

Kajian suhu permukaan laut menggunakan data satelit Aqua-MODIS di perairan Jayapura, Papua

Study of sea surface temperature using Aqua-MODIS satellite data in Jayapura waters, Papua

Baigo Hamuna*, Yunus P. Paulangan, Lisiard Dimara

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Cenderawasih, Jayapura. Jl. Camp Wolker, Kampus UNCEN Baru, Waena-Kota Jayapura, Papua 99352.
*E-mail korespondensi: bhamuna@yahoo.com.sg

Abstract. Information about sea surface temperature (SST) very important role in ocean and fisheries study. Aqua-MODIS satellite data very important to monitoring SST periodically exchange. The aim of this study to analyze temporal distribution and spatial SST in Jayapura waters of Papua Province. SST data from Aqua-MODIS satellite used on June 2011 to May 2015 period. Descriptive analysis on this research consist of temporary SST analysis base on monthly and seasonal fluctuating of SST in time series graph, and spatial analyze base on color degradation visualization on monthly average SST distribution map. The result show that temporal pattern variations in Jayapura waters experience decreasing in four years of monthly SST. Variations of SST in Jayapura waters are 25°C-31°C with dominant SST revolve 27°C-29°C. The maximum SST value in November (29.25°C) and the minimum in March (27.86°C). Variability of SST value in Jayapura waters be affected by moonsoon. SST value on east monsoon and intermediate II tend more higher than SST on west monsoon and intermediate I. Spatial distribution of SST in offshore tends highly than spatial distributions near from coastal.

Keywords: SST; Aqua-MODIS; Variability Temporal and Spatial; Jayapura Waters

Abstrak. Informasi suhu permukaan laut (SPL) dalam bidang kelautan dan perikanan memiliki peran yang sangat penting. Data satelit Aqua-MODIS sangat baik untuk pemantauan perubahan SPL secara berkala. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis sebaran temporal dan spasial SPL di perairan Jayapura, Papua. Data yang digunakan adalah data SPL dari sensor satelit Aqua-MODIS periode Juni 2011 sampai Mei 2015. Analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif yang meliputi analisis SPL secara temporal berdasarkan fluktuasi SPL bulanan dan musiman dalam bentuk grafik deret waktu, dan analisis spasial berdasarkan visualisasi degradasi warna pada peta sebaran rata-rata SPL bulanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi temporal SPL bulanan di perairan Jayapura selama empat tahun cenderung mengalami penurunan. Nilai SPL di perairan Jayapura bervariasi antara 25°C-31°C dengan SPL dominan berkisar antara 27°C-29°C. Nilai SPL maksimum terjadi pada bulan November (29.25°C) dan minimum pada bulan Maret (27.86°C). Variabilitas nilai SPL di perairan Jayapura dipengaruhi oleh musim, SPL pada musim timur dan musim peralihan II cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan SPL pada musim barat dan musim peralihan I. Sebaran spasial SPL di perairan lepas pantai cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan SPL di perairan dekat pesisir.

Kata kunci : SPL; Aqua-MODIS; Variabilitas Temporal dan Spasial; Perairan Jayapura

Pendahuluan

Secara umum wilayah perairan Jayapura letak geografis perairan tersebut yang terbuka dengan Samudera Pasifik. Perairan Jayapura sebagaimana perairan utara Papua pada umumnya merupakan perairan yang memiliki potensi sumberdaya perikanan yang sangat tinggi dan merupakan salah satu daerah potensial *fishing ground* utama dunia untuk ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dan ikan tuna ekor kuning (*Thunnus albacares*) (Lewis dan Williams, 2001 dalam Siregar dan Waas, 2006). Dengan kondisi perairan yang cukup luas dan dinamis, maka diperlukan pemantauan dan kajian parameter kelautan untuk menjelaskan berbagai fenomena yang terjadi di laut. Salah satu parameter kelautan yang menentukan kualitas perairan adalah suhu. Suhu suatu perairan merupakan salah satu parameter yang secara langsung mempengaruhi kehidupan organisme laut. Perubahan suhu akan mempengaruhi metabolisme, reproduksi dan distribusi ikan di laut (Nybakken, 1988). Suhu air laut mengalami variasi dari waktu ke waktu sesuai dengan kondisi alam yang mempengaruhi perairan tersebut. Perubahan tersebut terjadi secara harian, musiman, tahunan maupun jangka panjang, terutama pada lapisan permukaan.

