

VALIDASI DATA CITRA SATELIT AQUA MODIS  
PADA SEBARAN KLOROFIL-a DI PANTAI TALANG SIRING  
PAMEKASAN MADURA

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

OLEH :  
**MAULIANDA PRATAMA ADISTYAWAN PUTRA**  
**115080101111060**



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

VALIDASI DATA CITRA SATELIT AQUA MODIS  
PADA SEBARAN KLOROFIL-a DI PANTAI TALANG SIRING  
PAMEKASAN MADURA

LAPORAN 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:

MAULIANDA PRATAMA ADISTYAWAN PUTRA  
115080101111060



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

SKRIPSI

VALIDASI DATA CITRA SATELIT AQUA MODIS PADA SEBARAN KLOROFIL-a DI PANTAI TALANG SIRING PAMEKASAN, MADURA

OLEH :

MAULIANDA PRATAMA ADISTYAWAN PUTRA

NIM. 115080101111060

telah dipertahankan didepan penguji

pada tanggal 11 Agustus 2015

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

SK Dekan No. :

Tanggal : \_\_\_\_\_

Dosen Penguji 1

(Dr. Ir. Mulyanto, M.S)

NIP. 19600317 198602 1 001

Tanggal:

Dosen Penguji 2

(Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si)

NIP. 19730702 200501 2 001

Tanggal:

Menyetujui

Dosen Pembimbing 1

(Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si)

NIP. 19610303 198602 2 001

Tanggal:

Dosen Pembimbing 2

(Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA., Ph.D)

NIP. 19610523 198703 2 003

Tanggal:

Mengetahui,

Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)

NIP. 19620805 1986032 001

Tanggal :



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penelitian (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 penelitian (Skripsi) ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, 11 Agustus 2015

Mahasiswa

Maulianda Pratama A. P.  
115080101111060



## UCAPAN TERIMA KASIH



*Alhamdulillahirabbil'alamin* atas segala nikmat iman, Islam, kesempatan, serta kekuatan yang telah diberikan Allah *Subhanahuwata'ala* sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. *Shalawat* beriring salam untuk tuntunan dan suri tauladan Baginda Rasulullah *Shallallahu'alaihiwasallam* beserta keluarga dan sahabat beliau yang senantiasa menjunjung tinggi nilai-nilai Islam yang sampai saat ini dapat dinikmati oleh seluruh manusia di penjuru dunia.

Dengan selesainya laporan skripsi ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih atas bantuan dari berbagai pihak yang sangat berperan dalam proses pelaksanaan skripsi. Oleh karena itu dengan rasa penuh hormat, tulus dan ikhlas penulis sampaikan terima kasih kepada:

- ﴿ Mama dan Papa tercinta Dra. Siti Masroka, M.MPd. dan Ir. Mohammad Slamet Budiharjo, MM. juga adik tersayang Fahrizal Anggriansyah Putra yang selalu memberikan dukungan (*full service*) semenjak penulis pertama kali menginjakkan kaki di Universitas Brawijaya, Malang.
- ﴿ Dosen pembimbing skripsi ibu Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si dan ibu Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA., Ph.D yang telah banyak memberikan masukan dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
- ﴿ Dosen penguji bapak Dr. Ir. Mulyanto, M.Si dan ibu Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si yang telah dengan sabar dan telaten memberikan masukan dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.
- ﴿ Bapak Syarif Budhiman, S.Pi., M.Sc. dan Bapak Rossi Hamzah, S.Si yang telah menerima dan membimbing penulis ketika mendalamai *Remote Sensing* di Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN).
- ﴿ Saudari Refti Selvi Wahyuni, SE yang dengan cerewetnya memberikan semangat sampai saya menyelesaikan laporan skripsi.
- ﴿ Semua saudara di tim La7ank yang telah banyak memberikan dukungan dan hiburan selama penyusunan laporan skripsi.
- ﴿ Teman-teman Aquatic Resource Management 2011 yang telah turut memberikan sumbangan wawasan dan dukungan selama melaksanakan skripsi
- ﴿ Teman-teman di asrama Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) Jakarta selama melaksanakan skripsi.

Semua pihak yang telah membantu penulis selama proses penyelesaian penulisan skripsi. Semoga Allah *Subhanahuwata'ala* memberikan pahala atas segala kebaikannya.

## RINGKASAN

**MAULIANDA PRATAMA ADISTYAWAN PUTRA.** Validasi Data Citra Satelit Aqua Modis Pada Sebaran Klorofil-A Di Pantai Talang Siring, Pamekasan. (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si** dan **Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA., Ph.D**)

---

Pantai Talang Siring terletak di Desa Montok Kecamatan Larangan, Kabupaten Pamekasan. Berjarak sekitar 14 km ke arah timur dari pusat Kabupaten Pamekasan. Kawasan pesisir Talang Siring memiliki keanekaragaman yang beragam, diantaranya kawasan mangrove, kawasan perikanan, kawasan pariwisata, dan juga kawasan pemukiman penduduk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi serta distribusi klorofil-a dari data citra satelit Aqua Modis dan validasi dengan data lapang di Pantai Talang Siring, Kabupaten Pamekasan, Jawa Timur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis data citra satelit Aqua Modis harian level 2 dengan metode analisis klorofil-a menggunakan panjang gelombang 630 nm, 647 nm, 664 nm, dan 750 nm.

Kandungan klorofil-a di perairan Pantai Talang Siring berdasarkan data citra satelit Aqua Modis harian level 2 berkisar antara  $0,025189 \text{ pixel}$  –  $0,98146 \text{ pixel}$  atau berkisar antara 2% sampai 98%. Dengan penjabaran pada stasiun 1 nilai klorofil-a sebesar 0,480653, pada stasiun 2 nilai klorofil-a sebesar 0.748034, pada stasiun 3 nilai klorofil-a sebesar 0.647364, dan pada stasiun 4 tidak terdeteksi adanya nilai sebaran klorofil-a. Sedangkan kandungan klorofil-a di perairan Pantai Talang Siring berdasarkan data analisis laboratorium berkisar antara  $0.3742 \text{ mg/m}^3$  –  $2.9452 \text{ mg/m}^3$ . Dengan penjabaran pada stasiun 1 nilai klorofil-a sebesar  $0.3742 \text{ mg/m}^3$ , pada stasiun 2 nilai klorofil-a sebesar  $0.5414 \text{ mg/m}^3$ , pada stasiun 3 nilai klorofil-a sebesar  $0.4562 \text{ mg/m}^3$ , dan pada stasiun 4 nilai klorofil-a sebesar  $2.9452 \text{ mg/m}^3$ . Data yang didapat dari kedua metode tersebut menunjukkan fluktuasi kandungan klorofil-a yang tersebar pada keempat stasiun penelitian. Adapun fluktuasi yang terjadi dari stasiun 1, 2, 3, dan 4 pada kedua metode tersebut adalah sama. Perbedaan fluktuasi yang tinggi ditemukan pada stasiun 4, perbedaan tersebut karena stasiun 4 merupakan wilayah muara Sungai Biyan dengan luas kurang dari  $1000\text{m}^2$  dan merupakan wilayah *inlet* unsur hara dari daratan ke perairan Pantai Talang Siring. Selanjutnya dilakukan uji validasi menggunakan RMS Error dan dihasilkan nilai RMS Error sebesar 0.22695. Besarnya nilai RMS Error karena data yang dihasilkan pada stasiun 4 antara data citra satelit Aqua Modis dengan data lapang memiliki perbedaan yang besar. Selain itu kedua metode tersebut memberikan hasil yang berbeda, dimana pada data citra satelit Aqua Modis hasilnya berupa *pixel* yang merupakan persentase dari konsentrasi klorofil-a tiap  $1000\text{m}^2$  dan data data lapang memberikan analisis hasil konsentrasi klorofil-a pada stasiun dengan satuan  $\text{mg/m}^3$ .

Sehingga dapat disimpulkan bahwa citra satelit aqua modis bisa digunakan sebagai pedoman untuk melakukan pengukuran konsentrasi klorofil-a atau kesuburan perairan pantai berdasarkan kandungan klorofil-anya namun tidak



untuk mengukur kesuburan perairan dengan luas < 1000 m<sup>2</sup>. Dalam melakukan analisis data sebaran klorofil-a citra satelit Aqua Modis selain harus memperhatikan luas wilayah objek penelitian, perhatikan juga waktu pengambilan sampel lapang dengan waktu satelit Aqua Modis melintas dan kondisi cuaca di sekitar objek penelitian. Karena kondisi atmosfer bumi terutama tutupan awan sangat berpengaruh terhadap kualitas data citra yang dihasilkan.

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan berkah, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian (skripsi) yang berjudul validasi data citra satelit Aqua Modis pada sebaran klorofil-a di Pantai Talang Siring, Pamekasan, Madura. Laporan ini menyajikan beberapa pokok bahasan yaitu antara lain; pengukuran konsentrasi klorofil-a dengan citra satelit dan uji laboratorium, serta pengukuran parameter kualitas air.

Sangat disadari oleh penulis bahwa masih banyak sekali kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki oleh penulis dalam penyajian laporan ini, baik dalam penulisan, kekurang tepatan ataupun kesalahan penyampaian kata dan kalimat. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan masukan ataupun saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan penelitian (skripsi) ini dan semoga bermanfaat bagi para pengguna ataupun bermanfaat untuk kepentingan pendidikan.

Malang, 11 Agustus 2015

Penulis



**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>RINGKASAN .....</b>	i
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	iii
<b>DAFTAR ISI .....</b>	iv
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	vi
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	viii
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	1
1.1 Latar Balakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Maksud dan Tujuan .....	8
1.3.1. Maksud .....	8
1.3.2. Tujuan .....	8
1.4 Kegunaan.....	8
1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	10
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	11
2.1 Cahaya Matahari .....	11
2.2 Fotosintesis .....	11
2.3 Klorofil-a.....	12
2.4 Penginderaan Jauh .....	14
2.4.1. Satelit Penginderaan Jauh .....	15
2.4.2. Sensor Penginderaan Jauh .....	16
2.4.3. Produk Penginderaan Jauh .....	17
2.4.4. Pengolahan Data Penginderaan Jauh .....	18
2.5 Satelit Aqua Modis .....	19
<b>3. MATERI DAN METODE .....</b>	22
3.1 Materi Penelitian .....	22
3.2 Alat dan Bahan .....	22
3.3 Lokasi dan Titik Penelitian .....	22
3.4 Data Penelitian .....	23
3.4.1. Data Primer .....	23
3.4.2. Data Sekunder .....	23
3.5 Metode Penelitian .....	24
3.6 Pengambilan Sampel Lapang .....	25



3.7 Pengambilan Data Lapang .....	26
3.7.1. Suhu .....	26
3.7.2. pH .....	26
3.7.3. Salinitas .....	26
3.8 Analisis Data Insitu Di Laboratorium .....	27
3.8.1. Klorofil-a .....	27
3.8.2. Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) .....	28
3.8.3. Orthofosfat ( $\text{PO}_4$ ) .....	29
3.9 Pengambilan Data Citra .....	29
3.10 Validasi Hasil Ekstraksi Citra .....	30
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Gambaran Umum Perairan Pantai Talang Siring .....	31
4.2 Deskripsi Stasiun Dan Hasil Pengamatan .....	32
4.2.1. Stasiun 1 .....	32
4.2.2. Stasiun 2 .....	33
4.2.3. Stasiun 3 .....	34
4.2.4. Stasiun 4 .....	35
4.3 Parameter Klorofil-a .....	36
4.3.1 Data Klorofil-a Citra Satelit Aqua Modis .....	36
4.3.2 Data Klorofil-a Lapang .....	38
4.4 Data Parameter Kualitas Air .....	39
4.5 Validasi Hasil Ekstraksi Citra .....	40
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>42</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Panjang Gelombang Modis .....	20
2. Kemampuan Ekstraksi Citra Modis Berdasarkan Saluran .....	21
3. Data Klorofil-a Citra Satelit Aqua Modis .....	38
4. Sebaran Klorofil-a Hasil Pengamatan Lapang .....	38
5. Hasil Validasi Data Klorofil-a Antara Data Citra dengan Data Lapang .....	40



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alur Rumusan Masalah .....	6
2. Sistem Penginderaan Jauh .....	16
3. Alur Prosedur Penelitian Secara Umum .....	24
4. Data Citra Satelit Aqua Modis Harian Level 2 .....	33
5. Stasiun Pengamatan Citra Satelit Aqua Modis Di Pantai Talang Siring .	34
6. Diagram Batang Validasi Data Klorofil-a .....	11



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta Lokasi Penelitian .....	49
2. Alat dan Bahan .....	50
3. Titik Stasiun Penelitian .....	52
4. Proses Mendapatkan Data Citra .....	53
5. Proyeksi Data Citra Klorofil-a dari Modis .....	56
6. Koreksi Geometrik ( <i>software ENVI 4.5</i> ) .....	58
7. Koreksi Nilai <i>Value</i> Klorofil-a .....	62
8. Validasi Nilai <i>Value</i> Klorofil-a .....	66
9. Proyeksi Data Citra Tutupan Awan dari Modis .....	68
10. Koreksi Geometrik ( <i>software ENVI 4.5</i> ) .....	70
11. Koreksi Tutupan Awan dan Daratan .....	74
12. Merubah Format Citra Menjadi IMG .....	78
13. Pewarnaan dan Koreksi Algoritma Klorofil-a (ArcGIS 9.3) .....	81
14. Pewarnaan dan Koreksi Algoritma Data Awan (ArcGIS 9.3) .....	86
15. Ekstraksi Data Klorofil-a dan Tutupan Awan .....	88
16. Data Hasil Pengamatan .....	91
17. Data Klorofil-a Citra Satelit Aqua Modis .....	92

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kondisi oseanografi wilayah perairan Indonesia sangat kompleks dan dinamis. Wilayah Indonesia melintang dari Sabang sampai Merauke, diapit oleh dua benua (Benua Asia dan Benua Australia) dan oleh dua samudera (Samudera Pasifik dan Samudera Hindia), posisi ini juga dikenal sebagai posisi silang atau *cross position* (Lasabuda, 2013). Menurut Hukom *et al.*, (2011), perubahan iklim merupakan salah satu fenomena alam di Indonesia yang menyebabkan dinamika perairan yang berubah-ubah, terutama cenderung pada perubahan suhu perairan. Dinamika perairan tersebut terutama pada lapisan permukaan sangat dipengaruhi oleh pola tiupan angin muson disamping pengaruh pasang surut. Perubahan arah dan kekuatan angin yang bertiup di atas perairan tersebut dapat menyebabkan terjadinya perubahan dinamika perairan. Angin muson timur yang bertiup di bagian selatan katulistiwa wilayah Indonesia termasuk perairan Laut Flores, Selat Flores, Selat Lamakera, Selat Alor dan Laut Sawu dicirikan oleh pembalikan arah angin permukaan secara musiman. Angin muson barat laut terjadi bulan Desember hingga Februari (musim barat) dan angin muson tenggara selama bulan Juni hingga Agustus (musim timur) (Wyrtki, 1961; Tchernia, 1980; Robert, 1985 dalam Tomascik *et. al.*, 1997).

Menurut Wibawa (2012), fenomena musim yang terjadi di Indonesia mengakibatkan terjadinya proses *upwelling* pada bulan Juni hingga pertengahan bulan Oktober. Menurut Nontji (1987), proses *upwelling* merupakan peristiwa naiknya massa air dalam lapisan bawah permukaan laut ke permukaan laut. Dengan adanya *upwelling* tersebut menyebabkan perairan akan mengalami peningkatan kesuburan pada lapisan permukaannya. Dinamika perairan ini

berkaitan erat dengan biota yang ada di dalamnya karena dapat mempengaruhi kehidupan dan kelangsungan hidupnya.

Perairan laut Indonesia secara garis besar dibagi menjadi dua yaitu perairan dangkal berupa paparan dan perairan laut dalam. Menurut Kordi (2010), Paparan (*shelf*) adalah zona mulai garis surut terendah hingga kedalaman sekitar 120-200 m, ada dua paparan yang luas di Indonesia, yaitu Paparan Sunda di sebelah barat dan Paparan Arafura-Sahul di sebelah timur. Di antaranya terdapat laut dalam dengan topografi yang kompleks dengan berbagai bentuk basin (cekungan yang luas di dasar laut) dan palung (cekungan yang dalam dan bentuknya memanjang). Indonesia mempunyai kawasan perairan yang memiliki potensi sumberdaya alam yang tinggi. Daya dukung yang diberikan oleh lautan pada kehidupan manusia dikuatkan dengan adanya sumber daya laut yang potensial untuk dimanfaatkan. Tingginya potensi perairan dapat memberikan manfaat bagi kesejahteraan nelayan Indonesia bila diolah secara optimum (Prianto *et al.*, 2012).

Informasi parameter oseanografi sangat penting untuk kesuburan perairan yang berhubungan dengan keberadaan fitoplankton. Biomassa fitoplankton bisa dihitung dengan memperkirakan konsentrasi klorofil-a. Klorofil-a merupakan salah satu pigmen pada fitoplankton, yaitu pigmen aktif yang terlibat langsung dalam proses fotosintesis sehingga mudah ditemukan pada organisme autotof. Untuk mengetahui tingkat kesuburan dan kualitas suatu perairan dapat dilihat dari besarnya nilai klorofil-a yang terdapat pada perairan tersebut (Prianto *et al.*, 2012). Sebaran konsentrasi klorofil-a sangat terkait dengan kondisi oseanografi suatu perairan. Oleh karena itu, kajian mengenai konsentrasi klorofil-a sangat penting dilakukan.

Konsentrasi klorofil-a di perairan oseanis umumnya dipengaruhi oleh berbagai proses dinamika yang terjadi di dalam kolom perairan. Faktor-faktor



utama yang mengontrol produksi fitoplankton adalah percampuran vertikal, penetrasi cahaya, unsur hara, suhu, laju tenggelam sel fitoplankton dan *upwelling* (Tomascik *et al.*, 1997 *dalam* Tubalawony, 2010). Muatan unsur hara yang tinggi dapat mempercepat pertumbuhan dan sebaran klorofil-a sehingga dapat mempengaruhi fluktuasi dan kelimpahan fitoplankton yang ada di perairan (Praseno *et al.*, 1984). Selain itu fluktuasi konsentrasi klorofil-a dan sebaran konsentrasi klorofil-a di perairan sangat terkait dengan musim, kondisi oseanografi dan fenomena alam yang terjadi. Hatta (2002), menyatakan bahwa umumnya konsentrasi klorofil-a tinggi di perairan pantai sebagai akibat dari tingginya suplai unsur hara yang berasal dari daratan melalui aliran air sungai. Namun sebaliknya cenderung rendah di daerah lepas pantai karena pada daerah lepas pantai ini tidak mendapat suplai unsur hara dari daratan. Walaupun demikian pada beberapa tempat yang jauh dari daratan masih ditemukan konsentrasi klorofil yang tinggi. Keadaan ini terjadi akibat adanya proses sirkulasi massa air yang memungkinkan terangkutnya sejumlah unsur hara dari daerah lain. Menurut Pugesehan (2010), konsentrasi klorofil-a suatu perairan sangat tergantung pada ketersediaan unsur hara dan intensitas cahaya matahari. Bila unsur hara dan intensitas cahaya matahari cukup tersedia, maka konsentrasi klorofil-a akan tinggi dan begitu juga sebaliknya. Namun berdasarkan pola persebaran klorofil-a secara musiman di beberapa bagian perairan dijumpai konsentrasi klorofil-a yang cukup tinggi. Tingginya konsentrasi klorofil-a disebabkan karena terjadinya pengkayaan unsur hara pada lapisan permukaan perairan melalui berbagai proses perubahan massa air, pola pergerakan massa air dan percampuran vertikal massa air dari perairan sekitarnya. Perairan di daerah tropis umumnya memiliki konsentrasi klorofil yang rendah karena keterbatasan unsur hara dan kuatnya stratifikasi kolom perairan sebagai akibat pemanasan permukaan perairan yang terjadi sepanjang tahun.



Salah satu metode untuk estimasi sebaran klorofil-a yaitu dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Saat ini penginderaan jauh telah digunakan sebagai sarana untuk melakukan pengukuran keadaan perairan secara menyeluruh (Semedi, 2013). Hal ini sesuai dengan pernyataan Susilo (2000), yang menyatakan pigmen-pigmen fitoplankton (khususnya klorofil-a) merupakan komponen utama yang mempengaruhi sifat optik/biooptik air laut. Penginderaan jauh merupakan suatu teknik atau cara untuk mendapatkan suatu informasi objek kajian tanpa kontak langsung dengan objek yang dikaji (Sutanto, 1986). Seiring dengan berkembangnya teknologi penginderaan jauh, banyak peneliti yang melakukan kajian dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh tersebut dikarenakan penelitian dapat menjadi lebih efisien dari segi waktu dan biaya (Prianto *et al.*, 2012). Oleh karena itu, metode penginderaan jauh dapat digunakan dalam pendugaan konsentrasi klorofil-a di perairan. Pengolahan citra satelit tentang variasi warna perairan (*ocean color*) dilakukan sebagai implementasi adanya perbedaan kandungan organisme dalam perairan. Data citra yang diolah untuk mengetahui sebaran klorofil-a, dapat menggunakan data citra dari satelit Aqua Modis (NASA, 2014).

Perairan pantai Talang Siring merupakan wilayah yang berada di antara ekosistem mangrove dan pelabuhan pendaratan perikanan. Pantai Talang Siring diduga mengandung zat hara yang cukup tinggi sebagai hasil masukan dari daratan melalui sungai. Zat hara yang cukup tinggi dapat menyebabkan perairan pantai Talang Siring menjadi subur. Menurut Kodoatie dan Syarief (2010), pantai adalah sebuah bentuk geografis yang terdiri dari pasir dan terdapat di daerah pesisir laut. Daerah pantai menjadi batasan antara daratan dan perairan laut. Pada daerah pantai ini masing-masing wilayahnya masih dipengaruhi oleh aktivitas darat (dilakukan di daerah daratan) dan aktivitas kelautan (dilakukan di daerah perairan), sehingga kedua daerah tersebut saling mempengaruhi satu



sama lain. Sedangkan menurut Rokhim *et al.*, (2009), perairan pantai merupakan perairan yang banyak menerima beban masukan bahan organik. Bahan ini berasal dari berbagai sumber seperti kegiatan pertambakan, pertanian, dan aktivitas manusia yang masuk melalui aliran sungai atau *run-off* dari daratan. Muatan unsur hara atau bahan organik yang tinggi dapat mempercepat pertumbuhan fitoplankton, sehingga dapat mempengaruhi fluktuasi dan kelimpahan fitoplankton yang ada di perairan.

Penelitian tentang validasi data citra satelit Aqua Modis pada sebaran klorofil-a yang dilakukan perairan pantai Talang Siring, kecamatan Larangan, Pamekasan, Madura dikarenakan pantai tersebut merupakan pantai dengan keadaan topografi yang kompleks. Pada pantai Talang Siring terdapat muara sungai biyan, ekosistem mangrove, tempat wisata, dan tempat kegiatan perikanan tangkap. Profil pantai Talang Siring yang kompleks tersebut sangat menarik untuk dilakukan penelitian. Sehingga pantai Talang Siring dipilih sebagai tempat untuk melakukan validasi terhadap data citra satelit Aqua Modis pada sebaran klorofil-a.

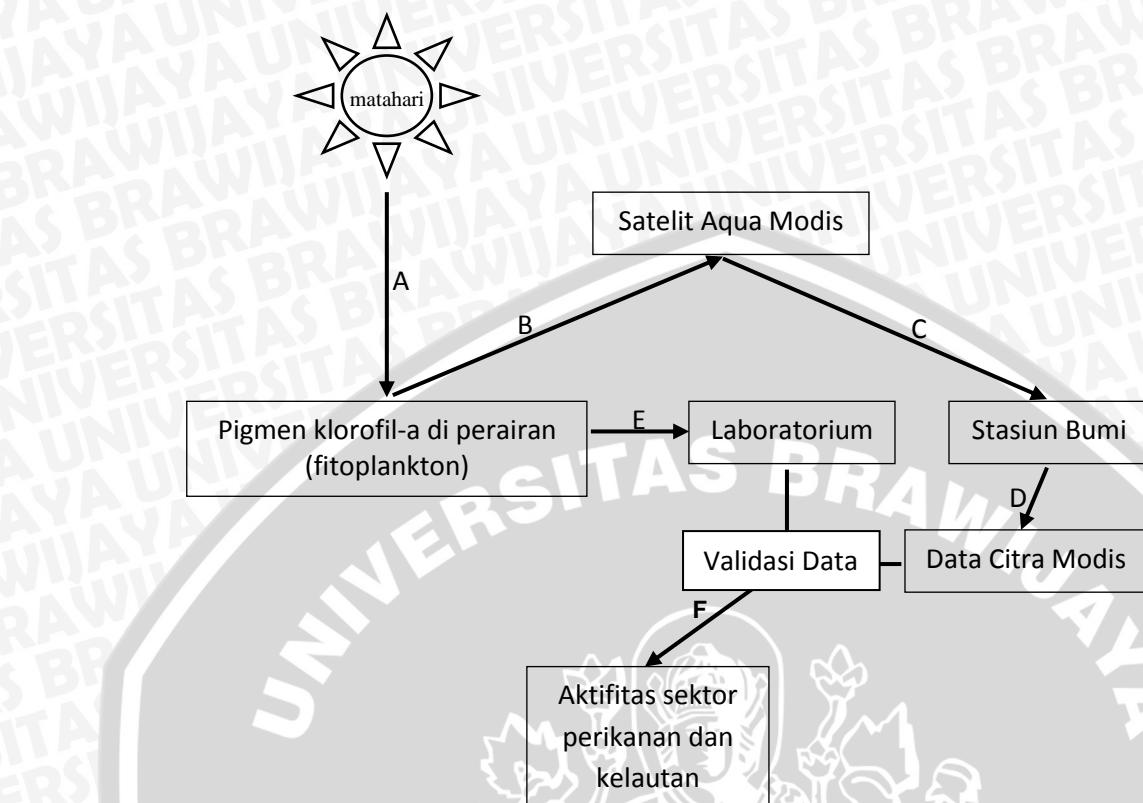
Oleh karena itu penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui keakuratan data yang dihasilkan oleh sensor Modis pada satelit Aqua seperti yang sebelumnya telah digunakan oleh peneliti pada kegiatan praktik kerja lapang tentang sebaran klorofil-a di perairan Selat Madura. Pengukuran konsentrasi klorofil-a di laboratorium dilakukan dengan menggunakan *vacuum pump* dan dari data citra satelit Aqua Modis diolah dengan menggunakan *software*. Selain itu juga dilakukan pengukuran parameter kualitas air. Sehingga dari hasil penelitian ini diharapkan data citra satelit Aqua Modis bisa digunakan untuk keperluan dan kepentingan dalam mengetahui kesuburan perairan.



## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan survei yang telah dilakukan pada praktik kerja lapang tentang citra satelit Aqua Modis pada sebaran klorofil-a dan kondisi pantai Talang Siring yang sangat menarik untuk dilakukan penelitian. Selain itu karena kondisi perairan Indonesia yang umumnya sangat dinamis, maka diperoleh permasalahan yang dapat digambarkan dalam diagram alir seperti yang tercantum pada Gambar 1.





**Gambar 1.** Alur Rumusan Masalah

Keterangan:

- Matahari memancarkan cahaya yang terdiri dari warna pelangi yaitu; merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu ke permukaan bumi yang termasuk di dalamnya adalah permukaan perairan. Menurut Mien (1996), molekul klorofil menyerap cahaya merah, biru, dan ungu serta memantulkan cahaya hijau dan sedikit kuning.
- Cahaya hijau dan sedikit kuning yang dipantulkan oleh pigmen klorofil di perairan (zona fotik) ke atmosfer bumi kemudian ditangkap oleh sensor Modis yang pada satelit Aqua berupa gelombang elektromagnetik. Lapisan udara yang terdiri atas berbagai jenis gas, seperti O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, nitrogen, hidrogen dan helium yang terdapat di dalam atmosfer tersebut dapat menyerap, memantulkan dan melewatkannya radiasi elektromagnetik (Lillesland dan Ralph, 2007). Sehingga kuantitas dan kualitas gelombang

cahaya yang ditangkap oleh sensor Modis tidak sama jika dibandingkan saat dipantulkan oleh pigmen klorofil di perairan.

- C. Gelombang yang diterima oleh sensor Modis pada satelit Aqua dikirim ke stasiun penerima di bumi atau yang disebut stasiun bumi berupa citra untuk kemudian diolah, disimpan, dan dirawat guna kepentingan penelitian.
- D. Data citra yang berada pada stasiun bumi diunduh untuk kemudian diolah menggunakan perangkat lunak komputer sesuai dengan tujuan dan keperluannya, pada penelitian ini data citra satelit Aqua Modis yang diolah adalah klorofil-a dan tutupan awan level 2.
- E. Pigmen klorofil-a di perairan dengan koordinat tertentu diambil sebagai sampel untuk diuji di laboratorium yang kemudian digunakan sebagai parameter uji dari data yang dihasilkan oleh satelit Aqua Modis.
- F. Citra satelit merupakan teknologi penginderaan jauh yang memberikan kemudahan dalam melakukan kajian terhadap suatu objek penelitian. Kemudahan yang diberikan diantaranya tanpa perlu melakukan kontak langsung dengan objek yang dikaji, selain itu juga memberikan kemudahan dalam melakukan penelitian untuk objek yang luas dengan waktu yang singkat.

Dengan melakukan validasi data citra satelit Aqua Modis maka diharapkan dalam menentukan kesuburan perairan bisa menggunakan cara yang lebih akurat dengan cakupan wilayah yang luas, sehingga sangat membantu masyarakat khususnya pemerintah dalam melakukan perencanaan, observasi, maupun evaluasi terhadap kebijakan di wilayah perairannya.



### 1.3. Maksud dan Tujuan

#### 1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian di perairan pantai Talang Siring ini adalah sebagai wujud pengaplikasian ilmu yang telah diterima di bangku kuliah tentang kesuburan perairan (klorofil-a) dan ilmu yang diterima selama melakukan praktik kerja lapang di Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) tentang pengolahan data citra satelit Aqua Modis pada sebaran klorofil-a dengan cara melakukan praktik langsung di lapang serta menambah ilmu dan pengetahuan mengenai perbandingan data yang disajikan oleh citra satelit Aqua Modis dengan data yang diperoleh melalui uji laboratorium.

#### 1.3.2 Tujuan

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini antara lain yaitu:

1. Mengetahui kondisi serta distribusi klorofil-a secara spasial di pantai Talang Siring dengan uji laboratorium
2. Mengetahui kondisi serta distribusi klorofil-a secara spasial di pantai Talang Siring dari data citra satelit Aqua Modis
3. Mengetahui keakuratan data citra satelit Aqua Modis untuk mendapatkan informasi kesuburan perairan berdasarkan analisis validasi antara kedua metode tersebut

### 1.4. Kegunaan

Adapun kegunaan dari penelitian ini antara lain:

#### 1. Bagi Mahasiswa

Mempelajari dan mempraktekkan langsung di lapang dan analisis di laboratorium dapat menambah pengetahuan serta pengalaman mahasiswa tentang produktivitas primer dengan metode klorofil-a. Selain itu juga menambah ilmu, pengetahuan dan ketrampilan dalam pembuatan peta

distribusi dan konsentrasi klorofil-a dengan menggunakan data citra satelit

Aqua Modis dan diolah menggunakan aplikasi tertentu.

2. Bagi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang

Dapat menjadi sumber informasi tentang status dan kondisi perairan pantai Talang Siring, selain itu dapat dijadikan referensi untuk dikembangkan dalam penelitian selanjutnya yang lebih mendalam di wilayah tersebut guna pengembangan pemanfaatan perairan pantai Talang Siring dan penelitian lebih lanjut pengolahan tata letak pantai sebagai tindakan manajemen pelestarian sumberdaya hayati di lingkungan sekitar wilayah penelitian.

3. Bagi Masyarakat dan Petani Kerang Sekitar Wilayah Penelitian

Sebagai sumber informasi mengenai kondisi dan status kesuburan perairan pantai Talang Siring sehingga masyarakat sekitar dan industri dapat mengontrol dan memanajemen kegiatan rumah tangga, kegiatan perikanan tangkap oleh nelayan serta kegiatan industri untuk lebih memanajemen dengan baik pengolahan limbah sehingga tidak berdampak buruk pada wilayah perairan pantai Talang Siring.



### 1.5. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini bertempat di perairan pantai Talang Siring, desa Montok, kecamatan Larangan, kabupaten Pamekasan, Madura dan Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Perairan pantai Talang Siring merupakan lokasi objek pengambilan sampel penelitian dengan empat titik penelitian yang memiliki karakteristik wilayah yang berbeda. Pengukuran dan analisis data dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan April 2015 sampai bulan Juni 2015. Pada bulan April 2015 dilakukan persiapan untuk melaksanakan kegiatan penelitian mulai dari survei lapang untuk menentukan titik penelitian sampai penyusunan proposal penelitian. Selanjutnya pada bulan Mei 2015 dilakukan pengambilan sampel untuk mendapatkan data sebaran klorofil-a dan parameter kualitas air serta pengambilan data citra satelit Aqua Modis. Kemudian pada bulan Juni 2015 dilakukan proses analisis data hasil penelitian dan penyusunan laporan skripsi.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Cahaya Matahari

Cahaya matahari meliputi semua warna dari spektrum tampak dari merah hingga ungu, tetapi tidak semua panjang gelombang dari spektrum tampak diserap (diabsorpsi) oleh pigmen klorofil. Menurut Sunarto *et al.*, (2004), cahaya matahari merupakan energi penggerak utama bagi seluruh ekosistem termasuk di dalamnya ekosistem perairan. Selain itu cahaya adalah sumber energi dasar bagi pertumbuhan organisme autotrof terutama fitoplankton yang pada gilirannya mensuplai makanan bagi seluruh kehidupan di perairan.

