

**PENGUKURAN KONSENTRASI KLOROFIL-A DENGAN PENGOLAHAN
CITRA LANDSAT ETM-7 DAN UJI LABORATORIUM
DI PERAIRAN SELAT MADURA BAGIAN BARAT**

**Halida Nuriya¹⁾
Zainul Hidayah²⁾
Wahyu Andy Nugraha²⁾**

¹⁾*Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo*

²⁾*Dosen Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo*

E-mail: zainulhidayah@trunojoyo.ac.id

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi klorofil-a perairan khususnya selat Madura bagian barat melalui citra satelit Landsat ETM 7 yang nantinya akan dibandingkan dengan hasil penelitian lapang dari analisa laboratorium. Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2009 sampai Januari 2010. Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan cara membandingkan data hasil analisa citra dengan analisa laboratorium. Pengujian akurasi terhadap hasil analisa citra dan laboratorium menggunakan RMS Error, dimana hasil dari RMS Error adalah 0,934664 yang menunjukkan data yang didapat bagus. Sedangkan untuk analisa statistik diuji dengan uji-t, dari hasil uji-t hasil analisa citra dan laboratorium tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan rata-rata konsentrasi klorofil-a hasil analisa citra $0,03536 \text{ mg/m}^3$ dan rata-rata konsentrasi klorofil-a hasil analisa laboratorium $0,42055 \text{ mg/m}^3$.

Kata Kunci : Klorofil-a, citra Landsat ETM 7, akurasi.

PENDAHULUAN

Klorofil merupakan parameter yang sangat menentukan produktivitas primer lautan. Sebaran dan tinggi rendahnya konsentrasi klorofil berkaitan langsung dengan kondisi oseanografi perairan itu sendiri. Beberapa parameter fisika-kimia yang mengontrol serta mempengaruhi sebaran klorofil adalah intensitas cahaya dan nutrisi (terutama nitrat, fosfat dan silikat) (Sverdrup *et al.*, 1961).

Hatta (2002), menyatakan bahwa umumnya sebaran konsentrasi klorofil tinggi di perairan pantai sebagai akibat dari tingginya suplai nutrisi yang berasal dari daratan melalui limpasan air sungai. Namun sebaliknya cenderung rendah di daerah lepas pantai karena pada daerah lepas pantai ini tidak mendapat suplai nutrisi 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 nutrisi dari daerah lain, seperti yang terjadi pada daerah upwelling.

Ketersediaan nutrisi dan intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi konsentrasi klorofil-a suatu perairan. Apabila nutrisi dan intensitas cahaya matahari tersedia cukup, maka konsentrasi klorofil akan tinggi begitu pula sebaliknya. Perairan di daerah tropis umumnya memiliki konsentrasi klorofil yang rendah karena keterbatasan nutrisi dan kuatnya stratifikasi kolom perairan sebagai akibat pemanasan permukaan perairan yang terjadi sepanjang tahun.

Distribusi dan kelimpahan fitoplankton dapat diestimasi dari kandungan klorofilnya melalui teknologi penginderaan jauh, seperti dari citra satelit Landsat. Citra Landsat bisa memberikan informasi data perairan berdasarkan nilai spektral obyek yang direkam oleh sensor Landsat.

Penelitian konsentrasi klorofil telah banyak dilakukan, antara lain Muhsoni (2008), Rokhim (2008), dan Purba (2009). Penelitian-penelitian tersebut umumnya menggunakan hasil pengukuran klorofil in-situ atau analisa laboratorium. Apabila ingin mendapatkan profil klorofil untuk suatu perairan yang luas, maka pengukuran klorofil dengan metode tersebut perlu menggunakan banyak titik sampel. Tentu saja untuk melakukannya diperlukan waktu yang relatif lama untuk mengumpulkan sampel dan dana yang cukup besar untuk analisa dan pengumpulan data. Teknologi pengukuran klorofil menggunakan citra satelit menawarkan berbagai kemudahan. Salah satunya adalah daerah cakupan yang luas. Selanjutnya dengan menggunakan analisa citra satelit dapat didapatkan profil sebaran klorofil secara real time.

