

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAERAH PENANGKAPAN IKAN TUNA DI PERAIRAN BITUNG

(*Geographic Information System for Tuna Fishing Areas in Bitung waters*)

Kumaat J.Ch¹, M.M.F Rampengan² dan S.T.B Kandoli³

¹ Study Program of Geography, Faculty of Social Science, Universitas Negeri Manado. ² Study Program of Biology, Faculty of Mathematics and Science, Universitas Negeri Manado. ³ Study Program of Geography education, Faculty of Social Science, Universitas Negeri Manado.
email: joykekumaat@unima.ac.id

ABSTRACT

The existence of the fishing in the waters will always be dynamic, constantly changing or changed following the movement of environmental conditions, which naturally fish will choose a more appropriate habitat. Predicted zone of Tuna fish catch can be done by detecting the distribution of chlorophyll-a and sea surface temperature distribution from Aqua MODIS image. This study aims to predict the local zone tuna fishing in the sea around the city of Bitung based on the distribution of chlorophyll-a and sea surface temperature by using satellite image Aqua MODIS data level-3. A series of research activities are conducted in stages are: image collection, image cutting in accordance with the desired area, image extraction, data interpolation, map overlay, and the last is the map layout. The result of sea surface temperature (SST) and chlorophyll-a concentration in the ocean waters of Bitung and surrounding areas shows the chlorophyll-a and sea surface temperature varies each season. The highest chlorophyll-a distribution is in the second transitional season in September and the lowest in the west season in December. The highest sea surface temperature distribution is in the eastern seasons in June and the lowest in the eastern seasons in August. The results showed at some of the most potential fishing points of Tuna in the transitional season II wherein each month in the season potentially forming the Tuna fishing area

Keywords: Tuna, chlorophyll-a, SST, Aqua, Modis

ABSTRAK

Keberadaan daerah penangkapan ikan di perairan akan selalu bersifat dinamis, selalu berubah atau berpindah mengikuti pergerakan kondisi lingkungan, yang secara alamiah ikan akan memilih habitat yang lebih sesuai. Zona tangkapan ikan Tuna yang diprediksi dapat dilakukan dengan mendeteksi distribusi klorofil-a dan distribusi suhu permukaan laut dari citra Aqua MODIS. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi zona lokal penangkapan ikan tuna di laut sekitar kota Bitung, berdasarkan distribusi klorofil-a dan suhu permukaan laut dengan menggunakan citra satelit Aqua MODIS data level-3. Serangkaian kegiatan penelitian yang dilakukan secara bertahap adalah: koleksi gambar, pemotongan gambar sesuai dengan area yang diinginkan, ekstraksi gambar, interpolasi data, overlay peta, dan terakhir adalah tata letak peta. Hasil dari Suhu Permukaan Laut (SST) dan konsentrasi klorofil-a di perairan laut Bitung dan sekitarnya menunjukkan klorofil-a dan suhu permukaan laut bervariasi setiap musim. Distribusi klorofil-a tertinggi adalah pada musim peralihan kedua pada bulan September dan terendah di musim barat pada bulan Desember. Distribusi suhu permukaan laut tertinggi adalah di musim timur pada bulan Juni dan terendah di musim timur pada bulan

Agustus. Hasil penelitian menunjukkan pada beberapa titik penangkapan ikan Tuna yang paling potensial pada musim peralihan II dimana setiap bulan di musim tersebut berpotensi membentuk daerah penangkapan Tuna.

Kata Kunci: Tuna, Chlorofil-a, SPL, Aqua, Modis

PENDAHULUAN

Keberadaan daerah penangkapan ikan di perairan akan selalu bersifat dinamis (Sachoeamar *et al* 2012), selalu berubah atau berpindah mengikuti pergerakan kondisi lingkungan, yang secara alamiah ikan akan memilih habitat yang lebih sesuai (Wikantika & Darmawan, 2006; Ayu, 2015). Sedangkan habitat tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi atau parameter oseanografi perairan seperti suhu permukaan laut, salinitas, arus, kedalaman, konsentrasi klorofil laut, dan sebagainya (Azmi *et al* 2015; Chavula *et al* 2012), yang berpengaruh pada dinamika atau pergerakan air laut baik secara horizontal maupun vertikal. Seperti peristiwa naiknya air dari dasar laut ke permukaan sebagai perbedaan gradien suhu yang dinamakan *Upwelling* (Waters 2012). Maka daerah *Upwelling* tersebut biasanya terdapat klorofil yang merupakan makanan ikan dan diduga daerah tersebut terdapat banyak ikan yang disebut daerah fishing ground. Parameter-parameter laut tersebut dapat diperoleh dengan pengukuran langsung atau *survey* lapangan atau dengan menggunakan satelit penginderaan jauh (Lidiawati *et al* 2015; Lubantobing & Sari 2015). Dalam penentuan daerah penangkapan ikan (*fishing ground*), nelayan cenderung menggunakan intuisi atau naluri alamiah yang didapat secara turun temurun dari nenek moyang (Bakun 1998), akibatnya Perburuan Tuna kurang efektif, boros waktu dan bahan bakar dan hasilnya kurang optimal (Inaku 2016). Mereka belum mampu membuat rencana operasi penangkapan ikan akibat perubahan oseanografi atau cuaca yang sangat mempengaruhi perubahan potensi penangkapan ikan yang dapat berubah-ubah disamping itu, pemakaian