Menurut Asmara (2005), intensitas cahaya matahari merupakan jumlah energi yang diterima oleh bumi pada waktu dan areal tertentu. Selanjutnya pernyataan Asmara (2005), jumlah energi yang diterima oleh bumi bergantung kepada kualitas, kuantitas, dan lama periode penyinaran yang merupakan faktor abiotik utama yang sangat menentukan laju produktifitas primer di perairan. Pada perairan yang produktivitasnya tinggi maka sinar matahari dapat menembus beberapa sentimeter saja, karena terhalang oleh fitoplankton yang ada dalam permukaan air (Effendi, 2003)

### 2.2 Fotosintesis

Fotosintesis adalah suatu proses sintesis makanan yang dilakukan tanaman dan beberapa mikroorganisme fotosintetik yang merupakan fondasi untuk hampir semua kehidupan dan merupakan proses metabolismik utama dari setiap ekosistem (Folkowski dan Raven, 1997 *dalam* Pitoyo dan Wiryanto, 2001).

Dalam sebuah sel, klorofil-a adalah pigmen utama sehubungan dengan aktivitas fotosintesis dimana radiasi cahaya matahari yang diserap dapat dirubah menjadi energi kimia (Herawati dan Kusriani, 2005). Fungsi utama klorofil dalam proses fotosintesis adalah sebagai katalisator dan menyerap energi cahaya (*kinetic*



energy) yang akan digunakan dalam proses tersebut (Strickland, 1960 *dalam* Riyono, 2007).

Faktor-faktor yang mempengaruhi laju fotosintesis antara lain yaitu intensitas cahaya matahari, suhu, kekeruhan, unsur N dan P, serta jenis fitoplanktonnya (Subarjanti, 1990). Sedangkan menurut Nontji (2008), cahaya matahari merupakan sumber energi bagi proses fotosintesis yang menggerakkan seluruh fungsi ekosistem di bumi. Di laut, tumbuhan berklorofil dapat berupa rumput laut (*seaweed*), lamun (*seagrass*), fitoplankton, atau mikroflora bentik (*benthic microflora*). Menurut Sasmitamihardja dan Siregar (1996) *dalam* Ai (2012), proses fotosintesis digambarkan seperti persamaan reaksi kimia berikut ini.



Berdasarkan reaksi fotosintesis di atas,  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  merupakan gas dalam reaksi fotosintesis dengan bantuan cahaya matahari dan pigmen fotosintesis (berupa klorofil dan pigmen-pigmen lainnya) akan menghasilkan karbohidrat dan melepaskan oksigen. Menurut Suprihatin (2011), semua tumbuhan mengandung klorofil yang berfungsi sebagai fotosintesis. Sedangkan menurut Insan (2009), klorofil mempunyai kemampuan untuk menyerap sinar matahari yang akan digunakan dalam proses fotosintesis.

### 2.3 Klorofil-a

Menurut Curtis (1978), klorofil-a adalah suatu molekul berukuran besar dengan atom Mg sebagai pusatnya yang terkait dalam cincin *porphyrin* (senyawa organik yang mengandung empat cincin pirol, suatu cincin segi lima yang terdiri dari empat atom karbon dengan atom nitrogen pada satu sudut). Parameter klorofil-a mengindikasikan kadar biomassa algae, dengan perkiraan rata-rata beratnya adalah 1% dari biomassa, fosfor sebagai salah satu nutrisi penunjang



untuk klorofil-a, dapat menimbulkan *algae bloom* yang dapat menyebabkan proses sedimentasi berjalan lebih cepat (Juantari *et al.*, 2013). Menurut Dickson dan Wheeler (1993), klorofil-a berwarna hijau dan memiliki nama kimia  $C_{55}H_{72}N_4Mg$ , klorofil-a ditemukan pada seluruh organisme fotosintetik baik di daratan maupun di lautan.

Kusnawijaya (1983) *dalam* Arifin (2009) menyatakan bahwa dikenal beberapa macam klorofil, yaitu klorofil-a, klorofil-b, klorofil-c, dan klorofil-d. Klorofil-a terdapat pada semua jenis alga, klorofil-b terdapat pada Cyanophyceae, Diatome, Phaeophyceae, dan Rhodophyceae. Sedangkan klorofil-c hanya ditemukan pada organisme Phaeophyceae, dan klorofil-d pada Rhodophyceae (Prasanto, 1997 *dalam* Arifin, 2009). Menurut Person, *et al.* (1984) *dalam* Andriani (2004), klorofil-a merupakan pigmen yang paling umum terdapat pada fitoplankton karena menjadi pigmen yang penting dalam proses fotosintesis pada fitoplankton.

Steemann-Nielsen (1975) *dalam* Nontji (2008) mengatakan bahwa 95% produktivitas primer di laut disumbangkan oleh fitoplankton. Sebaran klorofil-a fitoplankton di suatu perairan bervariasi secara geografis maupun berdasarkan kedalaman perairan. Variasi tersebut diakibatkan oleh perbedaan intensitas cahaya matahari dan konsentrasi nutrien yang terdapat dalam suatu perairan (Riyono *et al.*, 2006). Perairan di daerah tropis umumnya memiliki konsentrasi klorofil yang rendah karena keterbatasan nutrien dan kuatnya stratifikasi kolom perairan sebagai akibat pemanasan permukaan perairan yang terjadi sepanjang tahun (Nuriya *et al.*, 2010). Tumbuhan yang berklorofil dapat berupa rumput laut (seagrass), fitoplankton atau mikroflora.

Kandungan klorofil yang paling dominan dimiliki oleh fitoplankton adalah klorofil-a, karenanya klorofil-a dapat dijadikan sebagai salah satu indikator kesuburan perairan (Samawi, 2001). Selain itu, menurut Nuriya *et al.*, (2010),

klorofi-a juga dapat digunakan untuk menaksir produktivitas primer suatu perairan. Susilo (2000), menyatakan bahwa pigmen-pigmen fitoplankton (khususnya klorofil-a) merupakan komponen utama yang mempengaruhi sifat optik/biooptik air laut. Oleh karena itu, metode penginderaan jauh dapat digunakan dalam pendugaan konsentrasi klorofil-a di perairan.

## 2.4 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi obyek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah atau gejala yang hendak dikaji di permukaan bumi, di dirgantara atau di antariksa (Sukandar *et al.*, 2005). Penginderaan jauh memanfaatkan energi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh suatu objek di permukaan bumi, dimana tiap-tiap objek di permukaan bumi memiliki karakteristik reflektansi yang berbeda-beda. Menurut Somantri (2008), penginderaan jauh adalah teknik yang dikembangkan untuk memperoleh dan analisis informasi tentang peran bumi. Informasi tersebut berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan dan dipancarkan dari permukaan bumi.

Perkembangan teknologi penginderaan jarak jauh (*remote sensing*) telah mampu mendeteksi sebaran suhu permukaan laut dan tingkat kehijauan (klorofil). Vegetasi di suatu perairan yang menjadi indikasi tingkat kesuburan dan kelimpahan makanan bagi ikan, dengan menggunakan data citra modis (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) dari satelit Aqua dan Terra (Lillesand dan Kiefer, 1997)

### 2.4.1 Satelit Penginderaan Jauh

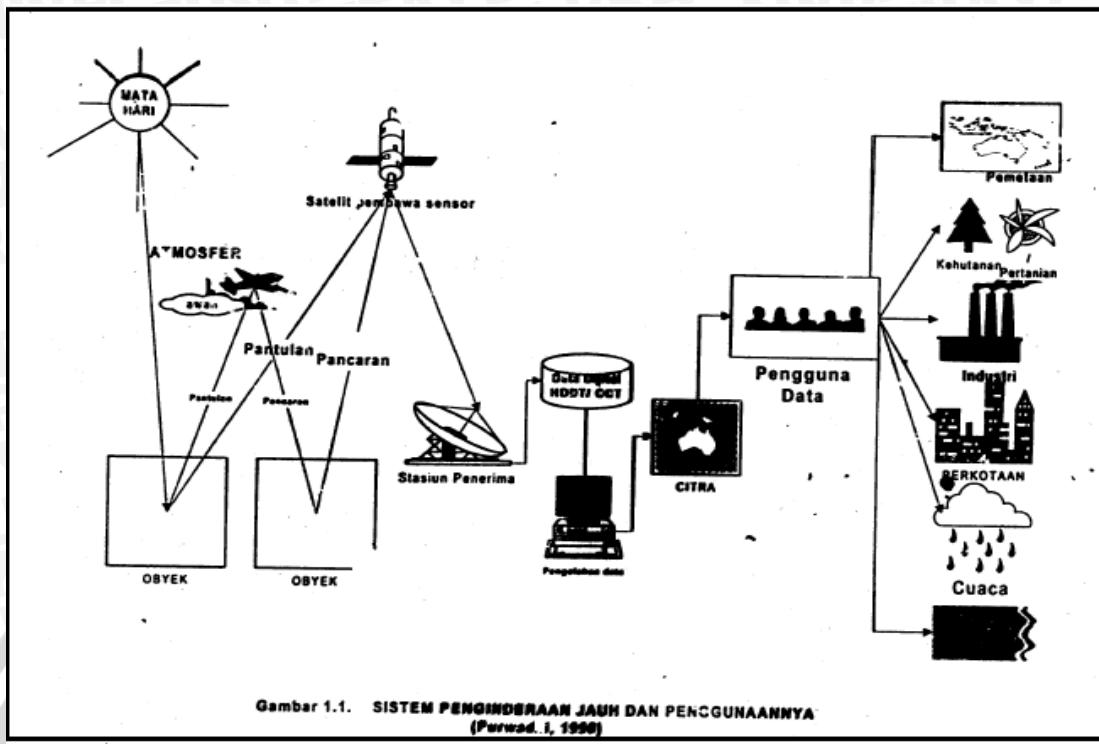
Satelit penginderaan jauh berdasarkan posisinya di angkasa dibedakan menjadi dua jenis satelit, yaitu satelit orbit berputar dan satelit geostasioner.

Satelit orbit berputar memiliki ketinggian agak rendah sekitar 800 km dari permukaan bumi dan memiliki dua arah perputaran yang pertama adalah satelit orbit berputar mengelilingi bumi melewati kutub utara dan kutub selatan atau satelit orbit polar. Sedangkan satelit geostasioner posisinya adalah menetap di atas sekitar katulistiwa dengan ketinggian sekitar 35.800 km (Kushardono, 2003).

Saat ini teknologi penginderaan jauh berbasis satelit menjadi sangat populer dan digunakan untuk berbagai tujuan kegiatan, salah satunya untuk mengidentifikasi potensi sumber daya wilayah pesisir dan lautan (Dewayani, 2000).

Dengan penemuan teknologi penginderaan jauh melalui satelit kelemahan-kelemahan penginderaan secara konvensional dapat diatasi. Selain itu data yang diperoleh dengan mempergunakan satelit lebih luas jangkauannya dan dapat dipasang sepanjang masa (Hanafi, 2011). Menurut Somantri (2008), pancaran dan pantulan energi dari benda-benda di permukaan bumi ditangkap oleh sistem sensor pada satelit, kemudian setelah itu diubah menjadi sinyal-sinyal yang selanjutnya dikirimkan ke stasiun bumi untuk seterusnya disimpan dalam bentuk data analog atau digital seperti yang dijelaskan pada gambar 2.





**Gambar 2.** Sistem Penginderaan Jauh (Somantri, 2008)

#### 2.4.2 Sensor Penginderaan Jauh

Sensor penginderaan jauh mempunyai dua resolusi, yaitu resolusi spektral dan resolusi spasial. Resolusi spektral dari suatu sensor ditandai dengan banyaknya saluran atau lebar spektral yang digunakan oleh sensor, sedangkan resolusi spasial berhubungan dengan ukuran piksel dipermukaan bumi yang mampu diamati (Asriningrum *et al*, 2011). Menurut Kushardono (2003), resolusi spasial adalah luasan objek di permukaan bumi yang dapat diukur oleh sensor dan dipresentasikan pada suatu *pixel* (*picture element*) dalam citra digital penginderaan jauh. Satelit penginderaan jauh saat ini memiliki resolusi spasial mulai dari  $0.6\text{ m} \times 0.6\text{ m}$  hingga  $5\text{ km} \times 5\text{ km}$ . Sedangkan resolusi temporal adalah lamanya waktu wahana penginderaan jauh untuk mendapatkan data pada lokasi yang sama. Misalnya, Aqua/Terra mempunyai resolusi temporal 1-2 hari, yang berarti data pada lokasi yang sama dapat diperoleh setiap hari atau setiap dua hari sekali.

Penginderaan dilakukan dari jarak jauh pada umumnya sensor dipasang pada wahana (*platform*) yang berupa pesawat terbang, satelit, pesawat ulang-alik, atau wahana lainnya (Sukandar *et al.*, 2005). Sensor satelit khusus untuk kelautan dikembangkan oleh NASA mulai tahun 1978 dengan pengembangan misi satelit dengan sensor Coastal Zone Color Scanner (CZCS).

#### 2.4.3 Produk Penginderaan Jauh

Hasil dari sensor yang ada pada satelit berupa data mentah yang dapat diolah dan dianalisis untuk mendapatkan hasil berupa citra. Data penginderaan jauh dapat berupa citra foto dan citra digital. Citra adalah gambaran rekaman suatu objek atau biasanya berupa gambaran objek pada foto (Kushardono, 2003). Menurut Hornby (1974) dalam Sutanto (1986), citra merupakan gambaran yang terekam oleh kamera atau oleh sensor lainnya.

Citra satelit dibedakan lebih jauh atas penggunaan utamanya, citra Modis itu sendiri yaitu citra satelit yang digunakan untuk penginderaan sumberdaya bumi. Contoh lainnya yaitu citra Soyus (Rusia) dan citra SPOT yang diorbitkan oleh Perancis (Sutanto, 1986). Contoh citra menurut Kushardono (2003) seperti citra suhu permukaan laut, citra persebaran klorofil-a, citra klasifikasi terumbu karang dan lingkungan pada pulau kecil, citra sebaran minyak di laut, sampai pada citra kekeruhan. Produk suatu pemetaan adalah suatu informasi spasial yang dapat divisualisasikan dalam bentuk atlas (kertas maupun elektronis), peta (kertas maupun digital), basis data digital maupun Sistem Informasi Geografis (SIG) (Abidin, 2007).

#### 2.4.4 Pengolahan Data Penginderaan Jauh

Berdasarkan cara analisis dan interpretasi datanya yaitu interpretasi secara visual dan interpretasi secara digital. Kemudian untuk pemanfaatan suatu bidang tertentu, dapat dilakukan pengolahan lebih lanjut data penginderaan jauh

(Kushardono, 2003). Analisis dilakukan dengan menggunakan sistem informasi geografi (SIG), Komponen utama SIG adalah sistem komputer (*hardware* dan *software*) untuk pemasukan, penyimpanan, pengolahan, analisis, lampiran data, dan lainnya, data geospatial (peta, foto udara, citra satelit, data statistic, dll) dan pengguna (desain standar, pemutakhiran, analisis dan penerapan) (Sukandar *et al.*, 2005).

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

Langkah untuk menganalisis data dari satelit yaitu menggabungkan parameter-parameter tertentu secara spasial, dengan langkah-langkah sebagai berikut: digitasi peta dasar, editing data vector hasil klasifikasi citra, pembuatan basis data spasial dan integrasi data spasial. Termasuk didalamnya integrasi antara data spasial dengan hasil analisis ekonomi sehingga secara spasial nilai ekonomi dapat ditampilkan dan dianalisis (Winarso dan Purwanto, 2003).

## 2.5 Satelit Aqua Modis

*Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) adalah salah satu instrumen utama yang dibawa *Earth Observing System* (EOS). Program

*National Aeronautics and Space Administration* (NASA) merupakan program jangka panjang untuk mengamati, meneliti, dan menganalisa lahan laut, atmosfir bumi dan interaksi diantara faktor-faktor ini (Rsgisforum, 2003). Distribusi dan kelimpahan fitoplankton dapat diestimasi dari kandungan klorofil-a melalui satelit penginderaan jauh, seperti satelit Aqua Modis. Citra Modis bisa memberikan informasi data perairan berdasarkan nilai spektral obyek yang direkam oleh sensor Modis (Nuriya *et al.*, 2010).

Modis mengorbit bumi secara polar (arah utara-selatan) pada ketinggian 705 km dan melewati garis khatulistiwa pada jam 10:30 waktu lokal. Satu elemen citranya (*pixels, picture element*) berukuran 250 m (band 1–2), 500 m (band 3–7) dan 1000 m (band 8–36) (Mustafa, 2004). Menurut Thoha (2008), citra Modis memindai permukaan dengan lebar tampilan lebih dari 2300 km, menyediakan citra radiasi matahari yang direfleksikan pada siang hari dan emisi termal siang/malam diseluruh penjuru bumi. Pantulan gelombang elektromagnetik yang diterima sensor Modis sebanyak 36 *bands* (36 interval panjang gelombang). Satu elemen citra (*pixels, picture element*) berukuran 250 m (*band 1 – 2*), 500 m (*band 3 – 7*) dan 1.000 m (*band 8 – 36*) sebagaimana yang disajikan dalam Tabel 2.



**Tabel 1.** Panjang Gelombang Modis

<i>Band</i>	$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	Res (m)	<i>Band</i>	$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	Res (m)
1	0.62-0.67	250	21 <sup>a</sup>	3.929-3.989	1000
2	0.841-0.876	250	22	3.929-3.989	1000
3	0.459-0.479	500	23	4.020-4.080	1000
4	0.545-0.565	500	24	4.433-4.498	1000
5	1.230-1.250	500	25	4.482-4.549	1000
6	1.628-1.652	500	26	1.360-1.390	1000
7	2.105-2.155	500	27	6.535-6.895	1000
8	0.405-0.420	1000	28	7.175-7.475	1000
9	0.438-0.448	1000	29	8.400-8.700	1000
10	0.483-0.493	1000	30	9.580-9.880	1000
11	0.526-0.536	1000	31	10.780-11.280	1000
12	0.546-0.556	1000	32	11.770-12.270	1000
13	0.662-0.672	1000	33	13.185-13.485	1000
14	0.673-0.683	1000	34	13.485-13.785	1000
15	0.743-0.753	1000	35	13.785-14.085	1000
16	0.862-0.877	1000	36	14.085-14.385	1000
17	0.890-0.920	1000			
18	0.915-0.965	1000			
19	0.915-0.965	1000			
20	3.660-3.840	1000			

Sumber: Thoha, 2008

Satelite Aqua/Terra Modis mengamati seluruh permukaan bumi setiap 1 hingga 2 hari, memperoleh data dalam 36 kanal pita spektrum (spectral band) atau grup dari panjang gelombang (Annas, 2009). Terdapat 36 *bands* atau panjang gelombang elektromagnetik yang diterima oleh sensor Modis (Tabel 3) (Thoha, 2008). Sensor Modis yang terdapat pada satelite Aqua/Terra mempunyai 36 band spectral yang terdiri dari (1-19) band tampak, inframerah pada band 26 dan sisanya adalah band thermal (Ayu et al, 2012). Setiap saluran yang diterima memiliki karakteristik berdasarkan kemampuan ekstraksi dan kegunaannya.

Interpretasi citra dari data Modis diolah menggunakan *software* ENVI untuk melakukan koreksi radiometrik dan geometrik yang selanjutkan diolah menggunakan *software* ArcMap yaitu ArcGis untuk mendapat hasil akhir berupa citra. Menurut Endang (2014), ArcGis merupakan salah satu di antara sekian banyak perangkat lunak yang digunakan dalam Sistem Informasi Geografis.

ArcGis memiliki kemampuan yang tinggi dalam pembuatan peta digital hingga analisis spasial.

**Tabel 2.** Kemampuan Ekstraksi Citra Modis Berdasarkan Saluran

No. Saluran	Kegunaan
1-2	Deliniasi daratan/awan/aerosol
3-7	Deliniasi daratan/awan/karakteristik aerosol
8-16	Warna air laut/fitoplankton/ <i>Fluorescene</i> /biogeokimia
17-19	Uap air di atmosfer
20-23	Suhu permukaan dan awan
24-25	Suhu udara
26-28	Uap air awan cirrus
29	Karakteristik awan
30	Lapisan ozon
31-32	Suhu permukaan dan awan
33-36	Awan tinggi

Sumber: Thoha, 2008



### 3. MATERI DAN METODE

#### 3.1. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsentrasi klorofil-a dan parameter kualitas air meliputi nilai pH, suhu, salinitas dan kandungan nitrat ( $\text{NO}_3$ ) serta Orthophospat ( $\text{PO}_4$ ) di pantai Talang Siring.

#### 3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan dalam penelitian ini yang digunakan meliputi alat dan bahan untuk pengukuran insitu, laboratorium dan pengolahan. Daftar nama alat dan bahan dapat dilihat pada Lampiran 1.

#### 3.3. Lokasi dan Titik Penelitian

Lokasi dan titik pengambilan data dalam penelitian ini dilaksanakan di perairan pantai Talang Siring Pamekasan, Madura. Peta wilayah penelitian dapat dilihat pada Lampiran 2.

Pengambilan data dilakukan pada 4 titik koordinat dalam waktu yang sama, yaitu pada tanggal 26 Mei 2015. Penentuan Lokasi pengambilan data sesuai dengan karakteristik wilayah pantai yang berbeda yaitu ada 4 (empat) titik stasiun validasi. Keempat titik stasiun penelitian dapat dilihat pada Lampiran 3.

Pengambilan sampel dilakukan pada 4 (empat) titik dimulai pukul 10.00 WIB sampai pukul 14.00 WIB karena satelit Aqua Modis melintas di atas wilayah perairan Indonesia antara pukul 11.00 WIB sampai pukul 14.00 WIB. Data yang diperoleh dari Citra Satelit Aqua Modis harian level 2 selanjutnya dibandingkan dengan hasil analisis klorofil-a di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang untuk menentukan keakuratan data yang disajikan oleh citra satelit Aqua Modis.



### 3.4 Data Penelitian

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

#### 3.4.1 Data Primer

Data primer adalah data yang berasal dari sumber pertama dalam sasaran penelitian (Mulyanto, 2008). Data primer pada penelitian ini meliputi parameter utama yaitu data klorofil-a yang diambil secara insitu di lapang dan diuji dengan skala laboratorium dan data klorofil-a yang didapat dari citra satelit Aqua Modis. Selain itu juga dilakukan pengujian parameter kualitas air meliputi; suhu, pH, salinitas, nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), dan orthofosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).

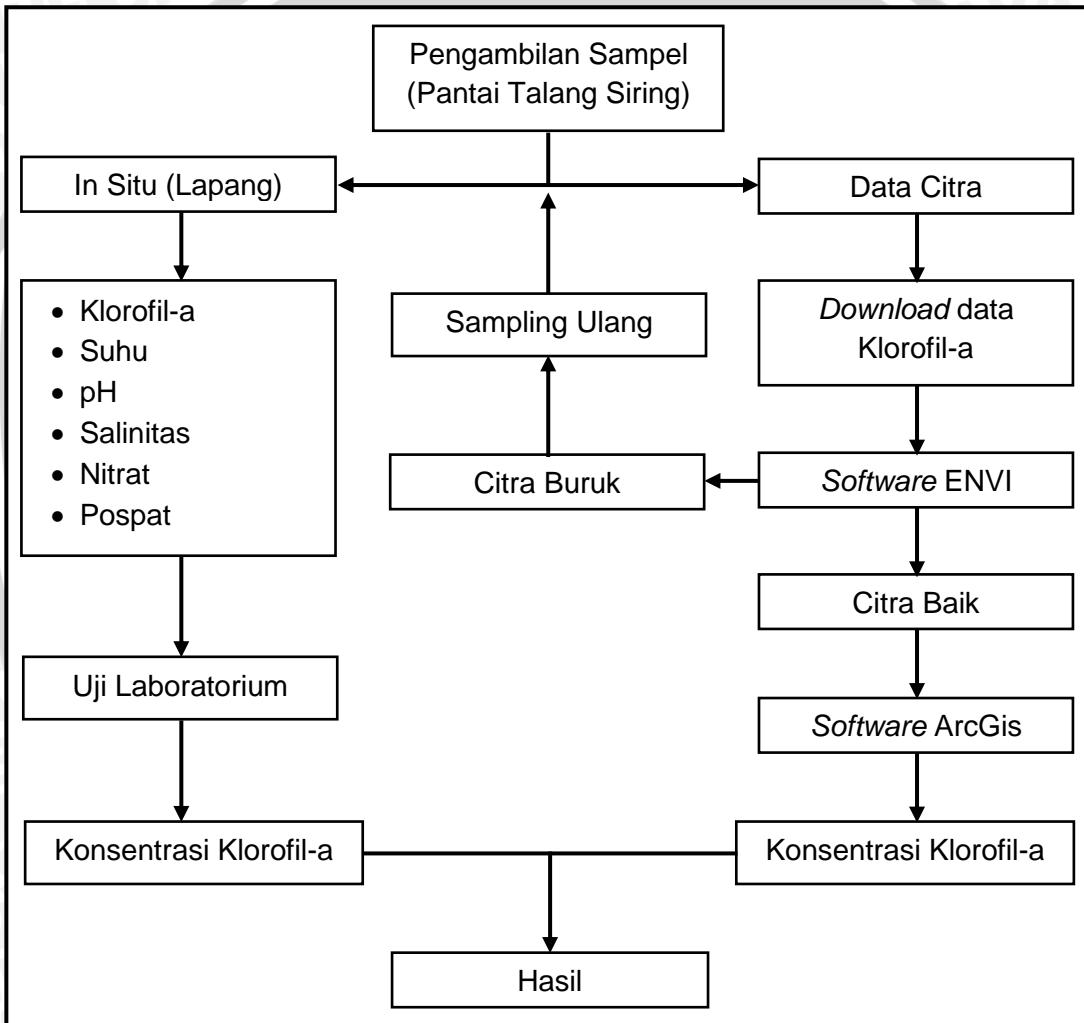
Data primer parameter utama klorofil-a yang didapat dari citra satelit Aqua Modis melalui registrasi dan proses pengunduhan di laman *modis-catalog.lapan.go.id* milik Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). Data klorofil-a yang diunduh adalah data citra Aqua Modis harian level 2 dengan format *hdf*. Selanjutnya data tersebut diolah menggunakan software ENVI 4.5 dan ArcGIS 9.3 sampai dihasilkan tampilan data sebaran klorofil-a berupa gambar dengan format JPEG.

#### 3.4.2 Data Sekunder

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

sekunder dari jurnal ilmiah, laporan ilmiah, kepustakaan yang menunjang dan pemetaan dari google earth dan aplikasi GPS Tools for Androids untuk membantu dalam pemetaan yang menunjukkan lokasi sampling dan data sebaran klorofil-a dari citra satelit Aqua Modis untuk menunjukkan kesesuaian dengan hasil insitu serta analisis di laboratorium.

### 3.5 Metode Penelitian



**Gambar 3.** Alur Prosedur Penelitian Secara Umum

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, yaitu membuat gambaran mengenai situasi kejadian-kejadian tidak terbatas pada pengumpulan data, tetapi juga menganalisis dan terdapat pembahasan dari data yang telah dikumpulkan. Metode deskriptif bermaksud membuat gambaran

mengenai situasi kejadian-kejadian dan bertujuan untuk membuat gambaran sistematis, nyata serta akurat mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat populasi atau daerah tertentu (Suryabrata, 1989). Sedangkan menurut Arikunto (2002), metode deskriptif yaitu pengumpulan data yang bertujuan untuk menjelaskan suatu gambaran keadaan suatu daerah tanpa mengambil keputusan secara umum namun sistematis, aktual dan akurat. Dalam penelitian ini metode prosedur yang digunakan secara umum tertera pada Gambar 3 yang menjelaskan alur penelitian mulai dari pengambilan sampel sampai mendapatkan data hasil dari citra satelit dan laboratorium.

### **3.6 Pengambilan Sampel Lapang**

Pengambilan sampel di lapang pada penelitian ini meliputi pengambilan sampel air laut pada empat titik stasiun penelitian dengan menggunakan ember. Selanjutnya air dimasukkan ke dalam botol gelap bervolume 1,5 liter untuk analisis kandungan klorofil-a, nitrat, dan orthophosphat di laboratorium dan data dari citra satelit secara *real time*. Sampel yang telah diambil disimpan dalam *coolbox* dan untuk penentuan titik-titik lokasi pengambilan data menggunakan GPS (*Global Positioning System*).

### **3.7 Pengambilan Data Lapang**

Pengambilan data di lapang pada penelitian ini meliputi pengambilan data parameter kualitas air. Data tersebut didapatkan dari empat titik stasiun pengambilan sampel dan untuk penentuan titik-titik lokasi pengambilan data menggunakan GPS (*Global Positioning System*). Adapun data parameter kualitas air yang didapatkan secara insitu diantaranya nilai suhu, pH, dan salinitas dengan menggunakan metode sebagai berikut:

### 3.7.1 Suhu

Alat yang digunakan adalah Termometer. Menurut Prianto *et al.* (2012), prosedur pengukuran suhu sebagai berikut :

1. Menyiapkan Termometer.
2. Memasukkan termometer ke dalam perairan dengan membelakangi matahari.
3. Membaca dan mencatat nilai yang tertera pada termometer.
4. Mencatat hasil pengukuran dalam skala  $^{\circ}\text{C}$ .

### 3.7.2 pH (Derajat Keasaman)

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

1. Mencelupkan pH paper ke dalam perairan.
2. Mendiamkan selama kurang lebih 2 menit.
3. Mengangkat dan mengibarkan sampai setengah kering.
4. Mencocokkan dengan skala 1-14 yang tertera pada kotak pH.
5. Mencatat hasil pengukurannya.

Sedangkan pengukuran pH menggunakan pH meter/pH pen adalah:

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

### 3.7.3 Salinitas

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

- 3.1. Menyiapkan refraktometer.

- 3.2. Membuka penutup kaca prisma lalu dikalibrasi dengan aquadest hingga salinitas 0 selanjutnya di keringkan dengan tisu secara searah.
- 3.3. Meneteskan 1-2 tetes air sampel yang akan diukur dan menutup kembali dengan hati-hati agar tidak terbentuk gelembung udara di permukaan kaca prisma.
- 3.4. Mengarahkan ke sumber cahaya lalu melihat nilai salinitas melalui kaca pengintai dan didapatkan hasilnya.

### **3.8. Analisis Data Insitu Di Laboratorium**

#### **3.8.1 Klorofil-a**

Prosedur kerja analisis kandungan klorofil-a di laboratorium menurut Hutagalung, *et al.* (1997) menggunakan sampel klorofil-a sebagai berikut:

1. Menyiapkan sampel yang telah diambil pada perairan dengan kedalaman yang telah ditentukan.
2. Memasang atau meletakkan filter pada alat saring (*filter holder*)
3. Menyaring sampel air (0,5 – 2 liter) untuk perairan pantai, (2 – 4 liter) untuk perairan lepas pantai. Penyaringan dibantu dengan *vacump pump* dengan tekanan hisap ±30 cm Hg. Catat volume air yang disaring (ml)
4. Membilas dengan 10 ml larutan magnesium karbonat ke dalam *filter holder*, hisap kembali sampai filter tampak kering.
5. Mengambil filter dan membungkus dengan aluminium foil (beli label) dan simpan dalam desikator aluminium yang berisi silica gel (simpan dalam freezer jika proses analisis berikutnya tidak dilakukan)
6. Memasukkan hasil filter saringan ke dalam tabung reaksi 15 ml, tambahkan 10 ml acetone 90%.
7. Menggerus sampel dalam tabung reaksi dengan alat penggerus
8. Men-centrifuge sampel dengan putaran 4000 rpm selama 30-60 menit.

9. Memasukkan cairan yang bening dengan menuang cairan tersebut ke dalam cuvet
10. Memeriksa absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 750, 664, 647, dan 630 nm.

Metode perhitungan klorofil dilakukan dengan mengurangi absorban dari panjang gelombang 664, 647, dan 630 nm dengan absorban dari panjang gelombang 750 nm. Pengurangan absorbansi pada panjang gelombang tersebut bertujuan untuk mendapatkan nilai absorbansi yang dilakukan klorofil pada panjang gelombang 664, 647, dan 630 nm, sedangkan pada panjang gelombang 750 nm tidak terdapat penyerapan yang dilakukan oleh klorofil-a tersuspensi tetapi penyerapan hanya diakibatkan oleh faktor kekeruhan sampel. Perhitungan dari kandungan klorofil-a menggunakan rumus:

$$\text{Chl (mg/m3)} = \frac{\{(11,48 \times E664) - (1,54 \times E647) - (0,08 \times E630)\} \times Ve}{Vs \times d}$$

Keterangan:

E664 : absorban 664 nm – absorban 750 nm

E647 : absorban 647 nm – absorban 750 nm

E630 : absorban 630 nm – absorban 750 nm

Ve : volume ekstrak aceton (ml)

Vs : volume sampel air yang disaring (liter)

d : lebar diameter cuvet (cm)

### 3.8.2 Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )

Menurut Boyd (1978), prosedur pengukuran nitrat adalah sebagai berikut :

1. Menyaring air sampel dengan menggunakan Whatman no 42, atau menggunakan kertas saring.
2. Tambahkan 50 ml air sampel dan tuangkan ke dalam cawan porselin.



