9003 mg/m<sup>3</sup>. Berdasarkan pengelompokan nilai konsentrasi klorofil-a dari data citra satelit Aqua Modis, jika nilai konsentrasi klorofil-a < 5 mg/m<sup>3</sup> maka kondisi perairan tersebut aman (Prihartato, 2009).

Selain secara spasial distribusi klorofil-a juga dapat dilihat secara temporal berdasarkan data komposit 8 hari, sehingga distribusi klorofil-a secara temporal dalam satu minggu dapat terlihat. Distribusi klorofil-a yang dihasilkan data citra Aqua Modis pada minggu kedua jauh lebih baik daripada minggu pertama, hal ini disebabkan karena adanya awan akibat pengaruh cuaca. Salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap nilai konsentrasi klorofil adalah faktor musim (Mahrozi, 2009). Pada minggu pertama, cuaca di daerah perairan Desa Klatakan mendung dan gerimis, sehingga hal inilah yang dapat menyebabkan daerah tersebut berawan. Adanya tutupan awan dapat menghalangi sensor citra dan mempengaruhi data citra sehingga distribusi klorofil-a tidak dapat terlihat.

Sedangkan pada minggu kedua terlihat warna yang diperoleh yaitu orange muda kekuningan dan semakin kearah laut semakin berwarna orange tua yang menunjukkan nilai klorofil-a semakin rendah. Meskipun nilai klorofil-a antara data citra dan data lapang sama-sama mengalami peningkatan pada minggu kedua, namun nilai konsentrasi klorofil-a data citra cukup berbeda dari hasil lapang. Terkadang dalam hasil pengolahan didapatkan hasil yang tidak sesuai, hal ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti faktor awan yang berpengaruh besar terhadap data yang dihasilkan sehingga data tidak terbaca dengan baik (Mahrozi, 2009).

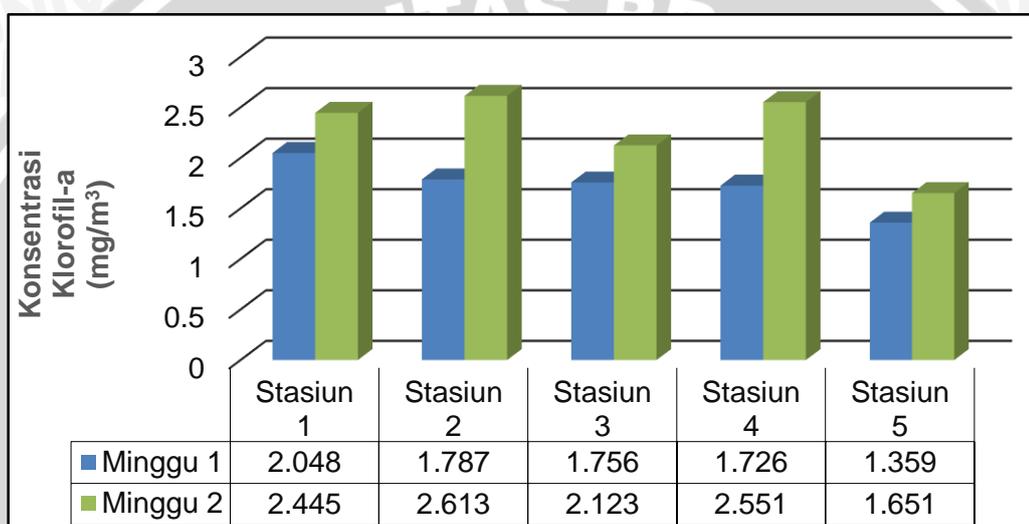
#### 4.4.2 Klorofil-a Data Lapang

Pengukuran klorofil-a di lapang dilakukan di perairan laut Situbondo tepatnya pada Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, Jawa Timur. Pengukuran ini dilakukan melalui pengambilan sampel air laut yang dikondisikan dengan botol gelap pada 5 stasiun disekitar area KJA yang telah ditentukan. Selanjutnya air sampel klorofil-a diuji di Laboratorium Kesehatan Lingkungan BPBAP Situbondo. Data lapang yang didapatkan merupakan hasil pengambilan sampel yang dilakukan pada tanggal 12 April 2016 dan 19 April 2016 antara pukul 10.00 WIB sampai 13.50 WIB. Adapun hasil konsentrasi klorofil-a dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini dan perhitungan klorofil-a dapat dilihat pada Lampiran 4.

**Tabel 5.** Data Hasil Lapang Konsentrasi Klorofil-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

Minggu	Stasiun				
	1	2	3	4	5
1	2,0482	1,7878	1,7570	1,7262	1,3597
2	2,4454	2,6133	2,1233	2,5517	1,6510

Hasil klorofil-a yang diperoleh pada setiap stasiun memiliki konsentrasi yang berbeda. Tinggi rendahnya konsentrasi klorofil-a tersebut dipengaruhi oleh banyak faktor terutama kondisi perairan tersebut termasuk faktor fisika dan kimia perairan seperti intensitas cahaya, nutrien (fosfat dan nitrat) serta kualitas air lainnya. Sehingga hal tersebut yang menyebabkan perbedaan konsentrasi klorofil-a pada beberapa stasiun. Perbedaan konsentrasi klorofil-a dapat dilihat pada Gambar 10 dibawah ini.



**Gambar 12.** Konsentrasi Klorofil-a Berdasarkan Data Lapangan

Hasil pengukuran klorofil-a pada setiap stasiun mengalami kenaikan dari minggu pertama hingga minggu kedua. Terlihat bahwa pada minggu pertama konsentrasi klorofil-a tertinggi yaitu pada stasiun 1 sebesar 2,048 mg/m<sup>3</sup>, sedangkan konsentrasi terendah yaitu pada stasiun 5 sebesar 1,359 mg/m<sup>3</sup>. Berbeda dari minggu pertama, pada minggu kedua nilai konsentrasi klorofil-a pada setiap stasiun mengalami kenaikan hal ini disebabkan karna adanya pengaruh cuaca yang lebih cerah dibandingkan pada minggu pertama ketika pengambilan sampel, sehingga menyebabkan konsentrasi klorofil-a lebih tinggi dibandingkan dengan minggu pertama.

Pada minggu kedua konsentrasi klorofil-a tertinggi yaitu pada stasiun 2 sebesar 2,613 mg/m<sup>3</sup>, sedangkan nilai konsentrasi klorofil-a terendah yaitu pada stasiun 5 sebesar 1,651 mg/m<sup>3</sup>. Tingginya konsentrasi klorofil-a pada stasiun 1 dan 2 dipengaruhi oleh jumlah KJA pada area ini lebih banyak daripada stasiun lainnya sehingga nutrisi pada sekitar area ini lebih tinggi. Selain itu adanya pengaruh daratan pada stasiun 1 yang memungkinkan adanya pasokan nutrisi sehingga menyebabkan nilai konsentrasi klorofil-a lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun yang lain. Menurut Krismono (2010), mengatakan bahwa adanya perbedaan konsentrasi klorofil di perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor pertumbuhan fitoplankton seperti intensitas cahaya matahari, konsentrasi nutrisi (nitrat dan fosfat), pengadukan air, suhu, serta kualitas air lainnya.

Konsentrasi klorofil-a terendah baik pada minggu 1 dan minggu 2 yaitu pada stasiun 5. Seperti yang telah dijelaskan bahwa pada stasiun 5 merupakan area sekitar KJA yang berbatasan dengan mangrove serta terdapat banyak karang tepi dan merupakan habitat serta berkumpulnya berbagai organisme seperti ikan ataupun zooplankton dengan jumlah yang lebih tinggi dibanding stasiun lainnya. Sehingga pada stasiun 5 memungkinkan terjadinya pemangsaan fitoplankton sebagai pakan alami oleh ikan dan zooplankton. Adanya proses "*grazing*" oleh zooplankton juga memiliki peran besar dalam mengontrol konsentrasi fitoplankton di laut (Parsons *et al.*, 1984 dalam Fitriya *et al.*, 2011). Sehingga hal tersebut dapat berpengaruh terhadap konsentrasi klorofil-a, hal ini sesuai dengan pernyataan Hatta (2002), pemangsaan atau *grazing* berperan besar dalam mengontrol konsentrasi klorofil-a.

Tinggi rendahnya klorofil di perairan dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kelimpahan fitoplankton, karena seperti diketahui bahwa fitoplankton mengandung klorofil-a, sehingga tinggi rendahnya kelimpahan fitoplankton dapat mempengaruhi besar kecilnya kandungan klorofil-a. Namun Berdasarkan hasil penelitian ini

diketahui bahwa konsentrasi klorofil-a pada beberapa stasiun seperti pada stasiun 1 dan 5 di minggu pertama tidak dipengaruhi oleh nilai kelimpahan fitoplankton. Pada diagram batang kelimpahan fitoplankton (Gambar 6), terlihat bahwa nilai kelimpahan fitoplankton tertinggi pada minggu pertama adalah pada stasiun 2 dan 5 sedangkan kelimpahan terendah adalah pada stasiun 1. Sementara itu nilai konsentrasi klorofil-a tertinggi pada minggu pertama adalah pada stasiun 1 dan klorofil-a terendah pada stasiun 5 (Gambar 10). Sedangkan pada minggu kedua nilai kelimpahan tertinggi adalah pada stasiun 4 namun konsentrasi klorofil-a tertinggi adalah pada stasiun 2. Hal ini menunjukkan kelimpahan fitoplankton berbanding terbalik dengan konsentrasi klorofil-a. Terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan kelimpahan fitoplankton tidak selalu berkorelasi secara nyata dengan klorofil-a, beberapa alasan yang dapat dikemukakan antara lain yaitu proporsi klorofil-a yang dapat berbeda pada setiap jenis fitoplankton yang berbeda pula (Aryawati dan Toha, 2011). Tingginya kandungan klorofil-a tidak hanya ditentukan oleh kuantitas atau kelimpahan sel plankton, namun dipengaruhi pula oleh kualitas dan keanekaragaman jenis yang ada (Erlina, 2006). Kandungan klorofil berbeda menurut spesies fitoplankton, dan bahkan berbeda pada individu-individu dari spesies yang sama karena kandungan klorofil-a bergantung pada kondisi individu fitoplankton itu sendiri (Nybakken, 1992 *dalam* Erlina, 2006).

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa fitoplankton dari kelas *bacillariophyceae* mendominasi perairan disekitar KJA, namun fitoplankton dengan genus yang berbeda dapat mempengaruhi nilai konsentrasi klorofil-a. Seperti pada minggu pertama terdapat perbedaan genus antara stasiun 1 dan 5. Pada stasiun 1 fitoplankton yang diperoleh adalah dari genus *nitzschia* menghasilkan konsentrasi klorofil-a tertinggi pada minggu pertama meskipun nilai kelimpahannya terendah dari stasiun yang lain. Sedangkan pada stasiun 5 memiliki nilai konsentrasi klorofil-a terendah pada minggu pertama, namun kelimpahan pada

stasiun ini tinggi. Salah satu fitoplankton yang diperoleh pada stasiun 5 berasal dari kelas *bacillariophyceae* dengan genus yang berbeda yaitu *dactyliosolen* berpengaruh terhadap konsentrasi klorofil-a yang dihasilkan.

#### 4.5 Hasil Uji Validasi Keakuratan Data

Parameter klorofil-a yang telah diukur melalui uji di laboratorium dan pengolahan data citra klorofil-a satelit Aqua Modis menunjukkan nilai konsentrasi klorofil-a yang berbeda. Sehingga perlu dilakukan uji validasi terhadap hasil dari kedua metode tersebut dengan menggunakan analisa RMS (*Root Mean Square*) Error untuk melihat keakuratan nilai klorofil-a berdasarkan kedua metode tersebut. Pada penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil klorofil-a data citra dan data lapang serta nilai RMS Error yang telah dihitung seperti pada Tabel 6 dibawah ini, dan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6.

**Tabel 6.** Validasi Data Citra Dengan Data Lapang

Stasiun	Nilai Klorofil-a Data Lapang (mg/m <sup>3</sup> )		Stasiun	Nilai Klorofil-a Data Citra (mg/m <sup>3</sup> )		RMS Error
	Minggu 1	Minggu 2		Minggu 1	Minggu 2	
1	2,0482	2,4454	1	0,5942	0,8761	0,63
2	1,7878	2,6133	2	0,5934	0,8911	
3	1,7570	2,1233	3	0,5950	0,9003	
4	1,7262	2,5517	4	0,5970	0,8976	
5	1,3597	1,6510	5	0,5970	0,8740	

Uji RMS Error mencerminkan perbedaan antara nilai data lapang dengan nilai hasil ekstraksi citra satelit. Semakin kecil nilai RMS Error maka data yang didapat semakin bagus dan akurat (Nuriya *et al.*, 2010). Berdasarkan perhitungan validasi data citra dengan data lapang diperoleh nilai RMS Error sebesar 0,63. Pada penelitian Nuriya *et al.*, (2010) didapatkan nilai RMS error untuk klorofil-a di Selat Madura sebesar 0,934664, sedangkan pada penelitian Muhsoni (2008), nilai RMS

error pada perairan Selat Madura untuk klorofil yaitu 1,0631. Sehingga nilai RMS error yang didapat pada penelitian ini untuk klorofil-a dari data Aqua Modis tersebut menunjukkan bahwa data citra yang diperoleh akurat karena hasil tersebut lebih kecil dari hasil penelitian sebelumnya yaitu 0,63.

#### 4.6 Hasil Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati pada penelitian ini meliputi suhu, kecerahan, arus, salinitas, pH, oksigen terlarut (DO), NO<sub>3</sub>, Orthofosfat (PO<sub>4</sub>). Pengukuran kualitas air dilakukan di lapang maupun di laboratorium Kesehatan dan Lingkungan BPBAP Situbondo, Jawa Timur. Adapun hasil kualitas air yang diperoleh dapat dilihat pada tabel dibawah ini (Tabel 7).