teknologi maju, sekalipun sudah baku seperti GPS (*Global Positioning System*) sebagai alat bantu navigasi yang dapat memandu mereka mencari lokasi yang ditunjukkan citra satelit oseanografi, sampai saat ini masih langka dimiliki nelayan tradisional Indonesia (Kemili & Putri 2012). Konsekuensi logisnya, seringkali nelayan pulang membawa hasil tangkapan yang sedikit bahkan terkadang kosong yang berpengaruh terhadap rendahnya tingkat kesejahteraan nelayan. Teknologi penginderaan jauh satelit (inderaja) merupakan salah satu alternatif yang tepat dalam mempercepat penyediaan informasi tentang daerah penangkapan ikan, melalui pengamatan parameter oseanografi seperti suhu permukaan laut, salinitas, arus, konsentrasi klorofil-a laut dan lain sebagainya (Taglucop *et al* 2016). Teknologi penginderaan jauh kini telah hadir untuk memberikan solusi untuk pemantauan yang sangat luas, yaitu dengan menggunakan teknologi satelit. Teknologi satelit ini akan memberikan manfaat yang sangat besar untuk pemantauan lautan di Indonesia. Dengan adanya satelit, proses pemantauan seluruh lautan di Indonesia tidak lagi terbatas pada luas wilayah dan waktu serta biaya karena teknologi ini dapat memantau lingkup wilayah yang luas dalam waktu singkat. Ilmu penginderaan jauh kini telah berkembang sangat cepat dari masa ke masa. Penemuan-penemuan teknologi system sensor satelit dapat memantau berbagai macam kondisi atau fenomena yang terjadi di lautan (Kumaat 2012).

Salah satu daerah yang memiliki potensi perikanan yang cukup besar di Provinsi Sulawesi Utara adalah Kota Bitung, Kota Bitung memiliki sumberdaya laut dan perikanan yang sangat potensial mencapai 587 ribu ton,

sementara yang dimanfaatkan baru 147 ribu ton atau sekitar 25,04% (www.setkab.go.id/pro-rakyat-1513). Potensi ikan ini tersebar di Teluk Tomini, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram, Teluk Berau, Laut Sulawesi, dan utara Pulau Halmahera. Sumberdaya laut yang terkandung di perairan tersebut antara lain ikan tuna, cakalang, tongkol, paruh panjang, ikan tenggiri, cumi-cumi, ikan karang, dan lain-lain. Kota Bitung merupakan salah satu kawasan minapolitan/industrialisasi perikanan tangkap dari 9 wilayah di Indonesia (Kumaat *et al* 2013). Bitung memiliki letak strategis karena berada di Selat Lembeh yang berhadapan dengan Laut Sulawesi dan Samudera Pasifik sehingga berperan sebagai pelabuhan perikanan lingkaran luar Indonesia. Keberadaannya di bibir Asia dan Pasifik memungkinkan pengembangan Bitung menjadi salah satu pusat kegiatan ekonomi regional di Kawasan Timur Indonesia. Selain letaknya yang strategis, melihat potensi sumberdaya laut dan perikanan yang besar ini, pemerintah pusat menetapkan Kota Bitung Sulawesi Utara sebagai pusat perikanan Tuna atau "**World Tuna Center**", guna dijadikan salah satu pemasukan devisa bagi negara. Ikan tuna dari Bitung sudah menjadi salah satu ekspor andalan ke beberapa negara di dunia yang ikut membantu pertumbuhan ekonomi di daerah dan nasional (Kumaat *et al* 2017).

Identifikasi masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat didefinisikan sebagai berikut :

- Salah satu kendala dalam berburu Ikan Tuna adalah lemahnya informasi fishing ground baik secara spasial maupun temporal.
- Dalam penentuan daerah penangkapan ikan (fishing ground), nelayan cenderung menggunakan intuisi atau naluri alamiah yang didapat secara turun temurun dari nenek moyang.

- Perburuan Ikan Tuna kurang efektif, boros waktu dan bahan bakar dan hasilnya kurang optimal.

Batasan Masalah

Dari identifikasi masalah yang sudah ada, maka permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini dibatasi pada penentuan daerah Potensial penangkapan ikan Tuna di perairan Bitung.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka permasalahan yang akan diteliti adalah pemetaan daerah potensial penangkapan ikan Tuna dengan memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografis di perairan Bitung.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah: Memetakan daerah potensial penangkapan ikan tuna (*Thunnus sp.*) dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis di perairan Bitung Provinsi Sulawesi Utara.

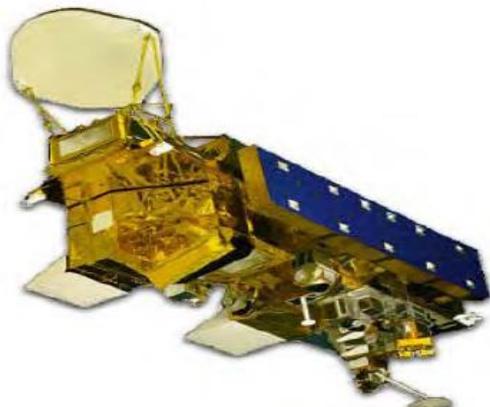
Manfaat Penelitian

Memberikan pengetahuan bagi peneliti dan sebagai informasi kepada nelayan, pelaku industri penangkapan ikan serta pemerintah setempat mengenai kondisi daerah penangkapan ikan Tuna di perairan Bitung Provinsi Sulawesi Utara sehingga potensinya dapat dimanfaatkan secara optimal dan berkelanjutan.