3. Menguapkan di atas pemanas sampai kering hati-hati jangan sampai pecah dan didinginkan.
4. Menambahkan 1 ml asam fenol disulfonik, aduk dengan pengaduk gelas dan encerkan dengan 25 -30 ml aquadest.
5. Menambahkan 4ml NH<sub>4</sub>OH sampai terbentuk warna. Encerkan dengan aquadest. Kemudian masukkan dalam cuvet.
6. Membandingkan dengan larutan standar pembanding yang telah dibuat, baik secara visual atau dengan spektrofotometer (panjang gelombang 410 µm).

### **3.8.3 Orthofosfat (PO<sub>4</sub>)**

Menurut Boyd (1978), prosedur pengukuran orthophosphat adalah sebagai berikut:

1. Menuangkan 25 ml air sampel ke dalam erlenmeyer berukuran 25 ml.
2. Menambahkan 1 ml ammonium molybdate dan homogenkan.
3. Menambahkan 5 tetes SnCl<sub>2</sub> dan homogenkan lalu dibiarkan ± 10 menit.
4. Memasukkan ke dalam cuvet lalu diukur nilai orthofosfat dengan spektrofotometer (panjang gelombang 690 µm).

### **3.9 Pengambilan Data Citra**

Data citra satelit dalam penelitian ini menggunakan data dari Citra Satelit Aqua Modis yang berupa data hdf level 2. Data yang digunakan adalah data klorofil-a dengan resolusi temporal harian pada bulan Mei 2015. Citra satelit Aqua Modis level 2 merupakan data dengan resolusi 250m x 250m sampai 1000m x 1000m. Selanjutnya untuk parameter kualitas perairan menggunakan citra Modis yaitu menggunakan *band 7* dan *band 11* dengan resolusi spasial 1000m x 1000m, dimana dari kedua *band* tersebut bisa didapatkan nilai klorofil-a dan tutupan awan. Prosedur analisis data dari citra satelit Aqua Modis harian level 2 dapat dilihat pada Lampiran 4 sampai Lampiran 15.



Pada data citra satelit Aqua Modis harian level 2 yang telah diolah sampai berupa gambar selanjutnya ditentukan seribu titik stasiun penelitian yang tersebar di sepanjang pantai selatan kabupaten Pamekasan. Seribu titik stasiun tersebut tersebar secara sistematis yang dimulai dari koordinat -7.123411° BT dan 113.416022° LS sampai -7.299074° BT dan 113.856204° LS. Diantara seribu titik stasiun data citra satelit Aqua Modis tersebut diambil empat titik stasiun di sekitar pantai Talang Siring sebagai stasiun validasi sebaran klorofil-a antara data citra satelit Aqua Modis dengan data lapang.

### 3.10 Validasi Hasil Ekstraksi Citra

Validasi hasil ekstraksi citra dilakukan untuk mengetahui seberapa besar keakuratan data klorofil-a dari hasil citra satelit Aqua Modis dengan hasil dari analisis laboratorium. Menurut Nuriya *et al.* (2010), pengujian hasil analisis klorofil-a menggunakan RMS error setelah model diperoleh. RMS error menggambarkan perbedaan antara hasil ekstraksi citra satelit dengan nilai data lapang, semakin kecil nilai RMS error maka data yang didapat semakin bagus dan akurat. Dengan melakukan uji keakuratan data hasil citra satelit Aqua Modis hasilnya bisa digunakan untuk menentukan perkiraan kesuburan perairan tanpa harus bersentuhan secara langsung dengan badan perairan. Rumus RMS error adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

Z<sub>i</sub> : Data hasil analisis citra satelit

Z<sub>j</sub> : Data hasil analisis laboratorium

n : Jumlah data



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Gambaran Umum Perairan Pantai Talang Siring

Pantai Talang Siring terletak di Desa Montok Kecamatan Larangan, Kabupaten Pamekasan. Berjarak sekitar 14 km ke arah timur dari pusat Kabupaten Pamekasan dan dapat ditempuh dengan mobil angkutan umum maupun kendaraan pribadi. Lokasi wisata ini selalu ramai dikunjungi wisatawan karena letaknya berdekatan dengan jalan provinsi yang menghubungkan kabupaten-kabupaten di Pulau Madura. Di sekitar perairan pantai Talang Siring terdapat kawasan mangrove, kawasan pariwisata, kawasan perikanan, dan juga kawasan pemukiman penduduk.

Batas wilayah pantai Talang Siring yang merupakan bagian dari Desa Montok berbatasan dengan Desa Lancar dan Desa Taraban disebelah utara, Desa Artodung dan Desa Panaguan disebelah barat, Desa Polagan dan selat Madura disebelah selatan, dan Desa Kaduarah Barat disebelah timur. Secara astronomis, garis pantai Talang Siring terletak antara  $-7.128556^\circ$  BT sampai  $-7.155338^\circ$  BT dan  $113.602148^\circ$  LS sampai  $113.579275^\circ$  LS atau  $7^\circ 7'42''$  BT sampai  $7^\circ 9'19''$  BT dan  $113^\circ 36'7''$  LS sampai  $113^\circ 34'45''$  LS.

Pada kawasan pesisir Talang Siring terdapat kawasan pantai wisata Talang Siring itu sendiri, kawasan permukiman penduduk, kawasan tambak (tambak udang/tambak garam), kawasan kegiatan perikanan, daerah aliran sungai Biyan, dan hutan mangrove. Kawasan wisata pesisir Talang Siring memiliki potensi wisata yang sangat tinggi karena lokasinya yang mudah dijangkau dan mulai dikelola dengan baik oleh paguyuban warga setempat. Kawasan permukiman penduduk berada di bagian timur pesisir pantai Talang Siring dan mayoritas penduduknya bekerja sebagai nelayan. Kawasan tambak terdiri dari tambak udang dan tambak garam. Tambak udang umumnya berada dekat

dengan pantai wisata Talang Siring dan tidak berbatasan langsung dengan air laut, baik karena dipisahkan oleh jalan maupun kawasan mangrove. Sedangkan tambak garam terletak di sebelah selatan tambak udang dan dekat dengan permukiman penduduk. Kawasan kegiatan perikanan merupakan kawasan bongkar-muat dan bersandarnya perahu nelayan. Sungai Biyan bermuara di pantai Talang dan banyak membawa limbah pertanian maupun limbah rumah tangga dari hasil buangan di sepanjang aliran sungainya. Hutan mangrove terletak di bagian barat pesisir Talang Siring dan fungsinya sebagai penyangga wisata pantainya.

Wisata pantai Talang Siring merupakan tujuan wisata pantai utama di kawasan pesisir Talang Siring, sedangkan hutan mangrove sendiri memang tidak diperlukan untuk wisatawan melihat dari fungsinya sebagai daerah konservasi (Rizkiyani, 2013). Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Pengelola Data Elektronik Propinsi Jawa Timur (2001), kawasan mangrove di Kabupaten Sampang adalah 999,6 Ha, di Kabupaten Sumenep seluas 1.408,75 Ha, dan luas mangrove di Kabupaten Pamekasan ± sekitar 473,040 Ha, sedangkan Pantai talang siring sendiri mempunyai luas hutan mangrove ± 25,04 ha.

## 4.2 Deskripsi Stasiun Dan Hasil Penelitian

### 4.2.1 Stasiun 1

Stasiun 1 terletak di kawasan perairan permukiman penduduk. Dimana pada kawasan ini merupakan pantai yang berdekatan dengan rumah penduduk serta tempat berlabuhnya kapal nelayan. Wilayah perairan ini merupakan wilayah yang banyak mendapat buangan limbah rumah tangga maupun limbah industri skala kecil kegiatan perikanan. Pada wilayah ini diambil sampel pada titik koordinat  $-7.15861^\circ$  atau  $7^\circ 9'31''$  LS dan  $113.647572^\circ$  atau  $113^\circ 38'51.2''$  BT menggunakan aplikasi GPS Tools pada smartphone android.



Stasiun 1 dengan titik koordinat  $-7.15861^{\circ}$  LS dan  $113.647572^{\circ}$  BT pada data lapang berada pada pixel yang sama dengan titik pixel 227 dengan titik koordinat  $-7.157131^{\circ}$  LS dan  $113.649588^{\circ}$  BT data citra satelit Aqua Modis. Pada data lapang didapatkan nilai sebaran klorofil-a sebesar 0.3742 dan pada data citra satelit Aqua Modis didapatkan nilai sebaran klorofil-a sebesar 0.480653. Sedangkan dari hasil analisis kualitas air, pada stasiun 1 perairan pantai Talang Siring memiliki suhu sebesar  $29^{\circ}\text{C}$  dengan nilai pH 8 dan kandungan salinitas 35 ppt. Selain itu di stasiun 1 pantai Talang Siring memiliki kandungan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) sebesar 0.1547 ppm dan kandungan orthophosphat sebesar 0.0410 ppm.

#### 4.2.2 Stasiun 2

Stasiun 2 terletak di kawasan perairan pantai pariwisata. Dimana kawasan ini selain sebagai kawasan pariwisata, memiliki peran sebagai tempat bersandarnya bagan apung yang baru saja dibuat ataupun yang telah rusak untuk kemudian dibongkar dan juga digunakan sebagai tempat bersandarnya perahu nelayan yang biasanya digunakan untuk pariwisata. Pada wilayah perairan ini diambil sampel pada titik koordinat  $-7.164414^{\circ}$  atau  $7^{\circ}9'51.9''$  LS dan  $113.617049^{\circ}$  atau  $113^{\circ}37'1.4''\text{BT}$  menggunakan aplikasi GPS Tools pada smartphone android.

Stasiun 2 dengan titik koordinat  $-7.164414^{\circ}$  LS dan  $113.617049^{\circ}$  BT pada data lapang berada pada pixel yang sama dengan titik pixel 223 dengan titik koordinat  $-7.157131^{\circ}$  LS dan  $113.613655^{\circ}$  BT data citra satelit Aqua Modis. Pada data lapang didapatkan nilai sebaran klorofil-a sebesar 0.5414 dan pada data citra satelit Aqua Modis didapatkan nilai sebaran klorofil-a sebesar 0.748034. Sedangkan dari hasil analisis kualitas air, pada stasiun 2 perairan pantai Talang Siring memiliki suhu sebesar  $28^{\circ}\text{C}$  dengan nilai pH 8 dan kandungan salinitas 35 ppt.



ppt. Selain itu di stasiun 1 pantai Talang Siring memiliki kandungan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) sebesar 0.4022 ppm dan kandungan orthophospat sebesar 0.0483 ppm.

#### 4.2.3 Stasiun 3

Stasiun 3 terletak di kawasan perairan yang berdekatan dengan hutan mangrove dan tambak garam, dimana kawasan ini merupakan kawasan yang banyak mendapat suplai nutrien dari tanaman mangrove. Selain itu pada kawasan ini terdapat tambak udang dan tambak garam yang awalnya merupakan bagian dari hutan mangrove. Di sebelah barat kawasan mangrove yang merupakan bagian dari pantai Talang Siring ini terdapat 2 objek wisata religi, yaitu makam Joko Tarub dan Vihara Candi. Pada wilayah ini diambil sampel pada titik koordinat  $-7.191005^\circ$  atau  $7^\circ 11'27.6''$  LS dan  $113.605065^\circ$  atau  $113^\circ 36'18.2''$  BT menggunakan aplikasi GPS Tools pada smartphone android.

Stasiun 3 dengan titik koordinat  $-7.191005^\circ$  LS dan  $113.605065^\circ$  BT pada data lapang berada pada pixel yang sama dengan titik pixel 372 dengan titik koordinat  $-7.191274^\circ$  LS dan  $113.604671^\circ$  BT data citra satelit Aqua Modis. Pada data lapang didapatkan nilai sebaran klorofil-a sebesar 0.4562 dan pada data citra satelit Aqua Modis didapatkan nilai sebaran klorofil-a sebesar 0.647364. Sedangkan dari hasil analisis kualitas air, pada stasiun 3 perairan pantai Talang Siring memiliki suhu sebesar  $29^\circ\text{C}$  dengan nilai pH 8 dan kandungan salinitas 35 ppt. Selain itu di stasiun 1 pantai Talang Siring memiliki kandungan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) sebesar 0.2103 ppm dan kandungan orthophospat sebesar 0.0438 ppm.



#### 4.2.4 Stasiun 4

Stasiun 4 terletak di muara sungai Biyan yaitu sungai yang bermuara ke pantai Talang Siring. Stasiun 4 ini berada di dekat Stasiun 1 yang merupakan kawasan permukiman penduduk dan Stasiun 2 yang merupakan kawasan pantai pariwisata. Stasiun 4 di muara sungai Biyan berdekatan dengan jalan provinsi yang menghubungkan Kabupaten Pamekasan dan Kabupaten Sumenep. Pada kawasan ini digunakan sebagai tempat berlabuhnya perahu nelayan dan perahu penyeberangan Talang Siring – Besuki yang bernama Se Kangen. Selain itu pada kawasan ini juga terdapat bagan apung yang sedang diperbaiki, baru dibuat, maupun akan dibongkar. Pada wilayah ini diambil sampel pada titik koordinat  $-7.137063^{\circ}$  atau  $7^{\circ}8'13.5''$  LS dan  $113.591244^{\circ}$  atau  $113^{\circ}35'28.5''$  BT menggunakan aplikasi GPS Tools pada smartphone android.

Stasiun 4 dengan titik koordinat  $-7.137063^{\circ}$  LS dan  $113.591244^{\circ}$  BT pada data lapang berada pada pixel yang sama dengan titik pixel 70 dengan titik koordinat  $-7.137063^{\circ}$  LS dan  $113.591244^{\circ}$  BT data citra satelit Aqua Modis. Pada data lapang didapatkan nilai sebaran klorofil-a sebesar 2.9452 dan pada data citra satelit Aqua Modis tidak didapatkan nilai sebaran klorofil-a karena stasiun 4 berada terlalu dekat dengan daratan sehingga sensor Modis pada satelit Aqua tidak dapat memetakan sebaran klorofil-a pada daerah tersebut. Sedangkan dari hasil analisis kualitas air, pada stasiun 4 perairan pantai Talang Siring memiliki suhu sebesar  $33^{\circ}\text{C}$  dengan nilai pH 7 dan kandungan salinitas 30 ppt. Selain itu di stasiun 1 pantai Talang Siring memiliki kandungan nitrat ( $\text{NO}_3$ ) sebesar 0.7425 ppm dan kandungan orthophospat sebesar 0.0349 ppm.



### 4.3 Parameter Klorofil-a

#### 4.3.1 Data Klorofil-a Citra Satelit Aqua Modis

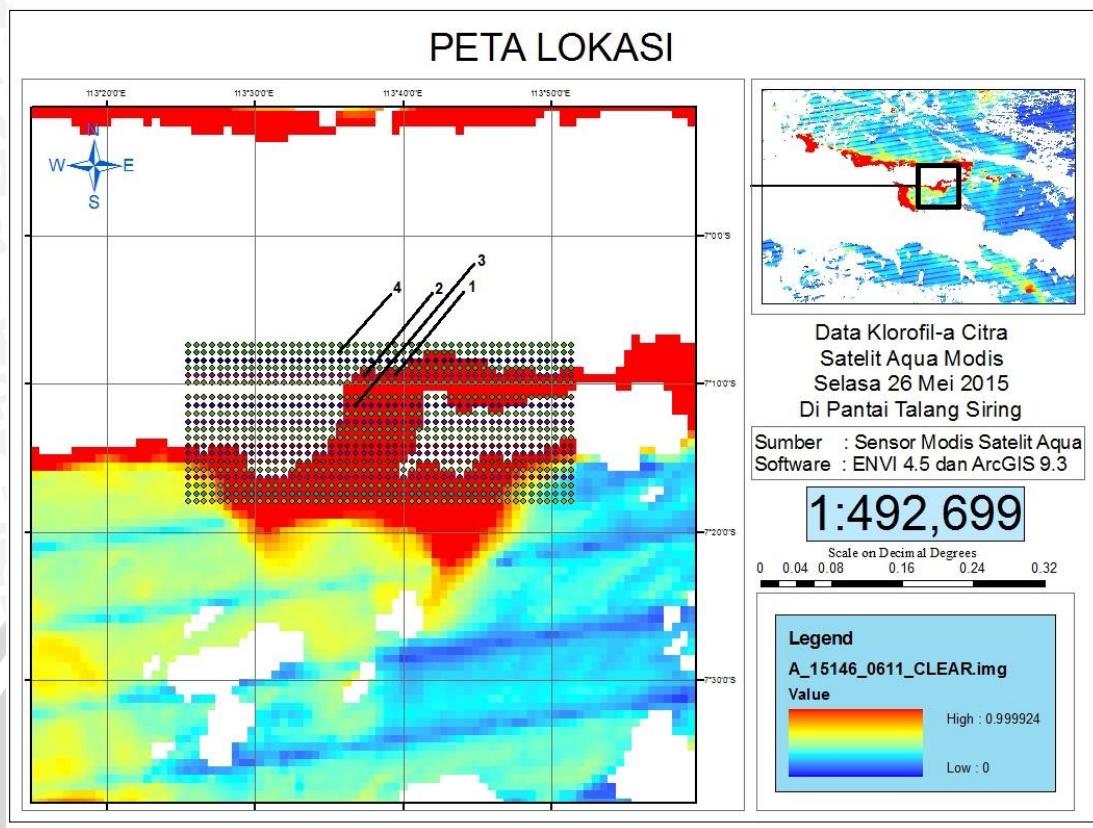
Parameter klorofil-a hasil citra satelit Aqua Modis pada tanggal 26 Mei 2015 diunduh dari laman web Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional yaitu *modis-catalog.japan.go.id*. Adapun data yang diunduh adalah data citra satelit Aqua Modis harian level 2 tentang klorofil-a dengan format a1.tanggal.pukul.seadas.hdf dan data tentang tutupan awan dengan format a1.tanggal.pukul.mod35.hdf seperti pada Gambar 4.

Name	Date modified	Type	Size
Selasa_0435	6/11/2015 2:48 AM	File folder	
Selasa_0611	6/11/2015 6:01 AM	File folder	
a1.15145.0532.mod35.hdf	5/25/2015 5:00 PM	HDF File	76,391 KB
a1.15145.0532.seadas.hdf	5/25/2015 4:19 PM	HDF File	271,709 KB
a1.15146.0435.mod35.hdf	5/27/2015 12:17 AM	HDF File	85,670 KB
a1.15146.0435.seadas.hdf	5/26/2015 4:33 PM	HDF File	304,706 KB
a1.15146.0611.mod35.hdf	5/27/2015 2:23 AM	HDF File	99,696 KB
a1.15146.0611.seadas.hdf	5/27/2015 1:49 AM	HDF File	354,586 KB

**Gambar 4.** Data Citra Satelit Aqua Modil Harian Level 2

Selanjutnya data tersebut diolah menggunakan *software ENVI 4.5* dan *ArcGIS 9.3* yang kemudian didapatkan hasil berupa tampilan dan nilai sebaran klorofil-a pada seribu titik stasiun pengamatan di sepanjang pesisir selatan kabupaten Pamekasan. Seribu stasiun pengamatan tersebut tersebar secara sistematis yang dimulai dari koordinat -7.123411° BT dan 113.416022° LS sampai -7.299074° BT dan 113.856204° LS. Hasil yang didapatkan adalah seperti pada Gambar 5 dan Lampiran 17.

Pada seribu titik stasiun data sebaran klorofil-a citra satelit Aqua Modis tersebut didapatkan empat stasiun yang memiliki koordinat sama dengan stasiun data sebaran klorofil-a data lapang di sekitar wilayah pantai Talang Siring. Kesamaan tersebut didasarkan pada *pixel* data citra satelit yang berada di sekitar pantai Talang Siring.



**Gambar 5.** Stasiun Pengamatan Citra Satelit Aqua Modis Di Pantai Talang Siring

Tampilan hasil dari data citra satelit Aqua Modis yang telah diolah menggunakan software ENVI 4.5 dan ArcGIS 9.3 memberikan informasi sebaran klorofil-a pada stasiun pengambilan sampel seperti pada Tabel 3 dengan penjelasan yaitu pada titik pixel 227 sebesar 0,480653 yang merupakan stasiun pada wilayah perairan di kawasan permukiman penduduk, titik pixel 223 sebesar 0,748034 yang merupakan stasiun pada kawasan pantai pariwisata, titik pixel 372 sebesar 0,647364 yang merupakan stasiun pada kawasan hutan mangrove, dan pada titik pixel 70 yang merupakan muara Sungai Biyan tidak terdeteksi adanya nilai sebaran klorofil-a. Dari hasil pengamatan sensor satelit Aqua Modis tersebut diketahui bahwa sebaran klorofil-a di pantai Talang Siring yaitu antara 0,025189 – 0,98146.

**Tabel 3.** Data Klorofil-a Citra Satelit Aqua Modis

Klorofil-A Citra Satelit Aqua MODIS			
Latitude	Longitude	Titik Pixel	Konsentrasi
-7.158610	113.647572	227	0.480653
-7.164414	113.617049	223	0.748034
-7.191005	113.605065	372	0.647364
-7.147936	113.625756	70	-

#### 4.3.2 Klorofil-a Data Lapang

Parameter klorofil-a pengamatan lapang dilakukan di Pantai Talang Siring Kabupaten Pamekasan dengan cara mengambil sampel air laut pada empat stasiun yang berbeda. Sampel air laut tersebut selanjutnya diuji di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 4. Data yang dihasilkan merupakan hasil pengamatan dari sampel yang diambil pada tanggal 26 Mei 2015 antara pukul 12.06 WIB sampai 13.55 WIB saat air pasang pada empat stasiun dengan bantuan perahu nelayan dan aplikasi GPS Tools pada smartphone android.

**Tabel 4.** Sebaran Klorofil-a Hasil Pengamatan Lapang

Stasiun	Koordinat				Absorban				Hasil (mg/m <sup>3</sup> )
	Longitude	Latitude	630	647	664	750			
1	113°38'51.2"	7°9'31"	0.005	0.004	0.010	-0.008	0.3742		
2	113°37'1.4"	7°9'51.9"	0.017	0.014	0.023	-0.003	0.5414		
3	113°36'18.2"	7°11'27.6"	0.006	0.004	0.011	-0.011	0.4562		
4	113°35'28.5"	7°8'13.5"	0.037	0.044	0.131	-0.004	2.9452		

Berdasarkan pengamatan lapang yang telah dilakukan pada empat titik stasiun, diperoleh hasil bahwa di perairan Pantai Talang Siring memiliki nilai klorofil-a berkisar antara 0.3742 – 2.9452 mg/m<sup>3</sup>. Tinggi rendahnya konsentrasi klorofil-a dipengaruhi oleh kandungan unsur hara di suatu perairan. Selain itu, klorofil-a juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan meliputi suhu, kecerahan, DO, pH, nitrat dan fosfat (Rachmawati, 1999). Pada stasiun 4 sendiri didapatkan nilai

sebaran klorofil-a yang tinggi yaitu  $2.9452 \text{ mg/m}^3$  dikarenakan stasiun 4 berada tepat di depan muara sungai Biyan yang merupakan salah satu pensuplai unsur hara ke perairan Pantai Talang Siring. Selain itu, Krismono (2010) menyatakan bahwa perubahan konsentrasi klorofil-a dipengaruhi oleh beberapa faktor pertumbuhan fitoplankton yaitu intensitas sinar matahari, konsentrasi nutrien (nitrat dan fosfat), pengadukan air, suhu, serta kualitas air.

#### 4.4 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati pada penelitian ini meliputi suhu, derajat keasaman ( $\text{pH}/\text{potensial Hydrogen}$ ), salinitas, Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), dan Orthofosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ). Hasil pengamatan kualitas air dapat dilihat pada Lampiran 16.

Berdasarkan hasil analisis kualitas air, suhu perairan pantai Talang Siring berkisar antara  $29^\circ\text{C} - 33^\circ\text{C}$ , dengan nilai pH antara 7 – 8 dan salinitas 30 ppt sampai 35 ppt. Menurut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut, parameter kualitas air yang meliputi suhu, pH, dan salinitas perairan pantai Talang Siring berada pada kondisi yang baik dan bisa ditoleransi oleh biota laut untuk kelangsungan hidupnya. Selain itu dari hasil analisis nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan orthophospat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya diperoleh kandungan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) di perairan pantai Talang Siring berkisar antara 0.1547 – 0.7425 dan kandungan orthophospat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) antara 0.0349 – 0.0483. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2004) tentang baku mutu air laut, nilai ambang batas kadar nitrat untuk biota laut adalah 0,008 mg/l dan orthophospat 0,015 mg/l. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa kandungan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan orthophospat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) di perairan pantai Talang Siring berada di atas ambang batas baku mutu air laut terhadap kelangsungan hidup biota laut.

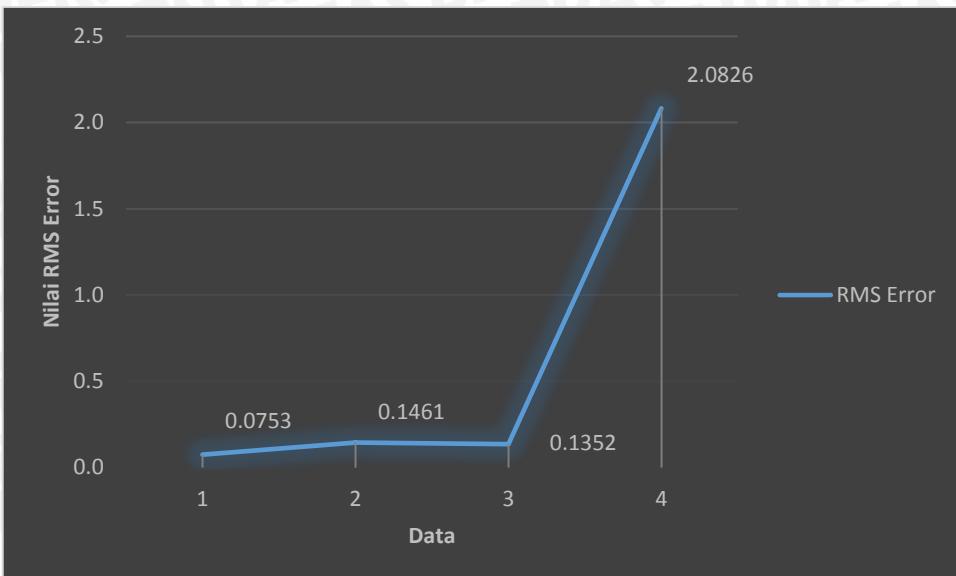
#### 4.5 Validasi Hasil Ekstraksi Citra

Parameter klorofil-a yang diuji absorbansinya di laboratorium dengan parameter klorofil-a hasil sensor Modis yang berupa data citra satelit Aqua Modis memberikan nilai sebaran klorofil-a yang berbeda. Sehingga perlu dilakukan validasi terhadap hasil dari kedua metode tersebut. Menurut Nuriya *et al.* (2010), pengujian hasil analisis klorofil-a menggunakan RMS error setelah model diperoleh. RMS error menggambarkan perbedaan antara hasil ekstraksi citra satelit dengan nilai data lapang, semakin kecil nilai RMS error maka data yang didapat semakin bagus dan akurat. Dan dari penelitian ini didapatkan hasil seperti pada Tabel 5. Dengan menggunakan metode RMS error terhadap hasil analisis klorofil-a diharapkan bisa memberi kemudahan untuk kegiatan masyarakat perikanan dalam menentukan kesuburan perairan.

**Tabel 5.** Hasil Validasi Data Klorofil-a Antara Data Citra dengan Data Lapang

Validasi Klorofil-a Data Citra dengan Data Lapang			
Data	Data Citra	Data Lapang	RMS Error
1	0.480653	0.3742	
2	0.748034	0.5414	
3	0.647364	0.4562	0.22695
4	-	2.9452	

Tabel 5 menyajikan informasi nilai RMS Error dari analisis data citra satelit dengan data lapang bahwa pada titik stasiun 1, 2, 3, dan 4 memiliki perbedaan yang sangat jauh atau memiliki indeks kesalahan yang tinggi yaitu 0.22695. Perbedaan ini diperjelas oleh gambar diagram batang pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Diagram Batang Validasi Data Klorofil-a

Nilai RMS Error yang dihasilkan sangat besar yaitu 0.22695. Besarnya nilai RMS Error ini disebabkan karena pengambilan data lapang pada stasiun 4 sebesar 2,9452 yang diambil tepat di bibir sungai Biyan pada perairan pantai Talang Siring yang luasnya kurang dari  $1000\text{ m}^2$ . Sedangkan data citra satelit Aqua Modis pada klorofil-a menggunakan *band* (interval panjang gelombang) 8-16 dengan resolusi  $1000\text{ m}^2$  seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya (2.4 Satelit Aqua Modis) tidak terdapat informasi sebaran klorofil-a. Sehingga terdapat perbedaan hasil analisis sebaran klorofil-a secara spasial antara data lapang yang diambil pada satu stasiun dengan data citra satelit yang disajikan dalam bentuk *pixel*.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang validasi data citra satelit Aqua Modis pada sebaran klorofil-a di perairan pantai Talang Siring kabupaten Pamekasan, Madura, maka dapat disimpulkan:

- ✓ Nilai sebaran klorofil-a di perairan pantai Talang Siring dari data lapang yang diuji di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang didapatkan hasil dengan nilai antara  $0.3742 - 2.9452 \text{ mg/m}^3$ . Dimana nilai terkecil berada pada titik 1 yang merupakan wilayah permukiman penduduk dan nilai terbesar pada titik 4 yang merupakan wilayah muara sungai Biyan.
- ✓ Nilai sebaran klorofil-a di perairan pantai Talang Siring dari citra satelit Aqua Modis data harian level 2 dengan resolusi spasial  $1000 \text{ m}^2$  secara keseluruhan berkisar antara  $0,025189 - 0,98146$ . Dimana nilai terkecil berada pada titik stasiun pengamatan 1 yang merupakan perairan wilayah permukiman penduduk dan nilai terbesar berada pada titik stasiun pengamatan 2 yang merupakan wilayah perairan pantai pariwisata sedangkan pada titik stasiun 4 yang merupakan muara sungai Biyan tidak terdeteksi adanya nilai sebaran klorofil-a dari data citra satelit.
- ✓ Hasil analisis validasi data citra satelit Aqua Modis dengan data lapang dengan menggunakan RMS Error menunjukkan nilai yang sangat tinggi. Hal ini karena pada hasil analisis nilai data citra satelit Aqua Modis dengan data lapang sangat berbeda terutama pada stasiun 4, sehingga dihasilkan nilai RMS Error dari stasiun 1, 2, 3, dan 4 sebesar 0.22695. Maka dari itu data citra satelit Aqua Modis tidak dapat digunakan untuk mengetahui kesuburan perairan yang berjarak  $< 1000$  meter dari daratan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, dalam menggunakan citra satelit Aqua Modis untuk mengukur kesuburan perairan harus memperhatikan koordinat objek yang diteliti. Yaitu tidak boleh kurang dari  $1000\text{ m}^2$  karena saluran (*band*) yang digunakan oleh sensor modis pada parameter klorofil-a memiliki resolusi spasial  $1000\text{ m}^2$ . Sedangkan untuk perairan pantai perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai garis pantai supaya diketahui batas antara perairan dan daratan karena informasi sebaran klorofil-a yang dapat ditangkap oleh senor Modis pada satelit Aqua setidaknya lebih dari 1000 meter dari bibir pantai.

Saat melakukan pengambilan sampel untuk kegiatan *ground check* dari data citra satelit sebaiknya diperhatikan juga waktu pengambilan sampel lapang dengan waktu satelit Aqua Modis melintas dan kondisi cuaca di sekitar objek penelitian. Karena kondisi atmosfer bumi terutama tutupan awan sangat berpengaruh terhadap kualitas data citra yang dihasilkan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. 2007. Dinas Pemetaan Jawa Barat Perlu Dibentuk. <http://geodesy.gd.itb.ac.id>. Diakses pada 16 April 2015.
- Asmara, A. 2005. Hubungan Struktur Komunitas Plankton dengan Kondisi Fisika-Kimia Perairan Pulau Pramuka dan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Ai, N.S. 2012. Evolusi Fotosintesis pada Tumbuhan. *Jurnal Ilmiah Sains* 12 (1): 28- 34.
- Annas, R. 2009. Pemanfaatan Data Satelit Modis Untuk Menentukan Suhu Permukaan laut. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia: Jakarta.
- Arifin, R. 2009. Distribusi Spasial dan Temporal Biomassa Fitoplankton (Klorofil-a) dan Keterkaitannya dengan Kesuburan Perairan Estuari Sungai Brantas Jawa Timur. Skripsi. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. FPIK IPB Bogor.
- Arikunto, S. 2002. Prosedur Penelitian (Suatu Pendekatan Praktek). Edisi V. Rineka Cipta: Jakarta.
- Asriningrum, W., Muchlisin dan Nana. 2011. Analisis Mangrove Menggunakan Citra Satelit. Masma Sikumambang. Jakarta.
- Ayu, D., M.S. Bangun, dan M. J. Lalu. 2012. Studi Perubahan Suhu Permukaan Laut. Program Studi teknik Geomatika ITS
- Beveridge, M. C. M. 1984. *Cage and Pen Fish Farming*. Carrying Capacity models and environmental impact. FAO Fish. Tech. Pap., (225):131 p.
- Boyd, C. E. 1978. *Phytoplankton*. Second edition. Edward Arnold. London. 118 p.
- Curtis, H. 1978. Biology. Edisi kedua. Worth Publisher, Inc. New York.
- Dewayani, S. 2000. Manfaat Inderaja SIG untuk Pengembangan Perikanan Laut. Potensi Pengembangan Budidaya Ikan dalam Keramba Apung.
- Dickson, M. L. dan P. A. Wheeler. 1993. Chlorophyl a Concentration in the North Pacific: Does a Latitudinal Gradient Exist Limnology , Oceanograph. College of Oceanic and Atmospheric Sciences Oregon State University Corvalis.
- Effendi, E., 2003. *Telaah kualitas air. Bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan*. Penerbit kanisius. Yogyakarta.
- Endang. 2014. *Sistem Informasi Geografis Menggunakan ArcGis*. Kompas Gramedia: Jakarta.