**Tabel 7.** Hasil Parameter Kualitas Air

<b>Minggu 1</b>						
Parameter	Satuan	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Stasiun 5
Suhu	°C	29	31	31	31	31
Arus	m/s	0,06	0,09	0,08	0,12	0,102
Kecerahan	M	5,95	5,63	5,27	7,445	6,85
DO	mg/l	4,913	4,510	5,074	5,154	5,074
pH	-	8,52	8,49	8,51	8,52	8,48
Salinitas	‰	33	33	33	34	34
PO <sub>4</sub>	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
NO <sub>3</sub>	mg/l	1,6	1,5	1,9	2,1	2,2
<b>Minggu 2</b>						
Parameter	Satuan	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Stasiun 5
Suhu	°C	31	32	32	32	32
Arus	m/s	0,06	0,08	0,07	0,1	0,09
Kecerahan	M	6,93	7,08	6,27	8,59	7,85
DO	mg/l	5,315	5,154	5,315	5,557	5,557
pH	-	8,19	8,19	8,15	8,24	8,25
Salinitas	‰	31	31	31	30	31
PO <sub>4</sub>	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
NO <sub>3</sub>	mg/l	2,5	2,5	2,5	1,8	2,1

Berdasarkan hasil analisis kualitas air pada minggu pertama dan kedua, terlihat bahwa suhu pada perairan Desa Klatakan berkisar antara 29<sup>o</sup> - 32<sup>o</sup>C. Suhu

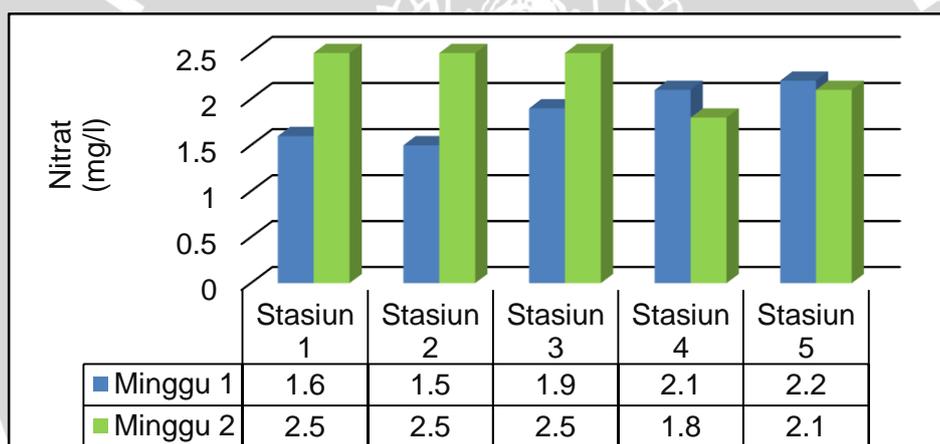
terendah terjadi pada minggu pertama yaitu di stasiun 1 sebesar  $29^{\circ}\text{C}$  dan suhu tertinggi yaitu sebesar  $32^{\circ}\text{C}$  pada stasiun 2 hingga stasiun 4 di minggu kedua. Perbedaan suhu ini terjadi karena pada minggu pertama, terjadi perubahan cuaca yaitu mendung dan gerimis ketika pengukuran. Sedangkan cuaca pada minggu kedua ketika pengukuran cukup cerah. Selanjutnya kisaran nilai pH pada minggu pertama yaitu antara 8,48 - 8,52, sedangkan kisaran nilai pH pada minggu kedua antara 8,15 - 8,25, perbedaan nilai pH pada minggu pertama dan kedua ini tidak terlampau jauh serta termasuk dalam kisaran nilai pH perairan yang normal. Semakin jauh dari daratan saat pasang maupun surut, nilai pH akan semakin tinggi, ini dikarenakan semakin jauh dari daratan maka salinitas akan semakin tinggi sehingga pH akan semakin bersifat basa karena semakin banyaknya ion karbonat di perairan tersebut (Sembiring *et al.*, 2012). Kemudian nilai salinitas perairan baik pada minggu pertama maupun kedua berkisar antara 30 - 34 ‰. Menurut Kepmen LH No.51 Tahun 2004 mengenai baku mutu air untuk biota laut yaitu suhu  $28^{\circ}$  -  $32^{\circ}\text{C}$ , pH sebesar 6,5 - 8,5 dan salinitas sebesar 33 - 34 ‰. Hasil pengukuran parameter kualitas air yang meliputi suhu, pH dan salinitas di perairan Desa Klatakan, Kecamatan Kendit tersebut, termasuk dalam kondisi yang baik dan dapat ditoleransi oleh biota laut untuk kelangsungan hidupnya.

Parameter kualitas air lainnya yang diukur di lapang adalah arus dan kecerahan. Berdasarkan tabel 6 di atas, nilai arus pada perairan Desa Klatakan berkisar antara 0,06 - 0,1 m/s. Nilai arus tertinggi baik pada minggu pertama maupun kedua yaitu pada stasiun 4 sebesar 0,12 m/s dan 0,1 m/s. Sedangkan nilai arus terendah baik pada minggu pertama dan minggu kedua yaitu pada stasiun 1 sebesar 0,06 m/s. Arus pada perairan ini termasuk tenang, gelombangnya juga tidak terlalu tinggi. Hal ini berkaitan dengan kegiatan KJA yang memang memanfaatkan perairan dengan arus tenang dan gelombang yang rendah, karena perairan dengan gelombang yang tinggi dapat merusak struktur KJA. Selanjutnya

nilai kecerahan pada perairan ini cukup tinggi pada seluruh stasiun baik pada minggu pertama maupun minggu kedua. Nilai kecerahan terendah berada pada minggu pertama di stasiun 3 sebesar 5,27 m, dan nilai kecerahan tertinggi berada pada minggu kedua di stasiun 4 sebesar 8,59 m. Secara umum pola sebaran kecerahan cenderung meningkat ke arah laut lepas (Kusumaningtyas *et al.*, 2014). Selain itu berdasarkan Kepmen LH No.51 Tahun 2004 mengenai baku mutu air untuk biota laut menunjukkan bahwa nilai kecerahan yang didapat secara umum baik untuk pertumbuhan biota laut. Adapun hasil perhitungan parameter arus dan kecerahan dapat dilihat pada Lampiran 7.

Selanjutnya parameter kimia meliputi oksigen terlarut (DO), nitrat serta orthopospat, dianalisis di laboratorium Kesehatan dan Lingkungan BPBAP, Sltubondo, Jawa Timur, dan didapatkan hasil untuk DO pada minggu pertama berkisar antara 4,5 - 5,1 mg/l dengan nilai DO terendah berada pada stasiun 2 sebesar 4,510 mg/l, sedangkan nilai DO tertinggi yaitu sebesar 5,154 mg/l pada stasiun 4. Selanjutnya pada minggu kedua nilai DO berkisar antara 5,1 - 5,5 mg/l dengan nilai DO terendah berada pada stasiun 2 sebesar 5,154 mg/l, sedangkan nilai DO tertinggi yaitu pada stasiun 4 dan 5 sebesar 5,557 mg/l. Kisaran nilai DO perairan yang didapatkan termasuk nilai yang rendah. Berdasarkan KepMen LH No 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut, DO yang ideal bagi kehidupan biota laut yaitu > 5,0 mg/l, sehingga berdasarkan hal tersebut nilai DO yang didapatkan pada penelitian ini termasuk rendah. Kadar oksigen terlarut untuk ikan beronang, kerapu dan kakap yaitu antara 4 - 8 mg/l, kondisi oksigen yang berkisar antara 4,24 - 5,83 mg/l masih dapat digunakan untuk kepentingan budidaya perikanan karena masih memenuhi nilai ambang batas oksigen (KLH, 2004 *dalam* Simanjutak, 2012). Selain itu sebaran oksigen terlarut diduga tidak berhubungan langsung dengan klorofil-a karena sebaran oksigen terlarut yang tinggi tidak langsung mempengaruhi sebaran klorofil-a yang juga tinggi (Safitri, 2014).

Selanjutnya konsentrasi nitrat yang diperoleh pada penelitian ini baik pada minggu pertama maupun minggu kedua berkisar antara 1,5 - 2,5 mg/l, nilai tersebut diatas baku mutu. Menurut Kepmen LH No.51 tahun 2004 baku mutu untuk konsentrasi nitrat adalah 0,008 mg/l. Nitrat pada minggu pertama dan kedua mengalami perubahan dan kenaikan nilai pada setiap stasiun penelitian, hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti sumber pasokan nutrisi yang berbeda yaitu bisa berasal dari KJA ataupun wilayah sekitarnya seperti mangrove maupun daratan. Selain itu nutrisi juga bisa berasal dari pengadukan (*upwelling*) yang terbawa oleh arus dan gelombang. Adapun perubahan konsentrasi nilai nitrat dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Gambar 11).



**Gambar 13.** Konsentrasi Nilai Nitrat (mg/l)

Pada minggu pertama konsentrasi nitrat tertinggi yaitu pada stasiun 5 sebesar 2,2 mg/l, sedangkan konsentrasi terendah yaitu pada stasiun 2 sebesar 1,5 mg/l. Selanjutnya pada minggu kedua konsentrasi nitrat tertinggi yaitu sebesar 2,5 mg/l pada stasiun 1, 2 dan 3, kemudian konsentrasi nitrat terendah yaitu sebesar 1,8 mg/l pada stasiun 4. Perbedaan konsentrasi nitrat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pada minggu pertama stasiun 4 dan 5 memiliki nilai konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 1, 2 dan 3 hal ini bisa disebabkan karena adanya pengaruh pasokan nutrisi dari mangrove pada sekitar stasiun 5 serta

pengaruh dari laut lepas memungkinkan membawa nutrisi pada stasiun 4 sehingga menyebabkan kandungan nitrat lebih tinggi. Terlihat dari nilai arus pada stasiun 4 dan 5 juga lebih tinggi dari ketiga stasiun lainnya pada minggu pertama. Sehingga memungkinkan arus tersebut membawa nutrisi. Selain itu rendahnya konsentrasi nitrat pada stasiun 1, 2 dan 3 diduga disebabkan karena pada minggu pertama cuaca cukup mendung sehingga tidak terjadi fotosintesis oleh fitoplankton menyebabkan oksigen terlarut diperairan hanya cukup digunakan untuk respirasi oleh organisme maupun mikroorganisme, sedangkan proses dekomposisi bahan organik menjadi nutrisi seperti nitrat tidak maksimal sehingga menyebabkan nitrat pada ketiga stasiun tersebut rendah.

Berbeda dengan minggu pertama, pada minggu kedua pada stasiun 1, 2 dan 3 konsentrasi nilai nitrat lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 4 dan 5, hal ini bisa disebabkan karena adanya perombakan bahan organik lebih maksimal pada sekitar KJA mengingat jumlah KJA pada sekitar stasiun 1 dan 2 lebih banyak dibandingkan dengan stasiun lainnya, sehingga perombakan bahan organik oleh mikroorganisme tersebut lebih optimal daripada minggu pertama karena cuaca sangat cerah sehingga fitoplankton dapat melakukan fotosintesis dan menghasilkan oksigen lebih banyak dibandingkan dengan minggu pertama. Adanya oksigen terlarut yang cukup, maka dapat dimanfaatkan tidak hanya untuk respirasi melainkan juga untuk merombak bahan organik oleh mikroorganisme. Sehingga nutrisi yang dihasilkan juga lebih tinggi. Parson *et al.* (1984), dalam Handoko *et al.* (2013), menjelaskan bahwa kebutuhan minimum nitrat yang dapat diserap oleh diatom berkisar antara 0,001-0,007 mg/l. Kadar nitrat nitrogen pada perairan alami hampir tidak pernah lebih dari 0,1 mg/l, akan tetapi jika kadar nitrat lebih besar 0,2 mg/l maka akan mengakibatkan eutrofikasi (Kusumaningtyas *et al.*, 2014).

Selain nitrat, nutrisi lain yang diukur adalah orthofosfat. Hasil orthofosfat yang didapatkan pada stasiun 1 hingga 5 baik pada minggu pertama dan kedua

adalah  $< 0,001$  mg/l dan hampir tidak terdeteksi, dikarenakan nilai fosfat di sekitar KJA tersebut kecil. Hal ini diduga karena pada perairan Desa Klatakan tersebut tidak ada masukan unsur hara yang berasal dari aliran sungai. Fosfat dapat terbawa melalui *run off* atau saat terjadi hujan oleh aliran sungai menuju laut yang berasal dari pelapukan batu-batuan atau endapan-endapan lain. Sehingga materi tersuspensi dan yang mengendap pada perairan ini sangatlah kecil, maka dari itu orthofosfat di perairan seringkali dijadikan faktor pembatas. Konsentrasi fosfat di alam merupakan faktor pembatas bagi populasi fitoplankton terutama untuk jenis diatom, demikian pula konsentrasi fosfat yang rendah menjadi faktor pembatas bagi produktivitas primer perairan (Erlina, 2006).