Satelit aqua MODIS

Aqua, yang dalam bahasa latin berarti air, adalah suatu satelit ilmu pengetahuan tentang bumi kepunyaan NASA (National Aeronautics and Space Administration), yang mempunyai misi mengumpulkan informasi tentang siklus air di bumi, termasuk penguapan dari samudera, uap air di atmosfer, awan, presipitasi, kelembaban tanah, es yang ada di laut, es yang ada di darat, serta salju yang menutupi daratan. Variabel yang juga diukur oleh Aqua antara lain aerosol, tumbuhan yang menutupi daratan, fitoplankton dan bahan organik

terlarut di lautan, serta suhu udara, daratan dan air (Graham, 2005).



Gambar 1 Satelit aqua

Satelit Aqua membawa sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) yang mempunyai 36 kanal spektral dengan kisaran panjang gelombang antara 0,4 μm sampai 14,4 μm . Dua kanal ada pada resolusi spasial 250 m (kanal 1 – 2), lima kanal pada 500 m (kanal 3 – 7) dan sisanya 29 kanal pada 1000 m (kanal 8 – 36) Maccherone (2005). Satelit Aqua dapat dilihat pada Gambar 5 dan kegunaan utama dan panjang gelombang kanal sensor MODIS dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1 Kegunaan utama dan panjang gelombang kanal sensor MODIS.

Kegunaan utama	Kanal	Panjang gelombang (nm)
Darat / Awan / Aerosols Boundaries	1	630 – 670
	2	841 – 876
	3	459 – 479
	4	545 – 565
	5	1230 – 1250
	6	1628 – 1652
	7	2105 – 2155
Ocean Color / Fitoplankton / Biogeokimia	8	405 – 420
	9	439 – 448
	10	483 – 493
	11	526 – 536
	12	546 – 556
	13	662 – 672
	14	673 – 683
Atmospheric Water Vapor	15	743 – 753
	16	862 – 877
	17	899 – 920
	18	931 – 941
	19	915 – 965
	20	3660 – 3680
	21	3929 – 3989
Surface / Cloud Temperature	22	3929 – 3989
	23	4020 – 4080
Atmospheric Temperature	24	4433 – 4438
	25	4482 – 4549
Cirrus Clouds Water Vapor	26	1360 – 1390
	27	6535 – 6895
Cloud Properties	28	7175 – 7475
	29	8400 – 8700
Ozone	30	9650 – 9850
	31	10170 – 11280
Surface / Cloud Temperature	32	11770 – 12270
	33	13185 – 13485
Cloud Top Altitude	34	13485 – 13785
	35	13785 – 14085
	36	14085 – 14385

Sumber : Maccherone, 2005

Instrumen MODIS telah didesain dan dikembangkan sejak proyek Engineering Model (EM) selesai dilaksanakan pada pertengahan 1995, kemudian, dua unit pesawat luar angkasa, Protoflight Model (PFM) yang membawa satelit Terra dan Flight Model 1 (FM 1) yang membawa satelit Aqua telah selesai dan diluncurkan. MODIS

pertama kali diluncurkan pada tanggal 18 Desember 1999 dibawa oleh satelit Terra yang spesifikasinya lebih ke daratan. Lalu, pada tanggal 4 Mei 2002 diluncurkan MODIS yang dibawa oleh satelit Aqua dan spesifikasinya lebih ke lautan (Maccherone, 2005).

Aplikasi penginderaan jauh dalam pendeteksian klorofil-a

Penginderaan jauh warna air laut adalah salah satu cara untuk mengetahui keadaan laut dan proses-proses yang terjadi di dalamnya berdasarkan nilai konsentrasi dari water-leaving radiance yang merupakan hasil interaksi antara radiasi sinar matahari dan perairan yang diterima oleh satelit (Hendiarti, 2003). Sensor pada satelit menerima pantulan radiasi sinar matahari dari permukaan dan kolom perairan. Radiasi sinar matahari pada saat menuju perairan dipengaruhi oleh atmosfer, dimana sebelum sinar matahari mencapai perairan akan diserap atau dihamburkan oleh awan, melekul udara dan aerosol.

Kemudian, sinar matahari yang masuk ke dalam kolom perairan akan diserap atau dipantulkan oleh partikel-partikel yang ada pada perairan seperti fitoplankton, sedimen tersuspensi (suspended sediment) dan substansi kuning (yellow substances). Pada perairan yang dangkal, pantulan dari dasar perairan juga berpengaruh terhadap pantulan pada permukaan perairan Siegel low diacu dalam Hendiarti (2003).