- Hanafi, I. H. 2011. Aktifitas Penginderaan Jauh Melalui Satelit di Indonesia dan Peraturannya dalam Hukum Ruang Angkasa. *Jurnal Sasi* Vol. 17 No. 2 Bulan April – Juni 2011.
- Hariyadi, S., Suryadiputra dan B. Widigdo. 1992. *Limnologi Metode Kualitas Air*. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hatta, M. 2002. Hubungan Antara Klorofil-a dan Ikan Pelagis dengan Kondisi Oseanografi di Perairan Utara Irian Jaya. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Herawati, E. Y. dan Kusriani. 2005. Planktonologi. Buku Ajar. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hidayat, R., L. Viruly dan D. Azizah. 2013. Kajian Kandungan Klorofil-a Pada Fitoplankton Terhadap Parameter Kualitas Air Di Teluk Tanjungpinang Kepulauan Riau. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji. Riau.
- Hokum, E., L. M. Limantara dan U. Andawayanti. 2011. Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Optimasi Ketersediaan Air Di Irigasi Way Mital Propinsi Maluku. *e-jurnal*. Fakultas Teknik Pengairan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hutagalung, H. P., D. Setiapermana dan S. H. Riyono. 1997. *Metode Analisa Air Laut, Sedimen dan Biota*. Buku 2. Puslitbang Oseanologi - LIPI. Jakarta: ii + 182 pp.
- Insan, I. 2009. Status Trofik dan Daya Dukung Keramba Jaring Apung di Waduk Cirata. Sekolah Pascasarjana. IPB: Bogor.
- Juantari, G. Y., R. W. Sayekti dan D. Harisuseno. 2013. Status Trofik dan Daya Tampung Beban Pencemaran Waduk Sutami. *Jurnal Teknik Pengairan*. 4(1): 61-66.
- KLH. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut. Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Kodoatie, R.J. dan R. Syarief. 2010. *Tata Ruang Air*. Andi. Yogyakarta.
- Kordi, K. M. Ghufran H. dan A. B. Tancung. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. Penerbit Rineka Cipta: Jakarta.
- Kordi, K. M. Ghufran H. 2010. *Ekosistem Terumbu Karang*. Rineka Cipta: Jakarta.
- Krismono. 2010. Hubungan antara Kualitas Air dengan Klorofil-a dan Pengaruhnya terhadap Populasi Ikan di Perairan Danau Limboto. *Jurnal Limnotek* 17 (2).

- Kushardono, D. 2003. *Teknologi Penginderaan jauh dalam Pengolahan Wilayah Pesisir dan Lautan*. Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional: Jakarta Timur.
- Lasabuda, R. 2013. Pembangunan Wilayah Pesisir Dan lautan Dalam Perspektif Negara Kepulauan RI. FPIK UNSRAT. Manado.
- Lillesland, T. M. dan R. W. Kiefer. 2007. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Mien, A. Rifai. 1996. Kamus Biologi Bagian Fisiologi. Penerbit Rineka Cipta: Jakarta.
- Mulyanto. 2008. *Metodologi Sampling*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Mustafa, J. 2004. Modis Mengamati Lingkungan Global dari Angkasa. Artikel IPTEK Bidang Teknologi Informasi dan Telekomunikasi.  
<http://www.beritaiptek.com/zberita-beritaiptek-2004-09-08-MODIS>  
 Diakses pada tanggal 1 Juli 2015
- NASA. 2015. About modis. <http://modis.gsfc.nasa.gov/about>. Diakses pada tanggal 16 April 2015.
- Nontji, A. 1987. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2008. Plankton Laut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Press. Jakarta.
- Nuriya, H., Z. Hidayah dan 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. ISSN: 1907-9931 vol 3 (1):60-66.
- Pitoyo, A dan Wirianto. 2001. Jurnal Produktifitas Primer Perairan Waduk Cengklik Boyolali. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Surakarta. Surakarta.
- Prahasta, E. 2001. Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis. Informatika. Bandung.
- Praseno D.P., W. Kastoro, dan M. K. Moosa. 1984. Evaluasi Kondisi Perairan Selat Bangka. Lembaga Oseonologi Nasional. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Prianto, T. Z. Ulqodry dan R. Aryawati. 2012. Pola Sebaran Konsentrasi Klorofil-a di Selat Bangka dengan Menggunakan Citra Aqua-Modis. Maspari Journal. 5(1): 22-33.
- Pugesehan, D.J. 2010. Analisis Klorofil-a Fitoplankton (Produktifitas Primer) Di Perairan Pantai Natsepa Kabupaten Maluku Tengah. Politeknik Perdamaian Halmahera Utara- Maluku Utara.

- Rizkiyani, A. H. 2013. Pengembangan Kawasan Wisata Pesisir Talang Siring di Kabupaten Pamekasan. Prodi Perencanaan Wilayah dan Kota. Institut Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Riyono, S. H., Afdal dan A. Rozak. 2006. Kondisi Perairan Teluk Klabat Ditinjau Dari Kandungan Klorofil-a Fitoplankton. Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia. ISSN 0125-9830. (39): 55-73.
- Riyono, S.H. 2007. Beberapa Sifat umum dari Klorofil Fitoplankton. *Jurnal Oseana* 32 (1): 23-31.
- Rokhim, K., A. Arisandi, dan I.W. Abida. 2009. Analisa Kelimpahan Fitoplankton dan Ketersediaan Nutrien ( $\text{NO}_3$  dan  $\text{PO}_4$ ) di Perairan Kecamatan Kwanyar Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan* 2 (2): 7-16.
- Rsgisforum. 2003. Terra dan Aqua, Satelit Serbaguna. <http://rsgisforum.net>. Diakses pada tanggal 1 Juli 2015.
- Samawi, M. F. 2001. Penuntun Praktikum Oseanografi. Laboratorium Oseanografi Kimia. Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Semedi, B., dan L. Hadiyanto. 2013. Forecasting the fishing ground of small pelagic fishes in makassar strait using moderate resolution image spectroradiometer satellite images. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*. Text Road Publication.
- SNI. 1990. Metode Pengukuran Kualitas Air. Dinas Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Somantri, L. 2008. Pemanfaatan Teknik Penginderaan Jauh untuk Mengidentifikasi Kerentanan dan Resiko Banjir. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Subandi, A. 2008. Metabolisme
- Subrijanti, H. U. 1990. *Diktat Kuliah Limnology*. NUFFIC/ UNIBRAW/ LUW/ FISH. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Penerbit Alfabeta: Bandung.
- Sukandar, Daduk S., dan Didik Y. 2005. *Diktat Mata Kuliah Pemetaan Sumberdaya Laut*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya: Malang.
- Sunarto, S. Astuty, dan H. Hamdani. 2004. Efisiensi Pemanfaatan Energi Cahaya Matahari oleh Fitoplankton dalam Proses Fotosintesis. *Jurnal Akuatika* 2 (2): 1-9.
- Suryabrata, S. 1989. Metodologi Penelitian. Rajawali Press: Jakarta.
- Susilo, S.B. 2000. Penginderaan Jauh Kelautan Terapan. Penerbit Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh Jilid 1*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Thoha, A.S. 2008. Karakteristik Citra Satelit. Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian: Universitas Sumatra Utara.
- Tomascik, T., A. J. Mah, A. Nontji & M.K. Moosa. 1997. The Ecology of Indonesian Seas. The Ecology of Indonesian Series. Vol. VII. Periplus Eds. (HK) Ltd., p1074
- Tubalawony, S. 2010. Interelasi Klorofil-a dengan Suhu Permukaan Laut Perairan Selatan Jawa-Sumbawa. *Jurnal Ichthyos* 9 (2): 93-102.
- Wibawa, T.A., D. Novianto, dan Nugraha, B. 2012. Sebaran Spasial Kelimpahan Ikan Cakalang Berdasarkan Analisis Data Satelit Oseanografi. BPOL. Bali.
- Winarso, G. dan A. B. Purwanto. 2003. *Teknologi Penginderaan jauh dalam Pengolahan Wilayah Pesisir dan Lautan*. Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional: Jakarta Timur.



**LAMPIRAN****Lampiran 1. Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan saat penelitian.

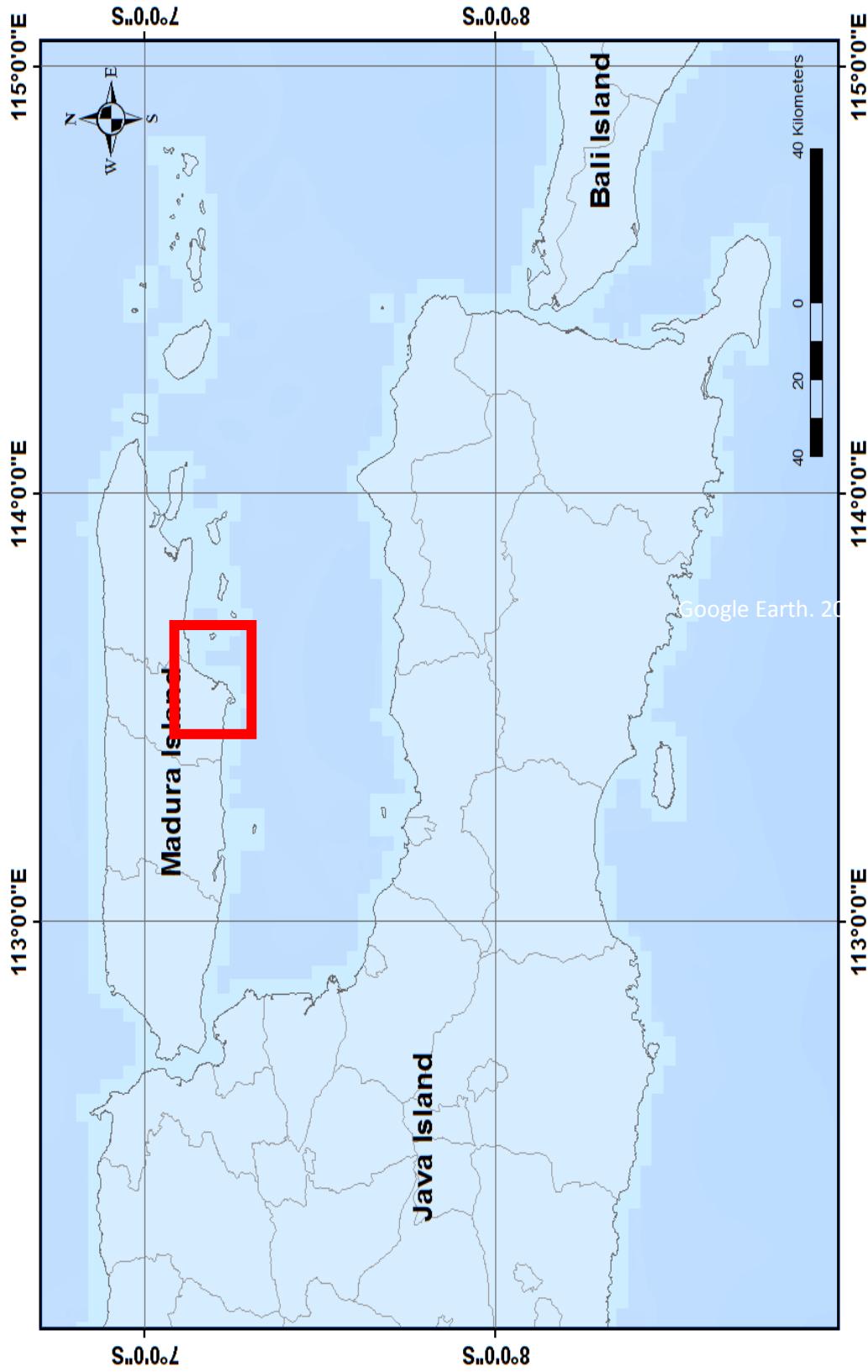
<b>Parameter</b>	<b>Metode</b>	<b>Unit</b>	<b>Alat dan Bahan</b>	<b>Keterangan</b>
Klorofil-a	Citra Satelit	mg/m <sup>3</sup>	Laptop/PC	Minimal menggunakan Prosesor Pentium IV 2.28 GHz, Memory minimal 256 MB, Resolusi Layar 1280 x 800, Ketersediaan CD room dan USB port.
			Modem	Penghubung ke jaringan internet yang stabil dan cepat.
			ENVI 4.5 & ArcGis 9.3	Software yang digunakan untuk proses "layouting" citra modis harian level 2.
			Citra Modil level 2	Data compressed klorofil-a dan tutupan awan dengan format aqua.seadas.hdf dan aqua.mod35.hdf
Klorofil-a	Lapang	mg/m <sup>3</sup>	Ember	Untuk mengambil sampel air dari badan perairan.
			Jerigen	Untuk menampung dan membawa sampel dari lapang ke laboratorium
			Coolbox	Tempat penyimpanan sampel dalam jerigen
			Vacump Pump	Membantu proses penyaringan sampel di laboratorium
	Laboratorium		Spektrofotometer	Memeriksa absorban dengan panjang gelombang 750, 664, 647, dan 630 nm
Suhu	°C	Thermometer Hg	Mengukur suhu pada titik objek penelitian secara langsung	
pH	Lapang	-	pH meter	Mengukur nilai pH pada titik objek penelitian secara langsung
Salinitas	Lapang	%	Refraktometer	Mengukur nilai salinitas

				pada titik objek saat penelitian secara langsung
--	--	--	--	--

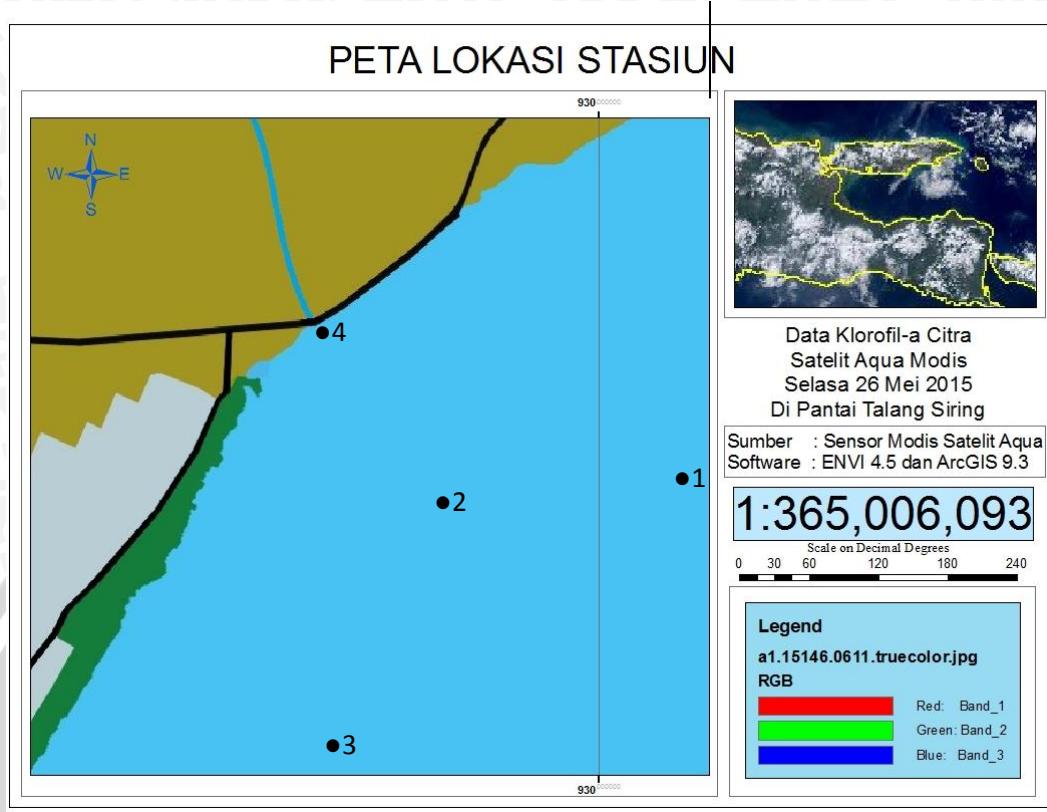
**Lampiran 1. Lanjutan**

Nitrat (NO <sub>3</sub> )	Laboratorium	mg/l	Spektrofotometer	Memeriksa absorban dengan panjang gelombang tertentu
			Asam fenol disulfonik	Untuk melarutkan kerak nitrat
Orthofosfat (PO <sub>4</sub> )	Laboratorium	mg/l	Spektrofotometer	Memeriksa absorban dengan panjang gelombang tertentu
			Ammonium molibdate	Mengikat fosfat terlarut



**Lampiran 2. Peta Lokasi Penelitian**

### Lampiran 3. Titik Stasiun Penelitian



Stasiun	Koordinat		Keterangan
	Longitude	Latitude	
1	113.647572°	-7.15861°	Sejajar dengan wilayah bongkar muat hasil perikanan tangkap dan bagan apung.
	113°38'51.2"	7°9'31"	
2	113.617049°	-7.164414°	Sejajar dengan wilayah pantai wisata.
	113°37'1.4"	7°9'51.9"	
3	113.605065°	-7.191005°	Sejajar dengan wilayah hutan mangrove dan wilayah penangkapan ikan.
	113°36'18.2"	7°11'27.6"	
4	113.591244°	-7.137063°	Wilayah pantai wisata dan muara sungai Biyan.
	113°35'28.5"	7°8'13.5"	

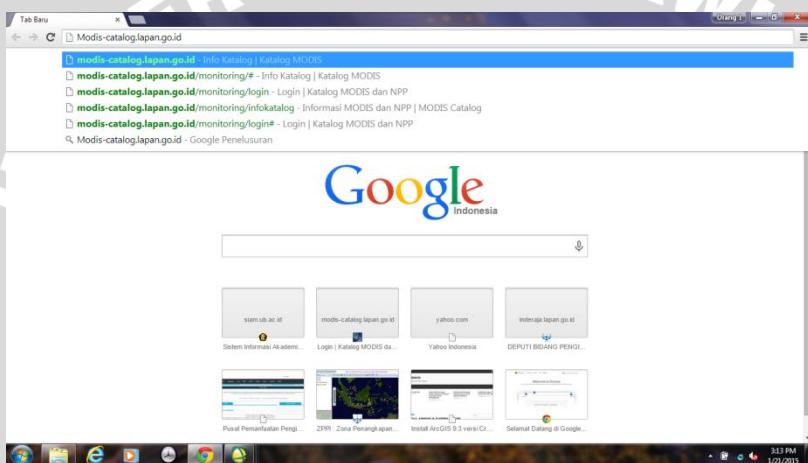
#### LAMPIRAN 4. Proses Mendapatkan Data Citra

- Akses internet menggunakan aplikasi Google Chrome, Mozilla Firefox, Internet Explorer, maupun aplikasi internet lainnya.

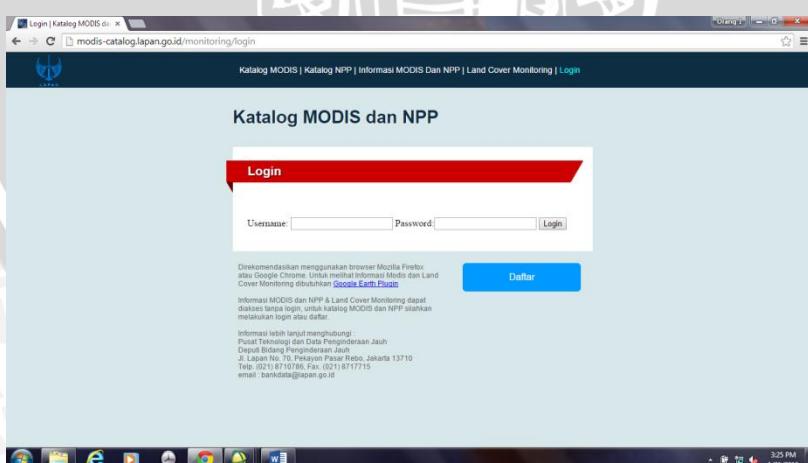


(Google Images, 2015)

- Ketik alamat "modis-catalog.lapan.go.id" pada "address bar" kemudian klik "enter".

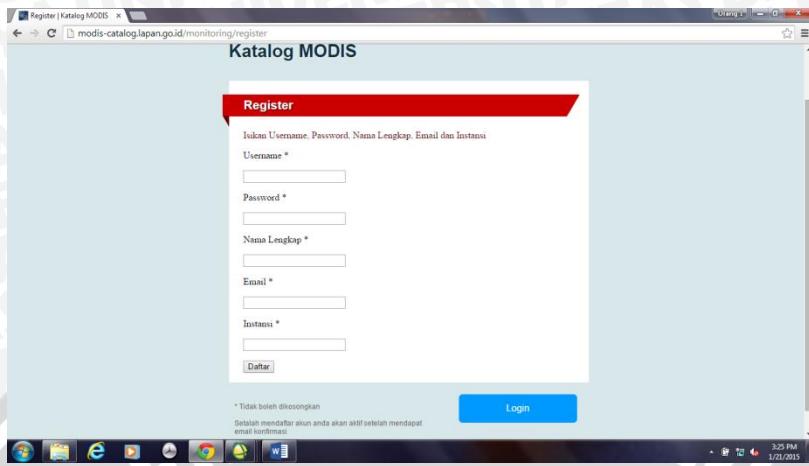


- Klik "Daftar" atau "Login"

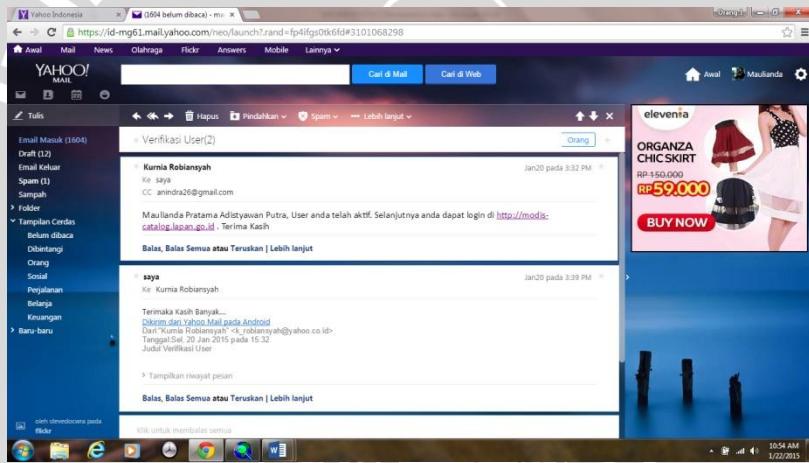


## LAMPIRAN 4. Lanjutan

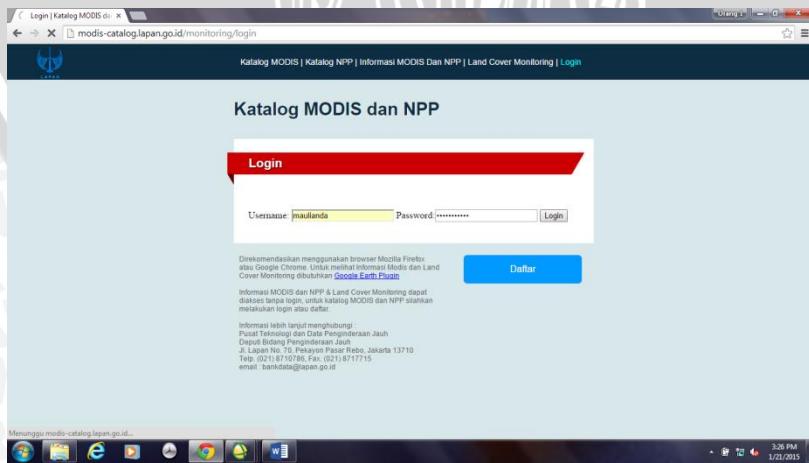
4. Isi form registrasi dengan lengkap dan benar.



5. Lihat email konfirmasi ±24 Jam sejak melakukan registrasi.

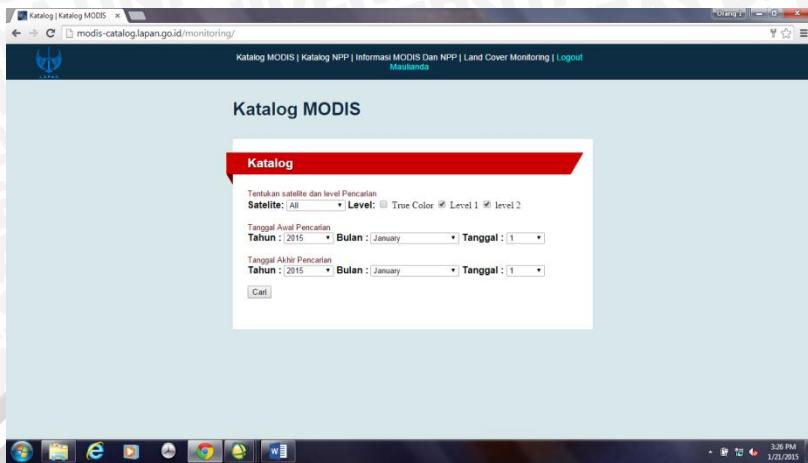


6. Login pada laman *modis-catalog.lapan.go.id*.

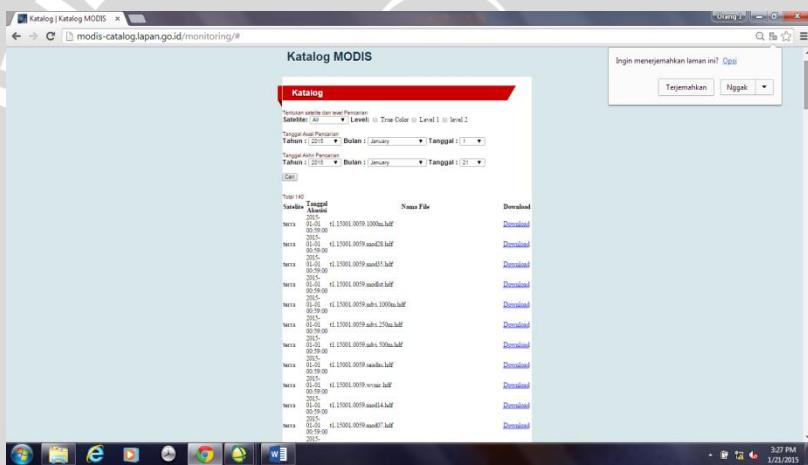


#### LAMPIRAN 4. Lanjutan

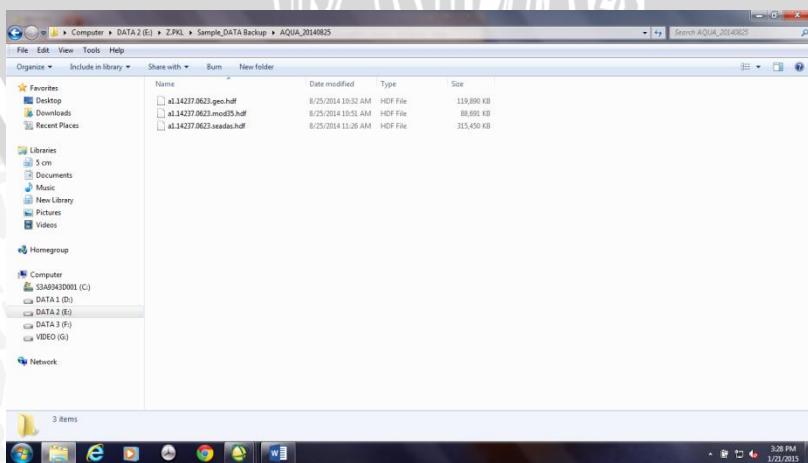
7. Tentukan spesifikasi citra kemudian klik “Cari”.



8. Download data citra yang dikehendaki.



9. Hasil download data citra (format .hdf) telah tersedia di PC User.



## LAMPIRAN 5. Proyeksi Data Citra Klorofil-a dari Modis.

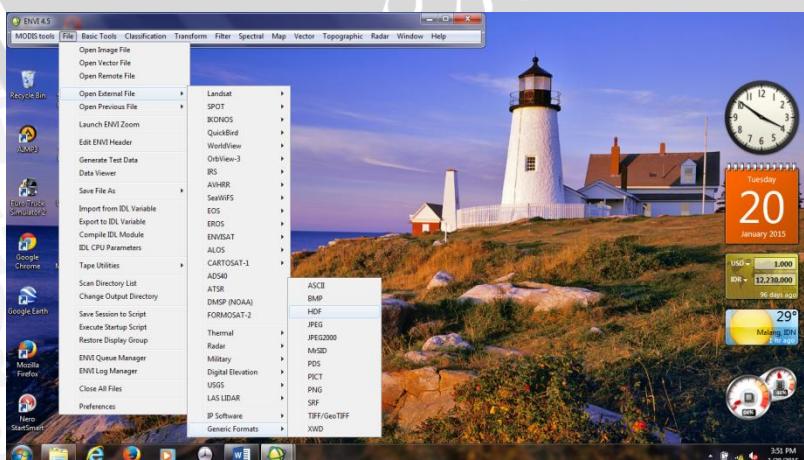
1. Buka software ENVI 4.5.



2. Aplikasi Envi 4.5 terbuka dalam bentuk toolbar.

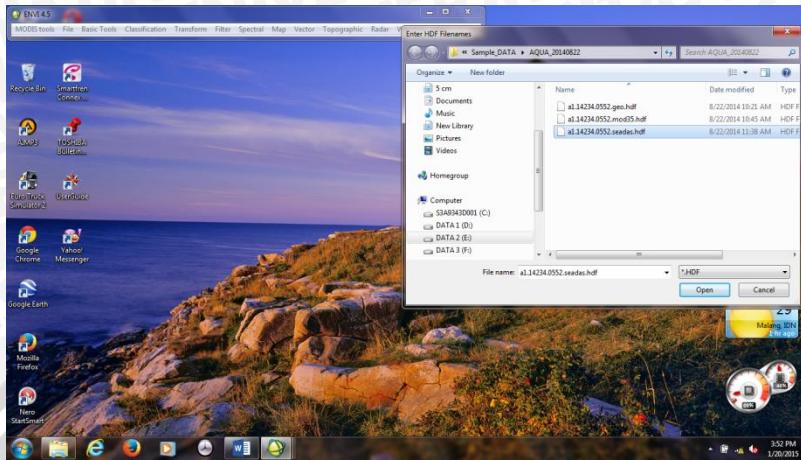


3. Pilih File → Open Eksternal File → Generic Format → HDF untuk memilih dan memasukkan file dalam bentuk format .hdf

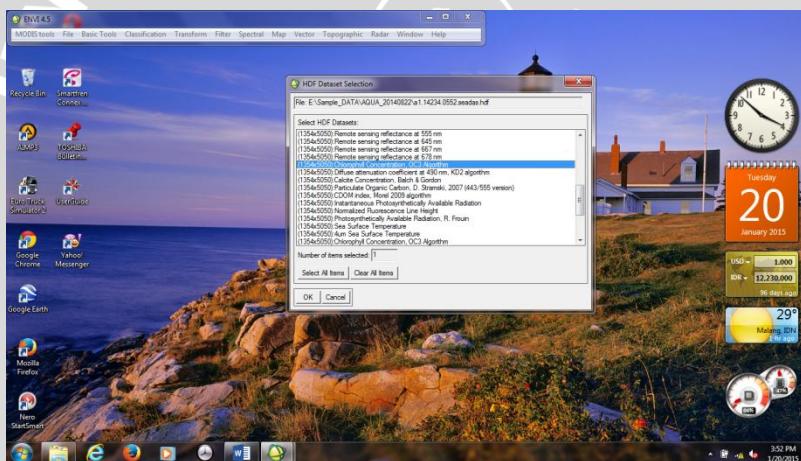


## LAMPIRAN 5. Lanjutan

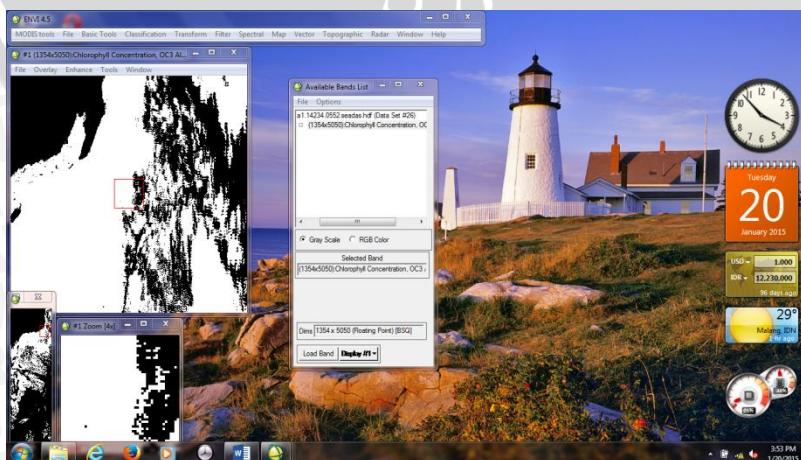
- Pilih file modis dengan format *nama.seadas.hdf* kemudian klik “Open”.