Salah satu contoh aplikasi penginderaan jauh untuk mendeteksi klorofil, suhu permukaan laut, dan lain sebagainya. Uji akurasi citra dilakukan untuk mengetahui sejauh mana citra dapat memberikan informasi tentang klorofil perairan. Hasil uji akurasi citra nantinya akan dibandingkan dengan nilai klorofil yang telah diuji melalui analisis laboratorium.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persebaran kandungan klorofil-a di Selat Madura bagian barat yang didapatkan melalui pengolahan citra Landsat ETM 7 dan dibandingkan dengan analisa laboratorium.

METODE PENELITIAN

Penelitian sebaran klorofil ini dilakukan dengan pengukuran konsentrasi klorofil dari sampel air laut dan analisis citra satelit. Klorofil-a yang akan diteliti merupakan kandungan klorofil-a yang ada di perairan Selat Madura bagian Barat khususnya daerah perairan Socah, Kamal, Labang dan Kwanyar. Penelitian ini dilakukan pada bulan November sampai Desember 2009. Analisa laboratorium dilaksanakan di laboratorium Ilmu Kelautan dan laboratorium Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Bangkalan.

Pengambilan Sampel

Sampel air diambil 11 stasiun pada bagian permukaan perairan tersebut, dari sebelas sampel ini, lima sampel dilakukan pengambilan data sendiri yaitu di perairan Socah dan Labang serta enam sampel lainnya merupakan data sekunder hasil dari penelitian Muhsoni (2008) yaitu di perairan kamal dan Kwanyar dimana penelitiannya sama mengenai klorofil perairan.

Analisa Citra untuk Penentuan Konsentrasi Klorofil-a

Klorofil-a yang terdeteksi oleh citra pada dasarnya merupakan pigmen yang terkandung dalam tubuh fitoplankton yang merupakan produsen primer di laut. Wibowo *et.al* (1994) dalam Susilo (2000) menyatakan bahwa kanal 3 dan kanal 4 dari citra satelit Landsat dapat digunakan untuk mendeteksi konsentrasi klorofil-a di perairan. Algoritma yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$C = 0.2818 \times \left(\frac{TM4 + TM5}{TM3} \right)^{3.497}$$

Keterangan:

C : Konsentrasi klorofil-a (mg/m³)

TM 3 : Nilai reflektansi kanal 3 dari Landsat

TM 4 : Nilai reflektansi kanal 4 dari Landsat

TM5 : Nilai reflektansi kanal 5 dari Landsat

Uji Akurasi Hasil Ekstraksi Citra

Setelah model diperoleh, dilakukan pengujian terhadap hasil analisis klorofil. Uji analisis menggunakan RMS error. RMS Error mencerminkan perbedaan antara nilai data lapang dengan nilai hasil ekstraksi citra satelit . Rumus RMS error adalah :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (z_i - z_j)^2}{n}}$$

Keterangan :

Zi = Data hasil analisis citra

Zj = Data hasil analisa laboratorium

n = Jumlah data

Semakin kecil nilai RMS error maka data yang didapat semakin bagus dan akurat.

HASIL PEMBAHASAN

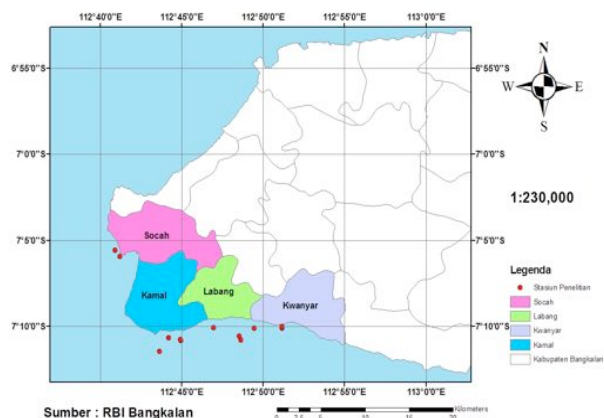
Selat Madura merupakan Selat yang memisahkan Pulau Madura dan Pulau Jawa. Lokasi penelitian ini dilakukan di Selat Madura bagian barat khususnya daerah Socah, Kamal, Labang, dan Kwanyar. Gambar citra asli dari Selat Madura bagian barat dapat dilihat pada Gambar 2 berikut



Gambar 2. Citra Selat Madura bagian barat (Landsat ETM 7 tahun 2002) Komposir RGB 321