Penelitian mengenai klorofil-a telah banyak dilakukan oleh berbagai peneliti dengan menggunakan data satelit. Menurut Prasasti et al (2003), untuk menentukan nilai konsentrasi klorofil-a dari satelit Terra MODIS diekstraksi dari rasio kanal 9 dengan kanal 12. Kanal 9 (443 nm) bekerja pada daerah sinar biru, sedangkan kanal 12 (551 nm) bekerja pada sinar hijau. Penyerapan energi oleh klorofil-a pada kanal 9 adalah tinggi yang mengakibatkan pantulan pada kanal ini rendah. Oleh

karena itu, jika rasio antara reflektansi panjang gelombang 443 nm dengan 551 nm rendah, maka konsentrasi klorofilnya tinggi. Amri (2002) menggunakan citra satelit SeaWiFs untuk menentukan sebaran klorofil-a di perairan Selat Sunda pada musim barat, peralihan barattimur, musim timur dan peralihan timur-barat. Sebaran klorofil-a pada musim barat sangat rendah berkisar antara 0,1 mg/m³ – 1 mg/m³. Pada musim peralihan barat-timur sebaran klorofil-a lebih besar daripada musim barat yaitu antara 0,8 mg/m³ – 2 mg/m³. Sebaran klorofil-a semakin tinggi pada musim timur yaitu konsentrasinya berkisar antara 0,8 mg/m³ – 3,5 mg/m³. Pada musim peralihan timur-barat besarnya konsentrasi klorofil-a berkisar antara 0,8 mg/m³ – 3 mg/m³.

Aplikasi penginderaan jauh untuk penentuan SPL

SPL dari suatu perairan yang luas dapat digunakan untuk mengetahui pola distribusi SPL, arus di suatu perairan, dan interaksinya dengan perairan lain serta fenomena upwelling dan front di perairan tersebut yang merupakan daerah potensi penangkapan ikan. Daerah yang mempunyai fenomena-fenomena tersebut umumnya merupakan perairan yang subur. Dengan diketahuinya daerah perairan yang subur tersebut maka daerah penangkapan ikan dapat diketahui. Penentuan SPL dari satelit pengukuran dilakukan dengan radiasi infra merah pada panjang gelombang 3 μm – 14 μm . Pengukuran spektrum infra merah yang dipancarkan oleh permukaan laut sampai kedalaman 0,1 mm (Hasyim, 1999 dan Priyanti, 1999).

Penelitian tentang sebaran SPL pada awalnya menggunakan kanal infra merah jauh dari satelit NOAA-AVHRR (National Oceanic Atmosphere and Administration – Advanced Very High Resolution Radiometer) yang terdiri dari 5 kanal. Namun dengan diluncurkannya satelit baru, yakni satelit AQUA yang membawa sensor multi spektral MODIS

(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), pengamatan tersebut dicoba dengan menggunakan citra MODIS.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey dan analisis keruangan (spasial). Metode survey merupakan penyelidikan yang diadakan untuk memperoleh fakta-fakta dari gejala-gejala yang ada dan mencari keterangan yang faktual (Rasyid 2011). Data yang digunakan adalah berupa data sekunder yaitu suhu permukaan laut, klorofil-a dan data produksi ikan tuna.

Metode analisis keruangan digunakan untuk menganalisa secara visual data citra satelit aqua MODIS yang telah di proses untuk mendapatkan sebaran suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan Bitung. Data yang diperoleh dari hasil interpretasi citra satelit dan lapangan akan disajikan dalam bentuk peta dan tabel yang kemudian dianalisis secara deskriptif (Sachoemar et al 2012). Data hasil produksi ikan tuna selama periode tahun 2010 sampai tahun 2015 diperoleh langsung dari dinas perikanan dan kelautan kota bitung. Untuk pengambilan data parameter oseanografi seperti klorofil-a dan suhu permukaan laut merupakan data yang diperoleh dengan cara mendownload citra hasil pemotretan satelit Aqua MODIS yang telah tersedia di internet. Citra di download dari <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>. Citra Aqua MODIS digunakan karena citra ini khusus untuk keperluan kelautan dan perikanan. Citra yang dipilih adalah citra pada level 3 (tiga) dan periode bulanan (monthly). Pemilihan citra pada level 3 dilakukan karena citra pada level ini merupakan citra olahan yang sudah terkoreksi secara radiometrik dan atmosferik. Data citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra dari satelit Aqua MODIS berupa citra klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut level-3 Standar Mapped Image (SMI)

bulanan. Citra yang digunakan memiliki rentang waktu dari bulan April 2015 sampai dengan bulan Maret 2016 dan citra yang digunakan memiliki resolusi spasial 4 km. Data citra satelit Aqua MODIS merupakan data free yang dapat didownload langsung dari website resmi MODIS, yaitu

www.oceancolor.gsfc.nasa.gov. Data tersedia dalam resolusi spasial 4 km dan 9 km dan data dapat di download dalam bentuk Binned dan Standar Mapped Image (SMI). Data citra MODIS didistribusikan dalam bentuk NC file. Citra modis yang didownload berupa citra klorofil-a dan citra Suhu Permukaan Laut yang selanjutnya dilakukan pemotongan citra (cropping) menggunakan software SeaDas 7.3. Pemotongan citra disesuaikan dengan daerah yang diinginkan yang meliputi perairan perairan bitung dan sekitarnya. Citra klorofil-a dan SPL yang sudah dilakukan pemotongan sesuai dengan wilayah yang diinginkan selanjutnya dilakukan proses ekstrak informasi dari masing-masing citra. Proses ekstrak informasi data dilakukan dengan menggunakan aplikasi SeaDas 7.3. menghasilkan data ASCII sebaran klorofil-a dan sebaran SPL di Perairan Bitung serta data tabulasi nilai-nilai sebaran klorofil-a dan SPL tiap piksel dan koordinatnya. Data ASCII hasil pengolahan SeaDAS diolah kembali dengan menggunakan program Microsoft Office Excel untuk menghitung nilai dominan, kisaran dan rata-rata dari konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut. Nilai konsentrasi yang dihitung adalah nilai pada daerah perairan bitung dan sekitarnya. Nilai pada koordinat daerah penelitian terdapat beberapa area kosong (piksel kosong) pada citra sehingga pada area tersebut tidak dapat terdeteksi nilai kandungan sebaran klorofil-a dan nilai kandungan sebaran suhu permukaan laut. Hal ini merupakan salah satu kelemahan satelit MODIS, dimana citra satelit MODIS terganggu oleh awan. Dalam analisis spasial baik dalam format vektor maupun raster, diperlukan