- Pilih file klorofil-a yang paling atas.

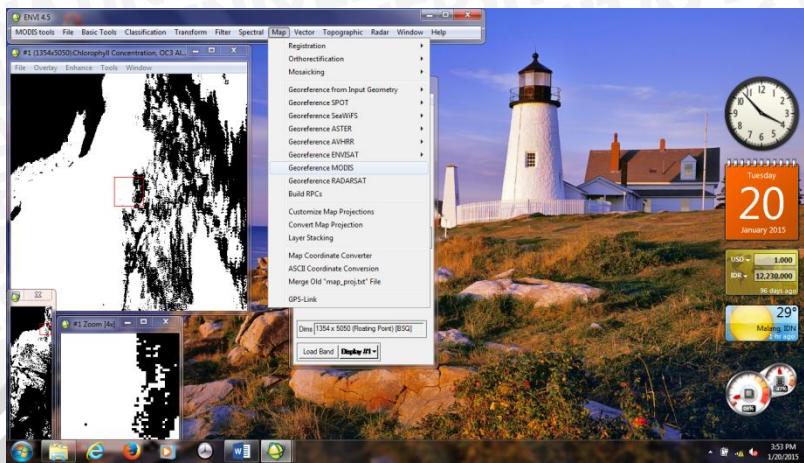


- Pada kotak dialog “Available Bands List” klik “Load Band”. Kemudian tampak hasil gambar gray scale pada tiga resolusi berbeda.

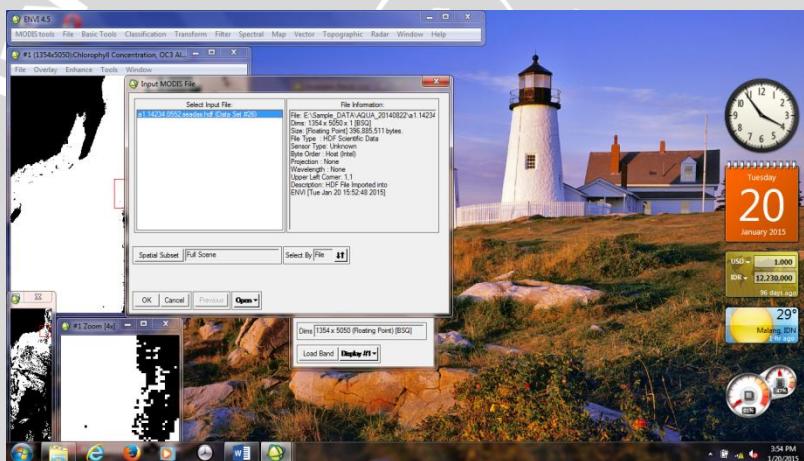


## LAMPIRAN 6. KoreksiGeometrik (software ENVI 4.5).

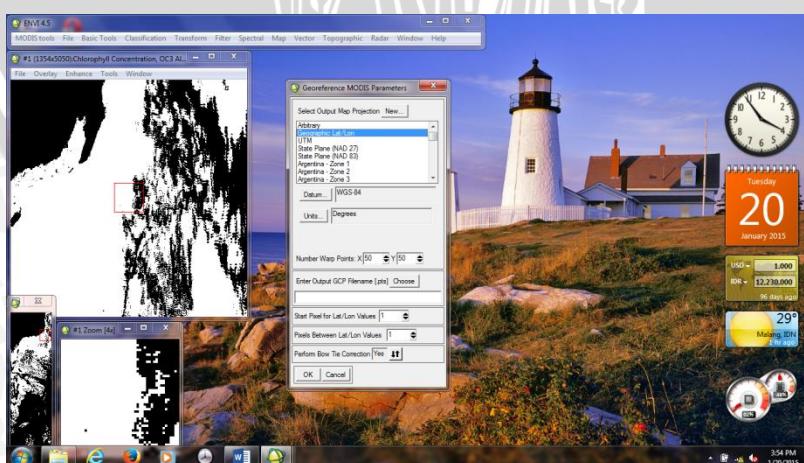
- Pilih menu “Map” lalu pilih sub “Georeference Modis”.



- Pada kotak “Input Modis File” pilih file *nama.seadas.hdf* dan klik “OK”.

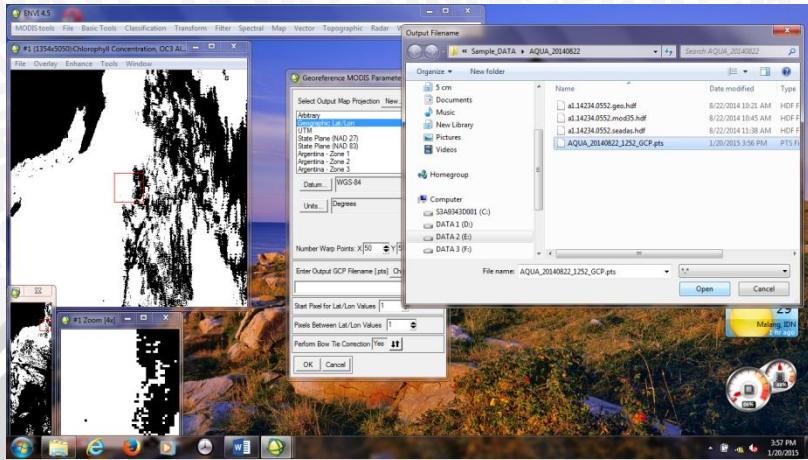


- Pada “Georeference MODIS Parameters” pilih “Geographic Lat/Lon” .

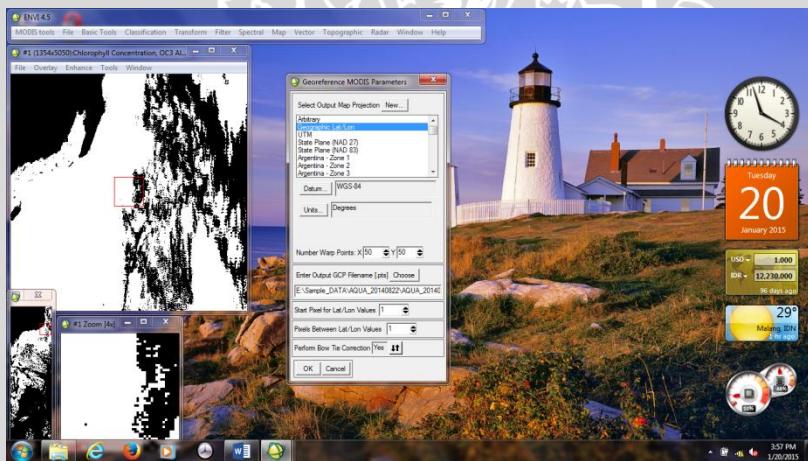


## LAMPIRAN 6. Lanjutan

- Pada “Enter Output GCP Filename [.pts]” klik “Browse” kemudian pada “Output Filename” ketik nama baru file dan klik “Open”



- Kotak “Enter Output GCP Filename [.pts]” telah terisi kemudian klik “OK”.



- Pada “Registration Parameters” ubah Y Pixel dan X Pixel menjadi 0,009.

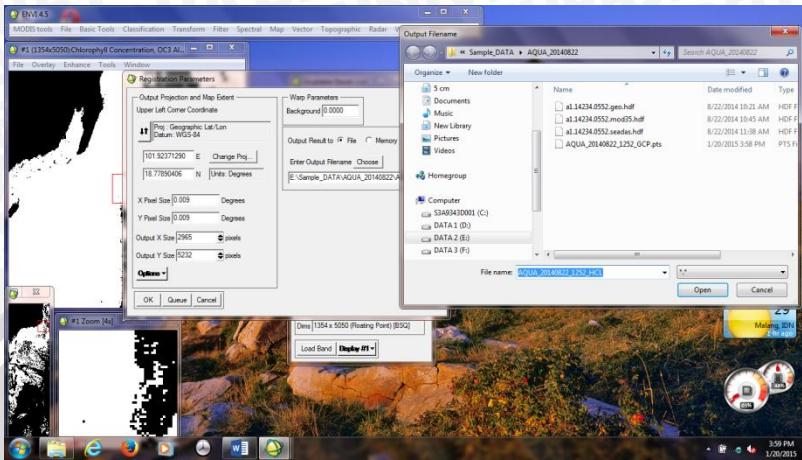


UNIVERSITAS BRAWIJAYA

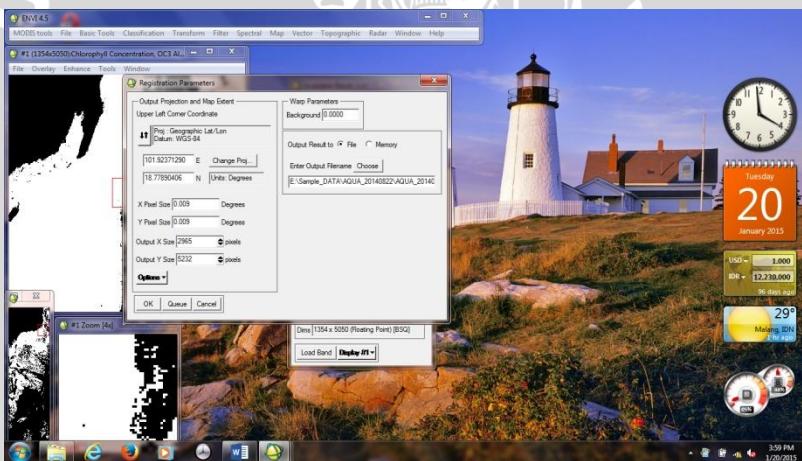


## LAMPIRAN 6. Lanjutan

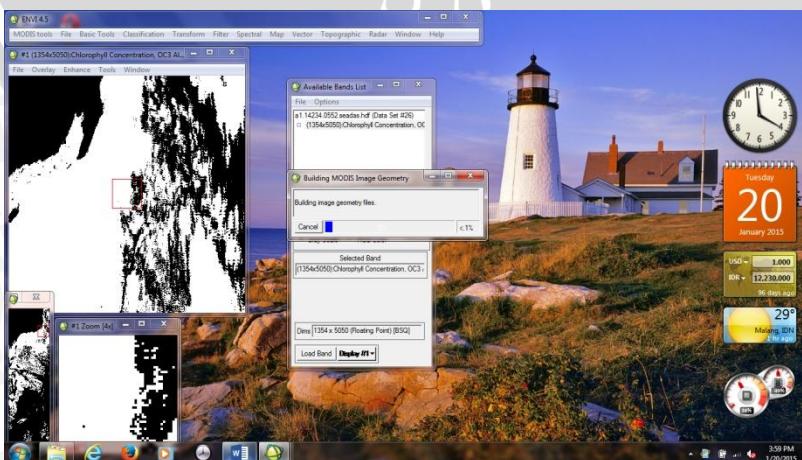
- Pada “Enter Output Filename” klik “Choose” kemudian pada “Output File name” ketik nama baru *file* dan selanjutnya klik “Open”.



- Kotak “Output File name” telah terisi selanjutnya klik “OK”.

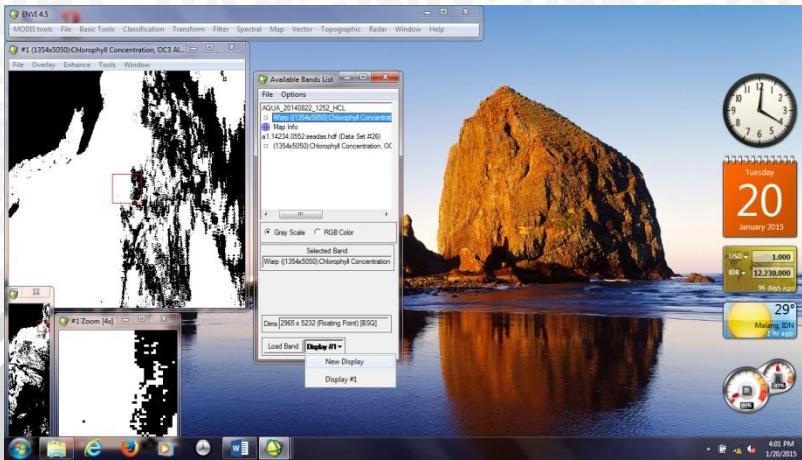


- Proses “Building MODIS Image Geometry” sedang berlangsung.

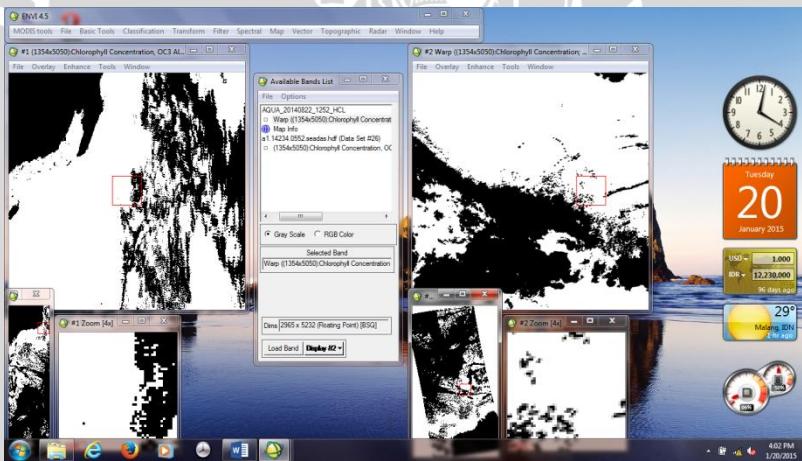


## LAMPIRAN 6. Lanjutan

10. Setelah proses “Building MODIS Image Geometry” selesai, selanjutnya pada “Available Bands List” klik “New Display” dan klik “Load Band”.

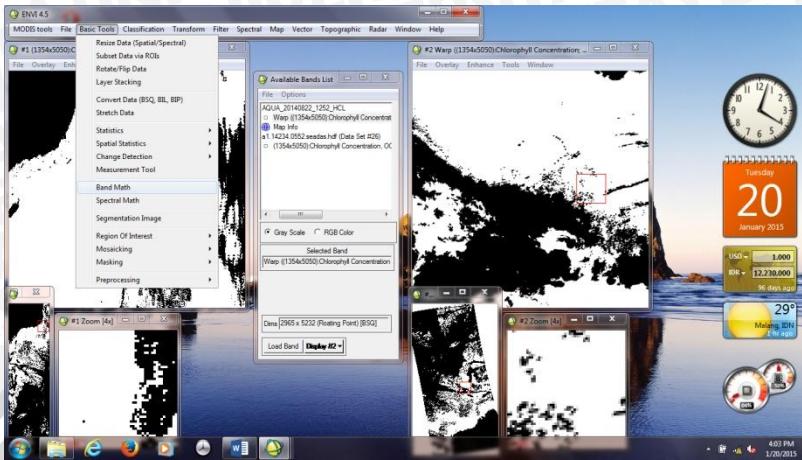


11. Selanjutnya tampak gambar hasil dari Koreksi Geometrik.



## LAMPIRAN 7. Koreksi Nilai Value Klorofil-a.

- Pilih “Basic Tools” kemudian klik sub “Band Match”.



- Pada “Band Match” masukkan *formula* berikut:

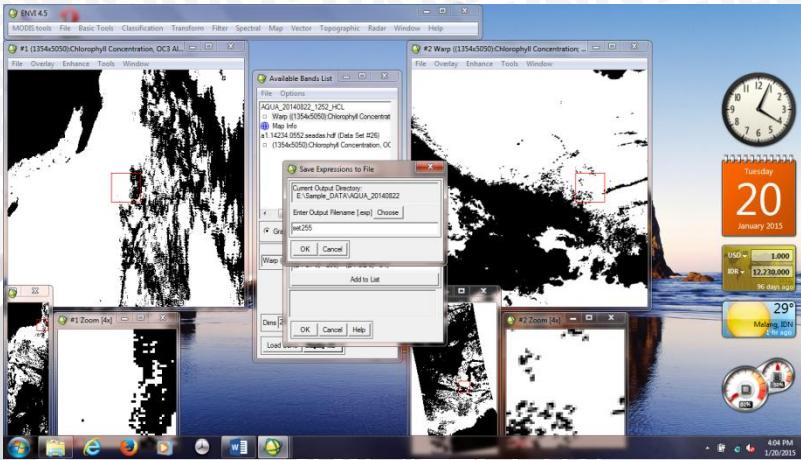
$$((b1 \text{ LT } 0) * 255) + ((b1 \text{ GE } 0) * b1)$$

Tulis *formula* pada “Enter An Expression” kemudian klik “Add to List” dan pilih *formula* pada “Previous Band Match Expression” lalu klik “Save”.

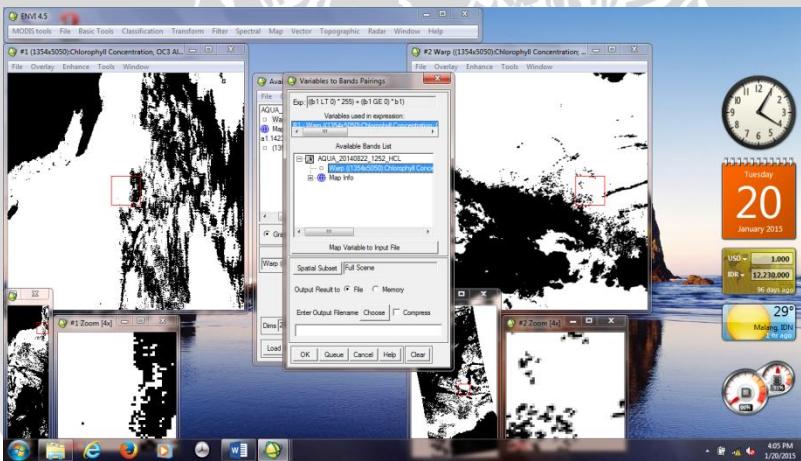


## LAMPIRAN 7. Lanjutan

3. Pada kotak “Save Expressions to File” bagian “Enter Output Filename [.exp]” klik “Choose” kemudian pada “Output Filename” tulis nama baru file dan klik “Open”. Selanjutnya pada “Band Match” klik “Ok”.

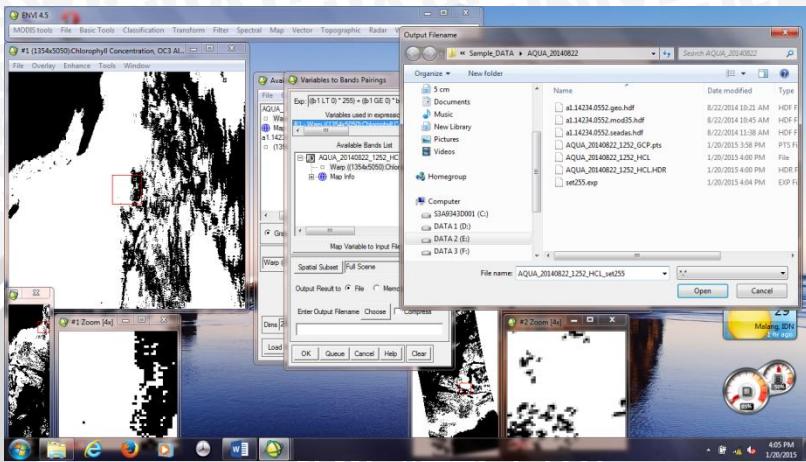


4. Pada “Variables to Bands Pairings” nilai b1 masih b1 – [undefined]. Pilih hasil teratas pada “Available Bands List” maka b1 tidak lagi *undefined*.



## LAMPIRAN 7. Lanjutan

5. Pada “Variables to Bands Pairings” bagian “Enter Output Filename” klik “Choose” kemudian pada “Output Filename” tulis nama baru file, selanjutnya klik “Open”.

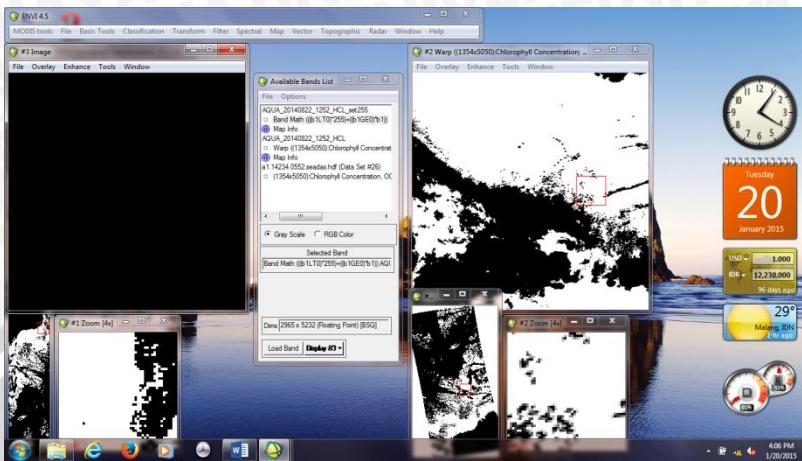


6. Setelah “Enter Output Filename” terisi, kemudian klik “Ok”.

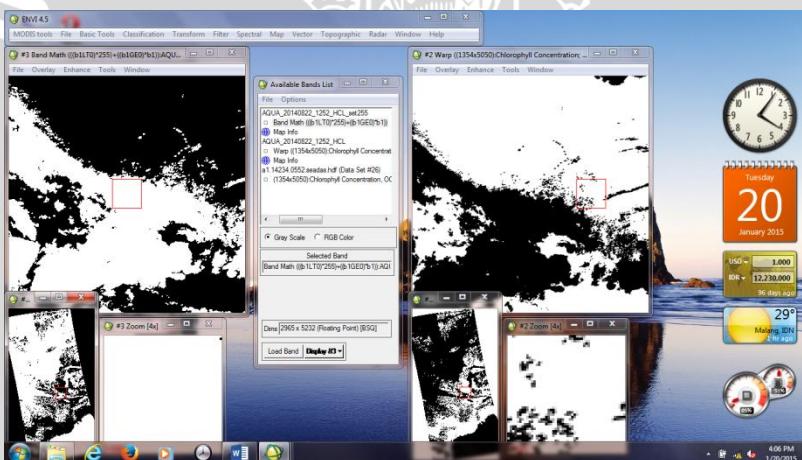


## LAMPIRAN 7. Lanjutan

- Kembali pada “Available Bands List”. Pilih hasil teratas atau terbaru kemudian klik “Display#” pilih “New Display” dan klik “Load Band”.

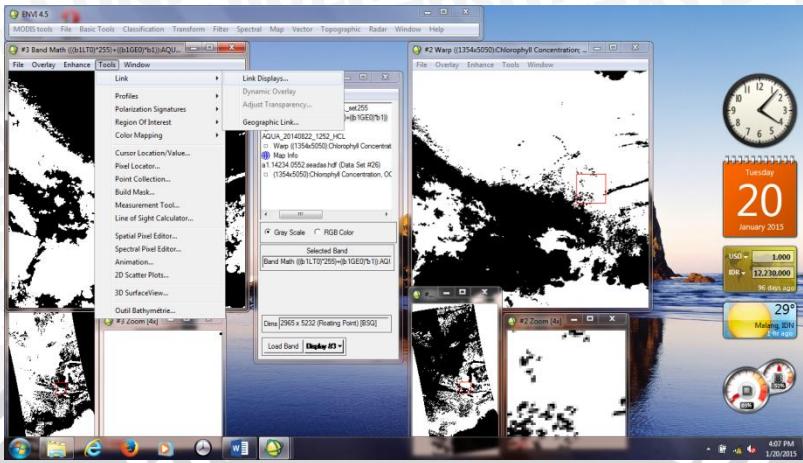


- Tampak gambar hasil koreksi *value klorofil-a*.



## LAMPIRAN 8. Validasi Nilai Value Klorofil-a.

- Pilih “Tools” pada salah satu gambar, klik “Link Displays”.

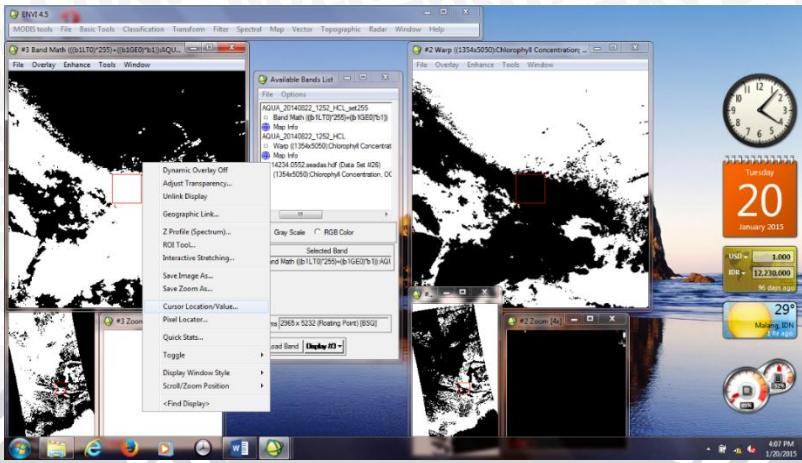


- Pada “Link Displays” pilih “Yes” pada display#2 dan display#3 saja karena pada display#1 tidak atau belum dilakukan koreksi geometrik, kemudian klik “Ok”.

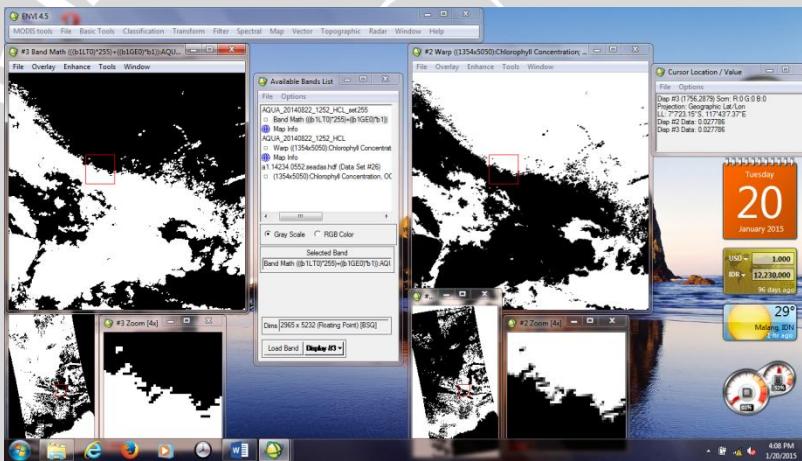


## LAMPIRAN 8. Lanjutan

- Pilih “Cursor Location / Value”.



- Pada “Cursor Location / Value” didapatkan informasi nilai klorofil-a.

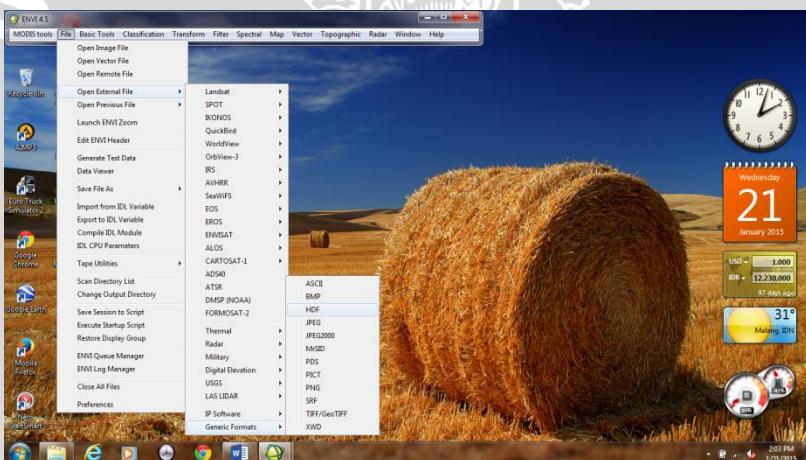


## LAMPIRAN 9. Proyeksi Data Citra Tutupan Awan dari Modis.

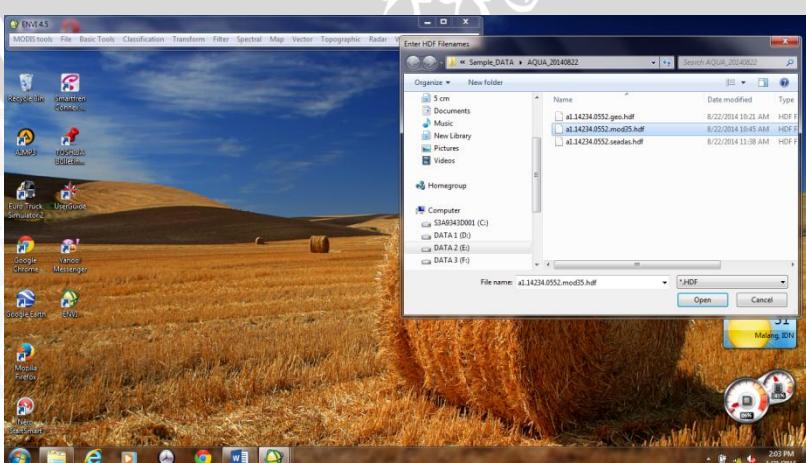
1. Buka software Envi 4.5.



2. Pilih File → Open External File → Generic Format → HDF untuk memilih dan memasukkan file dalam bentuk format .hdf



3. Pilih file modis dengan format *nama.mod35.hdf* kemudian klik "Open".



## LAMPIRAN 9. Lanjutan

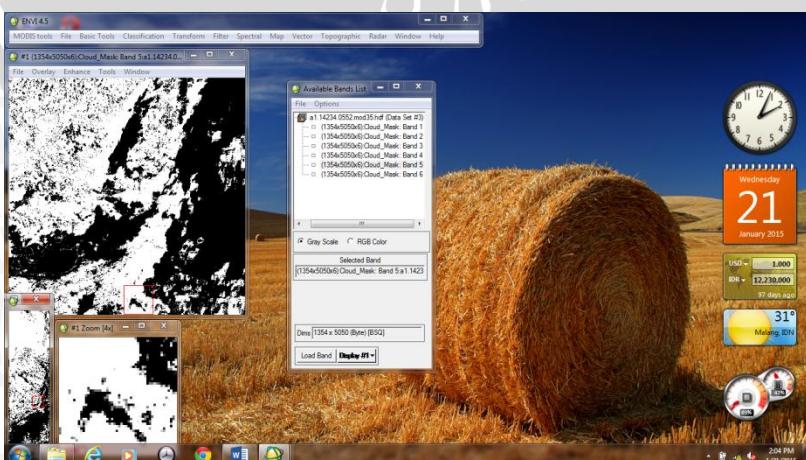
4. Pada “HDF Dataset Selection” pilih “Cloud Mask” kemudian klik “Ok”.



5. Pada “Data Set Storage Order” pilih “BSQ” dan klik “Ok”.

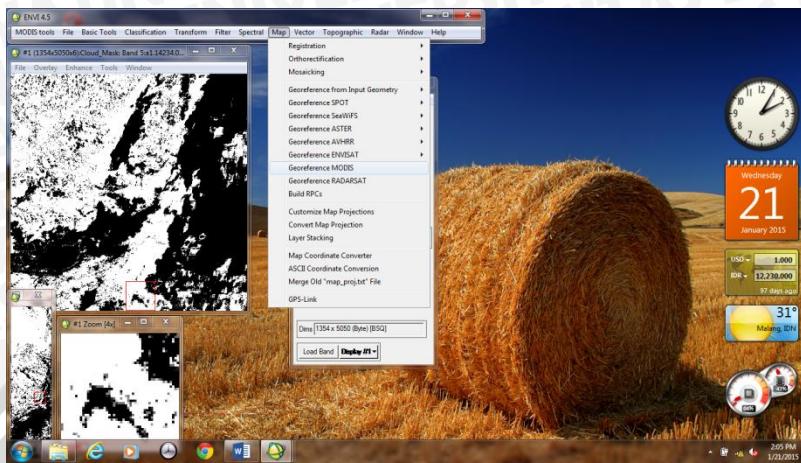


6. Kemudian pada “Available Bands List” pilih band kelima. Kemudian klik “Load Band”.

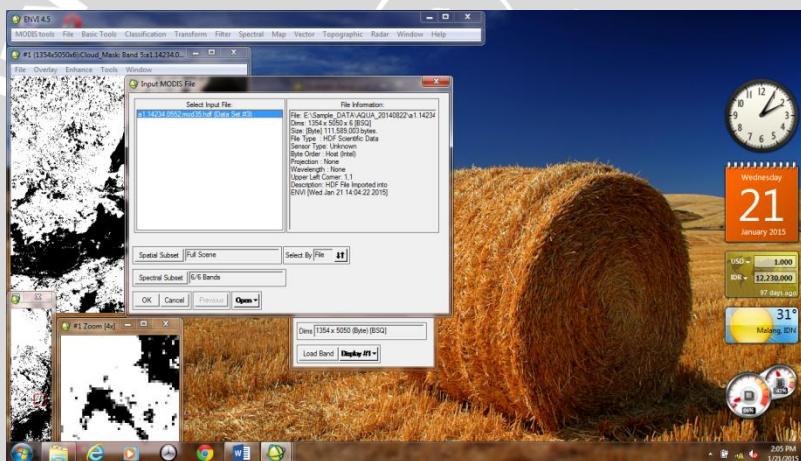


## LAMPIRAN 10. Koreksi Geometrik (software ENVI 4.5).

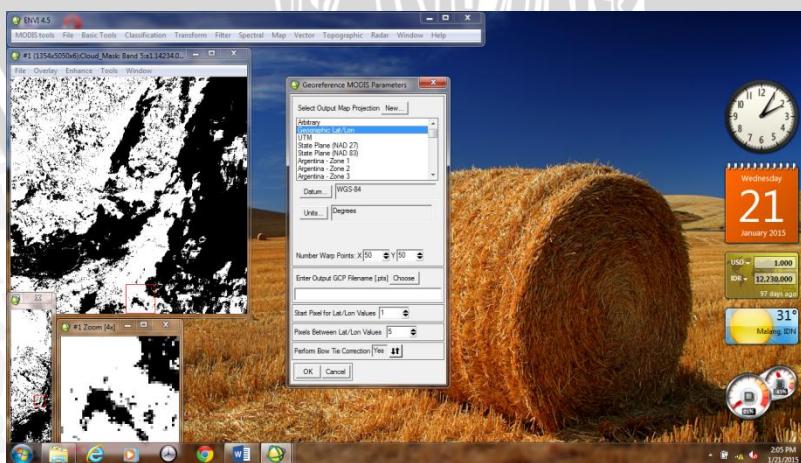
- Pilih menu “Map” lalu pilih sub “Georeference Modis”.