Informasi mengenai variabilitas spasial suhu permukaan laut (SPL) dalam bidang perikanan, memiliki peran penting sebagai sarana untuk pendugaan dan penentuan lokasi *upwelling*, *front* ataupun *eddies current*. Ketiga lokasi tersebut erat kaitannya dengan wilayah potensi penyebaran ikan. Kunarso *et al.* (2005), menjelaskan informasi mengenai variabilitas spasial suhu dan klorofil-a permukaan laut dapat digunakan untuk mempermudah pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya perikanan yaitu sebagai dasar untuk menduga dan menentukan perairan yang potensial untuk *fishing ground*. Saat ini pengukuran SPL telah dipermudah oleh adanya teknologi penginderaan jauh yang dapat menyiam areal permukaan laut secara sinoptik untuk mendeteksi perubahan-perubahan fisik permukaan laut yang sangat dinamis bila dibandingkan dengan pengamatan secara *in situ* di lapangan.

Penginderaan jauh merupakan suatu teknik yang dapat diaplikasikan untuk pengamatan parameter oseanografi perairan seperti SPL baik secara spasial maupun temporal. Teknik penginderaan jauh memiliki kemampuan yang tinggi dalam menganalisis area yang luas dan sulit ditempuh dengan cara konvensional dalam waktu yang singkat. Sensor satelit penginderaan jauh mendeteksi radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh permukaan laut untuk melihat fenomena sebaran SPL. Citra satelit Aqua-MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) dapat dimanfaatkan untuk pemantauan dan kajian SPL karena mempunyai band *thermal* dan resolusi temporal yang tinggi, sehingga dinamika perubahan SPL dapat diamati secara kontinu. Secara umum, penelitian maupun kajian mengenai sebaran dan variabilitas SPL dengan menggunakan data MODIS telah banyak dilakukan, diantaranya oleh Gaol *et al.* (2014) melakukan pemetaan sebaran SPL perairan Indonesia, Emiyati *et al.* (2014) di perairan Lombok, Suhartono *et al.* (2013) di perairan Kabupaten Pangkep, Adnan (2010) di perairan Kalimantan Timur, serta Kasim (2010) di perairan Teluk Tomini.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian dimaksudkan untuk mengkaji dan menganalisis variabilitas dan sebaran SPL di perairan Jayapura dengan menggunakan data satelit Aqua-MODIS dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhinya. Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai pola sebaran SPL di perairan Jayapura, baik secara temporal maupun spasial, serta dapat dijadikan sebagai dasar untuk penelitian selanjutnya di bidang kelautan dan perikanan seperti kaitannya dengan parameter oseanografi lainnya untuk informasi pendugaan lokasi potensial untuk penangkapan ikan (*fishing ground*), mengingat perairan Jayapura merupakan lokasi yang potensial untuk penangkapan ikan, penentuan lokasi budidaya dan pengembangan potensi lainnya di perairan Jayapura.