data yang meliputi seluruh studi area dan proses interpolasi perlu dilaksanakan untuk mendapatkan nilai pada area kosong (piksel kosong) tersebut.

Interpolasi adalah proses untuk menduga nilai yang tidak diketahui dengan menggunakan nilai-nilai yang diketahui disekitarnya. Untuk proses interpolasi dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi ArcGis 10.1. Interpolasi dalam penelitian ini menggunakan model IDW (Inverse Distance Weightness). IDW merupakan suatu metode yang digunakan untuk menganalisis data geostatistik. Dalam penelitian ini IDW digunakan untuk menginterpolasi nilai kandungan sebaran klorofil-a dan kandungan sebaran suhu permukaan laut berdasarkan data sampel. Dari proses interpolasi menghasilkan peta karakteristik dari masing-masing citra. Selanjutnya dilakukan proses penggabungan citra atau yang dikenal dengan Overlay menggunakan aplikasi Arcgis 10.1. Overlay dilakukan untuk menggabungkan kontur citra suhu permukaan laut dan kontur citra sebaran klorofil-a yang kemudian membentuk suatu peta baru yakni peta Zona prediksi daerah penangkapan Ikan Tuna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

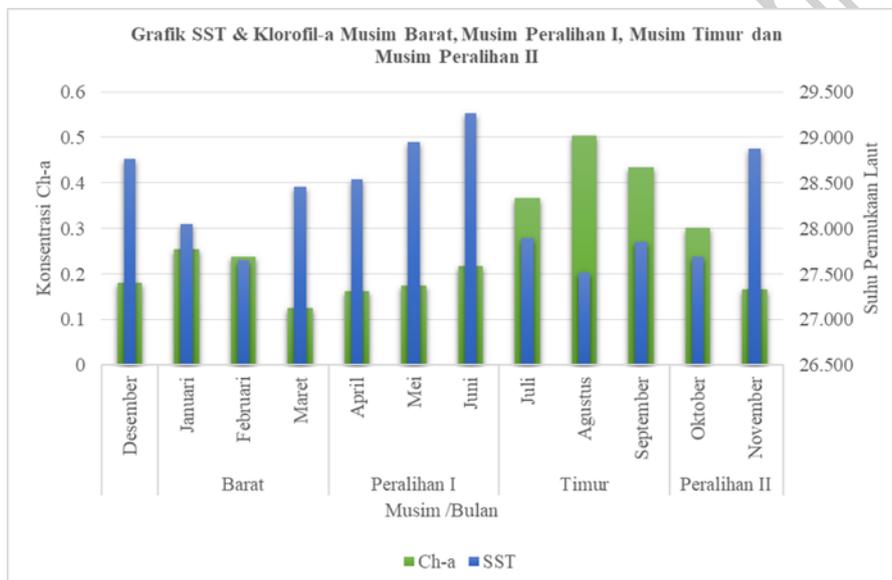
Karakteristik Klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut di Perairan Bitung Dan Sekitarnya

Sebaran klorofil-a (Chl-a) yang diekstrak dari citra satelit Aqua MODIS hasil perekaman bulan April tahun 2015 sampai dengan bulan Maret tahun 2016 menghasilkan variasi nilai konsentrasi klorofil-a yang ada di sekitar Perairan Bitung dan sekitarnya. Nilai sebaran klorofil-a hasil ekstraksi dari citra sebaran klorofil-a musim barat, musim peralihan I, musim Timur dan musim peralihan II, pada bulan desember – November menunjukkan bahwa nilai kandungan sebaran klorofil-a rata-rata pada ketiga musim ini tertinggi terdapat pada bulan Juli sebesar $0,367 \text{ mg/m}^3$, nilai

kandungan sebaran klorofil-a rata-rata terendah pada bulan maret sebesar 0,125 mg/m³, dan kisaran nilai kandungan sebaran klorofil-a tertinggi sebesar 0,122 - 1,524 mg/m³ terdapat pada bulan agustus dan kisaran terendah terdapat pada bulan januari sebesar 0,077 - 0,822 mg/m³.