- Pada “Input Modis File”. Pilih file *nama.mod35.hdf* dan klik “OK”.

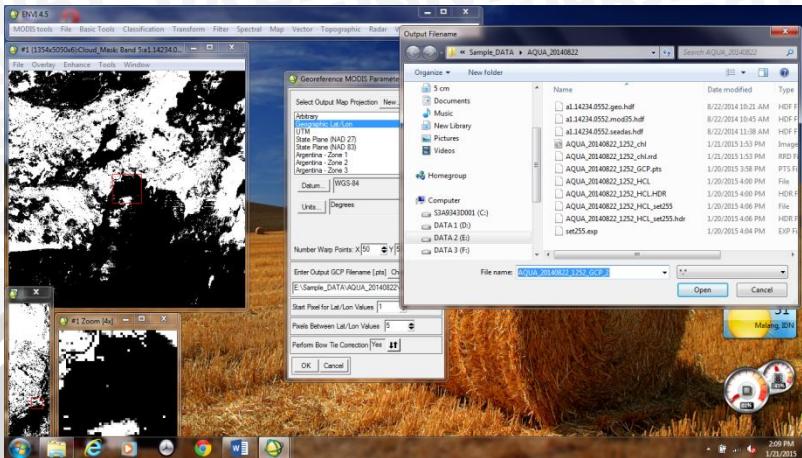


- Pada “Georeference MODIS Parameters” pilih “Geographic Lat/Lon”.

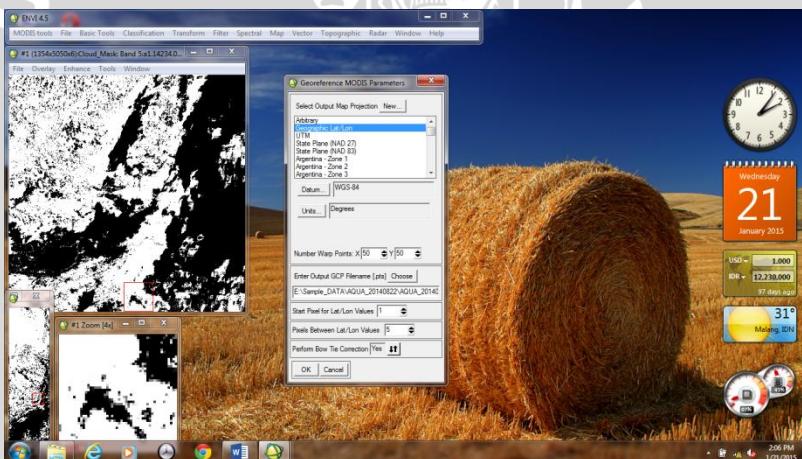


## LAMPIRAN 10. Lanjutan

4. Pada “Enter Output GCP Filename [.pts]” klik “Browse” dan pada “Output Filename” tulis nama baru file, kemudian klik “Open”.



5. “Enter Output GCP Filename [.pts]” telah terisi, selanjutnya klik “OK”.



6. Pada “Registration Parameters”. Ubah Y Pixel dan X Pixel menjadi 0,009.

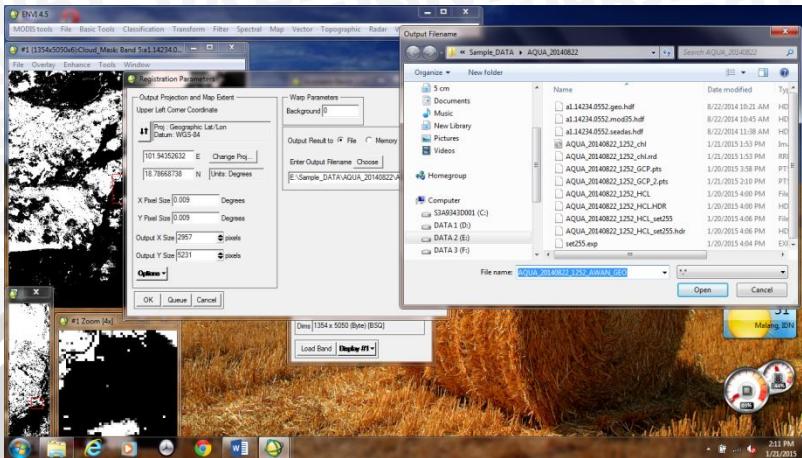


UNIVERSITAS BRAWIJAYA

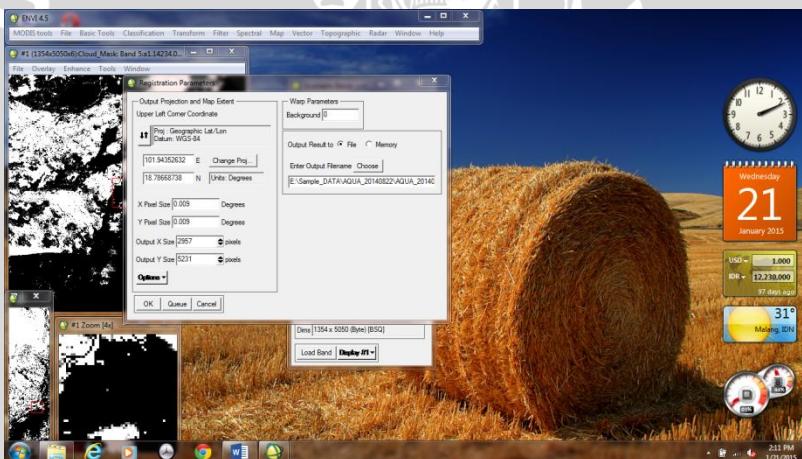


## LAMPIRAN 10. Lanjutan

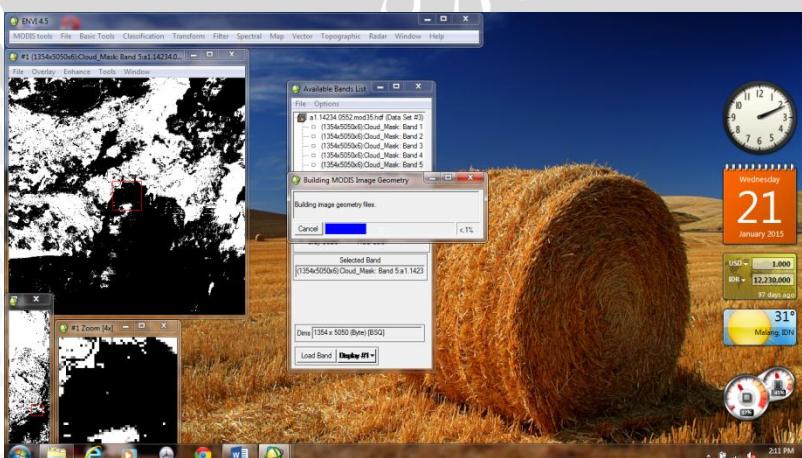
- Pada “Enter Output Filename” klik “Choose” dan pada “Output Filename” tulis nama baru file, kemudian klik “Open”.



- “Output Filename” telah terisi, selanjutnya klik “OK”.

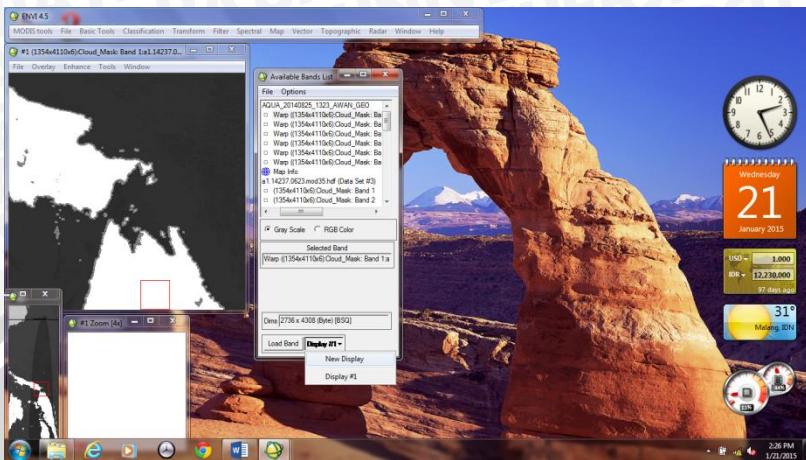


- Proses “Building MODIS Image Geometry” sedang berlangsung.

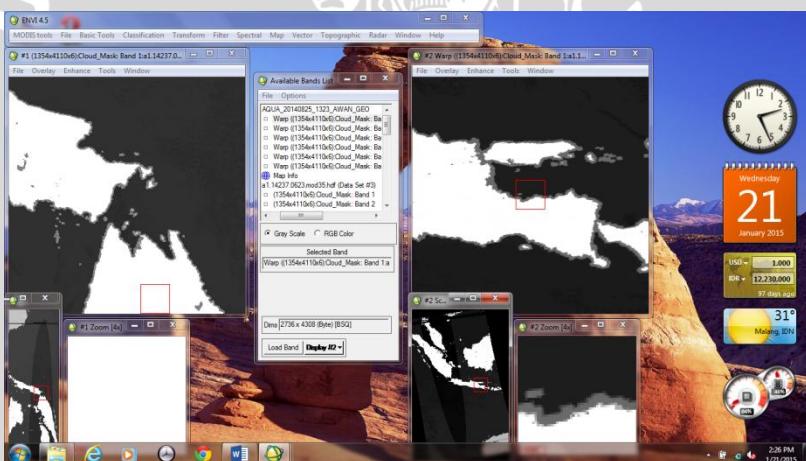


## LAMPIRAN 10. Lanjutan

10. Setelah “Building MODIS Image Geometry” selesai, pada “Available Bands List” klik “New Display” dan kemudian klik “Load Band”.

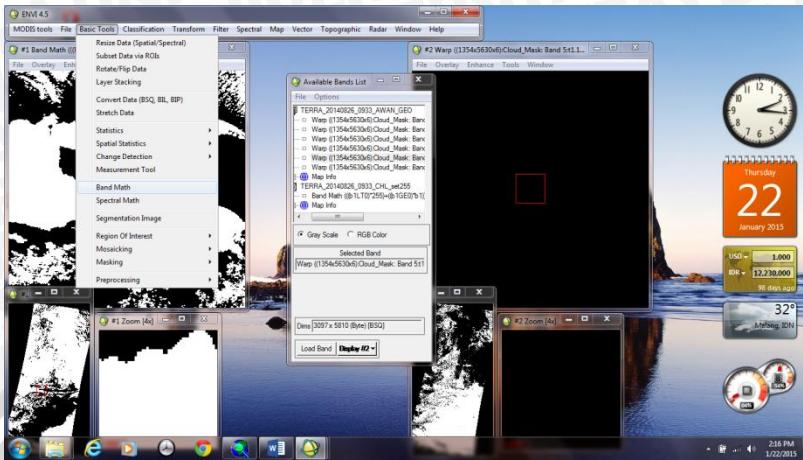


11. Selanjutnya tampak gambar hasil dari koreksi geometrik.



## LAMPIRAN 11. Koreksi Tutupan Awan dan Daratan

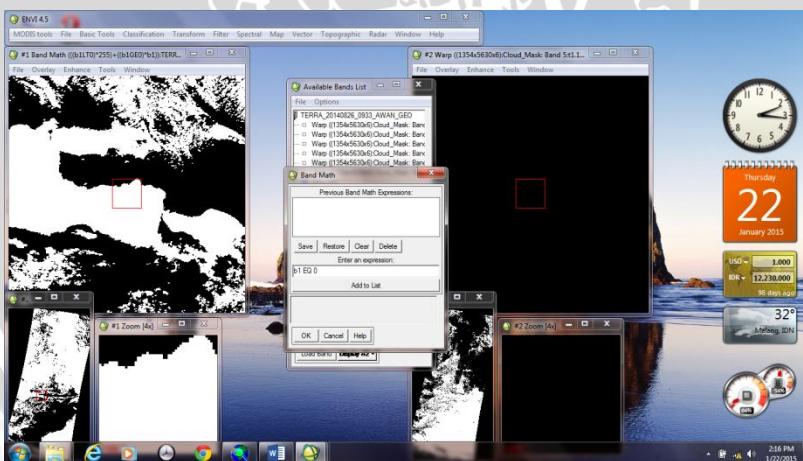
- Pilih “Basic Tools” klik sub “Band Match”.



- Pada “Band Match” masukkan *formula* berikut:

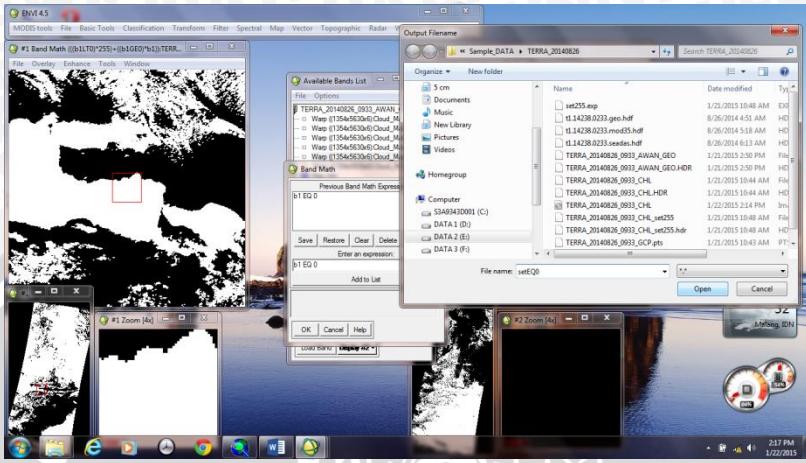
**(b1 EQ 0)**

Tulis *formula* pada “Enter An Expression” kemudian klik “Add to List” dan pilih *formula* pada “Previous Band Match Expression” lalu klik “Save”.

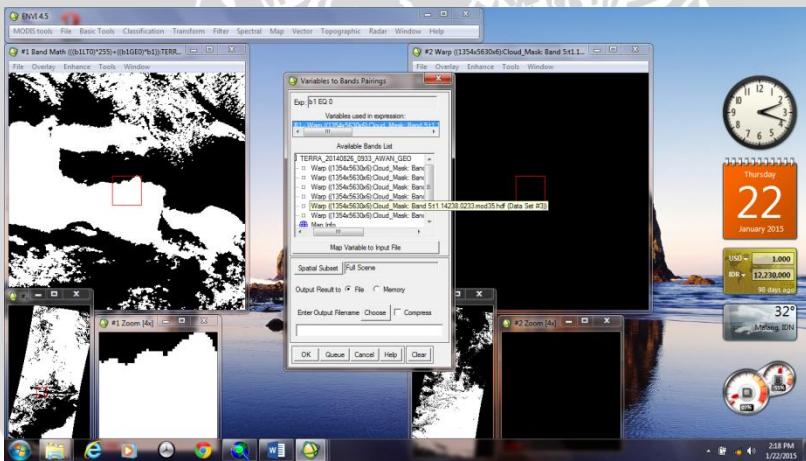


## LAMPIRAN 11. Lanjutan

3. Pada kotak “Save Expressions to File” bagian “Enter Output Filename [.exp]” klik “Choose” kemudian pada “Output Filename” tulis nama baru file dan klik “Open”. Selanjutnya pada “Band Match” klik “Ok”.

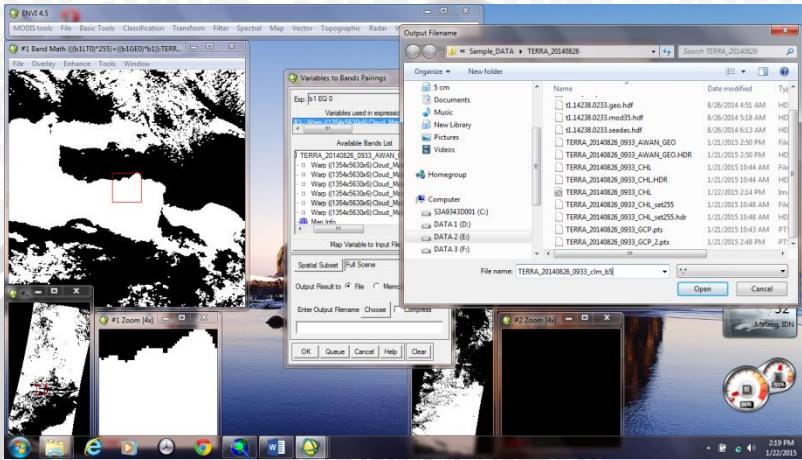


4. Pada “Variables to Bands Pairings” nilai b1 masih b1 – [undefined]. Pilih hasil teratas pada “Available Bands List” maka b1 tidak lagi *undefined*.

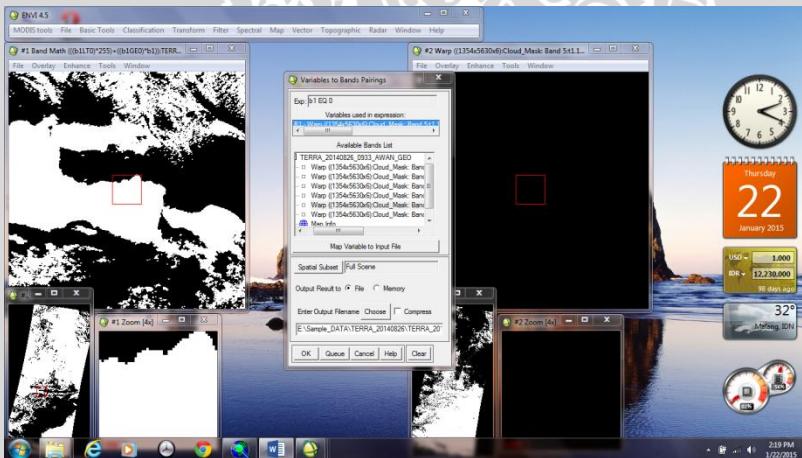


## LAMPIRAN 11. Lanjutan

5. Pada “Variables to Bands Pairings” bagian “Enter Output Filename” klik “Choose” kemudian pada “Output Filename” tulis nama baru file, selanjutnya klik “Open”.

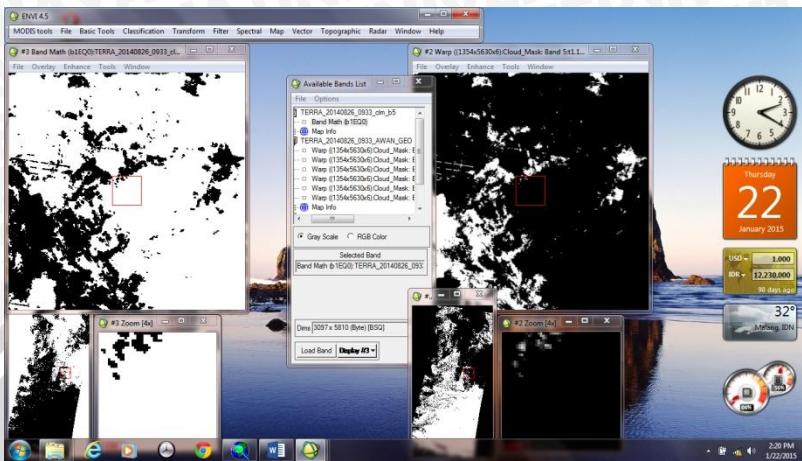


6. Setelah “Enter Output Filename” terisi, kemudian klik “OK”.

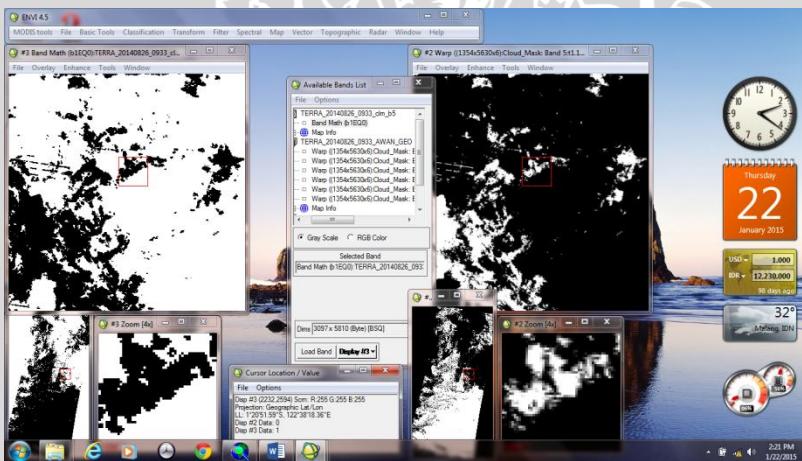


## LAMPIRAN 11. Lanjutan

7. Kembali pada “Available Bands List”. Pilih hasil teratas atau terbaru kemudian klik “Display#” pilih “New Display” dan klik “Load Band”.



8. Maka didapatkan image ketiga dengan koreksi tutupan awan dan daratan.



## LAMPIRAN 12. Merubah Format Citra Menjadi IMG.

Supaya data citra yang sudah diolah sebelumnya menggunakan ENVI 4.5 bisa diolah lebih lanjut menggunakan ArcGIS 9.3, maka hasil output dari ENVI 4.5 harus memiliki format yang sesuai (.img). Untuk merubah format file menjadi .img, langkah yang harus dilakukan sebagai berikut:

1. Double klik shortcut ENVI 4.5 pada desktop.

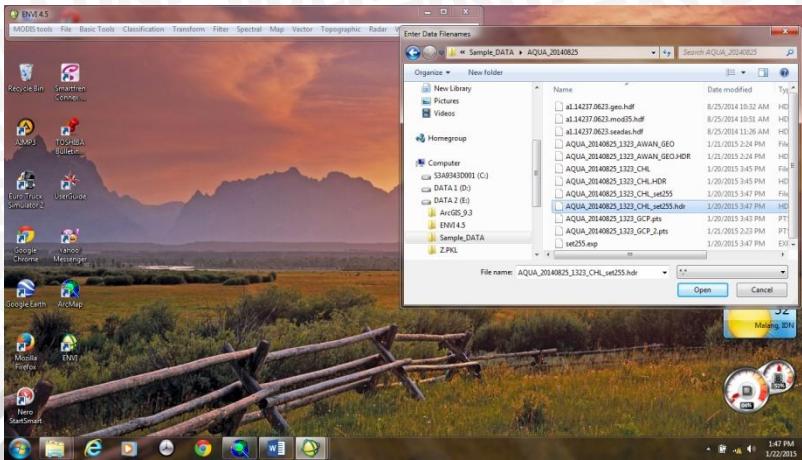


2. Pada software ENVI 4.5, klik "File" kemudian pilih "Open Image File".

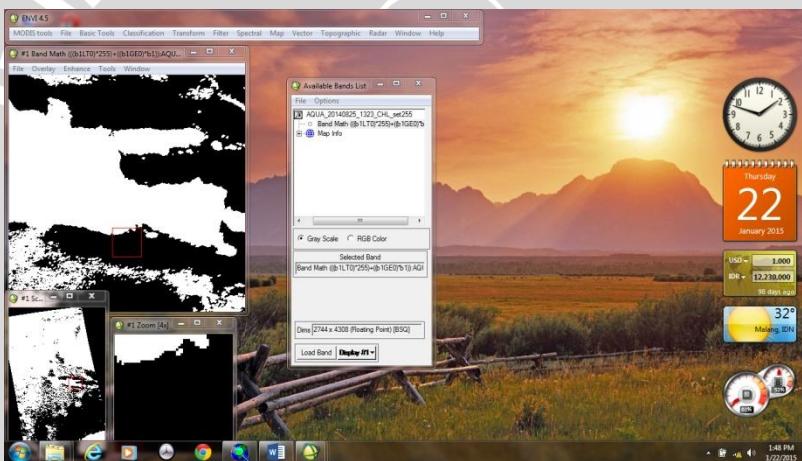


## LAMPIRAN 12. Lanjutan

- Pilih file (.hdr) kemudian klik “Open”.



- Untuk menampilkan file yang dipilih, klik “Load Band”.

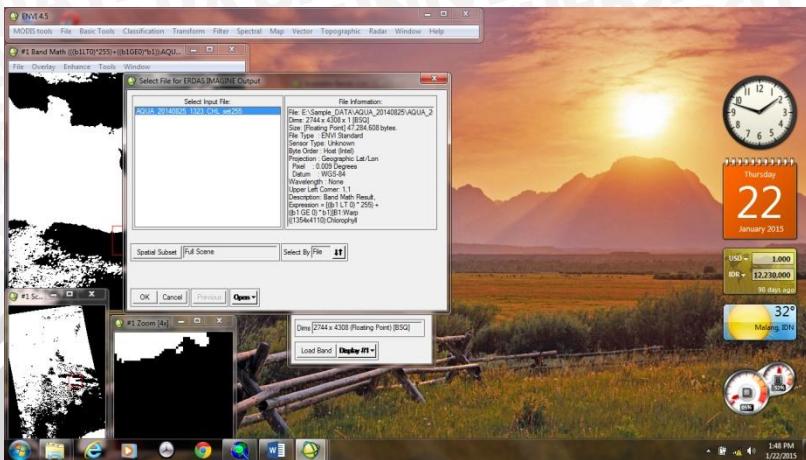


- Pilih “File” kemudian “Save File As” dan klik “ERDAS Imagine”.

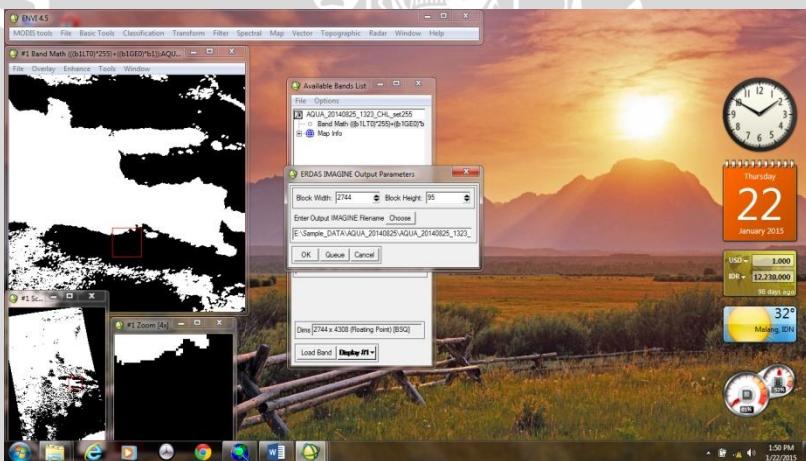


## LAMPIRAN 12. Lanjutan

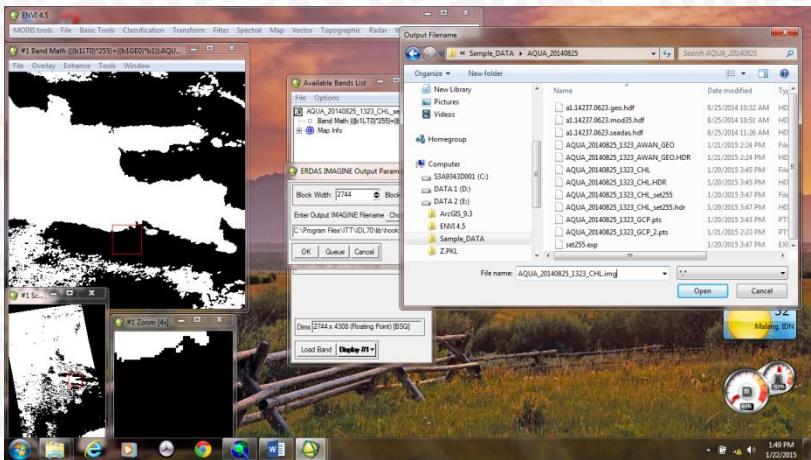
- Pada “Select File for ERDAS Imagine Output” pilih file (.hdr) dan klik “Ok”.



- Pada “ERDAS IMAGINE Output Parameter” klik “Choose”.



- Pada “Output Filename”, tulis nama dengan format .img, kemudian klik “Open” maka file yang tersimpan bisa diolah di ArcGIS.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

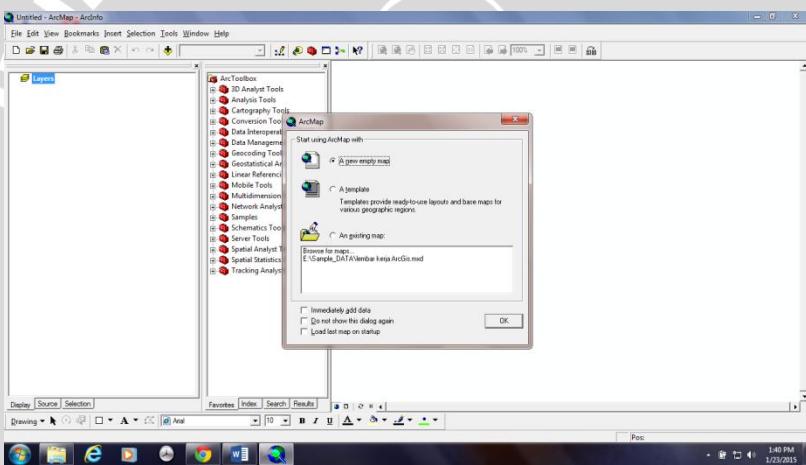


### LAMPIRAN 13. Pewarnaan dan Koreksi Algoritma Klorofil-a (ArcGIS 9.3)

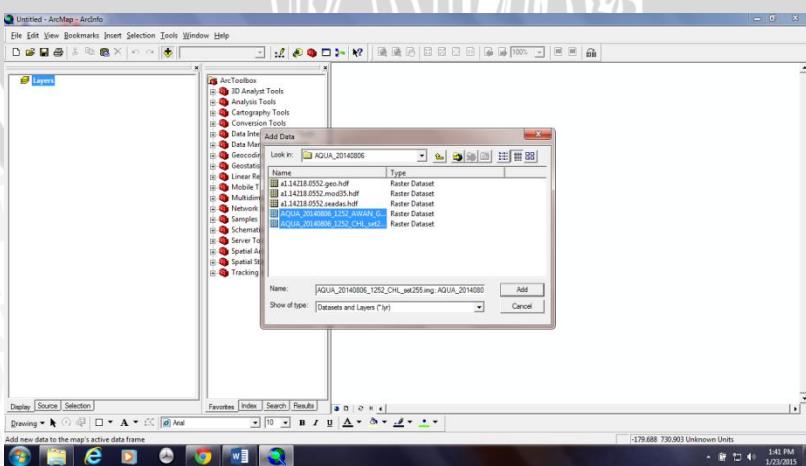
- Buka software ArcGIS 9.3.



- Pada "ArcMap" pilih "A new empty map" kemudian klik "Ok".

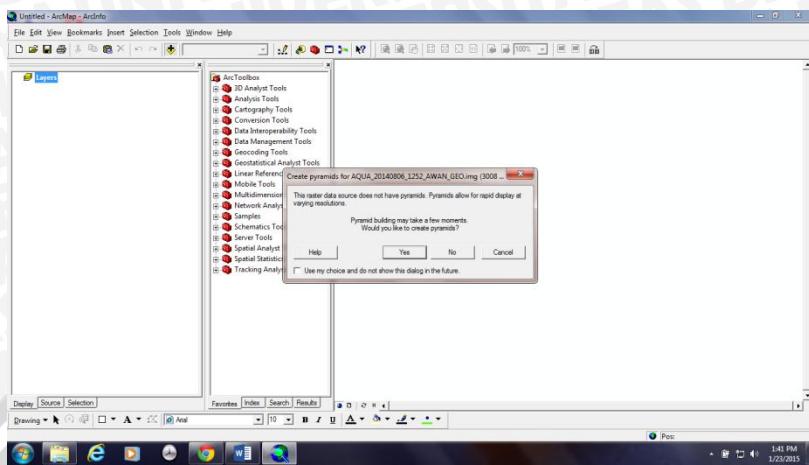


- Klik shortcut "Add Data" kemudian pilih data dan klik "Add".