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada area keramba jaring apung (KJA) perairan Desa Klatakan, Kecamatan Kendit, Situbondo, Jawa Timur, maka dapat disimpulkan:

- Konsentrasi klorofil-a yang diperoleh dari data lapang menunjukkan kisaran sebesar 1,359 - 2,613 mg/m<sup>3</sup>. Pada penelitian ini tinggi rendah klorofil-a pada beberapa stasiun tidak dipengaruhi oleh nilai kelimpahan fitoplankton melainkan dipengaruhi oleh komposisi fitoplankton, terlihat dari hasil yang didapatkan komposisi fitoplankton yang didominasi oleh kelas *bacillariophyceae* yang dapat menghasilkan klorofil-a cukup tinggi seperti genus *nitzschia*.
- Konsentrasi klorofil-a yang diperoleh dari data citra satelit Aqua Modis berkisar antara 0,5934 - 0,9003 mg/m<sup>3</sup>. Diketahui distribusi temporal klorofil-a meningkat pada minggu kedua. Hal ini disebabkan nilai klorofil-a data citra dipengaruhi oleh faktor cuaca yang mendung pada minggu pertama yang menyebabkan terjadinya penutupan awan yang menghalangi sensor citra. Sedangkan distribusi spasial klorofil-a merata pada seluruh stasiun penelitian.
- Hasil validasi data citra dengan data lapang menggunakan RMS Error didapat nilai RMS sebesar 0.63, hasil tersebut adalah kecil dan dapat dikatakan bahwa data citra Aqua Modis yang diperoleh akurat.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan bagi penelitian selanjutnya adalah agar lebih memperhatikan waktu pengambilan sampel lapang dengan waktu satelit Aqua

Modis melintas serta kondisi cuaca di sekitar lokasi penelitian agar data yang didapat lebih akurat dan nilai *error* yang dihasilkan bisa lebih kecil. Hal ini disebabkan karena adanya tutupan awan akibat cuaca dapat menghalangi sensor dan mempengaruhi kualitas data citra yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil uji validasi data citra dan data lapang diketahui bahwa data citra untuk klorofil-a adalah akurat. Sehingga disarankan agar pengelolaan sumber daya perikanan dapat memanfaatkan teknologi penginderaan jauh mengenai konsentrasi klorofil-a sebagai sumber informasi untuk menduga keberadaan fitoplankton sebagai pakan alami, hal ini dapat digunakan untuk memastikan daerah-daerah mana saja yang optimal dijadikan tempat budidaya ikan mengingat ikan mempunyai kecenderungan untuk terdistribusi ditempat dengan sumber makanan yang paling baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adani, N.G., M.R. Muskanonfola, I.B.Hendrarto. 2013. Kesuburan perairan ditinjau dari kandungan klorofil-a fitoplankton studi kasus di sungai Wedung, Demak. *Diponegoro Journal of Maquares*. Vol 2(4): 38-45.
- Aftriana, C.V. 2013. Analisis Perubahan Kerapatan Vegetasi Kota Semarang Menggunakan Bantuan Teknologi Penginderaan Jauh. Skripsi. Universitas Semarang. Semarang.
- Alianto, E.M.Adiwilaga, A.Damar. 2008. Produktivitas primer fitoplankton dan keterkaitannya dengan unsur hara dan cahaya di perairan Teluk Banten. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. Vol 15(1): 21-26.
- Ambarwati, Saifullah, Mustahal. 2014. Identifikasi fitoplankton dari perairan Waduk Nadra Krenceng Kota Cilegon Banten. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 4(4): 283-291.
- Arief, M., W. Lestari, L. 2006. Analisis kesesuaian perairan tambak di Kabupaten Demak ditinjau dari nilai klorofil-a, suhu permukaan perairan dan muatan padatan tersuspensi menggunakan data citra satelit landsat etm 7+. *Jurnal Penginderaan Jauh*. Vol 3(1): 108-118.
- \_\_\_\_\_, M. 2008. Analisis penentuan ekosistem laut pulau-pulau kecil dengan menggunakan data satelit resolusi tinggi studi kasus: Pulau Bokor. *Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara*. Vol 3(4): 149-157.
- Arikunto, S. 2002. *Prosedur Pendekatan Praktik*. Edisi revisi 5. Rineka Cipta. Jakarta.
- Aryawati, R, dan Thoha, H. 2011. Hubungan kandungan klorofil-a dan kelimpahan fitoplankton di perairan Berau Kalmiantan Timur. *Maspri Journal*. Vol 02: 89-94.
- Asmara, A. 2005. Hubungan Struktur Komunitas Plankton dengan Kondisi Fisika Kimia Perairan Pulau Pramuka dan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Balai Perikanan Budidaya Air Payau. 2016. *Metode Pengukuran Nitrat*. Situbondo. Jawa Timur
- Chu, T dan Rienzo, M.J. 2013. Bloom-forming cyanobacteria and other phytoplankton in Northern New Jersey freshwater bodies. Department of Biological Sciences. Seton Hall University. USA. Page 1-24.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Erlina, A. 2006. Kualitas Perairan di Sekitar BBPBAP Jepara Ditinjau dari Aspek Produktivitas Primer Sebagai Landasan Operasional Pengembangan Budidaya Udang dan Ikan. Tesis. Progam Studi Magister Manajemen Sumber daya Pantai. Universitas Diponegoro.

Fathurahman dan Ainurohim. 2014. Kajian komposisi fitoplankton dan hubungannya dengan lokasi budidaya kerang mutiara (*Pinctada maxima*) di perairan Sekotong, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Teknik Pomits*. Vol 3(2): E93- E98.

Fitra, F., I.J.Zakaria, Syamsuardi. 2013a. Produktivitas primer fitoplankton di Teluk Bungus. *Jurnal Biologika*. Vol 2(1): 59-66.

\_\_\_\_\_. 2013b. Produktivitas primer fitoplankton di teluk Bungus. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung. Halaman 303-306.

Fitriya, N., H.Surbakti, R.Aryawati. 2011. Pola sebaran fitoplankton serta klorofil-a pada bulan November di perairan Tambelan, Laut Natuna. *Maspari Journal*. Vol 03: 01-08.

Garno, Y.S. 2008. Kualitas air dan dinamika fitoplankton di perairan Pulau Harapan. *Jurnal Hidrosfir Indonesia*. Vol 3(2): 87-94.

Google earth. 2016. <http://www.googleearth.com/>. Diakses pada Februari 2016.

Handoko, M.Yusuf, S.Y.Wulandari. 2013. Sebaran nitrat dan fosfat dalam kaitannya dengan kelimpahan fitoplankton di Kepulauan Karimun Jawa. *Buletin Oseanografi Marina*. Vol 2: 48-53.

Hapsari, D. 2006. Hubungan antara produktivitas primer fitoplankton dengan distribusi ikan di Ekosistem perairan Rawa Pening Kabupaten Semarang. Skripsi. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

Hariyadi, S., Suryadiputra dan B.Widigdo. 1992. Limnologi Metode Kualitas Air. Fakultas Pertanian Isntitut Pertanian Bogor. Bogor.

Hatta M. 2002. Hubungan Antara Klorofil-a dan Ikan Pelagis dengan Kondisi Oseanografi di Perairan Utara Irian Jaya. Makalah Falsafah Sains, Program Pasca sarjana/S-3 IPB. Bogor.

Hidayat, R., L.Viruly, D.Azizah. 2014. Kajian kandungan fitoplankton klorofil-a pada fitoplankton terhadap parameter kualitas air di Teluk Tanjung Pinang Kepulauan Riau. *Online*. <http://jurnal.umrah.ac.id/> diakses pada Februari 2016

Hutagalung, H., Dedy dan Riyono, H. 1997. Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota Buku ke-2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (LIPI). Jakarta.

Ismunarti, D.H. 2013. Analisis komponen utama pada hubungan distribusi spasial fitoplankton dan faktor lingkungan. *Ilmu Kelautan*. Vol 18(1): 14-19.

Isnaini, H.Surbakti, R.Aryawati. 2014. Komposisi dan kelimpahan fitoplankton di perairan sekitar Pulau Maspari, Ogan Komering Ilir. *Maspari Journal*. Vol 6(1): 39-45.

- Kementerian Lingkungan Hidup (KLH). 2004. Keputusan menteri KLH No.51/2004 Tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut. KLH. Jakarta.
- Khasanah, R.I., A.Sartimbul, E.Y.Herawati. 2013. Kelimpahan dan keanekaragaman plankton di perairan Selat Bali. *Ilmu Kelautan*. Vol **18**(4): 193-202.
- Krismono. 2010. Hubungan Antara Kualitas Air Dengan Klorofil-a Dan Pengaruhnya Terhadap Populasi Ikan Di Perairan Danau Limboto. *Jurnal Limnotek* 17 (2)
- Kurniawan, A. Y.Permanasari, I.Sukarsih. 2015. Pemanfaatan data suhu permukaan laut citra penginderaan jauh modis terra / aqua untuk identifikasi wilayah berpotensi ikan. Prosiding. Jurusan Matematika. Universitas Islam Bandung.
- Kusumadewi, A.C., M.Yusuf, S.Y.Wulandari. 2015. Sebaran horizontal konsentrasi nitrat (NO<sub>3</sub>) dan kelimpahan fitoplankton pada bulan September 2013 di perairan Komodo Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Oseanografi*. Vol **4**(2):408-414.
- Kusumaningtyas, M.A., R.Bramawanto, A.Daulat, W.S.Pranowo. 2014. Kualitas perairan Natuna pada musim transisi. *Depik*. Vol **3**(1):10-20.
- Loupatty, G. 2013. Karakteristik energi gelombang dan arus perairan di Provinsi Maluku. *Barekeng*. Vol **7**(1): 19-22.
- Maccherone, B. 2005. About MODIS.<http://modis.gsfc.nasa.gov/>. diakses pada Februari 2016.
- Mahrozi, M. 2009. Penentuan Kandungan Klorofil di Permukaan Laut Menggunakan Data Modis. Skripsi. Universitas Indonesia. Depok.
- Marlian, N., A.Damar, H. Effendi. 2015. Distribusi horizontal klorofil-a fitoplankton sebagai indikator tingkat kesuburan perairan di Teluk Meulaboh Aceh Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian (JIPI)*. Vol **20**(3): 272-279.
- Marzuki. 1977. Metodologi Riset. BPFE. Universitas Islam Indonesia.Yogyakarta.
- Mulyanto. 2008. Metode Sampling. Diktat Kuliah (Kuliah Rancangan Percobaan). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Tidak diterbitkan.
- NASA. 2016. About MODIS. <http://modis.gsfc.nasa.gov/>. diakses pada Februari 2016.
- Nastiti, A.S., B.Sumiono, A.Fitriyanto. 2012. Distribusi spasial dan temporal juvenile udang dalam kaitannya dengan lingkungan perairan di Teluk Jakarta. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Vol **18**(3): 157-166.
- Nio, S.A., Banyo, Y. 2011. Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*. Vol **11**(2): 166-173.

- \_\_\_\_\_, S.A. 2012. Evolusi fotosintesis pada tumbuhan. *Jurnal Ilmiah Sains*. Vol **12**(1): 28-34.
- Nontji, A. 1993. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta.
- Nuchsin, R. 2007. Distribusi vertical bakteri dan kaitannya dengan konsentrasi klorofil-a di perairan Kalimantan Timur. *Makara, Sains*. Vol **11** (1): 10-15.
- Nuriya, H., Z. Hidayah, W.A.Nugraha. 2010. Pengukuran konsentrasi klorofil-a dengan pengolahan citra landsat etm-7 dan uji laboratorium di perairan selat Madura bagian barat. *Jurnal Kelautan*. Vol **3**(1): 60-65.
- Paramita, A. B.Utomo, Desrita. 2014. Studi klorofil-a di kawasan perairan Belawan Sumatera Utara. Vol **3**(2): 106-119.
- Pemerintah Kabupaten Situbondo. 2016. Profil Desa Klatakan. *Online*. <http://www.situbondo.go.id>. Diakses pada Mei 2016.
- Pitoyo, A dan Wiryanto. 2001. Produktivitas Primer Perairan Waduk Cengklik Boyolali. *Biodiversitas* Vol.3 No.1 Hal. 189-195.
- Prasetyaningtyas, T., B. Priyono, T.A.Pribadi. 2012. Keanekaragaman plankton di perairan tambak ikan bandeng di tapak Tugurejo. *Unnes Journal of Life Science*. Vol **1** (1): 54-61
- Prianto, T.Z.U., R. Aryawati. 2013. Pola sebaran konsentrasi klorofil-a di Selat Bangka dengan menggunakan citra aqua modis. *Maspri Journal*. Vol **5**(1): 22-33.
- Prihartato, P.K. 2009. Studi Variabilitas Konsentrasi Klorofil-a dengan Menggunakan data Satelit Aqua-Modis dan SeaWifs serta Data *In Situ* di Teluk Jakarta. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Purba, N.P., A.M.A. Khan. 2010. Karakteristik fisika-kimia perairan Pantai Dumai pada musim peralihan. *Jurnal Akuatika*. Vol **1**(1): 69-83.
- Putra, E., J.L.Gaol, V.P.Siregar. 2012. Hubungan konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut dengan hasil tangkapan ikan pelagis utama di perairan laut Jawa dari citra satelit modis. *Jurnal teknologi Perikanan dan Kelautan*. Vol **3**(1): 1-10.
- Ramansyah, F. 2009. Penentuan pola sebaran konsentrasi klorofil-a di selat Sunda dan perairan sekitarnya dengan menggunakan data indera aqua modis. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Rasyid, Abd. 2009. Distribusi klorofil-a pada musim peralihan barat-timur di perairan Spermonde Propinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Sains dan teknologi*. Vol **9**(2): 125-132.
- Risandi, J., S.L.Sagala, W.S.Pranowo. 2015. Aplikasi model numerik karakteristik gelombang untuk kajian lahan pengembangan budidaya laut di Situbondo, Jawa Timur. *Jurnal Kelautan Nasional*. Vol **10**(1): 21-31.

- Sachoemar, S.I. Hendiarti, N. 2006. Struktur komunitas dan keragaman plankton antara perairan laut di selatan Jawa Timur, Bali dan Lombok. *Jurnal Hidrosfir*. Vol 1(1): 21-26.
- Safitri, N.M. 2014. Estimasi distribusi klorofil-a di perairan Selat Madura menggunakan data citra satelit modis dan pengukuran in situ pada musim timur. *Research Journal of Life Science*. Vol 01 (02):117-126.
- Santoso, G. 2005. *Metodologi Penelitian*. Prestasi Pustaka Publisher. Jakarta. 98.
- \_\_\_\_\_, A.D. 2007. Kandungan zat hara fosfat pada musim barat dan musim timur di Teluk Hurun Lampung. *Jurnal Tek.Lingkungan*. Vol 8(3): 207-210.
- Sari, T.E.Y., Usman. 2012. Studi parameter fisika dan kimia daerah penangkapan ikan perairan Selat Ssam Kabupaten Kepulauan Meranti Propinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 17(1): 88-100
- Sembiring, S.MR. Melki, F.Agustriana. 2012. Kualitas perairan muara Sungsang ditinjau dari konsentrasi bahan organik pada kondisi pasang surut. *Maspari Journal*. Vol 4(2):238-247.
- Semedi, B., Safitri, N.M. 2014. Estimasi distribusi klorofil-a di perairan selat Madura menggunakan data citra satelit modis dan pengukuran in situ pada musim timur. *Research Journal of Life Science*. Vol 01(02): 117-126
- Sihombing, R.F., R.Aryawati, Hartoni. 2013. Kandungan klorofil-a fitoplankton di sekitar perairan Desa Sungsang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspari Journal*. Vol 5(1): 34-39.
- Simanjuntak, M. 2007. Oksigen terlarut dan apparent oxygen utilization di perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka. *Ilmu Kelautan*. Vol 12(2): 59-66.
- \_\_\_\_\_. 2009. Hubungan faktor lingkungan kimia, fisika terhadap distribusi plankton di perairan Belitung timur, Bangka Belitung. *Jurnal Perikanan*. Vol XI(1): 31-45.
- \_\_\_\_\_, 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*. Vol 4(2): 290-303.
- Sinaga, S.S. 2008. Hubungan Nilai Produktivitas Primer dengan Konsentrasi Klorofil-a dan Faktor Fisika Kimia Air di Danau Toba Parapat, Kabupaten Simalungun. Universitas Sumatera Utara. *Skripsi*.
- SNI. 1990. Metode Pengukuran Kualitas Air. Dinas Pekerjaan Umum. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2004. Air dan Limbah - Bagian 14: Cara Uji Oksigen Terlarut Secara Yodometri (modifikasi azida). Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