Sebaran Suhu Permukaan Laut (SPL) di Perairan Bitung dan sekitarnya berdasarkan hasil ekstraksi citra satelit Aqua MODIS dengan perekaman antara bulan April tahun 2015 sampai bulan maret tahun 2016. Suhu terendah terdeteksi pada bulan Februari,

sedangkan suhu tertinggi terdeteksi pada bulan Juni. Nilai sebaran suhu permukaan laut pada musim barat, musim peralihan I, musim Timur dan musim peralihan II, pada bulan April tahun 2015 – Maret tahun 2016 menunjukkan bahwa nilai kandungan sebaran suhu permukaan laut tertinggi pada ketiga musim ini terdapat pada bulan Juni sebesar 25.853°C - 30.460°C, sedangkan nilai kandungan sebaran suhu permukaan laut terendah terdapat pada bulan Februari sebesar 25.630°C – 28.986°C.



Gambar 2. Sebaran Klorofil-a Musim Barat, Musim Peralihan I, Musim Timur dan Musim Peralihan II.

Zona Prediksi Penangkapan Ikan Tuna

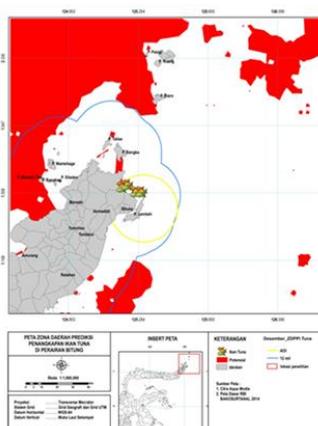
Hasil pemantauan citra Aqua MODIS terhadap sebaran klorofil-a dan sebaran suhu permukaan laut di perairan laut Bitung dan sekitarnya yang ditampilkan dalam bentuk peta menunjukkan bahwa sebaran tersebut merupakan daerah penangkapan ikan yang terdapat di perairan tersebut. Informasi mengenai kisaran SPL dan klorofil-a optimum untuk penangkapan ikan Tuna dapat dijadikan acuan untuk menentukan daerah penangkapan ikan yang produktif yang dikenal dengan

zona optimum penangkapan ikan. Dengan mengkombinasikan antara SPL optimum dengan klorofil-a optimum dengan cara *overlay* pada pemetaan maka akan menunjukkan lokasi penangkapan potensial untuk ikan tuna di perairan Bitung. Peta hasil *overlay* dua citra tersebut dapat disatukan dan akan terbentuk peta baru dengan spesifik informasi mengenai daerah penangkapan ikan yang produktif yang dikenal dengan zona optimum penangkapan ikan (Zainuddin, 2011). Meskipun demikian, ada penelitian yang menunjukkan bahwa klorofil-a lebih

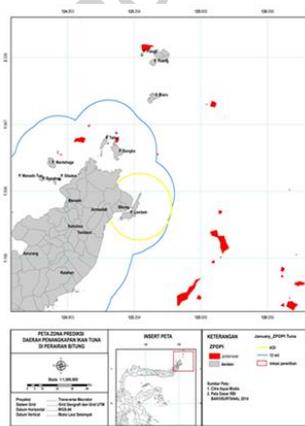
tepat sebagai indikator daerah penangkapan ikan cakalang dari pada SPL (Silvia, 2009).

Daerah penangkapan ikan yang baik yaitu daerah yang mempunyai kondisi lingkungan yang baik untuk kehidupan organisme di dalamnya dan kesuburan yang tinggi. Jika jumlah klorofil-a tinggi maka daerah tersebut baik untuk dijadikan daerah penangkapan ikan. Begitu juga dengan kondisi lingkungan berdasarkan faktor oseanografi atau fisika seperti suhu permukaan laut. Terbentuknya formasi daerah penangkapan dengan menggabungkan kontur SPL dan klorofil-a membuat proses pengambilan keputusan bagi nelayan dapat berjalan dengan tepat. Kisaran optimum dua citra tersebut dapat dijadikan sebagai kombinasi dua karakteristik habitat ikan Tuna. Daerah Penangkapan (*Fishing Ground*). Hasil analisis citra yang didapatkan adalah peta sebaran klorofil-a dan suhu permukaan laut dan untuk menentukan daerah penangkapan ikan di

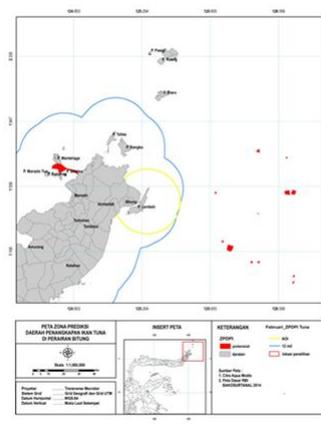
perairan Bitung dan sekitarnya. Zona Prediksi Penangkapan Ikan Tuna yang terletak di 12 Mil Zona Ekonomi Eksklusif perairan bitung. Pada Musim Barat (Desember, Januari, Februari), Zona Daerah Prediksi Penangkapan Ikan Tuna hanya terdapat di bulan Desember yang memiliki empat titik penangkapan Ikan Tuna. Pada musim Peralihan I (Maret, April, Mei) Zona Prediksi Penangkapan Ikan Tuna terdapat pada bulan April dengan tiga titik penangkapan dan pada bulan Mei dengan satu titik penangkapan. Untuk musim Timur (Juni, Juli, Agustus) Zona Prediksi Penangkapan Ikan Tuna hanya terdapat pada bulan juni dengan tiga titik penangkapan. dan untuk Musim perailhan II (September, Oktober, November) Zona Prediksi Penangkapan Ikan Tuna terdapat pada semua bulan. Bulan September dengan satu titik penangkapan, bulan oktober satu titik penangkapan dan bulan November dengan tiga titik penangkapan.