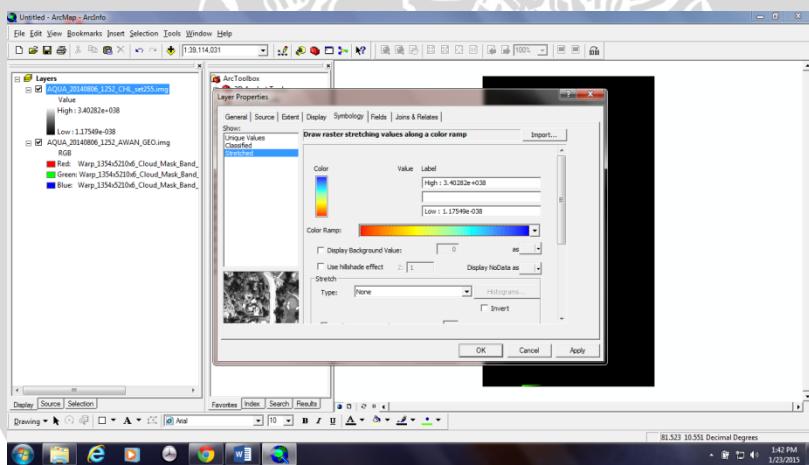


### LAMPIRAN 13. Lanjutan

4. Pada kotak dialog “Create Pyramids for … “ pilih “Yes”.

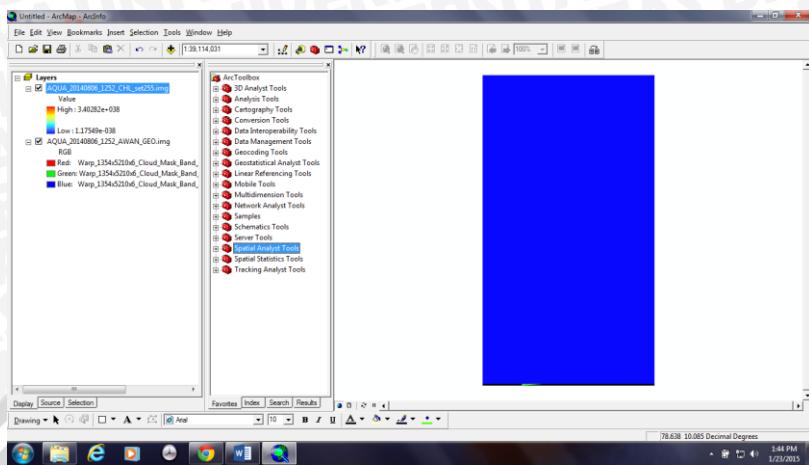


5. Layout yang ditampilkan masih berwarna hitam-putih, maka double klik pada data klorofi luntuk menampilkan “layer properties” kemudian pilih “Symbology” selanjutnya pilih “Stretched” dan pilih Rainbow Color pada “Color Ramp” kemudian pilih “Invert” dan klik “Ok”

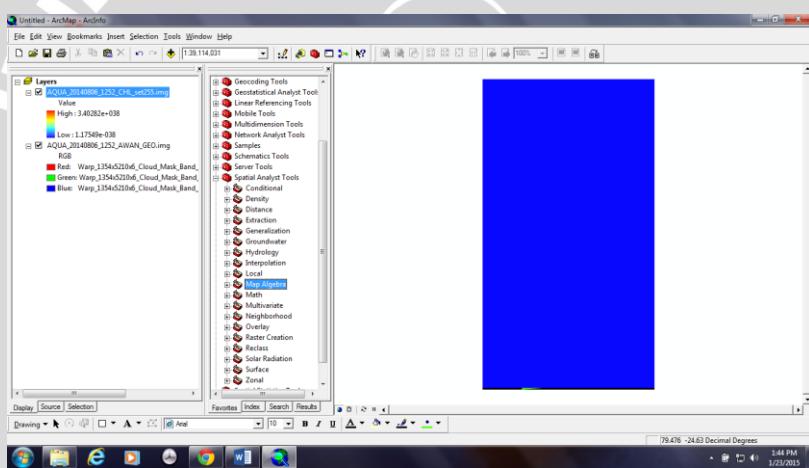


### LAMPIRAN 13. Lanjutan

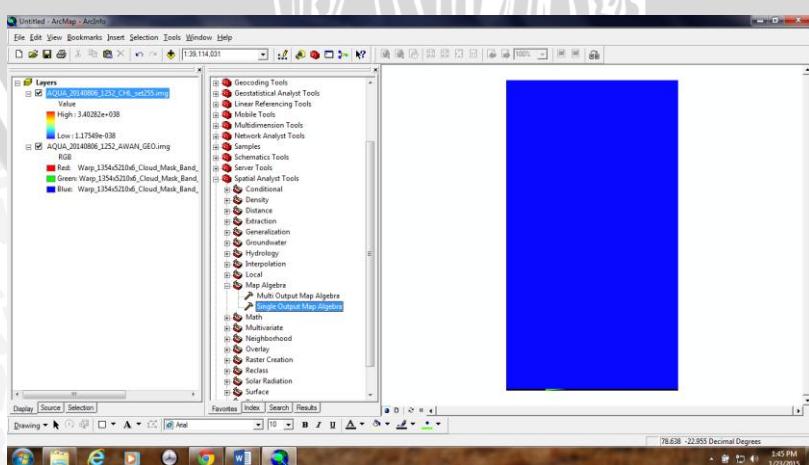
6. Pada jendela ArcGIS Toolbox dan pilih “Spatial Analysis Tools”.



7. Pada sub-menu *Spatial Analysis Tools* pilih “Map Analysis”.



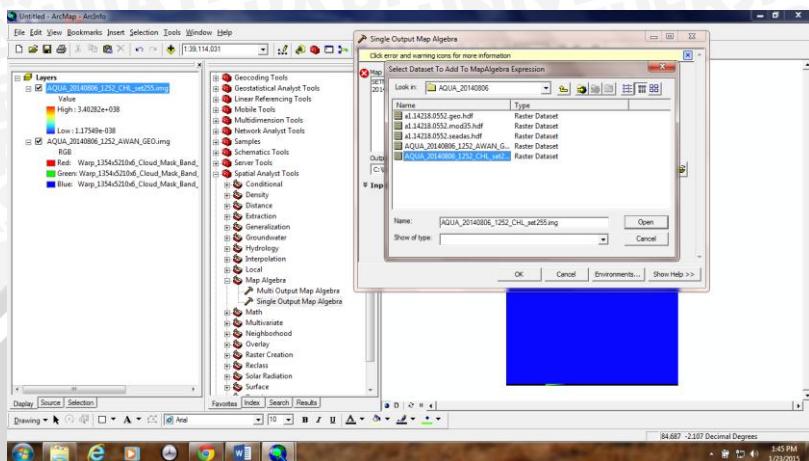
8. Kemudian pilih “Single Output Map Algebra”.



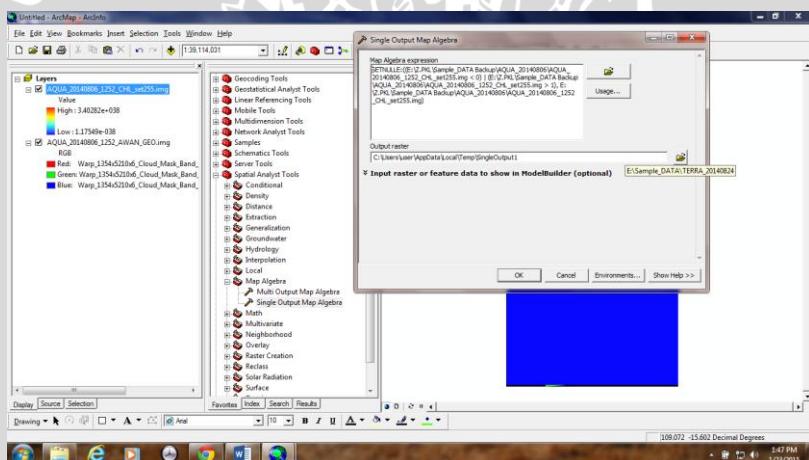
## LAMPIRAN 13. Lanjutan

9. Masukkan formula algoritma data klorofil-a sebagai berikut :

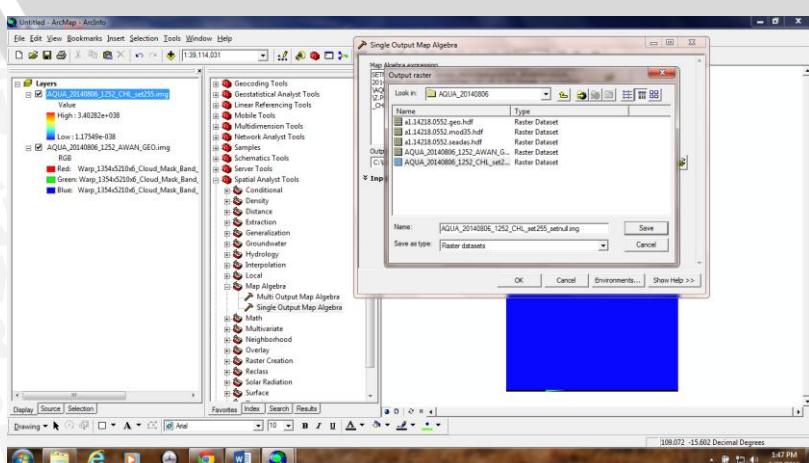
`SETNULL((data klorofil-a < 0) | (data klorofil-a > 1), data klorofil-a)`



10. Pada “Output Raster” klik shortcut browse untuk menyimpan hasilnya.



11. Beri nama dengan tanda `setnull.img` kemudian klik “Save”.

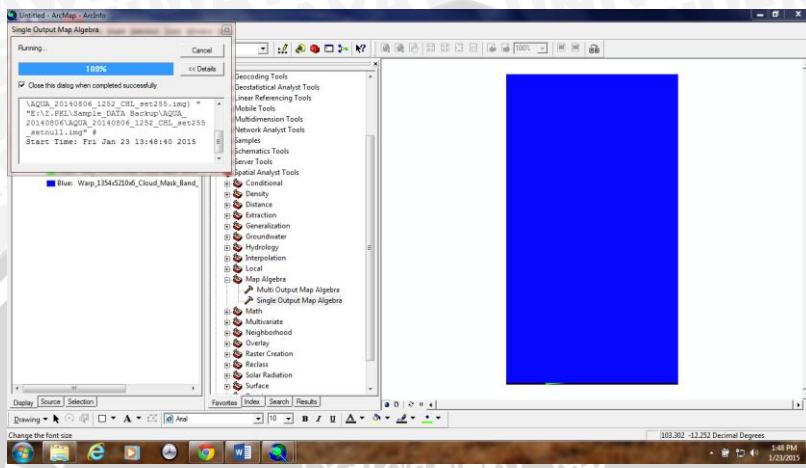


UNIVERSITAS BRAWIJAYA

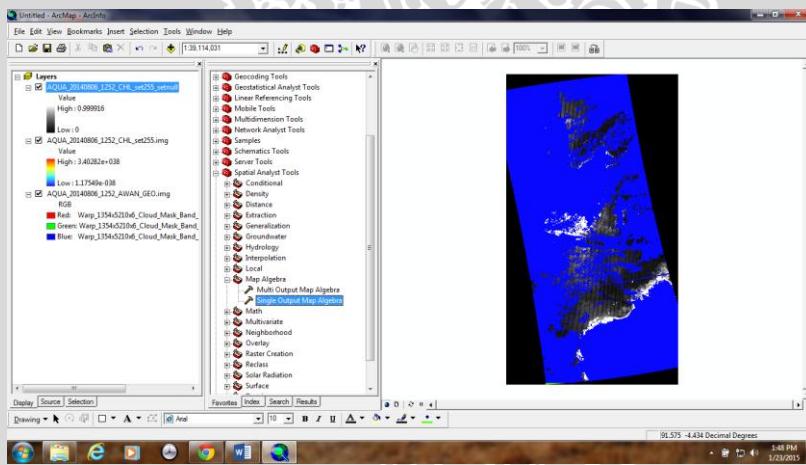


### LAMPIRAN 13. Lanjutan

12. Setelah “Map Algebra Expression” dan “Output Raster” telah terisi semua dengan benar, klik “Ok” maka perintah Algoritma akan berlangsung.



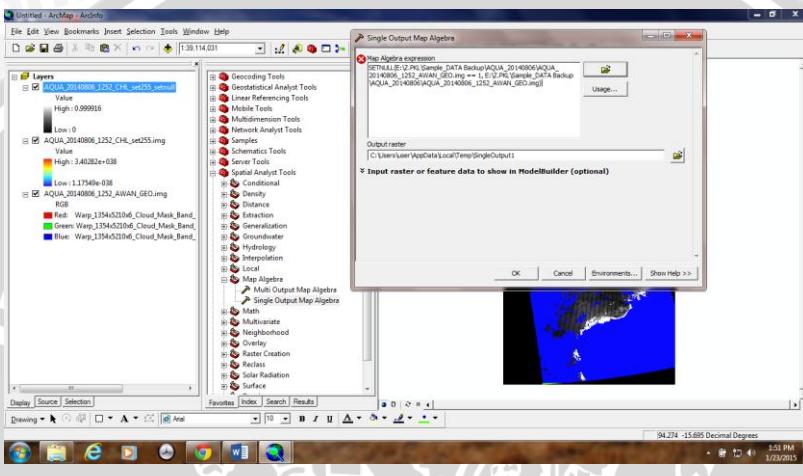
13. Layout telah berubah sesuai formula dan tampak gradasi warna.



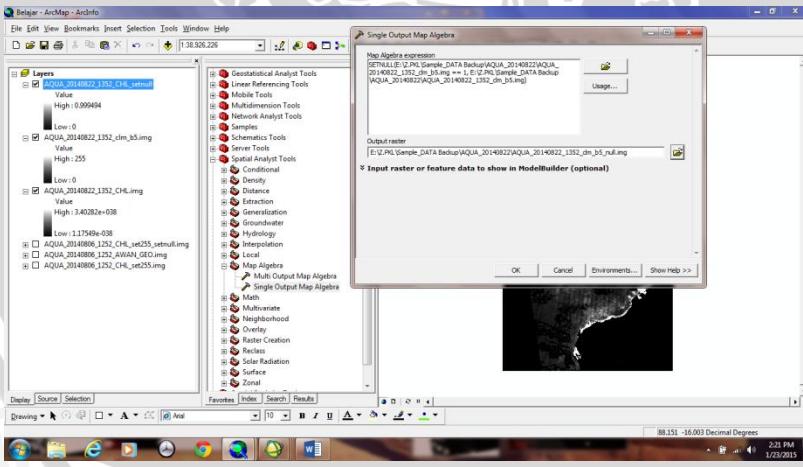
#### LAMPIRAN 14. Pewarnaan dan Koreksi Algoritma Data Awan (ArcGIS 9.3)

1. Lakukan langkah yang sama seperti pada data klorofil-a sampai dengan langkah untuk memasukkan *formula* algoritma, namun masukkan *formula* yang berbeda karena pada langkah ini mengolah data tutupan awan. Yaitu dengan *formula* :

SETNULL(data awan == 1, data awan)

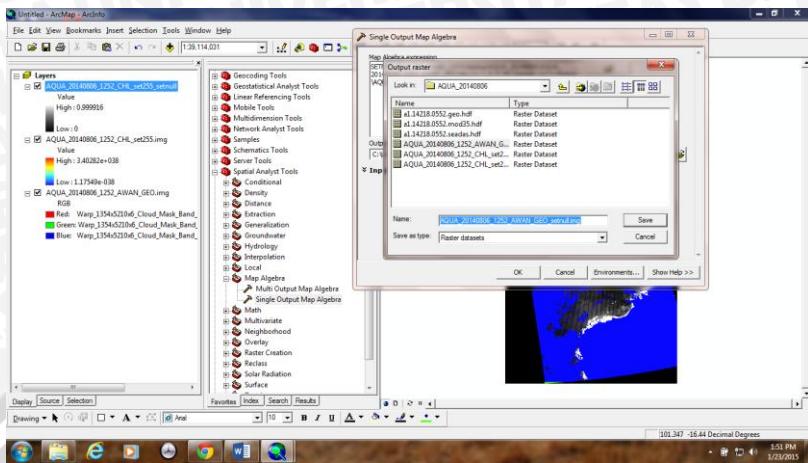


2. Pada “Output Raster” klik shortcut browse untuk menyimpan hasilnya.

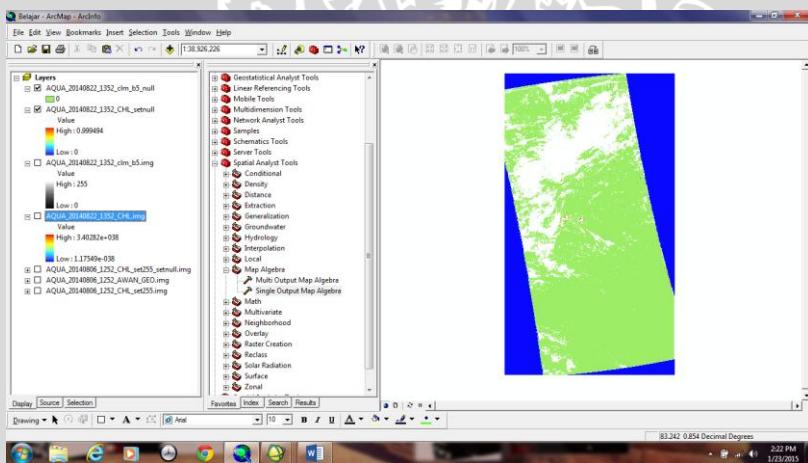


## LAMPIRAN 14. Lanjutan

- Beri nama dengan tanda *setnull.img* kemudian klik “Save”.

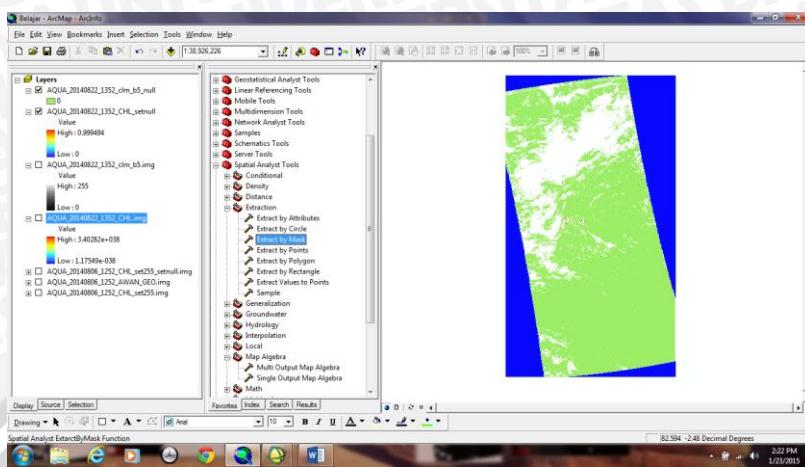


- Setelah “Map Algebra Expression” dan “Output Raster” telah terisi semua dengan benar, klik “Ok” maka perintah Algoritma akan berlangsung dan menghasilkan *layout* dari tutupan awan.

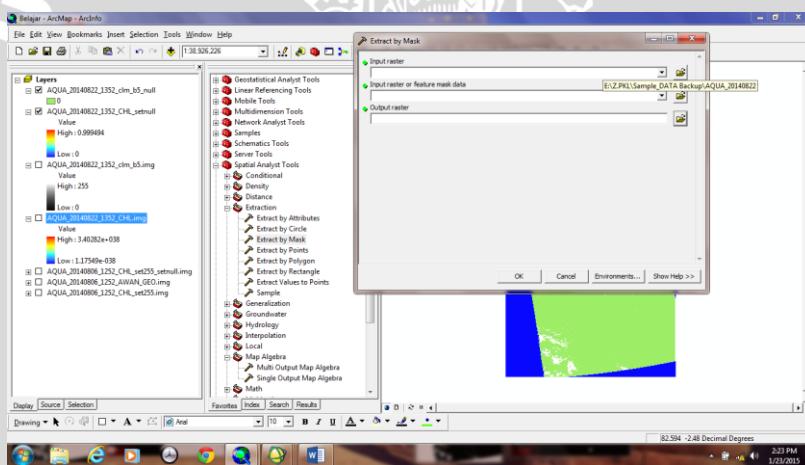


## LAMPIRAN 15. Ekstraksi Data Klorofil-a dan Tutupan Awan

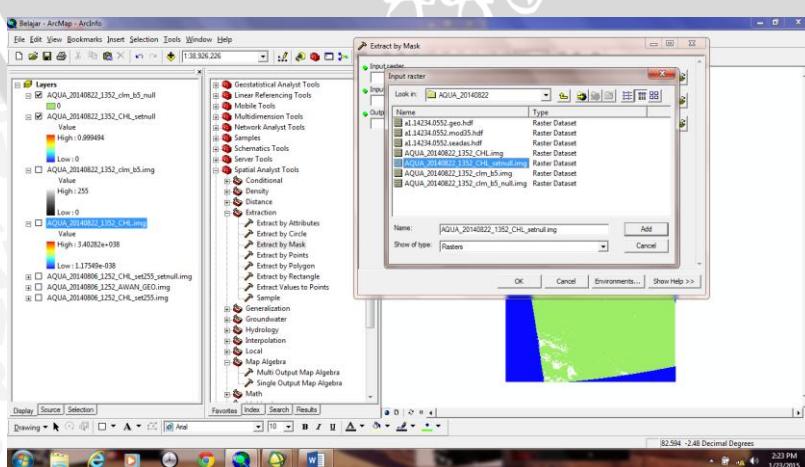
- Pilih perintah “Extract by mask” pada ArcToolbox.



- Selanjutnya akan muncul kotak dialog “Extract by Mask” dengan kolom *Input raster*, *Input raster or feature mask data*, dan *Output raster*.

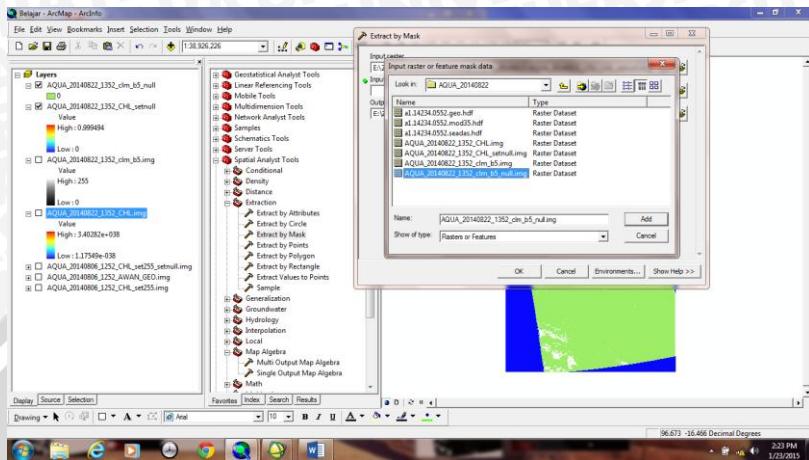


- Masukkan data *Input raster* pada *shortcut browse* dan pilih klorofil-a.

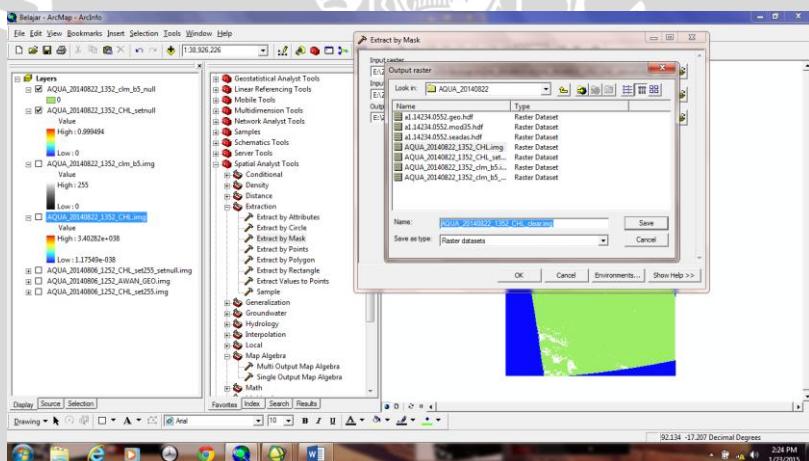


## LAMPIRAN 15. Lanjutan

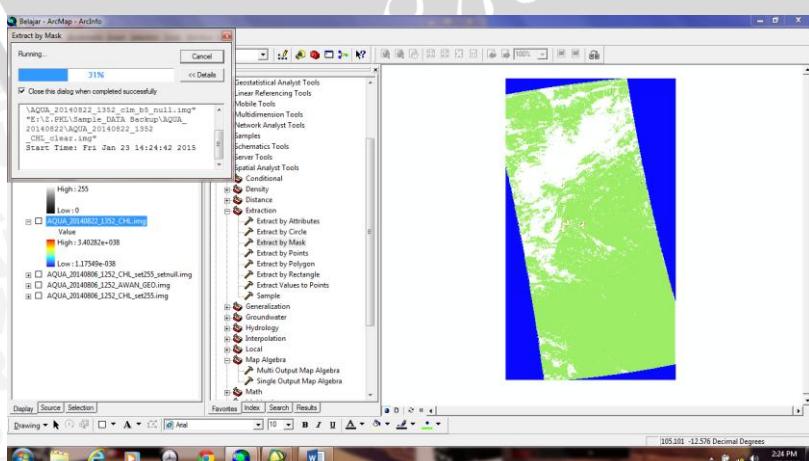
- Masukkan data *Input raster or feature mask* pada *shortcut browse* di sebelah kanan kolom dan pilih data tutupan awan.



- Simpan hasil pada *shortcut browse* di sebelah kanan *Output Raster*.

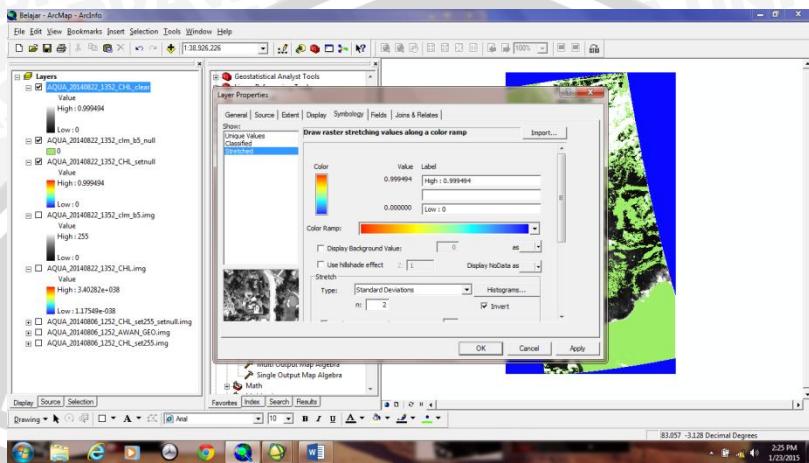


- Setelah ketiganya terisi, klik "Ok" dan *Extracting by mask* berlangsung.

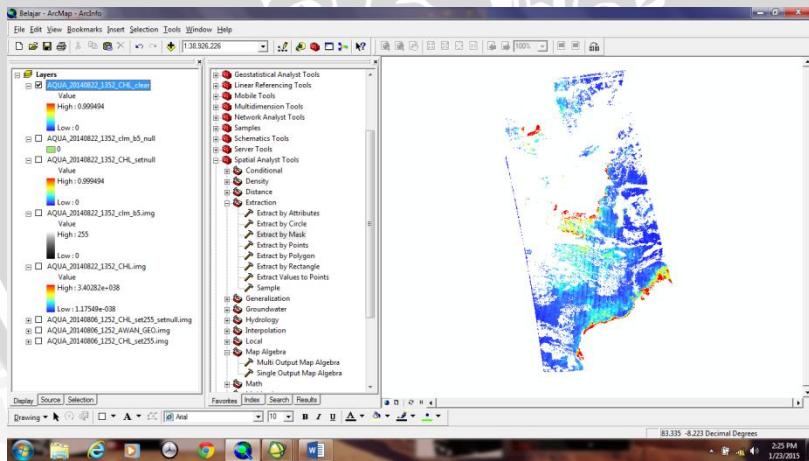


## LAMPIRAN 15. Lanjutan

7. Untuk memperjelas tampilan dari hasil ekstraksi data klorofil-a dan data tutupan awam maupun data daratan, ganti tampilan warna dengan cara menampilkan *layer properties* kemudian pada menu “symbology” pilih “stretched” dan pilih jenis *rainbow color* pada “color ramp”, klik “Ok”.



8. Didapatkan hasil seperti gambar dibawah ini dengan informasi yang sudah jelas karena *layout* sudah dibedakan antara lautan, darat, dan tutupan awan.



### Lampiran 16. Data Hasil Pengamatan

Data hasil pengamatan klorofil-a

Validasi Klorofil-a Data Citra dengan Data Lapang			
Titik Sampel	Data Citra	Data Lapang	RMS Error
1	0.480653	0.3742	0.0753
2	0.748034	0.5414	0.1461
3	0.647364	0.4562	0.1352
4	-	2.9452	2.0826
	0.62535	1.0793	0.22695

Data hasil pengamatan parameter kualitas air

Titik Sampel	1	2	3	4	
Koordinat	Longitude	113°38'51.2"	113°37'1.4"	113°36'18.2"	113°35'28.5"
Parameter Kualitas Air	Latitude	7°9'31"	7°9'51.9"	7°11'27.6"	7°8'13.5"
	Suhu	29	28	29	33
	pH	8	8	8	7
	Salinitas	35	35	35	30
	Nitrat	0.1547	0.4022	0.2103	0.7425
	Orthofosfat	0.0410	0.0483	0.0438	0.0349

**Lampiran 17. Data Klorofil-a Citra Satelit Aqua Modis**

Pixel	Longitude	Latitude	Klorofil-a	Pixel	Longitude	Latitude	Klorofil-a
1	113.416022	-7.123411		501	113.416022	-7.218224	
2	113.425005	-7.123411		502	113.425005	-7.218224	
3	113.433989	-7.123411		503	113.433989	-7.218224	
4	113.442972	-7.123411		504	113.442972	-7.218224	
5	113.451955	-7.123411		505	113.451955	-7.218224	
6	113.460939	-7.123411		506	113.460939	-7.218224	
7	113.469922	-7.123411		507	113.469922	-7.218224	
8	113.478905	-7.123411		508	113.478905	-7.218224	
9	113.487888	-7.123411		509	113.487888	-7.218224	
10	113.496872	-7.123411		510	113.496872	-7.218224	
11	113.505855	-7.123411		511	113.505855	-7.218224	
12	113.514838	-7.123411		512	113.514838	-7.218224	
13	113.523822	-7.123411		513	113.523822	-7.218224	
14	113.532805	-7.123411		514	113.532805	-7.218224	
15	113.541788	-7.123411		515	113.541788	-7.218224	
16	113.550772	-7.123411		516	113.550772	-7.218224	
17	113.559755	-7.123411		517	113.559755	-7.218224	
18	113.568738	-7.123411		518	113.568738	-7.218224	
19	113.577721	-7.123411		519	113.577721	-7.218224	
20	113.586705	-7.123411		520	113.586705	-7.218224	
21	113.595688	-7.123411		521	113.595688	-7.218224	0.763746
22	113.604671	-7.123411		522	113.604671	-7.218224	0.477504
23	113.613655	-7.123411		523	113.613655	-7.218224	0.348492
24	113.622638	-7.123411		524	113.622638	-7.218224	0.303574
25	113.631621	-7.123411		525	113.631621	-7.218224	0.284011
26	113.640605	-7.123411		526	113.640605	-7.218224	0.257102
27	113.649588	-7.123411		527	113.649588	-7.218224	0.239889
28	113.658571	-7.123411		528	113.658571	-7.218224	0.218214
29	113.667554	-7.123411		529	113.667554	-7.218224	0.199419
30	113.676538	-7.123411		530	113.676538	-7.218224	0.177493
31	113.685521	-7.123411		531	113.685521	-7.218224	0.170874
32	113.694504	-7.123411		532	113.694504	-7.218224	
33	113.703488	-7.123411		533	113.703488	-7.218224	
34	113.712471	-7.123411		534	113.712471	-7.218224	
35	113.721454	-7.123411		535	113.721454	-7.218224	
36	113.730438	-7.123411		536	113.730438	-7.218224	
37	113.739421	-7.123411		537	113.739421	-7.218224	
38	113.748404	-7.123411		538	113.748404	-7.218224	
39	113.757387	-7.123411		539	113.757387	-7.218224	
40	113.766371	-7.123411		540	113.766371	-7.218224	



41	113.775354	-7.123411		541	113.775354	-7.218224	
42	113.784337	-7.123411		542	113.784337	-7.218224	
43	113.793321	-7.123411		543	113.793321	-7.218224	
44	113.802304	-7.123411		544	113.802304	-7.218224	
45	113.811287	-7.123411		545	113.811287	-7.218224	
46	113.820271	-7.123411		546	113.820271	-7.218224	
47	113.829254	-7.123411		547	113.829254	-7.218224	
48	113.838237	-7.123411		548	113.838237	-7.218224	
49	113.847220	-7.123411		549	113.847220	-7.218224	
50	113.856204	-7.123411		550	113.856204	-7.218224	
51	113.416022	-7.131841		551	113.416022	-7.227208	
52	113.425005	-7.131841		552	113.425005	-7.227208	
53	113.433989	-7.131841		553	113.433989	-7.227208	
54	113.442972	-7.131841		554	113.442972	-7.227208	
55	113.451955	-7.131841		555	113.451955	-7.227208	
56	113.460939	-7.131841		556	113.460939	-7.227208	
57	113.469922	-7.131841		557	113.469922	-7.227208	
58	113.478905	-7.131841		558	113.478905	-7.227208	
59	113.487888	-7.131841		559	113.487888	-7.227208	
60	113.496872	-7.131841		560	113.496872	-7.227208	
61	113.505855	-7.131841		561	113.505855	-7.227208	
62	113.514838	-7.131841		562	113.514838	-7.227208	
63	113.523822	-7.131841		563	113.523822	-7.227208	
64	113.532805	-7.131841		564	113.532805	-7.227208	
65	113.541788	-7.131841		565	113.541788	-7.227208	
66	113.550772	-7.131841		566	113.550772	-7.227208	
67	113.559755	-7.131841		567	113.559755	-7.227208	
68	113.568738	-7.131841		568	113.568738	-7.227208	
69	113.577721	-7.131841		569	113.577721	-7.227208	
70	113.586705	-7.131841		570	113.586705	-7.227208	
71	113.595688	-7.131841		571	113.595688	-7.227208	0.689599
72	113.604671	-7.131841		572	113.604671	-7.227208	0.450254
73	113.613655	-7.131841		573	113.613655	-7.227208	0.343013
74	113.622638	-7.131841		574	113.622638	-7.227208	0.303097
75	113.631621	-7.131841		575	113.631621	-7.227208	0.279173
76	113.640605	-7.131841		576	113.640605	-7.227208	0.260968
77	113.649588	-7.131841		577	113.649588	-7.227208	0.248098
78	113.658571	-7.131841		578	113.658571	-7.227208	0.233107
79	113.667554	-7.131841		579	113.667554	-7.227208	0.213863
80	113.676538	-7.131841		580	113.676538	-7.227208	0.18788
81	113.685521	-7.131841		581	113.685521	-7.227208	
82	113.694504	-7.131841	0.738698	582	113.694504	-7.227208	