- \_\_\_\_\_. 2005. Air dan Limbah - Bagian 31: Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer Secara Asam Askorbat. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Somantri, L. 2008. Pemanfaatan teknik penginderaan jauh untuk mengidentifikasi kerentanan dan risiko banjir. *Jurnal Gea, Jurusan Pendidikan Geografi*. Vol 8(2).
- Subarijanti, H.U. 2015. Pengantar Ekologi Perairan. FPIK UB. Malang.
- Sunarto. 2008. Peranan Cahaya Dalam Proses Produksi di Laut. Karya Ilmiah. FPIK Universitas Padjajaran. Halaman 1-30.
- Suryabrata. 1991. *Metodologi Penelitian*. CV. Rajawali. Jakarta. 96.
- Syah, A.F. 2011. Penyusunan algoritma penduga konsentrasi klorofil-a berdasarkan data spektrometri di perairan Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu. *Jurnal Kelautan*. Vol 4(1): 42-52.
- Syech, R., Juandi, M.Martin. 2013. Estimasi distribusi klorofil-a di perairan Selat Malaka menggunakan data liputan citra satelit FY-1D. Jurusan FMIPA Universitas Riau.
- Veronica, E., D.Arfiati, Soemarmo, A.Leksono. 2012. Komunitas fitoplankton dan faktor lingkungan yang mempengaruhi kelimpahannya di Sungai Hampalam, Kabupaten Kapuas. Prosiding. Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS. Vol 9 (1): 421-426.
- Wahyunto, S.R. Murdiyati dan S. Ritung. 2004. Aplikasi Teknologi Penginderaan Jauh dan Uji Validasinya untuk Deteksi Penyebaran Lahan Sawah dan Penggunaan / Penutupan Lahan. *Informatika Pertanian*. Vol 3: 745-769.
- Widiastuti, N., R. Suryana, A.Supriyanto. 2015. Karakteristik sifat optik lapisan tipis material pcbm hibrid klorofil *Spirulina* sp. dengan metode *spin coating*. *Berkala Fisika Indonesia*. Vol 7(1): 1-4.
- Widyorini, N. 2009. Pola struktur komunitas fitoplankton berdasarkan kandungan pigmennya di pantai Jepara. *Jurnal Saintek Perikanan*. Vol 4(2): 69-75.
- Wijayanti, D.D. 2015. Pendugaan Status Trofik dan Mutu Air di Perairan Waduk Kedurus Kota Surabaya, Jawa Timur. *Skripsi*.
- Wirasatriya, A. 2011. Pola distribusi klorofil-a dan total suspended solid (tss) di Teluk Toli Toli, Sulawesi. *Buletin Oseanografi Marina*. Vol 1: 137-149.
- Yuliana, E.M.Adiwilaga, E.Harris, N.T.M. Pratiwi. 2012. Hubungan antara kelimpahan fitoplankton dengan parameter fisik-kimiawi perairan di Teluk Jakarta. *Jurnal Akuatika*. Vol III(2): 169-179.
- \_\_\_\_\_. 2015. Distribusi dan struktur komunitas fitoplankton di perairan Jailolo, Halmahera Barat. *Jurnal Akuatika*. Vol VI(1): 41-48.

Yulianto, D., M.R.Muskananfola, P.W. Purnomo. 2014. Tingkat produktivitas primer dan kelimpahan fitoplankton berdasarkan waktu yang berbeda di perairan pulau Panjang, Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*. Vol 3 (4): 195-200.

Yumame, R.Y., R.Rompas, N.P.L.Pangemanan. 2013. Kelayakan kualitas air kolam Di lokasi pariwisata Embung Klamalu kabupaten Sorong Provinsi Papua Barat. *Budidaya Perairan*. Vol 1(3): 56-62.

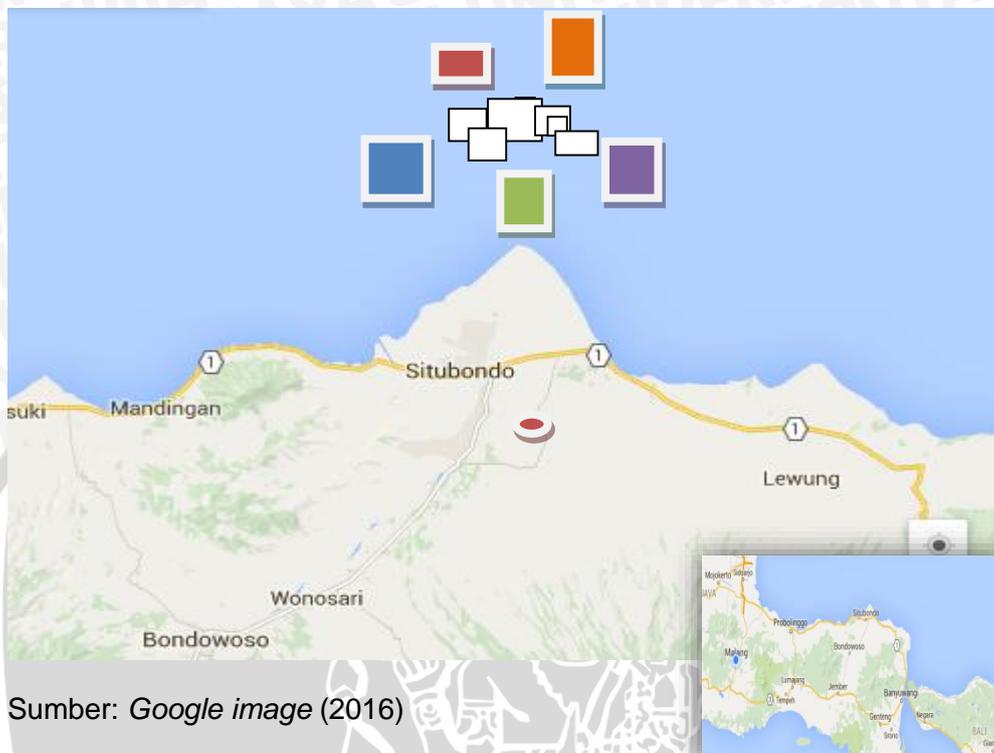
Yuningsih, H.D., P.Soedarsono, S.Anggoro. 2014. Hubungan bahan organik dengan produktivitas perairan pada kawasan tutupan eceng gondok, perairan terbuka dan keramba jaring apung di Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Diponegoro Journal of Maquares*. Vol 3(1): 37-43.

Yusuf, M., G.Handoyo, Muslim, S.Y. Wulandari, H. Setiyono. 2012. Karakteristik pola arus dalam kaitannya dengan kondisi kualitas perairan dan kelimpahan fitoplankton di perairan kawasan Taman Nasional Laut Karimun Jawa. *Buletin Oseanografi Marina*. Vol 1: 63-74.



## LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Situbondo, Jawa Timur



Sumber: *Google image* (2016)

### Keterangan:

-  = Stasiun 1 berada pada sekitar KJA yang masih mendapat pengaruh daratan dengan koordinat 7°41'40" - 7°41'43" (LS) dan 113°53'47" - 113°53'50" (BT)
-  = Stasiun 2 berada pada sekitar KJA yang sudah tidak mendapat pengaruh daratan dengan koordinat 7°41'34" - 7°41'37" (LS) dan 113°53'56" - 113°53'59" (BT)
-  = Stasiun 3 berada pada sekitar KJA yang mendapat pengaruh dari laut lepas dengan koordinat 7°41'27" - 7°41'40" (LS) dan 113°53'48" - 113°53'51" (BT)
-  = Stasiun 4 berada pada sekitar KJA yang mendapat pengaruh dari laut lepas dengan koordinat 7°41'18" - 7°41'21" dan 113°53'34" - 113°53'37" (BT)
-  = Stasiun 5 berada pada sekitar KJA yang berbatasan dengan mangrove dengan koordinat 7°41'27" - 7°41'30" (LS) dan 113°53'32" - 113°53'35" (BT)

## Lampiran 2. Fungsi alat-alat

Adapun fungsi dari alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Pengambilan Sampel	Ember 5 liter	Untuk mengambil air laut
	Botol 1,5 liter	Untuk tempat air sampel
	GPS	Untuk menentukan titik lokasi
	<i>Cool Box</i>	Untuk menyimpan sampel
	Plankton net	Untuk mengambil fitoplankton
	Botol filum	Wadah untuk sampel fitoplankton
	Pipet tetes	Untuk mengambil larutan dalam skala kecil
	<i>Water Sampler</i>	Untuk membantu pengukuran DO
	Botol DO 250 ml	Untuk wadah air sampel yang diukur oksigennya
Pengukuran Parameter Kualitas Air	Termometer Hg	Untuk mengukur suhu
	pH meter	Untuk mengukur nilai pH
	<i>Stopwatch</i>	Untuk menghitung waktu
	<i>Secchi Disk</i>	Untuk mengukur kecerahan
	Penggaris	Untuk mengukur tinggi kecerahan
	Botol 600 ml	Untuk mengukur arus
	Refraktometer	Untuk mengukur salinitas
Analisa Laboratorium	Gelas Ukur	Untuk mengukur air sampel
	Pipet Tetes	Untuk mengambil larutan skala kecil
	Statif	Penyangga buret
	Buret	Untuk tempat larutan titran
	Corong	Untuk memudahkan memasukkan larutan
	Pengaduk gelas/spatula	Untuk mengaduk larutan
	Cuvet	Untuk tempat larutan yang akan diuji
	Erlenmeyer 300 ml / 100 ml	Untuk tempat menghomogenkan larutan
	Tabung nessler	Untuk pengukuran nitrat
	<i>Vacum pump</i>	Untuk membantu menyaring sampel
	<i>Filter Holder</i>	Untuk menyaring air sampel
	Desikator	Untuk menyimpan sampel yang telah difilter
	<i>Centrifuge</i>	Untuk memisahkan larutan melalui putaran
	Alat penggerus	Untuk membantu menghaluskan
	Tabung Gelas 15 ml	Untuk tempat larutan dan sampel
	Spektrofotometer	Untuk menghitung nilai larutan uji sesuai panjang gelombang tertentu
	<i>Colorimeter</i>	Untuk mengukur nitrat
	Mikroskop	Untuk mengidentifikasi fitoplankton
	<i>Cover glass</i>	Untuk mengamati fitoplankton
	Kaca preparat	Untuk mengamati fitoplankton
Pengambilan Data Citra	Seperangkat laptop/PC	Untuk mengunduh data citra klorofil harian level 3 dari <i>website</i> NASA

### Lampiran 3. Fungsi Bahan-bahan

Adapun fungsi dari bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Pengambilan Sampel Dan Pengukuran Kualitas Air	Air Laut	Sebagai air sampel
	Karet gelang	Untuk menandai kecerahan
	Kresek hitam	Untuk menutup botol agar tidak terkena cahaya
	Lugol	Untuk mengawetkan sampel fitoplankton
	Kertas label	Untuk menandai sampel
	Tali Raffia	Untuk mengukur arus
	Aquades	Untuk kalibrasi
Analisa Laboratorium	Air Laut	Sebagai sampel yang akan diuji
	Kertas saring	Untuk menyaring air sampel
	Bubuk reagen nitrat NitraVer 5	Untuk mengukur nitrat dengan <i>colorimeter</i>
	Fenolftalin	Indikator warna merah
	Larutan Ammonium molibdat	Mengubah fosfat di perairan menjadi ammonium fosfomolybdat
	Larutan Antimonil Tartrat	Untuk larutan campuran dalam uji fosfat
	Larutan Asam Askorbat	Untuk larutan campuran dalam uji fosfat
	Larutan Blanko	Sebagai larutan pembanding / penetral
	Larutan Magnesium karbonat	Untuk membilas air sampel yang mengandung klorofil
	Aseton 90%	Untuk mengawetkan klorofil
	Alumunium foil	Untuk membungkus filter
	MnSO <sub>4</sub>	Untuk mengikat oksigen bebas
	Alkali iodide azida	Untuk melepas I <sub>2</sub> dan membentuk endapan coklat
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Untuk pengkondisian asam
	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sebagai larutan titran
	Amilum	Untuk pengkondisian basa dan indikator warna ungu
	Buku Identifikasi Plankton	Untuk identifikasi plankton
Pengambilan Data Citra	Data Citra Modis Aqua level 3	Sebagai data klorofil-a yang akan diolah
	Software SEADAS	Untuk <i>cropping</i> data citra
	Software Er Mapper	Untuk menyimpan data citra dalam format data raster (*.ers.)
	Software GIS	Untuk mengolah data citra dan untuk <i>layouting</i>

**Lampiran 4. Hasil Perhitungan Klorofil-a**

$$\text{Klorofil-a (mg/m}^3\text{)} = \frac{([11,48 (x E_{664}) - 1,54 x E_{647}) - (0,08 E_{630})] x V_e)}{V_s x d}$$

Minggu 1					
Absorbansi	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Stasiun 5
750	-0,007	0,003	-0,008	0	-0,007
664	0,003	0,012	0,001	0,009	0
647	0,001	0,012	0,002	0,011	0,001
630	0,002	0,012	0,001	0,009	0
Minggu 2					
Absorbansi	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Stasiun 5
750	-0,005	0,001	0	0	0,049
664	0,007	0,014	0,011	0,013	0,057
647	0,005	0,013	0,013	0,014	0,055
630	0,006	0,013	0,012	0,012	0,055

	Minggu 1			Minggu 2		
	E 664	E 647	E 630	E 664	E 647	E 630
Stasiun 1	0,01	0,008	0,009	0,012	0,01	0,011
Stasiun 2	0,009	0,009	0,009	0,013	0,012	0,012
Stasiun 3	0,009	0,01	0,009	0,011	0,013	0,012
Stasiun 4	0,009	0,011	0,009	0,013	0,014	0,012
Stasiun 5	0,007	0,008	0,007	0,008	0,006	0,006

Keterangan :  
 E 664 = absorbansi 664 nm - absorbansi 750 nm  
 E 647 = absorbansi 647 nm - absorbansi 750 nm  
 E 630 = absorbansi 630 nm - absorbansi 750 nm