Desember 2015

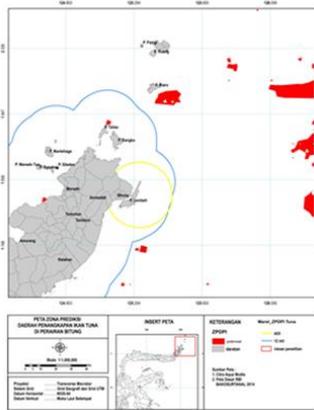


Januari 2016

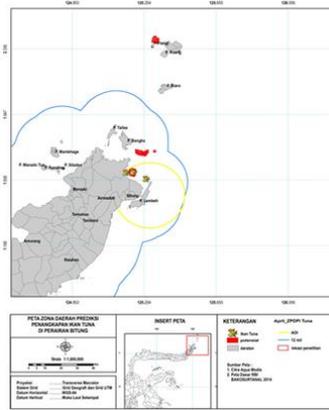


Februari 2016

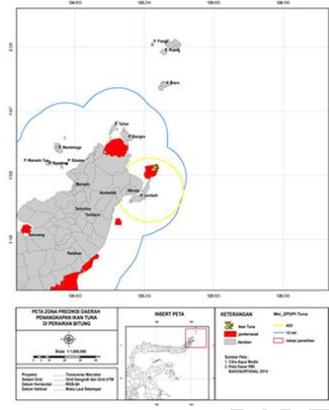
ZPPI Tuna Musim Barat



Maret 2016

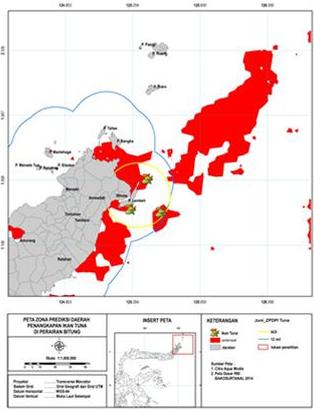


April 2015

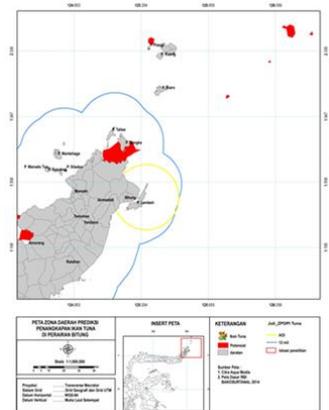


Mei 2015

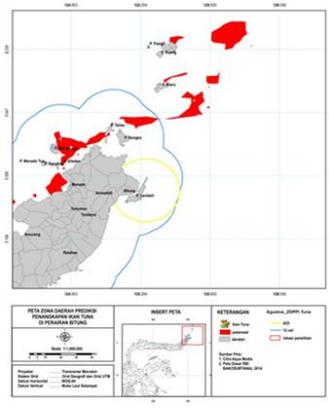
ZPPI Tuna Musim Peralihan I



Juni 2015

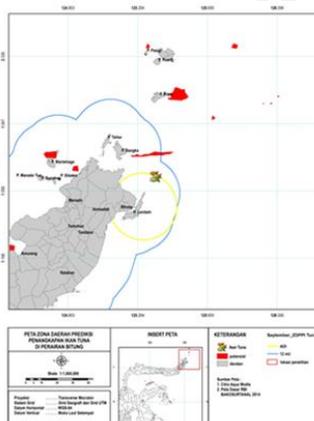


Juli 2015

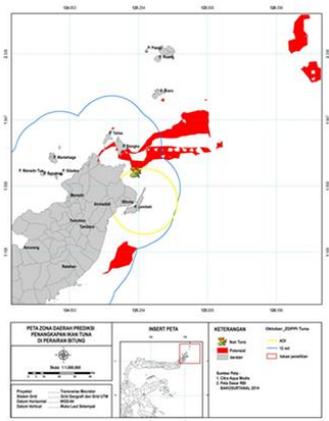


Agustus 2015

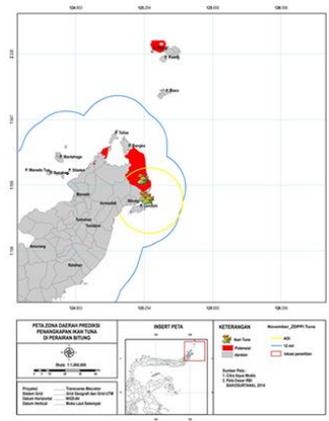
ZPPI Tuna Musim Timur



September 2015



Oktober 2015



November 2015

ZPPI Tuna Musim Peralihan II

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian melalui citra satelit Aqua MODIS di perairan Bitung menunjukkan hasil Sebaran suhu permukaan laut dan klorofil-a bervariasi. Sebaran Suhu Permukaan Laut pada Musim Barat berkisar antara 25,630°C – 29,179°C. Pada Musim Peralihan I, Suhu Permukaan Laut berkisar antara 25,815°C – 29,737 °C. Pada Musim Timur SPL berkisar antara 24,235°C – 30,460°C. Pada Musim Peralihan II, SPL berkisar antara 24,235°C – 29,545°C. Sebaran Klorofil-a di perairan Perairan Bitung pada Musim Barat, Musim Peralihan I, Musim Timur, dan Musim Peralihan II, berkisar antara 0,077 mg/m³ – 2,357 mg/m³. Sebaran Klorofil-a pada Musim Barat berkisar antara 0,077 - 1,176 mg/m³. Pada Musim Peralihan I, Klorofil-a berkisar antara 0,093- 0,943 mg/m³. Pada Musim Timur Klorofil-a berkisar antara 0,087 – 1,524 mg/m³. pada Musim Peralihan II, Klorofil-a berkisar antara 0,095 mg/m³ – 2,357 mg/m³. Zona Prediksi penangkapan ikan Tuna yang paling potensial pada Musim Barat hanya terdapat pada bulan Desember, dengan empat titik penangkapan. Pada Musim Peralihan I, terdapat ZPPI pada bulan april dan bulan mei. Selanjutnya pada Musim Timur, ZPPI terdapat pada bulan januari karena terdapat tiga titik penangkapan. Untuk Musim Peralihan II, ZPPI terdapat pada bulan September satu titik penangkapan, bulan oktober satu titik penangkapan dan bulan November tiga titik penangkapan. Pada musim peralihan II merupakan musim yang paling potensial karena pada ketiga bulan dimusim ini semua memiliki titik penangkapan ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayu, W. (2015). Kajian Suhu Permukaan Laut dengan Menggunakan Citra Satelit Aqua MODIS dan Hasil Tangkapan Ikan yang Didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Palabuhan Ratu.
- Azmi, S., Agarwadkar, Y., Bhattacharya, M., Apte, M., & Inamdar, A. (2015). Indicator Based Ecological Health Analysis Using Chlorophyll and Sea Surface Temperature Along with Fish Catch Data off Mumbai Coast. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15(4), 923-930.
- Bakun, A., Roy, C., & Lluch-Cota, S. (1998). Coastal upwelling and other processes regulating ecosystem productivity and fish production in the western Indian Ocean.