Tabel 4. Letak/ Koordinat Lokasi Penelitian

Lokasi	Titik Sampel	X	Y
Socah	1	7.14333	112.82084
Socah	2	7.19411	112.68410
Kamal	3	7.21361	112.80490
Kamal	4	7.22027	112.76305
Kamal	5	7.24000	112.82639
Labang	6	7.29944	112.89222
Labang	7	7.28972	112.90750
Labang	8	7.31694	112.79338
Kwanyar	9	7.39000	113.95639
Kwanyar	10	7.42417	112.87889
Kwanyar	11	7.18528	112.88222



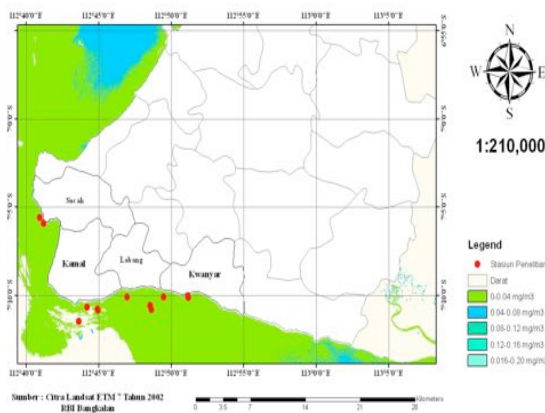
Gambar 3. Lokasi pengambilan sampel

Selat Madura bagian barat merupakan perairan Selat Madura yang memisahkan Pulau Jawa khususnya daerah Surabaya dan Gresik serta Pulau Madura khususnya Bangkalan. Perairan Selat Madura bagian barat ini semenjak adanya semburan luapan Lumpur Lapindo, merupakan tempat buangan lumpur. Tidak hanya lumpur lapindo saja yang menjadi penyumbang cemaran bagi perairan ini, namun buangan limbah dari pabrik-pabrik di Gresik juga menyumbang cemaran bagi perairan ini. Serta karena di daerah Kamal yang merupakan tempat pelayaran kapal-kapal penyeberangan Surabaya-Madura sehingga perairan ini menjadi sangat keruh dan selalu mendapat tumpahan bahan bakar kapal sehingga tidak lagi dapat menjamin apakah masih cocok untuk tempat tinggal biota-biota laut.

Dari penelitian muhsoni (2008), keadaan oseanografi diperairan Selat Madura bagian barat mempunyai suhu berkisar antara 30-33°C namun pada daerah Kwanyar suhu permukaannya lebih rendah. Salinitas pada perairan bagian barat berekisar antara 29-30‰, sedangkan pada daerah Kwanyar salinitasnya lebih tinggi. pH perairan pada perairan Selat Madura bagian barat ini berkisar antara 7-8. Parameter-parameter ini adalah parameter pendukung yang menentukan kelimpahan klorofil. Parameter ini sebagai gambaran keadaan oseanografi Selat Madura bagian barat.

Konsentrasi Klorofil Berdasarkan Analisis Citra Landsat ETM

Analisis klorofil dilakukan dengan menggunakan citra Landsat ETM 7, akuisisi Tanggal 23 Agustus 2002. Citra yang dipakai adalah citra tahun 2002 karena lebih up to date. Pengolahan citra menggunakan ER Mapper 7 dengan memasukkan algoritma untuk klorofil perairan. Nilai piksel konsentrasi klorofil dari analisa citra dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah.



Dari hasil olah citra dapat diketahui pada perairan Selat Madura bagian utara mempunyai konsentrasi klorofil lebih tinggi dari Selat Madura bagian barat berkisar antara 0.04-0.08 mg/m³, pada bagian barat dengan konsentrasi klorofil paling rendah dengan konsentrasi klorofil antara 0-0.04 mg/m³ dan pada bagian selatan sebagian perairan dengan kandungan klorofil rendah tapi di bagian lainnya mempunyai konsentrasi klorofil yang tinggi. Konsentrasi klorofil hasil dari pengolahan citra berkisar dari 0.011 sampai 0.210 mg/m³. Daerah dengan konsentrasi klorofil hasil pengolahan citra terendah terdapat pada stasiun 9 sebesar 0.011 mg/m³ yaitu di perairan Kwanyar. konsentrasi klorofil tertinggi yaitu pada stasiun 7 tepatnya di perairan Labang sebesar 0.210 mg/m³. Nilai piksel klorofil dari pengolahan citra dapat dilihat pada Tabel 5 berikut :

Tabel 5. Konsentrasi klorofil hasil pengolahan citra.