1. Stasiun 1

**klorofil - a** (Minggu 1)

$$= \frac{\{(11,48 \times 0,01) - (1,54 \times 0,008) - (0,08 \times 0,009)\} \times 10}{0,5 \times 1}$$

$$= 2,0482 \text{ mg/m}^3$$

**klorofil - a** (Minggu 2)

$$= \frac{\{(11,48 \times 0,012) - (1,54 \times 0,01) - (0,08 \times 0,011)\} \times 10}{0,5 \times 1}$$

$$= 2,4454 \text{ mg/m}^3$$

2. Stasiun 2

$$\begin{aligned} & \text{klorofil} - a \text{ (Minggu 1)} \\ & = \frac{\{(11,48 \times 0,009) - (1,54 \times 0,009) - (0,08 \times 0,009)\} \times 10}{0,5 \times 1} \\ & = 1,7878 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{klorofil} - a \text{ (Minggu 2)} \\ & = \frac{\{(11,48 \times 0,013) - (1,54 \times 0,012) - (0,08 \times 0,012)\} \times 10}{0,5 \times 1} \\ & = 2,6133 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

3. Stasiun 3

$$\begin{aligned} & \text{klorofil} - a \text{ (Minggu 1)} \\ & = \frac{\{(11,48 \times 0,009) - (1,54 \times 0,01) - (0,08 \times 0,009)\} \times 10}{0,5 \times 1} \\ & = 1,7570 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{klorofil} - a \text{ (Minggu 2)} \\ & = \frac{\{(11,48 \times 0,011) - (1,54 \times 0,013) - (0,08 \times 0,012)\} \times 10}{0,5 \times 1} \\ & = 2,1233 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

4. Stasiun 4

$$\begin{aligned} & \text{klorofil} - a \text{ (Minggu 1)} \\ & = \frac{\{(11,48 \times 0,009) - (1,54 \times 0,011) - (0,08 \times 0,009)\} \times 10}{0,5 \times 1} \\ & = 1,7262 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{klorofil} - a \text{ (Minggu 2)} \\ & = \frac{\{(11,48 \times 0,013) - (1,54 \times 0,014) - (0,08 \times 0,012)\} \times 10}{0,5 \times 1} \\ & = 2,5517 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

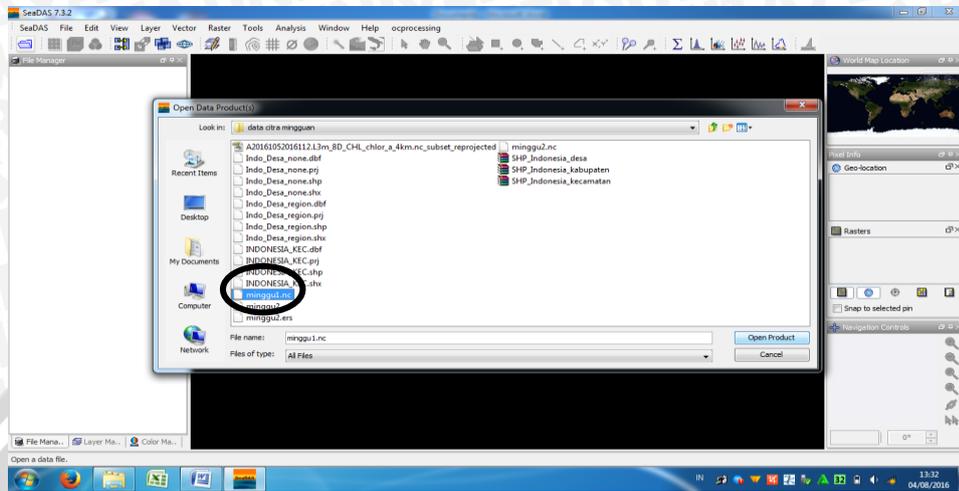
5. Stasiun 5

$$\begin{aligned} & \text{klorofil} - a \text{ (Minggu 1)} \\ & = \frac{\{(11,48 \times 0,007) - (1,54 \times 0,008) - (0,08 \times 0,007)\} \times 10}{0,5 \times 1} \\ & = 1,3597 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

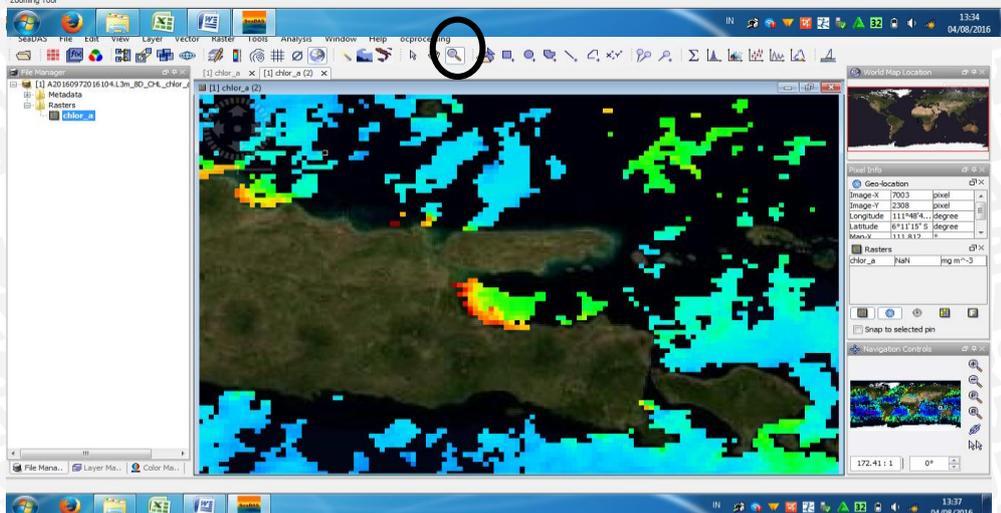
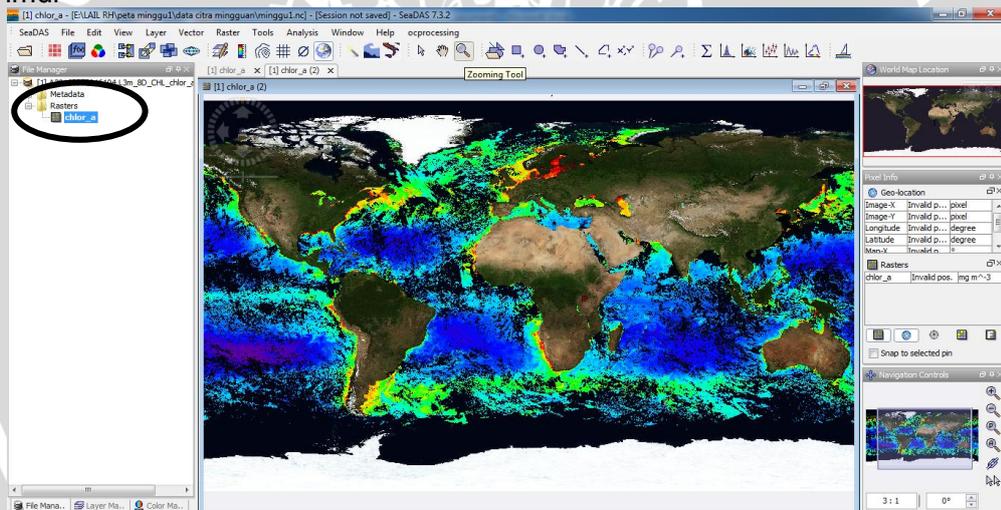
$$\begin{aligned} & \text{klorofil} - a \text{ (Minggu 2)} \\ & = \frac{\{(11,48 \times 0,008) - (1,54 \times 0,006) - (0,08 \times 0,006)\} \times 10}{0,5 \times 1} \\ & = 1,6510 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

## Lampiran 5. Tahap Pengolahan Data Citra

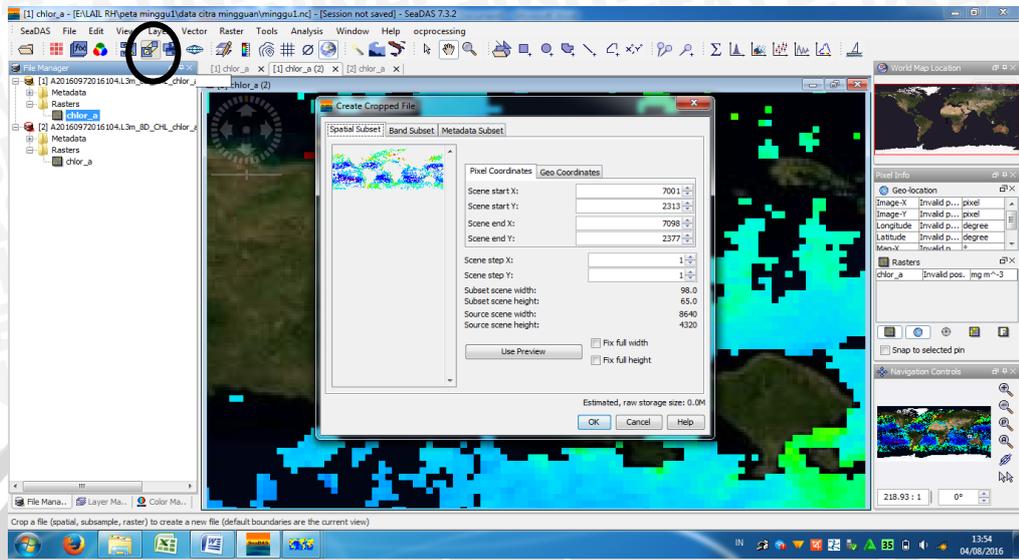
1. Membuka data citra dengan format *nc*. yang telah diunduh pada *software* **SEADAS**



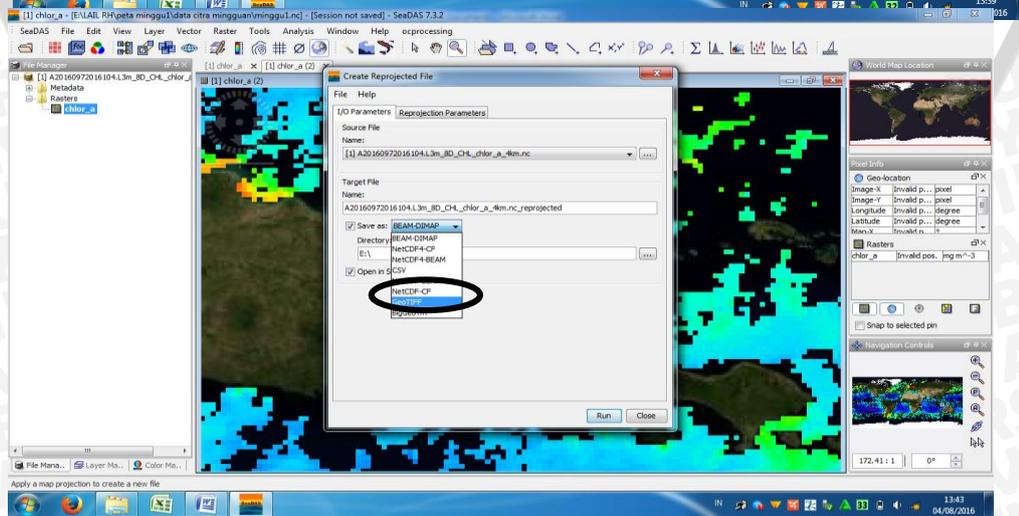
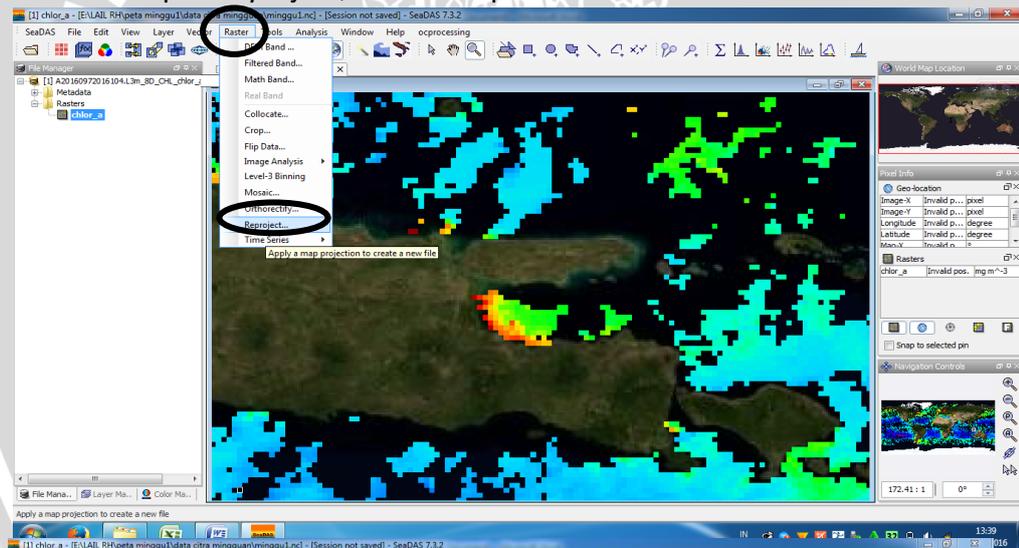
2. Mengklik *raster - chlor a* dan tunggu hingga data citra tampak semua, Setelah tampak semua maka pilih *zooming tool* untuk memperbesar wilayah Jawa Timur



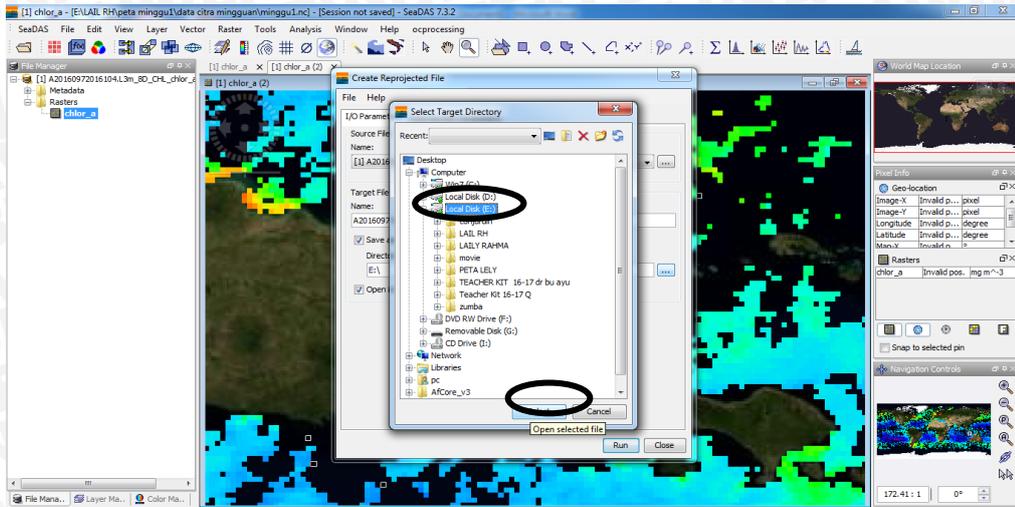
- Pilih *cropping*, kemudian akan muncul kotak dialog lalu tekan OK.