Bahan dan Metode

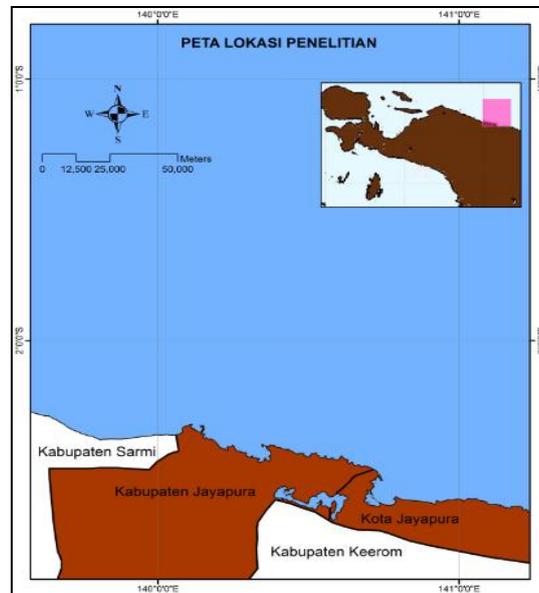
Penggunaan data satelit Aqua-MODIS sangat baik untuk pemantauan SPL karena mempunyai resolusi temporal yang tinggi, sehingga dinamika dan gejala perubahan SPL dapat diamati secara berkala dan kontinu serta pola sebarannya dapat dianalisis. Lokasi penelitian dibatasi hanya pada perairan Jayapura (Kota dan Kabupaten Jayapura), Provinsi Papua (Gambar 1). Data pada penelitian ini menggunakan citra SPL satelit Aqua-MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) Level 3 komposit bulanan periode Juni 2011 sampai Mei 2015 dengan resolusi spasial 4km x 4km yang diunduh dari situs NASA (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>) dalam format *Hierarchical Data Format* (HDF).

Pengolahan data citra merupakan suatu cara memanipulasi data citra atau citra menjadi suatu keluaran atau *output* sesuai dengan yang diinginkan. Nilai SPL dari citra Aqua-MODIS diperoleh berdasarkan algoritma Miami Pathfinder *Sea Surface Temperature* (Brown dan Minnet, 1999). Citra SPL yang telah diekstrak dapat ditampilkan pada perangkat lunak *SeaWiFS Data Analysis System* (SeaDAS 7.2). Tahapan pengolahan citra yang dilakukan diawali dengan pemotongan citra (*cropping*) sesuai lokasi penelitian. Citra SPL yang telah dipotong sesuai lokasi penelitian tersebut kemudian dilakukan proses *Export Mask Pixels* untuk memperoleh nilai SPL. Nilai SPL tiap piksel berdasarkan posisi lintang dan bujur dari proses tersebut diperoleh dalam format *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII). Nilai SPL bulanan dirata-ratakan menggunakan Microsoft Excel kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik deret waktu (*time series*). Selanjutnya nilai rata-rata SPL dikelompokkan berdasarkan bulan yang sama dan diproses menggunakan perangkat lunak Surfer 11 untuk mendapatkan peta sebaran rata-rata SPL bulanan. Untuk memperoleh peta sebaran SPL, maka nilai rata-rata SPL bulanan berdasarkan posisi lintang dan bujur terlebih dahulu disimpan dalam bentuk file GRD menggunakan Surfer 11. Peta sebaran rata-rata SPL bulanan yang diperoleh disimpan dalam format JPEG agar mudah diamati secara visual.

Analisis data

Analisis nilai SPL yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis deskriptif yang meliputi analisis temporal dan analisis spasial. Analisis temporal dilakukan berdasarkan grafik deret waktu (*time series*) SPL untuk

mengetahui adanya fluktuasi SPL secara temporal pada periode Juni 2011 sampai Mei 2015. Interpretasi fluktuasi SPL secara temporal dilakukan berdasarkan pada penurunan dan peningkatan SPL pada grafik SPL. Analisis spasial dilakukan untuk mengetahui sebaran dari SPL secara spasial pada lokasi penelitian. Analisis spasial dilakukan berdasarkan degradasi warna SPL pada peta sebaran spasial rata-rata SPL bulanan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik SPL di perairan Jayapura pada umumnya relatif hampir sama dengan perairan lainnya di Indonesia, dimana nilai SPL bulanan selama 4 tahun di perairan Jayapura berkisar antara 25°C-31°C dengan suhu dominan berkisar antara 27°C-29°C. Kisaran SPL tersebut tidak berbeda jauh dengan hasil pengukuran SPL di wilayah perairan utara Papua lainnya. Savitria *et al.* (2013) melakukan pengukuran SPL di perairan Raja Ampat-Papua Barat dimana SPL bagian utara perairan Raja Ampat (Wayag) berkisar antara 27,54°C-30,03°C dan 26,17°C-29,72°C pada bagian selatan Raja Ampat (Misool), sedangkan Bada (2011) dengan menggunakan data citra satelit dan hasil pengukuran buoy di perairan utara Papua dengan kisaran SPL antara 27,10°C-31,90°C. Adapun Sidabutar *et al.* (2014) melakukan pengukuran SPL di perairan utara Jayapura menggunakan CTD pada bulan April 2013 dengan SPL rata-rata 29,731°C, sedangkan hasil pada penelitian ini pada periode yang sama adalah 28,82°C.