Stasiun	X	Y	Klorofil
1	7.14333	112.82084	0.014 mg/m ³
2	7.19411	112.68410	0.016 mg/m ³
3	7.21361	112.80490	0.034 mg/m ³
4	7.22027	112.76305	0.017 mg/m ³
5	7.24000	112.82639	0.023 mg/m ³
6	7.29944	112.89222	0.018 mg/m ³
7	7.28972	112.90750	0.210 mg/m ³
8	7.31694	112.79338	0.015 mg/m ³
9	7.39000	113.95639	0.011 mg/m ³
10	7.42417	112.87889	0.014 mg/m ³
11	7.18528	112.88222	0.017 mg/m ³

Setelah diketahui nilai piksel untuk konsentrasi klorofil perairan dapat diketahui nilai akurasi dan juga nilai deskriptif statistik dari pengolahan citra ini. Nilai rata-rata konsentrasi klorofil dari pengolahan citra adalah 0,03536 mg/m³, dengan nilai minimum 0,011 mg/m³ dan nilai maksimum 0,21 mg/m³, SE = 0,017561, SD = 0,58245, dan range = 0,199. Nilai akurasi (presisi) dari data hasil olah citra adalah 0,4966. Nilai akurasi semakin mendekati 0,1 maka semakin bagus, namun pada akurasi citra ini relatif rendah.

Konsentrasi Klorofil Di Perairan Selat Madura Bagian Barat Berdasarkan Hasil Sampel Lapangan

Menurut hasil pengamatan, dapat terlihat bahwa nilai konsentrasi klorofil di tiap stasiun berbeda-beda. Hal ini tergantung dari waktu pengambilan serta ketepatan saat uji analisis di laboratorium. Karena sampel klorofil yang diambil berbeda lokasi dan letaknya berjauhan, maka waktu pelaksanaan pun berbeda. Pengambilan sampel pun dilakukan tidak pada waktu yang sama.

Nilai klorofil paling rendah terdapat pada stasiun 8 yaitu pada perairan Labang dengan kandungan klorofil sebesar 0.004 mg/m³, sedangkan nilai klorofil tertinggi terdapat pada stasiun 5 daerah perairan Kamal dengan kandungan klorofil 2.670 mg/m³. Nilai klorofil dari hasil pengambilan lapang dan analisis

laboratorium dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Konsentrasi klorofil hasil uji analisis laboratorium

Stasiun	X	Y	Klorofil
1	7.14333	112.82084	0.009 mg/m ³
2	7.19411	112.68410	0.005 mg/m ³
3	7.21361	112.80490	0.267 mg/m ³
4	7.22027	112.76305	1.602 mg/m ³
5	7.24000	112.82639	2.670 mg/m ³
6	7.29944	112.89222	0.019 mg/m ³
7	7.28972	112.90750	0.020 mg/m ³
8	7.31694	112.79338	0.004 mg/m ³
9	7.39000	113.95639	0.010 mg/m ³
10	7.42417	112.87889	0.010 mg/m ³
11	7.18528	112.88222	0.010 mg/m ³

Dari data konsentrasi klorofil hasil analisis laboratorium diatas dapat dibuat deskriptif statistik untuk mengetahui nilai rata-rata dari konsentrasi klorofil hasil analisis laboratorium. Rata-rata dari data di atas adalah 0,42055 mg/m³ dengan nilai minimum 0,004 dan nilai maksimum 2,67, SE = 0,2667, SD = 0,58245, dengan range 2,666. Nilai akurasi untuk data hasil analisis laboratorium adalah 0,6341, nilai akurasi untuk analisis laboratorium ini juga rendah karena akurasi yang bagus jika mendekati 0,1.

Setelah diketahui nilai dari kedua analisis maka diadakan uji analisis dengan menggunakan RMSE. RMSE mencerminkan perbedaan antara nilai data lapang dengan nilai hasil ekstraksi citra satelit. Hasil uji akurasi dengan menghitung RMSE yaitu 0,934664. Pada penelitian Muhsoni (2008), nilai RMSE dari citra Landsat untuk klorofil Selat Madura adalah 1,0631. Dari nilai RMSE yang didapat dapat disimpulkan bahwa data yang didapatkan akurat dapat dilihat pada nilai RMSE lebih kecil dari nilai RMSE dari penelitian Muhsoni karena semakin kecil nilai RMSE maka semakin akurat data yang diperoleh.