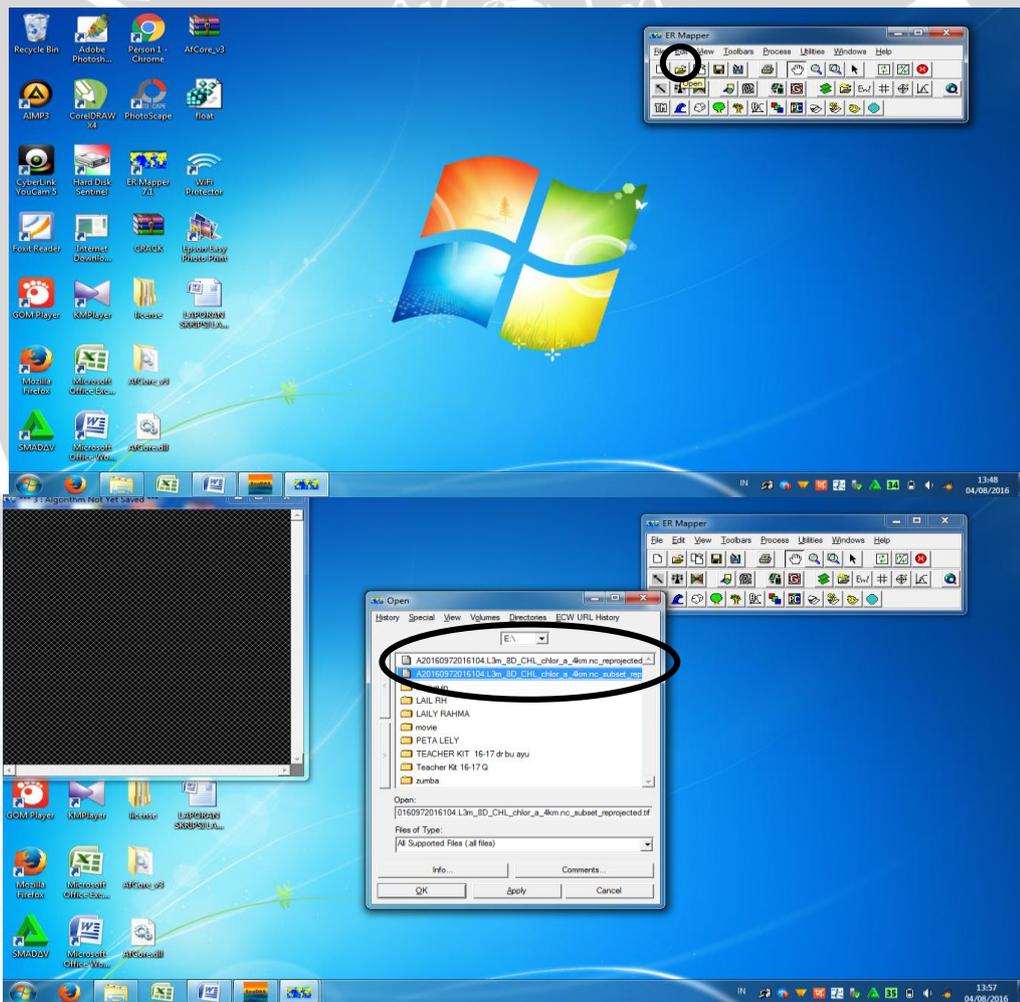
- Klik *raster* – pilih *reproject*, kemudian pilih *save as* GEOTIFF



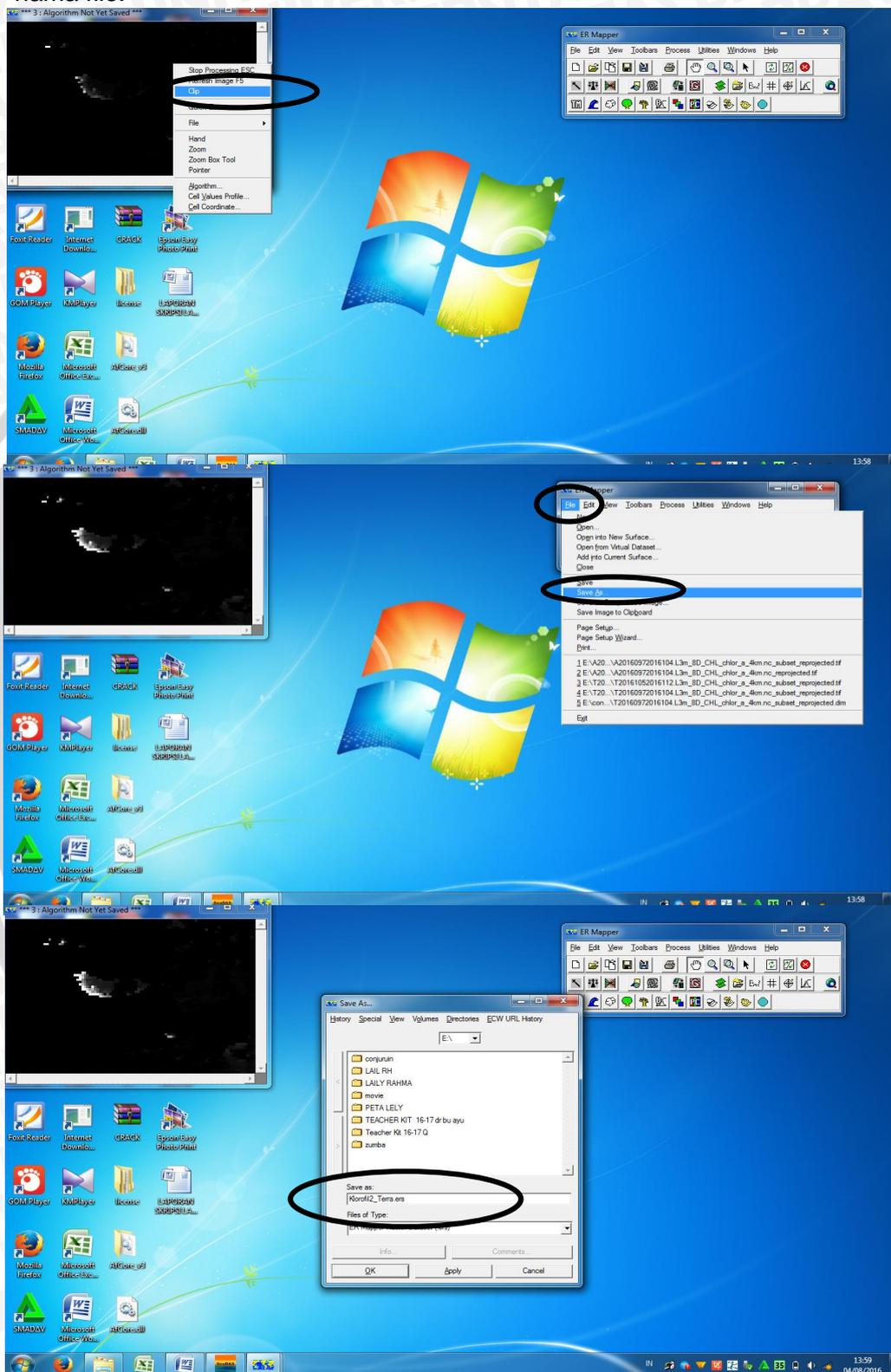
5. Pilih tempat untuk menyimpan data – kemudian klik *Run*.



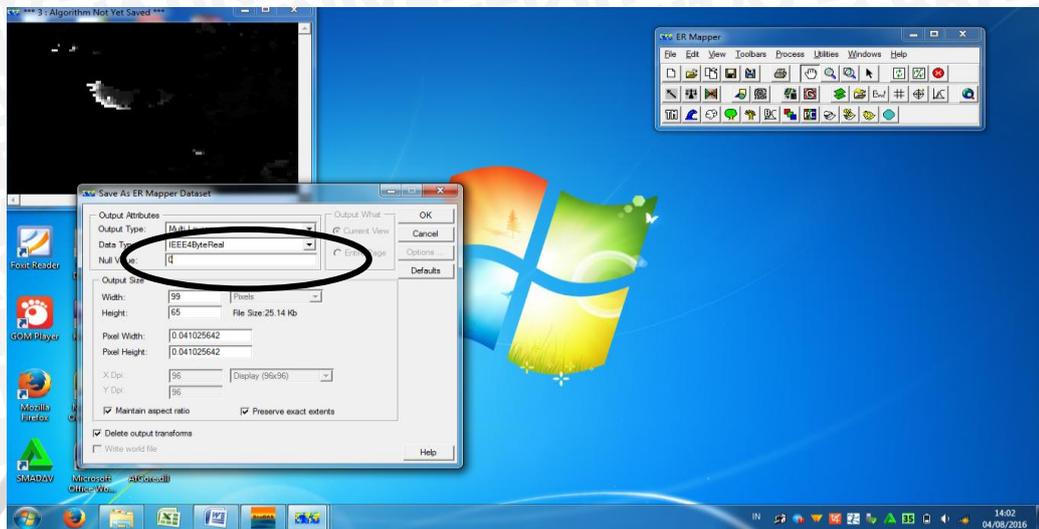
6. Buka software *er mapper* - buka data citra yang telah dicropping dengan format data *subset\_reprojected\_tiff*



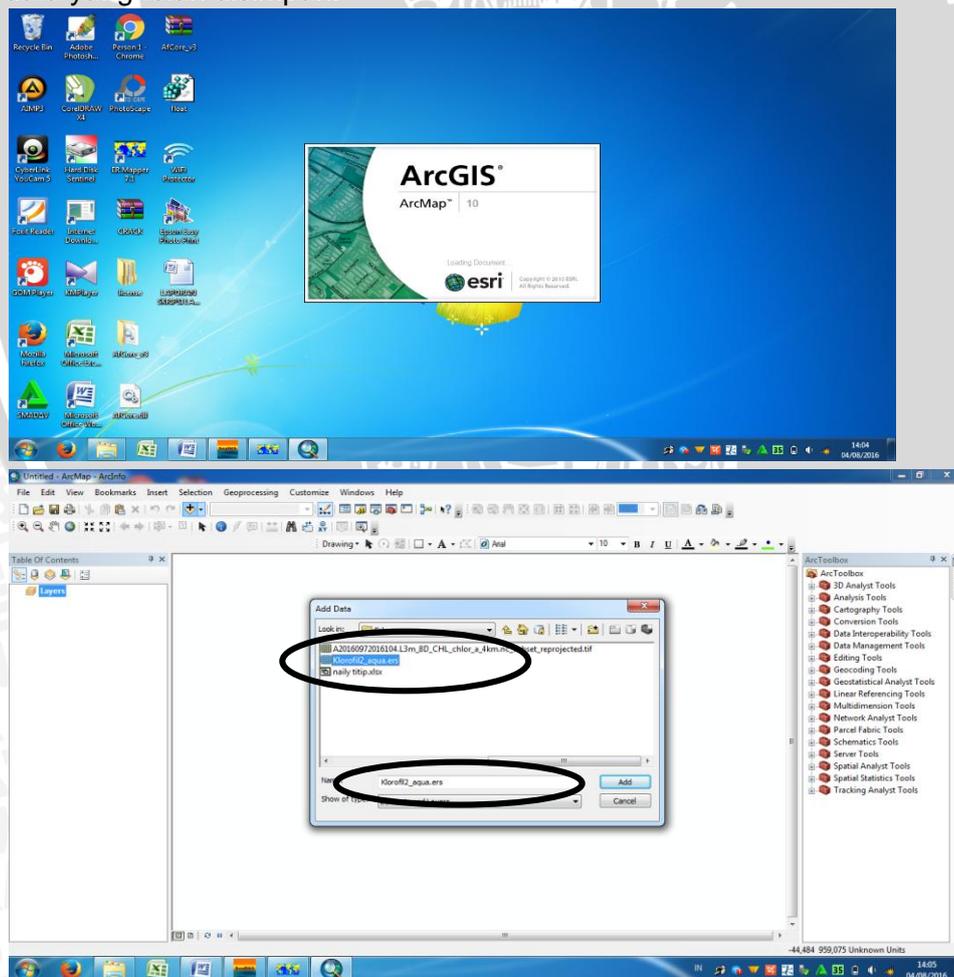
7. Klik kanan pada kotak dialog – lalu pilih *clip*, kemudian klik *file - save as* untuk menyimpan dalam bentuk *.ers* (*Er Mapper Raster Datasets*). Ganti nama file.



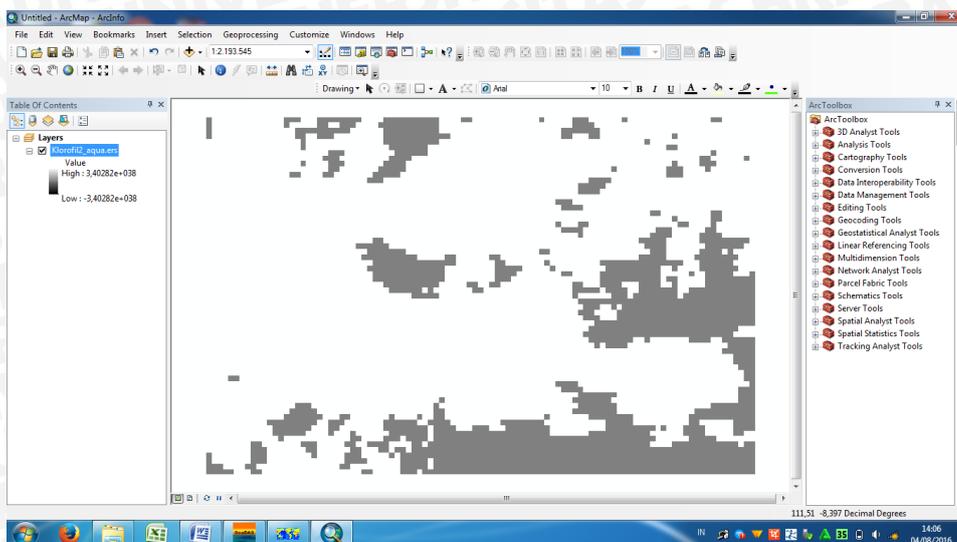
- Setelah di save kemudian akan muncul kotak dialog. Pada kotak dialog tersebut diisi yaitu pada *data type* diganti dengan *IEEE4byte real* dan isi *null value* dengan angka 0, kemudian pilih OK.