Perbedaan pengukuran antara SPL dari citra satelit dengan pengukuran *in-situ* lebih kecil dari 1°C (McClain, 1981; Gaol, 2003). Perbedaan ini umumnya disebabkan pengaruh atmosfer seperti uap air dan awan. Pengaruh awan dapat menurunkan suhu pengukuran SPL sampai 1,5°C dibanding suhu pengukuran *in-situ* (Gaol, 2003). Proses pengambilan data oleh sensor penginderaan jauh seperti citra satelit tidak akan mungkin terlepas dari pengaruh awan. Selain itu, suhu yang diindera oleh satelit adalah suhu yang berasal dari radiasi balik pada permukaan laut (*skin sea surface temperature*), sedangkan suhu aktual dari kolom air atau suhu yang diukur secara *in-situ* di lapangan adalah suhu pada lapisan beberapa centimeter di bawah permukaan laut (*bulk sea surface temperature*). Adanya perbedaan ini menyebabkan SPL yang diindera dengan satelit dapat lebih besar ataupun lebih kecil dibanding SPL yang diperoleh dengan pengukuran secara *in-situ* di lapangan.

Secara umum, SPL perairan Jayapura pada penelitian ini tidak berbeda jauh dengan SPL di perairan Indonesia lainnya yang juga menunjukkan kisaran SPL relatif tinggi yang merupakan ciri khas dari perairan tropis. Hal ini didasari oleh posisi geografis Indonesia yang terletak di daerah khatulistiwa dengan tingkat pemanasan sinar matahari pada daerah khatulistiwa yang relatif tinggi, dimana kisaran SPL di perairan Indonesia rata-rata berkisar antara 26°C-31°C (Gaol *et al.*, 2014). Secara alami suhu air dibagian permukaan memang merupakan lapisan hangat karena mendapatkan radiasi sinar matahari yang relatif lebih tinggi pada siang hari. Oleh karena adanya pergerakan angin maka lapisan teratas permukaan laut sampai dengan kedalaman sekitar 50-70 meter akan terjadi pengadukan, sehingga pada lapisan tersebut terdapat suhu hangat (sekitar 28°C) yang homogen.

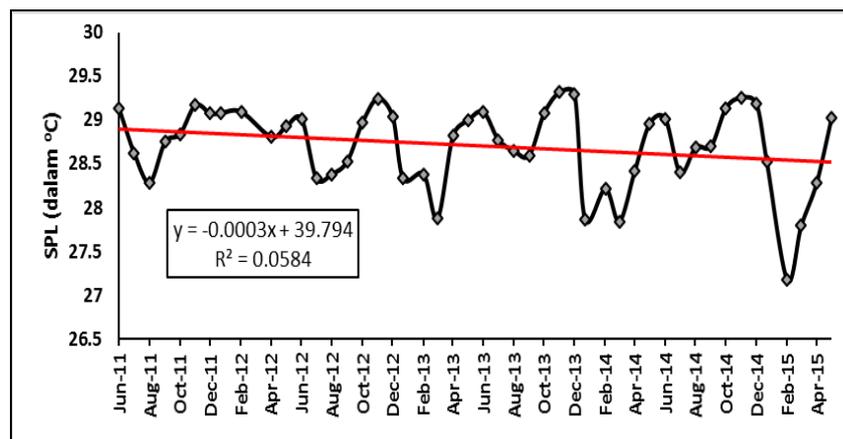
Variabilitas temporal SPL perairan Jayapura