- Chavula, G., Sungani, H., & Gondwe, K. (2012). Mapping Potential Fishing Grounds in Lake Malawi Using AVHRR and MODIS Satellite Imagery. *International Journal of Geosciences*, 3(03), 650.
- Christian Kumaat, J. (2012). Model perencanaan kawasan perikanan berbasis konservasi laut di Kabupaten Kepulauan Sitaro. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Inaku, D. F. (2016). Analisis Pola Sebaran Dan Perkembangan Area Upwelling Di Bagian Selatan Selat Makassar. *Torani: Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, 25(2).
- Kemili, P., & Putri, M. R. (2012). Pengaruh Durasi dan intensitas upwelling berdasarkan anomali suhu permukaan laut terhadap variabilitas produktivitas primer di Perairan Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1), 66-79.
- Kumaat, J. C., Lasut, M. T., & Wantasen, A. S. (2017). Geographic Information System Applications for Beach Tourism Area Determination in Bitung City. *JURNAL ILMIAH PLATAX*, 5(1), 10-20.
- Kumaat, J., Haluan, J., Wisudo, S. H., & Monintja, D. R. (2013). Potensi Lestari Perikanan Tangkap di Kabupaten Kepulauan Sitaro (Sustainable Potential of Fisheries

- Capture in Sitaro Island Regency). *Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, 4(1), 41-50.
- Lidiawati, L., Hadi, S., Ningsih, N. S., & Putri, M. R. Identifikasi Upwelling Berdasarkan Distribusi Vertikal Suhu, Sigma-t, dan Arus di selatan Jawa hingga Nusa Tenggara Barat. *PROSIDING*, 128.
- Lumbantobing, S. R. W., & Sari, T. E. Y. (2015). Relation Analysis of Sea Surface Temperature and Chlorophyll-a Against Yellowfin (*Thunnus albacares*) Catch Using Aqua MODIS Satellite Image Data In West Coast Northern Sumatera. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 2(1), 1-12.
- Rasyid, J. (2011). Distribusi Klorofil-A Pada Musim Timur Di Perairan Spermonde Propinsi Sulawesi Selatan. *Fish Scientiae*, 1(2), 105-116.
- Sachoemar, S. (2015). Variability Of Sea Surface Chlorophyll-A, Temperature And Fish Catch Within Indonesian Region Revealed By Satellite Data. *Marine Research in Indonesia*, 37(2), 75-87.
- Semedi, B., & Hadiyanto, L. (2013). Forecasting the fishing ground of small pelagic fishes in Makassar Strait using moderate resolution Image Spectroradiometer Satellite Images. *J. Appl. Environ. Biol. Sci*, 3(2), 29-34.
- Taglucop, F. B. D., Japitana, M. V., & Bermoy, M. M. Remote Sensing Cum Multivariate Statistical Analysis Application To Fish Catch Distribution Mapping Using Seasonal Chlorophyll-A Concentration And Sea Surface Temperature In Carmen, Agusan Del Norte, Philippines.
- WATERS, V. I. I. (2012). Pengaruh Durasi Dan Intensitas Upwelling Berdasarkan Anomali Suhu Permukaan Laut Terhadap Variabilitas Produktivitas Primer Di Perairan Indonesia Influences Of Upwelling Duration And Intensity Based On Sea Surface Temperature Anomaly Toward Primary Productivity. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1), 67.