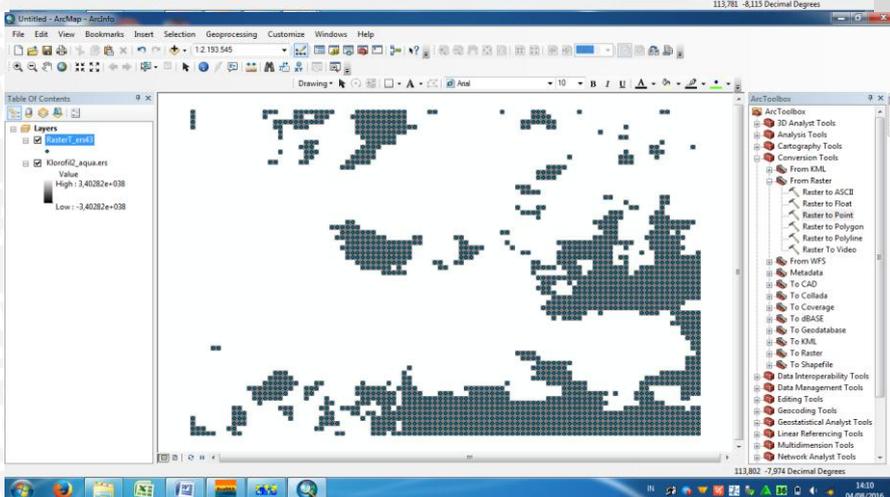
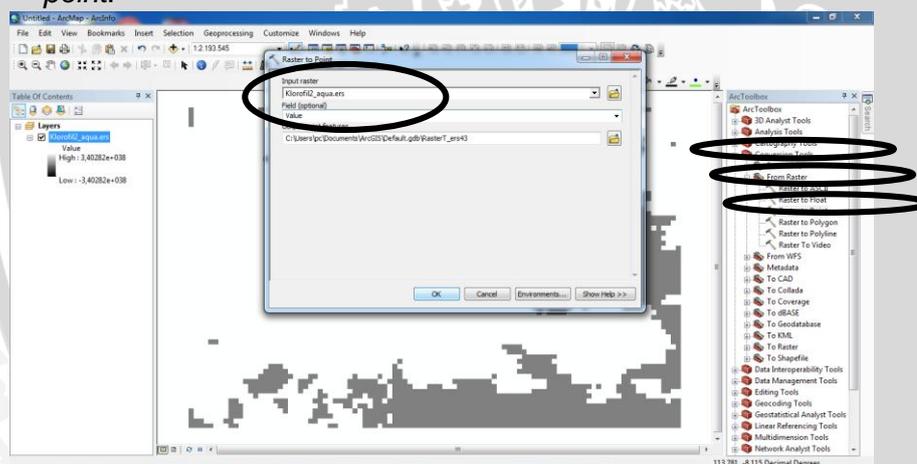
- Membuka *software GIS* lalu klik add data dan akan muncul kotak dialog, pilih data yang telah disimpan.



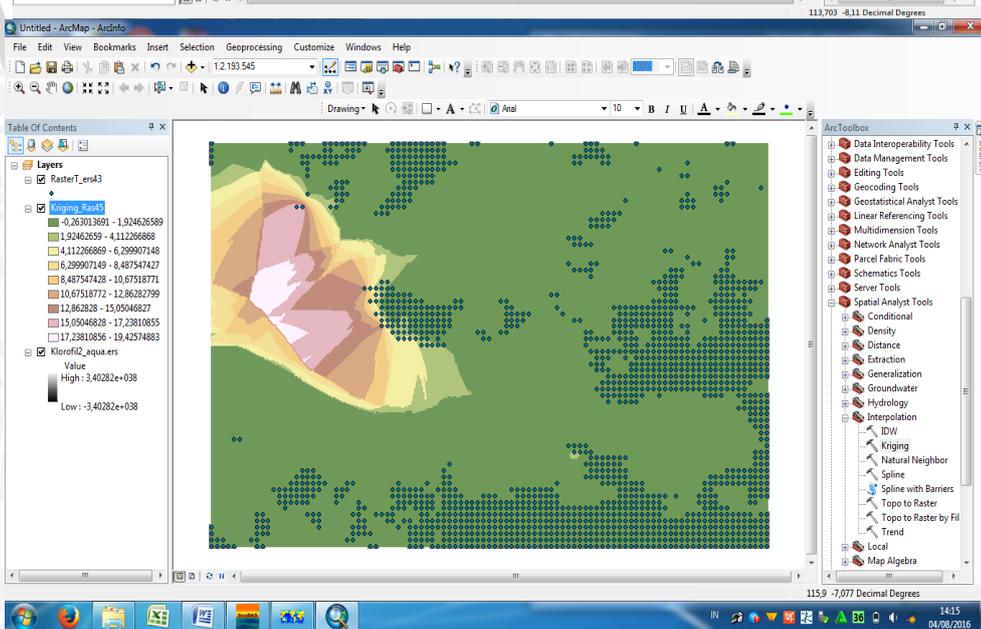
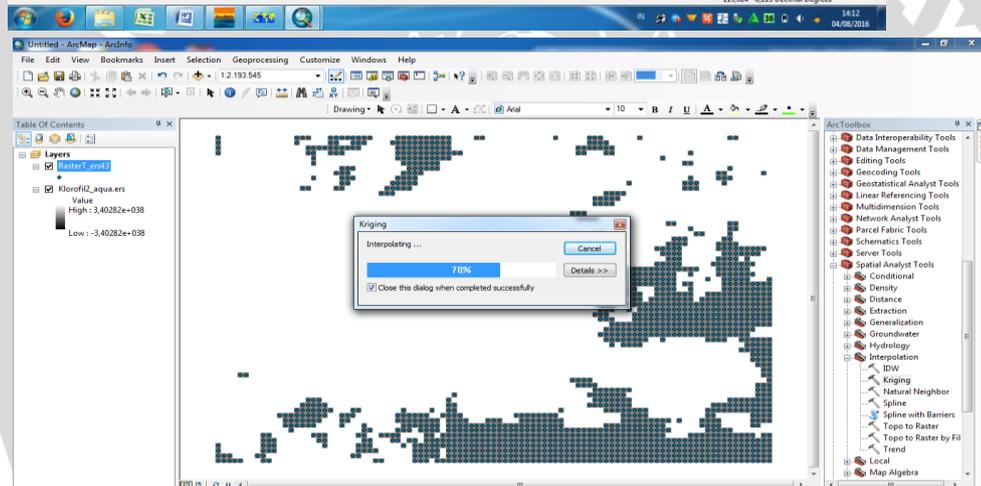
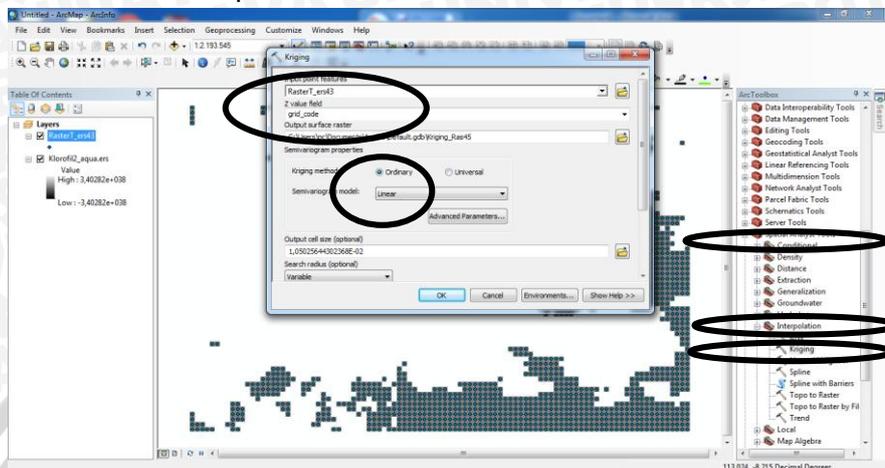
10. Data citra akan menunjukkan tampilan seperti dibawah ini



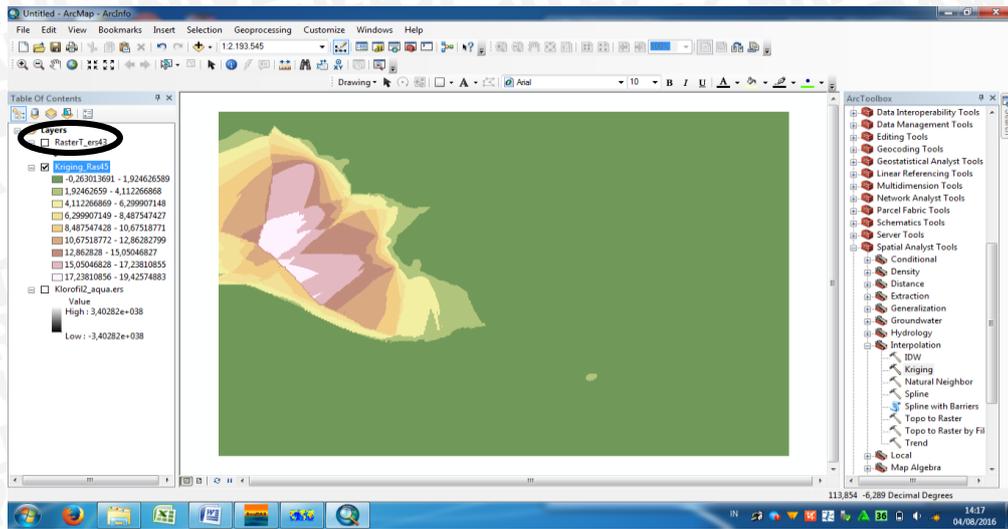
11. Pada *arctoolbox window* - pilih *conversion tool* - *from raster* - *raster to point* - akan muncul kotak dialog - klik *input raster* - klik *data* - kemudian pada kotak *field* pilih *value* lalu OK – kemudian tampilan data citra akan tampak dipenuhi *point*.



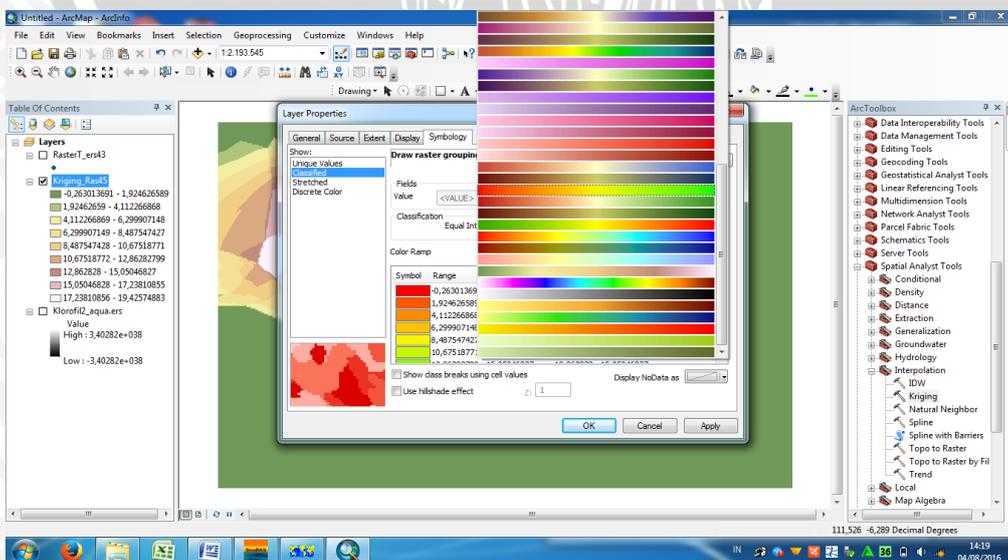
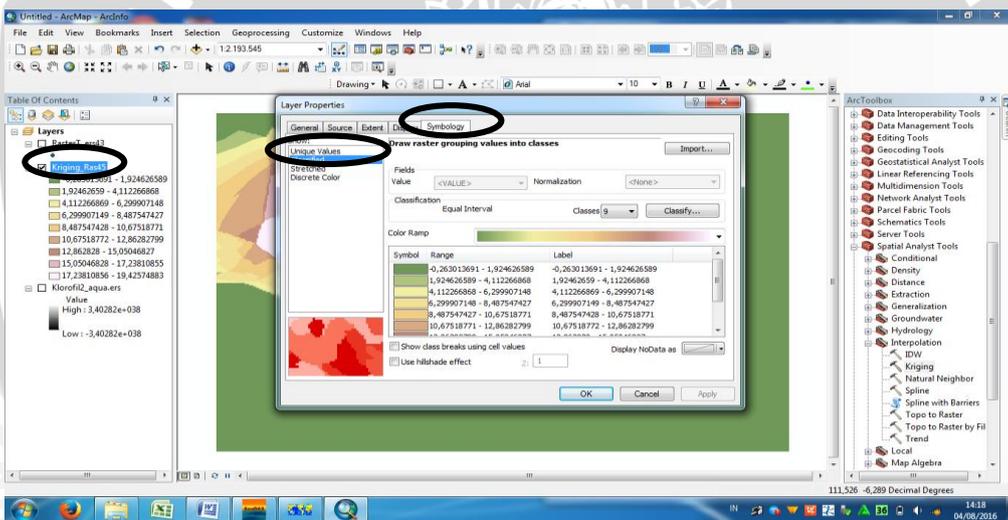
- Pilih *spatial analysis tool*, klik *interpolation* - klik *kriging*, kemudian muncul kotak dialog, pada bagan *input point* masukkan data - pada *z value field*, pilih *gride code* - pada kotak *kriging method* pilih *ordinary* - pada kotak *semivariogram model* pilih *linear* – kemudian klik OK dan tunggu proses, dan akan muncul tampilan data citra.