Untuk mengetahui data yang diolah dari hasil pengolahan citra maupun analisis laboratorium dapat menggunakan uji-t, dimana uji-t nantinya dapat memberikan informasi

apakah data dari kedua analisis ini mirip atau tidak. Dari hasil uji-t dapat diketahui dari tabel Lavene's Test nilai signifikan adalah 0.004 yaitu varians untuk konsentrasi klorofil hasil olah citra dan analisis laboratorium berbeda sehingga pada tabel uji-t memilih hasil uji-t untuk equal variances not assumed dan nilai dari signifikan adalah >0.05. Dapat disimpulkan bahwa konsentrasi klorofil dari hasil pengolahan citra dan analisis laboratorium sama.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa data yang didapat dari pengolahan citra dan analisis laboratorium sama sehingga dapat menunjukkan akurasi citra mampu memberikan informasi konsentrasi perairan setelah membandingkan dengan data lapang. Dapat dilihat dari hasil penghitungan RMS error data yang dihasilkan akurat karena nilai RMS error yang dihasilkan rendah. Serta pada uji-t rata-rata data menunjukkan kemiripan atau kesamaan konsentrasi klorofil. Jadi, citra hasil penginderaan jauh masih dapat memberikan informasi tentang suatu objek tanpa harus ke lapang untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chandra, R. 2008. *Potensi Fotooksidoproteksi kurkumin terhadap klorofil a dan b*. 1Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga
- Dulbahri. 1985. *Interpretasi Citra Untuk survey Vegetasi*. Puspics – Bakorsurtanal – UGM, Yogyakarta
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Hatta, M. 2002. *Hubungan Antara Klorofil-a*

- dan Ikan Pelagis dengan Kondisi Oseanografi di Perairan Utara Irian Jaya. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Kampel, M. 2009. *Simultaneous Measurements of Chlorophyll Concentration by Lidar, Fluorometry, above-Water Radiometry, and Ocean Color MODIS Images in the Southwestern Atlantic*.
- Lillesand, T.M. dan Kiefer. 1986. *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley and Son.
- Lillesand and Kiefer. 1993. *Remote Sensing And Image Interpretation*. Jhon Villey and Sons, New York.
- Panggabean, D. 2008. *Menentukan Lokasi Tangkap Ikan dengan Kolaborasi Tiga Teknologi*. Bogor : Sinar Harapan
- Rudiastuti, Aninda W; Gaol, J.L.; dan Nurjaya, I.W. 2007. *Distribusi klorofil-a dari citra modis dan hubungannya dengan aktivitas kapal penangkap ikan dari vessel monitoring system*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Rudiastuti, Aninda Wisaksanti; Jonson L. Gaol, dan I Wayan Nurjaya. 2008. *Chlorophyll-A Distribution Derived Modis Imagery and Its Relationship With Fishing Vessel Activities By Vessel. Monitoring System*. Bogor: Department of Marine Science and Technology, Faculty of Fisheries and Marine Science Bogor Agricultural University
- Tubalawony, S. 2008. *Kajian Klorofil-a dan Nutrien Serta Interelasinya dengan Dinamika Massa Air di Perairan Barat Sumatera dan Selatan Jawa – Sumbawa*. Bogor : IPB
- Strickland, J.D.H. dan Parsons, T.R. 1984. *A practical handbook of seawater analysis*. Fish. Res. Board Canada, Bull. 167:311p.
- Sutanto. 1994. *Penginderaan Jauh Jilid II*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh Jilid I*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sutrisno, Dewayany. 2002. *Fenomena alam dan perkembangan teknologi penginderaan jauh: hakekat ilmu untuk produktivitas perikanan*. Bogor: Institut PertanianBogor.
- Syamsul B. Agus. 2007. *Modul Praktikum Penginderaan Jauh. Sekolah Pasca Sarjana, Prodi Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor*. 67 hal. (online), (<http://www.wikipedia.com>, diakses 12 November 2009).