Secara temporal, variasi nilai SPL di perairan Jayapura selama kurun waktu 4 tahun dapat dilihat pada Gambar 2. Nilai rata-rata SPL maksimum di perairan Jayapura selama 4 tahun terjadi pada bulan November 2013 dengan suhu rata-rata bulanan $29,32^{\circ}\text{C}$, sedangkan rata-rata SPL minimum terjadi pada bulan Februari 2015 dengan rata-rata suhu $27,17^{\circ}\text{C}$. Rata-rata SPL bulanan perairan Jayapura mengalami fluktuasi dengan kecenderungan nilai SPL selama empat tahun mengalami penurunan (cenderung negatif). Kecenderungan suhu akan lebih tinggi terjadi pada bulan September hingga Desember dan sebaliknya pada bulan Januari hingga April SPL bulanan cenderung lebih rendah. Dilihat dari pergerakan fluktuasi SPL pada grafik deret waktu, maka SPL perairan Jayapura secara umum cenderung akan bergerak naik (suhu meningkat) terjadi pada bulan September-November dan Maret-Mei, sedangkan SPL cenderung bergerak turun (suhu menurun) pada bulan Desember-Februari dan Juni-Agustus.

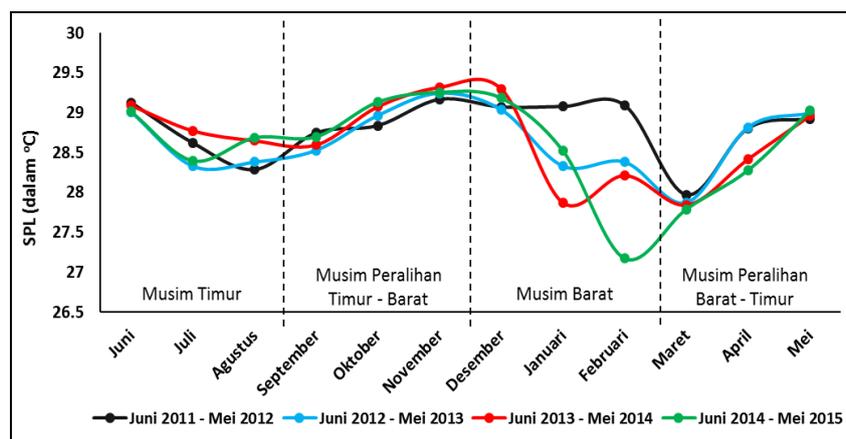
SPL di perairan Jayapura mengalami variasi secara musiman. Secara umum nilai rata-rata SPL maksimum di perairan Jayapura terjadi pada bulan musim peralihan timur-barat dengan rata-rata suhu musiman $29,25^{\circ}\text{C}$ dan minimum pada bulan musim peralihan barat-timur dengan rata-rata suhu musiman $27,86^{\circ}\text{C}$ (Gambar 3). Penelitian lain menunjukkan hasil yang sama, dimana SPL tertinggi terjadi pada bulan Juni-September (musim timur hingga peralihan timur-barat) dengan rata-rata SPL $29,57^{\circ}\text{C}$, sedangkan SPL terendah terjadi pada bulan Desember-Februari (musim barat) dengan rata-rata SPL $28,95^{\circ}\text{C}$ (Bada, 2011). Hal ini terjadi karena perbedaan jumlah penyinaran atau pemanasan air laut oleh sinar matahari yang lebih tinggi pada musim timur, dan sebaliknya pada musim barat lebih banyak terjadi hujan di wilayah Indonesia. Menurut Estiningtyas *et al.* (2007) serta Aldrian dan Susanto (2003) bahwa terdapat korelasi antara SPL dengan kondisi curah hujan. Variabilitas SPL dapat mempengaruhi 50% variasi curah hujan seluruh Indonesia, sedangkan variabilitas SPL di Laut India hanya 10-15% (Hendon, 2003). Berdasarkan Nontji (2002), setiap bulan November hingga Januari di Indonesia, terutama bagian barat sedang mengalami musim hujan dengan curah hujan yang cukup tinggi. Kondisi yang sama dengan wilayah Jayapura dan sekitarnya, musim hujan cenderung akan terjadi pada akhir Oktober hingga Juni dengan intensitas normal curah hujan rata-rata 1437-1944 mm/tahun, sedangkan musim kemarau cenderung terjadi pada Juli hingga Oktober dengan intensitas normal curah hujan rata-rata hanya 391-530 mm/tahun (BMKG, 2014).