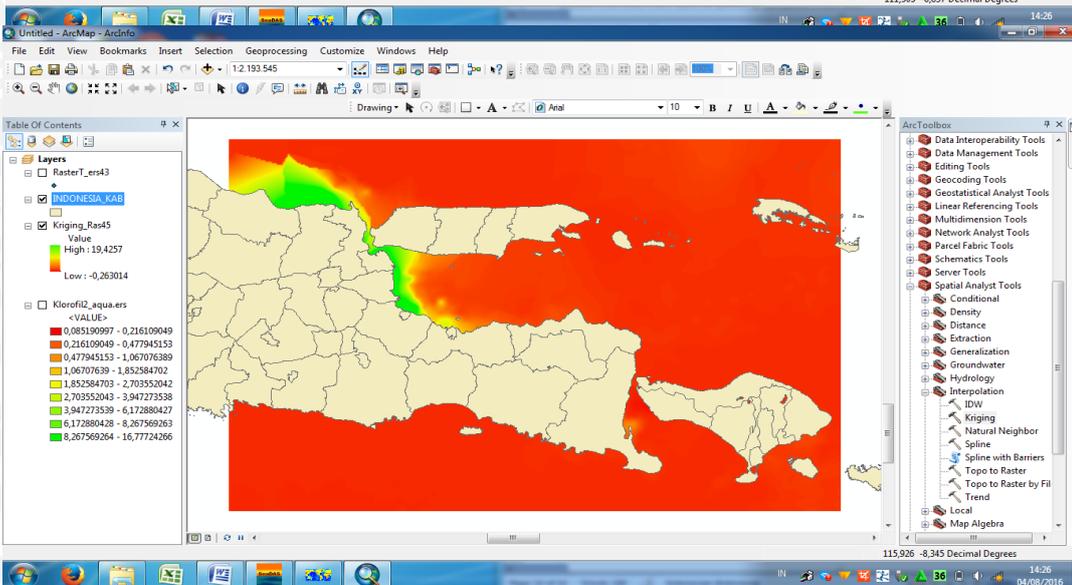
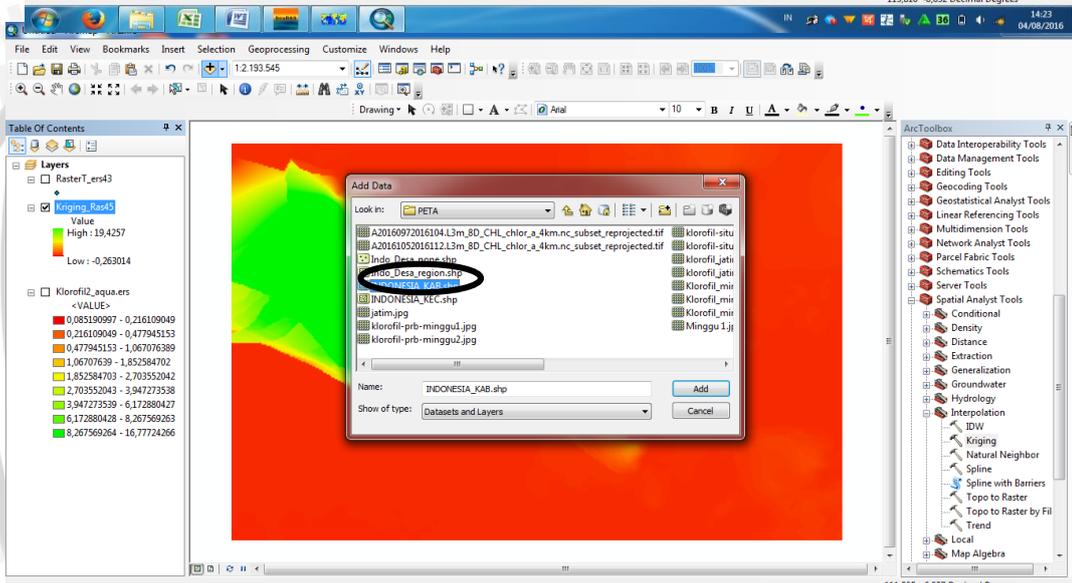
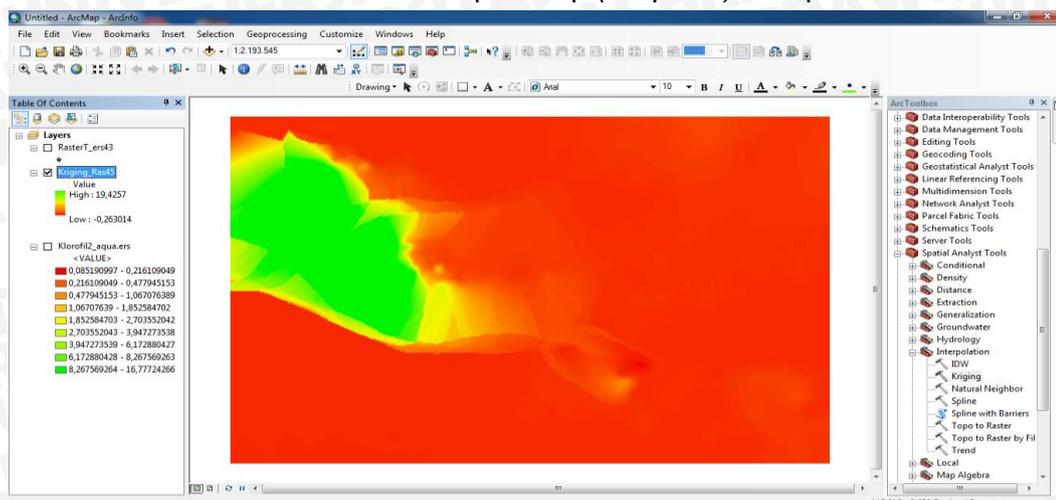
13. Hilangkan tanda centang pada raster point



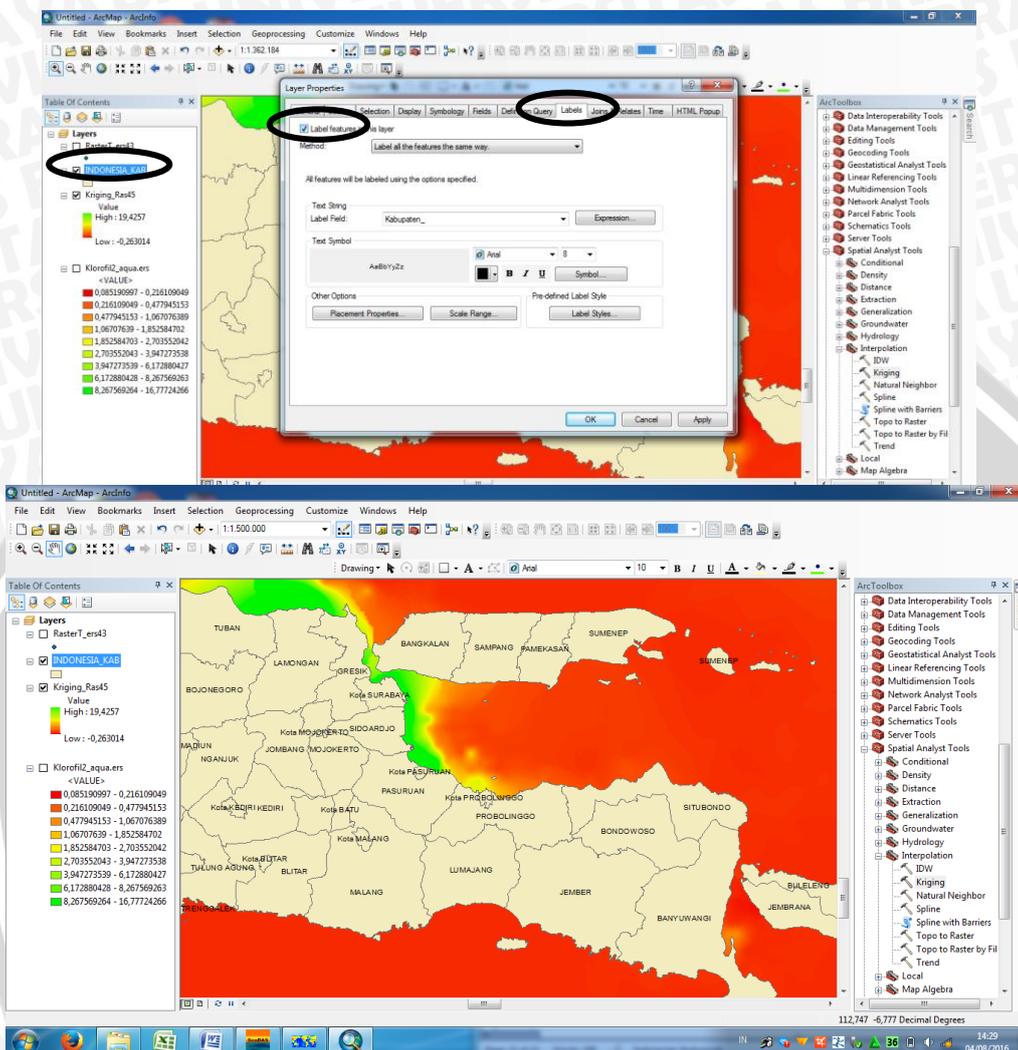
14. Klik dua kali pada kriging raster dan akan muncul kotak dialog lalu pilih symbology pilih classified dan pilih warna



15. Setelah warna terlihat masukkan peta shp (shapefile) kabupaten indonesia



16. Klik 2x pada indonesia\_KAB dan muncul kotak dialog, pilih label dan beri tanda centang lalu pada kotak label- OK



17. Lalu melakukan *layouting* pada *software GIS* berupa penambahan unsur peta yang meliputi judul peta, identitas peta, arah mata angin, skala, legenda, inset, dan lain sebagainya.

Lampiran 6. Hasil Perhitungan RMS Error

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(Z_i - Z_j)^2}{n}}$$

Stasiun	Nilai Klorofil-a Data Lapang		Stasiun	Nilai Klorofil-a Data Citra	
	Minggu 1	Minggu 2		Minggu 1	Minggu 2
1	2,0482	2,4454	1	0,5942	0,8761
2	1,7878	2,6133	2	0,5934	0,8911
3	1,7570	2,1233	3	0,5950	0,9003
4	1,7262	2,5517	4	0,5970	0,8976
5	1,3597	1,6510	5	0,5970	0,8740
Rata-rata nilai Klorofil					
Data Lapang	Minggu 1	1,7357	4,0127		
	Minggu 2	2,2769			
Data Citra	Minggu 1	0,5953	1,4831		
	Minggu 2	0,8878			

$$\begin{aligned} \text{RMS Error} &= \sqrt{\frac{(1,4831 - 4,0127)^2}{4}} \\ &= 0,63 \end{aligned}$$

Lampiran 7. Hasil Perhitungan Kecepatan Arus dan Kecerahan

	KECEPATAN ARUS									
	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3		Stasiun 4		Stasiun 5	
Minggu	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
T/waktu (s)	83	80	53	59	59,4	68	41,82	51	49,25	54
S/Jarak (m)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
V/Kecepatan (m/s)	0,06	0,06	0,09	0,08	0,08	0,07	0,12	0,1	0,102	0,09

	KECERAHAN (cm)									
	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3		Stasiun 4		Stasiun 5	
Minggu	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
D1	5,9	6,85	6,6	7,5	5,9	6,8	8,35	9,65	7,37	8,27
D2	6	7	4,65	6,65	4,63	5,73	6,54	7,52	6,33	7,43
Nilai Kecerahan	5,95	6,93	5,63	7,08	5,27	6,27	7,445	8,59	6,85	7,85

**Lampiran 8. Kelimpahan Fitoplankton**

Stasiun	Minggu 1 (12 April)					
	Spesies	Filum	Kelas	Genus	n	N
1	<i>Nitzschia sp</i>	Bachillariophyta	Bachillaroiphyceae	Nitzschia	1	111157,89
2	<i>Rhizosolenia clevei</i>	Bachillariophyta	Bachillaroiphyceae	Rhizosolenia	3	333473,68
	<i>Chaetoceros coarctatus</i>	Bachillariophyta	Bachillaroiphyceae	Chaetoceros		
3	<i>Thalassiothrix longissima</i>	Bachillariophyta	Bachillaroiphyceae	Thalassiothrix	2	222315,79
4	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	Bachillariophyta	Bachillaroiphyceae	Thalassiosira	2	222315,79
5	<i>Merismopedium cyaneum</i>	Cyanobacteria	Cyanopycheae	Merismopedia	3	333473,68
	<i>Dactyliosolen sp</i>	Bachillariophyta	Bachillaroiphyceae	Dactyliosolen		
	<i>Ceratium furca</i>	Myozoa (Dinoflagellata)	Dinophyceae	Ceratium		

Stasiun	Minggu 2 (19 April)					
	Spesies	Filum	Kelas	Genus	n	N
1	<i>Thalassiothrix longissima</i>	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Thalassiothrix	2	222315.79
2	<i>Thalassiothrix longissima</i>	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Thalassiothrix	5	555789.47
	<i>Nitzschia sp</i>	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Nitzschia		
	<i>Ornithocercus magnificus</i>	Myozoa (Dinoflagellata)	Dinophyceae	Ornithocercus		
3	<i>Dactyliosolen sp</i>	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Dactyliosolen	7	778105.26
	<i>Ceratium carriense</i>	Myozoa (Dinoflagellata)	Dinophyceae	Ceratium		
	<i>Thalassiothrix longissima</i>	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Thalassiothrix		
4	<i>Dactyliosolen sp</i>	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Dactyliosolen	14	1667368.42
	<i>Nitzschia seriata cleve</i>	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Nitzschia		
	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Trichodesmium		
5	<i>Dactyliosolen mediterraneus</i>	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Dactyliosolen	3	333473.68
	<i>Dactyliosolen sp</i>	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Dactyliosolen		

Lampiran 9. Komposisi Fitoplankton

	<b>Bachillariophyceae</b>	
	Genus	ΣN
Stasiun 1	Nitzschia Thalassiotrix	333473.68
Stasiun 2	Rhizosolenia Chaetoceros Thalassiotrix Nitzschia	778105.26
Stasiun 3	Thalassiotrix Dactyliosolen	889263.16
Stasiun 4	Thalassiosira Dactyliosolen Nitzschia	778105.26
Stasiun 5	Dactyliosolen	444631.58
	<b>Dynophyceae</b>	
	Genus	ΣN
Stasiun 1	-	0
Stasiun 2	Ornithocercus	111157.89
Stasiun 3	Ceratium	111157.89
Stasiun 4	-	0
Stasiun 5	Ceratium	111157.89
	<b>Cyanophyceae</b>	
	Genus	ΣN
Stasiun 1	-	0
Stasiun 2	-	0
Stasiun 3	-	0
Stasiun 4	Trichodesmium	1111578.95
Stasiun 5	Merismopedia	111157.89

Stasiun	Kelas		
	Bachillariophyceae	Dynophyceae	Cyanophyceae
1	333473.68	0.00	0.00
2	778105.26	111157.89	0.00
3	889263.16	111157.89	0.00
4	778105.26	0.00	1111578.95
5	444631.58	111157.89	111157.89

Lampiran 10. Kegiatan Penelitian