83	113.703488	-7.131841	0.735848	583	113.703488	-7.227208	
84	113.712471	-7.131841	0.777192	584	113.712471	-7.227208	
85	113.721454	-7.131841	0.798431	585	113.721454	-7.227208	
86	113.730438	-7.131841		586	113.730438	-7.227208	
87	113.739421	-7.131841		587	113.739421	-7.227208	
88	113.748404	-7.131841		588	113.748404	-7.227208	
89	113.757387	-7.131841		589	113.757387	-7.227208	
90	113.766371	-7.131841		590	113.766371	-7.227208	
91	113.775354	-7.131841		591	113.775354	-7.227208	
92	113.784337	-7.131841		592	113.784337	-7.227208	
93	113.793321	-7.131841		593	113.793321	-7.227208	
94	113.802304	-7.131841		594	113.802304	-7.227208	
95	113.811287	-7.131841		595	113.811287	-7.227208	
96	113.820271	-7.131841		596	113.820271	-7.227208	
97	113.829254	-7.131841		597	113.829254	-7.227208	
98	113.838237	-7.131841		598	113.838237	-7.227208	
99	113.847220	-7.131841		599	113.847220	-7.227208	
100	113.856204	-7.131841		600	113.856204	-7.227208	
101	113.416022	-7.140271		601	113.416022	-7.236191	
102	113.425005	-7.140271		602	113.425005	-7.236191	
103	113.433989	-7.140271		603	113.433989	-7.236191	
104	113.442972	-7.140271		604	113.442972	-7.236191	
105	113.451955	-7.140271		605	113.451955	-7.236191	
106	113.460939	-7.140271		606	113.460939	-7.236191	
107	113.469922	-7.140271		607	113.469922	-7.236191	
108	113.478905	-7.140271		608	113.478905	-7.236191	
109	113.487888	-7.140271		609	113.487888	-7.236191	
110	113.496872	-7.140271		610	113.496872	-7.236191	
111	113.505855	-7.140271		611	113.505855	-7.236191	
112	113.514838	-7.140271		612	113.514838	-7.236191	
113	113.523822	-7.140271		613	113.523822	-7.236191	
114	113.532805	-7.140271		614	113.532805	-7.236191	
115	113.541788	-7.140271		615	113.541788	-7.236191	
116	113.550772	-7.140271		616	113.550772	-7.236191	
117	113.559755	-7.140271		617	113.559755	-7.236191	
118	113.568738	-7.140271		618	113.568738	-7.236191	
119	113.577721	-7.140271		619	113.577721	-7.236191	
120	113.586705	-7.140271		620	113.586705	-7.236191	0.948868
121	113.595688	-7.140271		621	113.595688	-7.236191	0.596691
122	113.604671	-7.140271		622	113.604671	-7.236191	0.40143
123	113.613655	-7.140271		623	113.613655	-7.236191	0.330807
124	113.622638	-7.140271		624	113.622638	-7.236191	0.311344



125	113.631621	-7.140271		625	113.631621	-7.236191	0.273663
126	113.640605	-7.140271		626	113.640605	-7.236191	0.264469
127	113.649588	-7.140271		627	113.649588	-7.236191	0.261561
128	113.658571	-7.140271		628	113.658571	-7.236191	0.25253
129	113.667554	-7.140271		629	113.667554	-7.236191	0.225524
130	113.676538	-7.140271	0.687164	630	113.676538	-7.236191	0.195247
131	113.685521	-7.140271	0.618596	631	113.685521	-7.236191	
132	113.694504	-7.140271	0.599625	632	113.694504	-7.236191	
133	113.703488	-7.140271	0.597969	633	113.703488	-7.236191	
134	113.712471	-7.140271	0.622999	634	113.712471	-7.236191	
135	113.721454	-7.140271	0.622062	635	113.721454	-7.236191	
136	113.730438	-7.140271	0.618618	636	113.730438	-7.236191	
137	113.739421	-7.140271	0.615080	637	113.739421	-7.236191	
138	113.748404	-7.140271	0.599090	638	113.748404	-7.236191	
139	113.757387	-7.140271	0.603919	639	113.757387	-7.236191	
140	113.766371	-7.140271		640	113.766371	-7.236191	
141	113.775354	-7.140271		641	113.775354	-7.236191	
142	113.784337	-7.140271		642	113.784337	-7.236191	
143	113.793321	-7.140271		643	113.793321	-7.236191	
144	113.802304	-7.140271		644	113.802304	-7.236191	
145	113.811287	-7.140271		645	113.811287	-7.236191	
146	113.820271	-7.140271		646	113.820271	-7.236191	
147	113.829254	-7.140271		647	113.829254	-7.236191	
148	113.838237	-7.140271		648	113.838237	-7.236191	
149	113.847220	-7.140271		649	113.847220	-7.236191	0.157173
150	113.856204	-7.140271		650	113.856204	-7.236191	0.163088
151	113.416022	-7.148701		651	113.416022	-7.245174	0.163778
152	113.425005	-7.148701		652	113.425005	-7.245174	0.191006
153	113.433989	-7.148701		653	113.433989	-7.245174	0.185579
154	113.442972	-7.148701		654	113.442972	-7.245174	
155	113.451955	-7.148701		655	113.451955	-7.245174	0.184087
156	113.460939	-7.148701		656	113.460939	-7.245174	0.312989
157	113.469922	-7.148701		657	113.469922	-7.245174	0.427145
158	113.478905	-7.148701		658	113.478905	-7.245174	0.758021
159	113.487888	-7.148701		659	113.487888	-7.245174	
160	113.496872	-7.148701		660	113.496872	-7.245174	
161	113.505855	-7.148701		661	113.505855	-7.245174	
162	113.514838	-7.148701		662	113.514838	-7.245174	
163	113.523822	-7.148701		663	113.523822	-7.245174	
164	113.532805	-7.148701		664	113.532805	-7.245174	
165	113.541788	-7.148701		665	113.541788	-7.245174	
166	113.550772	-7.148701		666	113.550772	-7.245174	



167	113.559755	-7.148701		667	113.559755	-7.245174	
168	113.568738	-7.148701		668	113.568738	-7.245174	
169	113.577721	-7.148701		669	113.577721	-7.245174	
170	113.586705	-7.148701		670	113.586705	-7.245174	0.707281
171	113.595688	-7.148701		671	113.595688	-7.245174	0.470782
172	113.604671	-7.148701		672	113.604671	-7.245174	0.350857
173	113.613655	-7.148701		673	113.613655	-7.245174	0.303464
174	113.622638	-7.148701	0.849996	674	113.622638	-7.245174	0.283043
175	113.631621	-7.148701	0.72918	675	113.631621	-7.245174	0.274747
176	113.640605	-7.148701		676	113.640605	-7.245174	0.284664
177	113.649588	-7.148701	0.713972	677	113.649588	-7.245174	0.282396
178	113.658571	-7.148701	0.680581	678	113.658571	-7.245174	0.2704
179	113.667554	-7.148701	0.579512	679	113.667554	-7.245174	0.234446
180	113.676538	-7.148701	0.543397	680	113.676538	-7.245174	0.219534
181	113.685521	-7.148701	0.52773	681	113.685521	-7.245174	
182	113.694504	-7.148701	0.517747	682	113.694504	-7.245174	
183	113.703488	-7.148701	0.514557	683	113.703488	-7.245174	
184	113.712471	-7.148701	0.502506	684	113.712471	-7.245174	
185	113.721454	-7.148701	0.49878	685	113.721454	-7.245174	
186	113.730438	-7.148701	0.495059	686	113.730438	-7.245174	
187	113.739421	-7.148701	0.499982	687	113.739421	-7.245174	
188	113.748404	-7.148701	0.495389	688	113.748404	-7.245174	
189	113.757387	-7.148701	0.502954	689	113.757387	-7.245174	
190	113.766371	-7.148701	0.480064	690	113.766371	-7.245174	
191	113.775354	-7.148701		691	113.775354	-7.245174	
192	113.784337	-7.148701	0.448822	692	113.784337	-7.245174	
193	113.793321	-7.148701	0.487618	693	113.793321	-7.245174	
194	113.802304	-7.148701	0.520206	694	113.802304	-7.245174	
195	113.811287	-7.148701	0.517009	695	113.811287	-7.245174	
196	113.820271	-7.148701		696	113.820271	-7.245174	
197	113.829254	-7.148701		697	113.829254	-7.245174	0.146563
198	113.838237	-7.148701		698	113.838237	-7.245174	0.126062
199	113.847220	-7.148701	0.476528	699	113.847220	-7.245174	0.114492
200	113.856204	-7.148701	0.472772	700	113.856204	-7.245174	0.111064
201	113.416022	-7.157131		701	113.416022	-7.254158	0.114952
202	113.425005	-7.157131		702	113.425005	-7.254158	0.109358
203	113.433989	-7.157131		703	113.433989	-7.254158	0.111093
204	113.442972	-7.157131		704	113.442972	-7.254158	0.11887
205	113.451955	-7.157131		705	113.451955	-7.254158	0.127383
206	113.460939	-7.157131		706	113.460939	-7.254158	0.119202
207	113.469922	-7.157131		707	113.469922	-7.254158	0.126876
208	113.478905	-7.157131		708	113.478905	-7.254158	0.184689



209	113.487888	-7.157131		709	113.487888	-7.254158	0.678918
210	113.496872	-7.157131		710	113.496872	-7.254158	
211	113.505855	-7.157131		711	113.505855	-7.254158	
212	113.514838	-7.157131		712	113.514838	-7.254158	
213	113.523822	-7.157131		713	113.523822	-7.254158	
214	113.532805	-7.157131		714	113.532805	-7.254158	
215	113.541788	-7.157131		715	113.541788	-7.254158	
216	113.550772	-7.157131		716	113.550772	-7.254158	
217	113.559755	-7.157131		717	113.559755	-7.254158	
218	113.568738	-7.157131		718	113.568738	-7.254158	0.896229
219	113.577721	-7.157131		719	113.577721	-7.254158	0.645656
220	113.586705	-7.157131		720	113.586705	-7.254158	0.455339
221	113.595688	-7.157131		721	113.595688	-7.254158	0.347797
222	113.604671	-7.157131		722	113.604671	-7.254158	0.29377
223	113.613655	-7.157131	0.748034	723	113.613655	-7.254158	0.266982
224	113.622638	-7.157131	0.605633	724	113.622638	-7.254158	0.259514
225	113.631621	-7.157131	0.554808	725	113.631621	-7.254158	0.274743
226	113.640605	-7.157131	0.512389	726	113.640605	-7.254158	0.274707
227	113.649588	-7.157131	0.480653	727	113.649588	-7.254158	0.27813
228	113.658571	-7.157131	0.473965	728	113.658571	-7.254158	0.269471
229	113.667554	-7.157131	0.471743	729	113.667554	-7.254158	0.249664
230	113.676538	-7.157131	0.477256	730	113.676538	-7.254158	
231	113.685521	-7.157131	0.479282	731	113.685521	-7.254158	
232	113.694504	-7.157131	0.4717	732	113.694504	-7.254158	
233	113.703488	-7.157131	0.463745	733	113.703488	-7.254158	
234	113.712471	-7.157131	0.460714	734	113.712471	-7.254158	
235	113.721454	-7.157131	0.456621	735	113.721454	-7.254158	
236	113.730438	-7.157131	0.438404	736	113.730438	-7.254158	
237	113.739421	-7.157131	0.43097	737	113.739421	-7.254158	
238	113.748404	-7.157131	0.414675	738	113.748404	-7.254158	
239	113.757387	-7.157131	0.399845	739	113.757387	-7.254158	0.206633
240	113.766371	-7.157131	0.408818	740	113.766371	-7.254158	0.196861
241	113.775354	-7.157131	0.394967	741	113.775354	-7.254158	0.199321
242	113.784337	-7.157131	0.385446	742	113.784337	-7.254158	
243	113.793321	-7.157131	0.363177	743	113.793321	-7.254158	0.197559
244	113.802304	-7.157131	0.356526	744	113.802304	-7.254158	0.149737
245	113.811287	-7.157131	0.359782	745	113.811287	-7.254158	0.125655
246	113.820271	-7.157131	0.371614	746	113.820271	-7.254158	0.110059
247	113.829254	-7.157131	0.367064	747	113.829254	-7.254158	0.09806
248	113.838237	-7.157131	0.357753	748	113.838237	-7.254158	0.093632
249	113.847220	-7.157131	0.347957	749	113.847220	-7.254158	0.08616
250	113.856204	-7.157131	0.338143	750	113.856204	-7.254158	0.080087



251	113.416022	-7.165561		751	113.416022	-7.263141	0.072337
252	113.425005	-7.165561		752	113.425005	-7.263141	0.073789
253	113.433989	-7.165561		753	113.433989	-7.263141	0.085304
254	113.442972	-7.165561		754	113.442972	-7.263141	0.093422
255	113.451955	-7.165561		755	113.451955	-7.263141	0.105046
256	113.460939	-7.165561		756	113.460939	-7.263141	0.121313
257	113.469922	-7.165561		757	113.469922	-7.263141	0.12761
258	113.478905	-7.165561		758	113.478905	-7.263141	0.144558
259	113.487888	-7.165561		759	113.487888	-7.263141	0.317282
260	113.496872	-7.165561		760	113.496872	-7.263141	
261	113.505855	-7.165561		761	113.505855	-7.263141	
262	113.514838	-7.165561		762	113.514838	-7.263141	
263	113.523822	-7.165561		763	113.523822	-7.263141	
264	113.532805	-7.165561		764	113.532805	-7.263141	
265	113.541788	-7.165561		765	113.541788	-7.263141	
266	113.550772	-7.165561		766	113.550772	-7.263141	0.98146
267	113.559755	-7.165561		767	113.559755	-7.263141	0.736234
268	113.568738	-7.165561		768	113.568738	-7.263141	0.552721
269	113.577721	-7.165561		769	113.577721	-7.263141	0.406048
270	113.586705	-7.165561		770	113.586705	-7.263141	0.319693
271	113.595688	-7.165561		771	113.595688	-7.263141	0.280399
272	113.604671	-7.165561	0.828617	772	113.604671	-7.263141	0.253272
273	113.613655	-7.165561	0.602139	773	113.613655	-7.263141	0.243647
274	113.622638	-7.165561	0.504675	774	113.622638	-7.263141	0.248231
275	113.631621	-7.165561	0.439355	775	113.631621	-7.263141	0.249199
276	113.640605	-7.165561	0.398969	776	113.640605	-7.263141	0.251783
277	113.649588	-7.165561	0.379063	777	113.649588	-7.263141	0.247336
278	113.658571	-7.165561	0.386045	778	113.658571	-7.263141	0.236686
279	113.667554	-7.165561	0.411375	779	113.667554	-7.263141	
280	113.676538	-7.165561	0.433293	780	113.676538	-7.263141	
281	113.685521	-7.165561	0.435203	781	113.685521	-7.263141	0.249167
282	113.694504	-7.165561	0.418238	782	113.694504	-7.263141	0.204956
283	113.703488	-7.165561	0.395514	783	113.703488	-7.263141	0.219142
284	113.712471	-7.165561	0.377182	784	113.712471	-7.263141	
285	113.721454	-7.165561	0.369558	785	113.721454	-7.263141	
286	113.730438	-7.165561	0.35808	786	113.730438	-7.263141	
287	113.739421	-7.165561	0.327083	787	113.739421	-7.263141	
288	113.748404	-7.165561	0.31803	788	113.748404	-7.263141	0.234325
289	113.757387	-7.165561	0.314057	789	113.757387	-7.263141	0.222145
290	113.766371	-7.165561	0.290265	790	113.766371	-7.263141	0.200486
291	113.775354	-7.165561	0.291698	791	113.775354	-7.263141	0.185998
292	113.784337	-7.165561	0.302047	792	113.784337	-7.263141	0.164486



293	113.793321	-7.165561	0.317299	793	113.793321	-7.263141	0.131821
294	113.802304	-7.165561	0.327668	794	113.802304	-7.263141	0.105724
295	113.811287	-7.165561	0.321338	795	113.811287	-7.263141	0.090775
296	113.820271	-7.165561	0.31452	796	113.820271	-7.263141	0.082455
297	113.829254	-7.165561	0.307981	797	113.829254	-7.263141	0.075524
298	113.838237	-7.165561	0.303743	798	113.838237	-7.263141	0.063226
299	113.847220	-7.165561	0.297723	799	113.847220	-7.263141	0.052336
300	113.856204	-7.165561	0.277473	800	113.856204	-7.263141	0.042242
301	113.416022	-7.182291		801	113.416022	-7.272124	0.062863
302	113.425005	-7.182291		802	113.425005	-7.272124	0.06433
303	113.433989	-7.182291		803	113.433989	-7.272124	0.0696
304	113.442972	-7.182291		804	113.442972	-7.272124	0.076857
305	113.451955	-7.182291		805	113.451955	-7.272124	0.084467
306	113.460939	-7.182291		806	113.460939	-7.272124	0.104119
307	113.469922	-7.182291		807	113.469922	-7.272124	0.118612
308	113.478905	-7.182291		808	113.478905	-7.272124	0.144679
309	113.487888	-7.182291		809	113.487888	-7.272124	0.362274
310	113.496872	-7.182291		810	113.496872	-7.272124	0.77425
311	113.505855	-7.182291		811	113.505855	-7.272124	
312	113.514838	-7.182291		812	113.514838	-7.272124	
313	113.523822	-7.182291		813	113.523822	-7.272124	
314	113.532805	-7.182291		814	113.532805	-7.272124	
315	113.541788	-7.182291		815	113.541788	-7.272124	0.911856
316	113.550772	-7.182291		816	113.550772	-7.272124	0.614128
317	113.559755	-7.182291		817	113.559755	-7.272124	0.44576
318	113.568738	-7.182291		818	113.568738	-7.272124	0.353877
319	113.577721	-7.182291		819	113.577721	-7.272124	0.296854
320	113.586705	-7.182291		820	113.586705	-7.272124	0.267561
321	113.595688	-7.182291		821	113.595688	-7.272124	0.24537
322	113.604671	-7.182291	0.734644	822	113.604671	-7.272124	0.224843
323	113.613655	-7.182291	0.525013	823	113.613655	-7.272124	0.219334
324	113.622638	-7.182291	0.419901	824	113.622638	-7.272124	0.223051
325	113.631621	-7.182291	0.367432	825	113.631621	-7.272124	0.219886
326	113.640605	-7.182291	0.345008	826	113.640605	-7.272124	0.208414
327	113.649588	-7.182291	0.343413	827	113.649588	-7.272124	0.200055
328	113.658571	-7.182291	0.356356	828	113.658571	-7.272124	0.194996
329	113.667554	-7.182291	0.366473	829	113.667554	-7.272124	
330	113.676538	-7.182291	0.372667	830	113.676538	-7.272124	0.197846
331	113.685521	-7.182291	0.357431	831	113.685521	-7.272124	0.204466
332	113.694504	-7.182291		832	113.694504	-7.272124	0.204656
333	113.703488	-7.182291		833	113.703488	-7.272124	0.210138
334	113.712471	-7.182291		834	113.712471	-7.272124	0.21652



335	113.721454	-7.182291	0.276443	835	113.721454	-7.272124	0.211248
336	113.730438	-7.182291	0.245724	836	113.730438	-7.272124	
337	113.739421	-7.182291	0.241172	837	113.739421	-7.272124	0.248876
338	113.748404	-7.182291	0.235062	838	113.748404	-7.272124	0.250224
339	113.757387	-7.182291	0.231853	839	113.757387	-7.272124	0.220741
340	113.766371	-7.182291	0.208696	840	113.766371	-7.272124	0.177564
341	113.775354	-7.182291	0.214882	841	113.775354	-7.272124	0.153909
342	113.784337	-7.182291	0.212278	842	113.784337	-7.272124	0.12156
343	113.793321	-7.182291	0.222261	843	113.793321	-7.272124	0.092416
344	113.802304	-7.182291	0.239039	844	113.802304	-7.272124	0.076815
345	113.811287	-7.182291	0.27483	845	113.811287	-7.272124	0.071204
346	113.820271	-7.182291	0.279586	846	113.820271	-7.272124	0.069695
347	113.829254	-7.182291	0.26015	847	113.829254	-7.272124	0.056174
348	113.838237	-7.182291	0.245026	848	113.838237	-7.272124	0.043396
349	113.847220	-7.182291	0.230956	849	113.847220	-7.272124	0.03785
350	113.856204	-7.182291		850	113.856204	-7.272124	0.031495
351	113.416022	-7.191274		851	113.416022	-7.281108	0.060853
352	113.425005	-7.191274		852	113.425005	-7.281108	0.062065
353	113.433989	-7.191274		853	113.433989	-7.281108	0.064367
354	113.442972	-7.191274		854	113.442972	-7.281108	0.069535
355	113.451955	-7.191274		855	113.451955	-7.281108	0.071888
356	113.460939	-7.191274		856	113.460939	-7.281108	0.088898
357	113.469922	-7.191274		857	113.469922	-7.281108	0.106279
358	113.478905	-7.191274		858	113.478905	-7.281108	0.126326
359	113.487888	-7.191274		859	113.487888	-7.281108	0.252068
360	113.496872	-7.191274		860	113.496872	-7.281108	0.544894
361	113.505855	-7.191274		861	113.505855	-7.281108	0.803957
362	113.514838	-7.191274		862	113.514838	-7.281108	0.801969
363	113.523822	-7.191274		863	113.523822	-7.281108	0.751873
364	113.532805	-7.191274		864	113.532805	-7.281108	0.641323
365	113.541788	-7.191274		865	113.541788	-7.281108	0.453781
366	113.550772	-7.191274		866	113.550772	-7.281108	0.347933
367	113.559755	-7.191274		867	113.559755	-7.281108	0.297975
368	113.568738	-7.191274		868	113.568738	-7.281108	0.262889
369	113.577721	-7.191274		869	113.577721	-7.281108	0.231674
370	113.586705	-7.191274		870	113.586705	-7.281108	0.208545
371	113.595688	-7.191274		871	113.595688	-7.281108	0.196058
372	113.604671	-7.191274	0.647364	872	113.604671	-7.281108	0.199977
373	113.613655	-7.191274	0.445606	873	113.613655	-7.281108	0.203958
374	113.622638	-7.191274	0.358145	874	113.622638	-7.281108	0.201951
375	113.631621	-7.191274	0.323110	875	113.631621	-7.281108	0.193156
376	113.640605	-7.191274	0.309081	876	113.640605	-7.281108	0.182211



377	113.649588	-7.191274	0.300378	877	113.649588	-7.281108	0.178006
378	113.658571	-7.191274	0.281687	878	113.658571	-7.281108	0.177907
379	113.667554	-7.191274	0.262068	879	113.667554	-7.281108	0.180542
380	113.676538	-7.191274	0.264249	880	113.676538	-7.281108	0.188945
381	113.685521	-7.191274	0.254690	881	113.685521	-7.281108	0.19224
382	113.694504	-7.191274		882	113.694504	-7.281108	0.194622
383	113.703488	-7.191274		883	113.703488	-7.281108	0.19339
384	113.712471	-7.191274		884	113.712471	-7.281108	0.183746
385	113.721454	-7.191274	0.214708	885	113.721454	-7.281108	0.181793
386	113.730438	-7.191274	0.215875	886	113.730438	-7.281108	0.193944
387	113.739421	-7.191274	0.117821	887	113.739421	-7.281108	0.202872
388	113.748404	-7.191274	0.163590	888	113.748404	-7.281108	0.199988
389	113.757387	-7.191274	0.169971	889	113.757387	-7.281108	0.197273
390	113.766371	-7.191274	0.171165	890	113.766371	-7.281108	0.173646
391	113.775354	-7.191274	0.174588	891	113.775354	-7.281108	0.134582
392	113.784337	-7.191274	0.188246	892	113.784337	-7.281108	0.100494
393	113.793321	-7.191274	0.196910	893	113.793321	-7.281108	0.082084
394	113.802304	-7.191274	0.198258	894	113.802304	-7.281108	0.075036
395	113.811287	-7.191274		895	113.811287	-7.281108	0.0664
396	113.820271	-7.191274		896	113.820271	-7.281108	0.055816
397	113.829254	-7.191274		897	113.829254	-7.281108	0.045464
398	113.838237	-7.191274		898	113.838237	-7.281108	0.037448
399	113.847220	-7.191274		899	113.847220	-7.281108	0.029222
400	113.856204	-7.191274		900	113.856204	-7.281108	0.02625
401	113.416022	-7.200258		901	113.416022	-7.290091	0.061217
402	113.425005	-7.200258		902	113.425005	-7.290091	0.062366
403	113.433989	-7.200258		903	113.433989	-7.290091	0.065598
404	113.442972	-7.200258		904	113.442972	-7.290091	0.069434
405	113.451955	-7.200258		905	113.451955	-7.290091	0.068623
406	113.460939	-7.200258		906	113.460939	-7.290091	0.086639
407	113.469922	-7.200258		907	113.469922	-7.290091	0.121386
408	113.478905	-7.200258		908	113.478905	-7.290091	0.162381
409	113.487888	-7.200258		909	113.487888	-7.290091	0.218889
410	113.496872	-7.200258		910	113.496872	-7.290091	0.376754
411	113.505855	-7.200258		911	113.505855	-7.290091	0.398779
412	113.514838	-7.200258		912	113.514838	-7.290091	0.366997
413	113.523822	-7.200258		913	113.523822	-7.290091	0.322482
414	113.532805	-7.200258		914	113.532805	-7.290091	0.244018
415	113.541788	-7.200258		915	113.541788	-7.290091	0.240677
416	113.550772	-7.200258		916	113.550772	-7.290091	0.231975
417	113.559755	-7.200258		917	113.559755	-7.290091	0.212826
418	113.568738	-7.200258		918	113.568738	-7.290091	0.189503



419	113.577721	-7.200258		919	113.577721	-7.290091	0.173286
420	113.586705	-7.200258		920	113.586705	-7.290091	0.164537
421	113.595688	-7.200258		921	113.595688	-7.290091	0.160748
422	113.604671	-7.200258	0.563705	922	113.604671	-7.290091	0.169276
423	113.613655	-7.200258	0.381844	923	113.613655	-7.290091	0.183695
424	113.622638	-7.200258	0.317847	924	113.622638	-7.290091	0.191067
425	113.631621	-7.200258	0.300699	925	113.631621	-7.290091	0.180749
426	113.640605	-7.200258	0.284145	926	113.640605	-7.290091	0.166731
427	113.649588	-7.200258	0.257253	927	113.649588	-7.290091	0.166486
428	113.658571	-7.200258	0.216607	928	113.658571	-7.290091	0.172117
429	113.667554	-7.200258	0.188426	929	113.667554	-7.290091	0.167363
430	113.676538	-7.200258	0.188213	930	113.676538	-7.290091	0.174389
431	113.685521	-7.200258	0.195730	931	113.685521	-7.290091	0.173259
432	113.694504	-7.200258		932	113.694504	-7.290091	0.169401
433	113.703488	-7.200258		933	113.703488	-7.290091	0.164864
434	113.712471	-7.200258		934	113.712471	-7.290091	0.166373
435	113.721454	-7.200258		935	113.721454	-7.290091	0.161552
436	113.730438	-7.200258	0.183962	936	113.730438	-7.290091	0.162665
437	113.739421	-7.200258	0.170955	937	113.739421	-7.290091	0.169569
438	113.748404	-7.200258		938	113.748404	-7.290091	0.171065
439	113.757387	-7.200258		939	113.757387	-7.290091	0.159405
440	113.766371	-7.200258	0.165500	940	113.766371	-7.290091	0.137161
441	113.775354	-7.200258	0.177408	941	113.775354	-7.290091	0.112023
442	113.784337	-7.200258		942	113.784337	-7.290091	0.088625
443	113.793321	-7.200258		943	113.793321	-7.290091	0.076019
444	113.802304	-7.200258		944	113.802304	-7.290091	0.069001
445	113.811287	-7.200258		945	113.811287	-7.290091	0.059107
446	113.820271	-7.200258		946	113.820271	-7.290091	0.048211
447	113.829254	-7.200258		947	113.829254	-7.290091	0.035791
448	113.838237	-7.200258		948	113.838237	-7.290091	0.029219
449	113.847220	-7.200258		949	113.847220	-7.290091	0.027438
450	113.856204	-7.200258		950	113.856204	-7.290091	0.025189
451	113.416022	-7.209241		951	113.416022	-7.299074	0.059153
452	113.425005	-7.209241		952	113.425005	-7.299074	0.059882
453	113.433989	-7.209241		953	113.433989	-7.299074	0.062514
454	113.442972	-7.209241		954	113.442972	-7.299074	0.066869
455	113.451955	-7.209241		955	113.451955	-7.299074	0.066393
456	113.460939	-7.209241		956	113.460939	-7.299074	0.081606
457	113.469922	-7.209241		957	113.469922	-7.299074	0.105465
458	113.478905	-7.209241		958	113.478905	-7.299074	0.130506
459	113.487888	-7.209241		959	113.487888	-7.299074	0.160138
460	113.496872	-7.209241		960	113.496872	-7.299074	0.164769



461	113.505855	-7.209241		961	113.505855	-7.299074	0.145416
462	113.514838	-7.209241		962	113.514838	-7.299074	0.139847
463	113.523822	-7.209241		963	113.523822	-7.299074	0.14383
464	113.532805	-7.209241		964	113.532805	-7.299074	0.149281
465	113.541788	-7.209241		965	113.541788	-7.299074	0.152475
466	113.550772	-7.209241		966	113.550772	-7.299074	0.148425
467	113.559755	-7.209241		967	113.559755	-7.299074	0.145162
468	113.568738	-7.209241		968	113.568738	-7.299074	0.147003
469	113.577721	-7.209241		969	113.577721	-7.299074	0.14749
470	113.586705	-7.209241		970	113.586705	-7.299074	0.147339
471	113.595688	-7.209241		971	113.595688	-7.299074	0.147937
472	113.604671	-7.209241	0.513058	972	113.604671	-7.299074	0.148915
473	113.613655	-7.209241	0.338781	973	113.613655	-7.299074	0.144454
474	113.622638	-7.209241	0.292062	974	113.622638	-7.299074	0.143557
475	113.631621	-7.209241	0.286975	975	113.631621	-7.299074	0.139722
476	113.640605	-7.209241	0.267107	976	113.640605	-7.299074	0.140643
477	113.649588	-7.209241	0.237401	977	113.649588	-7.299074	0.148289
478	113.658571	-7.209241	0.206381	978	113.658571	-7.299074	0.167515
479	113.667554	-7.209241	0.186002	979	113.667554	-7.299074	0.170641
480	113.676538	-7.209241	0.178141	980	113.676538	-7.299074	0.166439
481	113.685521	-7.209241	0.187667	981	113.685521	-7.299074	0.176733
482	113.694504	-7.209241		982	113.694504	-7.299074	0.167549
483	113.703488	-7.209241		983	113.703488	-7.299074	0.147948
484	113.712471	-7.209241		984	113.712471	-7.299074	0.137409
485	113.721454	-7.209241		985	113.721454	-7.299074	0.134238
486	113.730438	-7.209241		986	113.730438	-7.299074	0.139905
487	113.739421	-7.209241		987	113.739421	-7.299074	0.149601
488	113.748404	-7.209241		988	113.748404	-7.299074	0.148192
489	113.757387	-7.209241		989	113.757387	-7.299074	0.135791
490	113.766371	-7.209241		990	113.766371	-7.299074	0.11303
491	113.775354	-7.209241		991	113.775354	-7.299074	0.09368
492	113.784337	-7.209241		992	113.784337	-7.299074	0.082458
493	113.793321	-7.209241		993	113.793321	-7.299074	0.07394
494	113.802304	-7.209241		994	113.802304	-7.299074	0.064442
495	113.811287	-7.209241		995	113.811287	-7.299074	0.053659
496	113.820271	-7.209241		996	113.820271	-7.299074	0.039576
497	113.829254	-7.209241		997	113.829254	-7.299074	0.032844
498	113.838237	-7.209241		998	113.838237	-7.299074	0.032283
499	113.847220	-7.209241		999	113.847220	-7.299074	0.030885
500	113.856204	-7.209241		1000	113.856204	-7.299074	0.027745