Grafik pada Gambar 3 juga terlihat adanya fluktuasi SPL tahunan yang cukup besar pada musim barat (Januari-Februari). Pada periode Juni 2011-Mei 2012 (garis hitam), SPL pada kedua bulan Juni 2011 dan Mei 2012 relatif tinggi (diatas 29°C) sedangkan bulan lainnya pada periode yang sama relatif dibawah 29°C (kecuali November-Desember). Pada tahun 2013-2015, SPL pada bulan Januari-Februari cenderung lebih rendah (dibawah $28,5^{\circ}\text{C}$) dengan variasi SPL yang cukup tinggi. Pada bulan Februari, variasi SPL antara tahun 2012 dengan tahun 2015 sebesar $1,92^{\circ}\text{C}$. Fluktuasi nilai rata-rata SPL akan berlangsung selama periode 3 bulanan pada saat terjadi pergantian musim. Walaupun terjadi fluktuasi, namun perbedaan rata-rata SPL bulanan relatif kecil yaitu sebesar $0,01^{\circ}\text{C}$ dan maksimal $1,42^{\circ}\text{C}$, serta variasi tahunan yang juga relatif kecil yaitu sebesar $0,69^{\circ}\text{C}$. Kondisi tersebut sesuai dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Wyrтки (1961) bahwa kondisi lapisan permukaan laut tropis adalah hangat dan variasi suhu tahunannya kecil dan variasi suhu hariannya tidak terlalu tinggi dibandingkan dengan subtropis dan polar. Variasi suhu rata-rata tahunan perairan tropis lebih kecil dari 2°C di daerah khatulistiwa, tetapi beberapa tempat seperti di Laut Banda, Laut Arafura, Laut Timor, dan Selatan Jawa mempunyai variasi yang lebih besar yaitu 3°C - 4°C (Wyrтки, 1961).

Pada dasarnya keadaan sebaran mendatar suhu permukaan laut di perairan Indonesia memiliki variasi tahunan yang kecil, akan tetapi masih memperlihatkan adanya perubahan. Hal ini disebabkan oleh sinar matahari dan oleh massa air dari lintang tinggi. Posisi Indonesia yang terletak pada garis ekuator mengakibatkan aliran panas dari radiasi matahari dapat diterima sepanjang tahun sehingga suhu mempunyai fluktuasi yang kecil. Akan tetapi disisi lain dengan posisi tersebut mengakibatkan transport massa air banyak dipengaruhi oleh angin monsun yang berganti dua kali dalam setahun. Kondisi ini berakibat pada pergantian musim dengan karakteristik tersendiri yang berbeda antara keduanya (Hutabarat dan Evan, 1986).



Gambar 2. Grafik variabilitas temporal SPL bulanan di perairan Jayapura selama empat tahun (2011-2015)



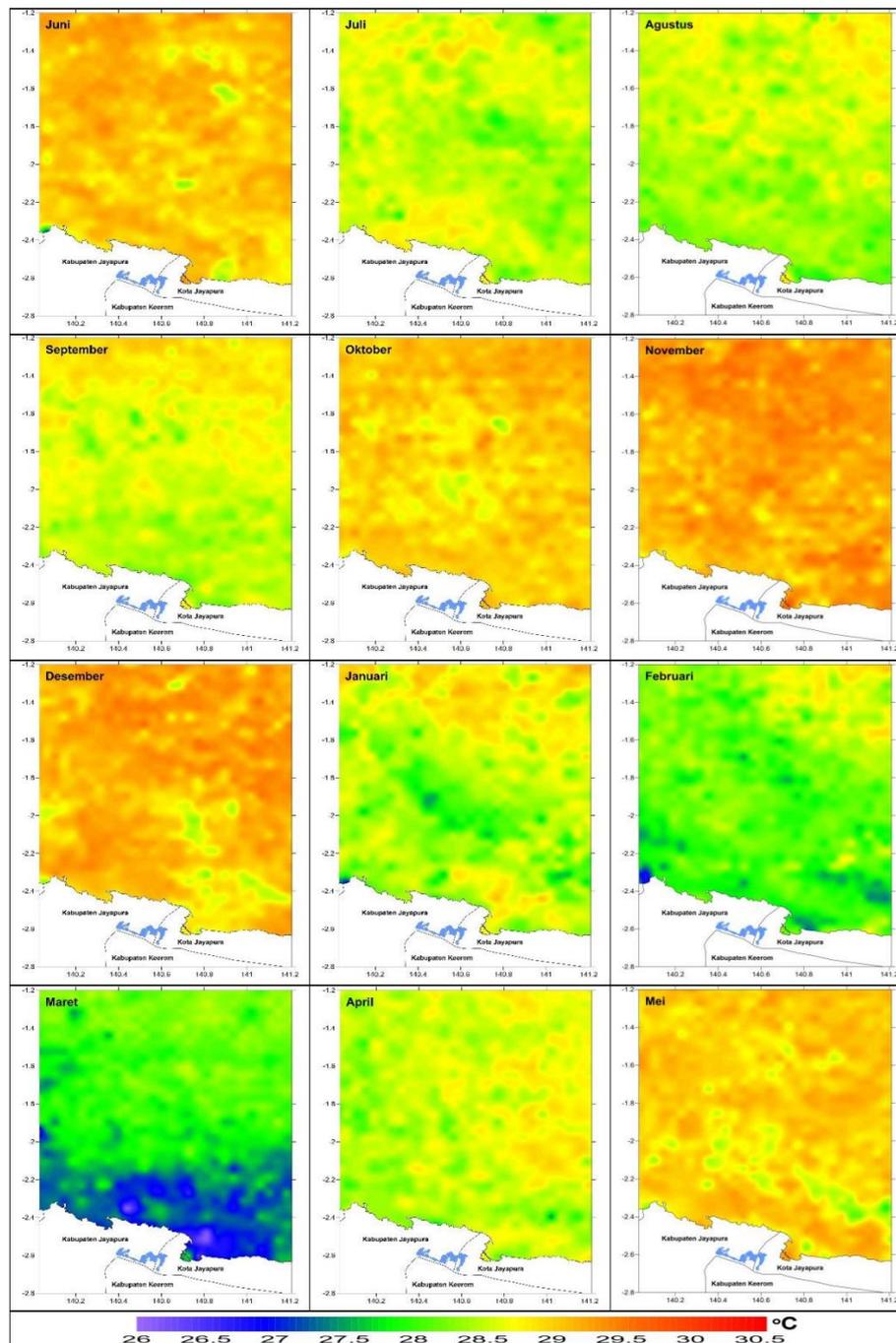
Gambar 3. Grafik variabilitas temporal rata-rata SPL bulanan berdasarkan musim di perairan Jayapura

Sebaran spasial SPL perairan Jayapura

Profil sebaran spasial rata-rata SPL perairan Jayapura berdasarkan bulanan dan musim disajikan pada Gambar 4. Secara umum, berdasarkan visualisasi sebaran spasial rata-rata SPL bulanan di perairan Jayapura cenderung mengalami fluktuasi berdasarkan musim. Perairan lepas pantai atau jauh dari pesisir akan memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan perairan dekat pesisir. Akan tetapi pada bulan-bulan tertentu, SPL perairan Jayapura akan menyebar secara merata pada seluruh perairan atau dengan variasi SPL yang relatif kecil.

Rata-rata SPL bulanan pada musim timur hingga musim peralihan timur-barat menunjukkan sebaran spasial SPL yang relatif stabil, ini terlihat dari kisaran suhu yang mendominasi yaitu kisaran suhu 27°C-30°C. Bila dibandingkan dengan musim-musim yang lainnya, suhu perairan Jayapura pada musim timur didominasi oleh suhu hangat, dimana intensitas penyinaran dari matahari relatif sedang sampai tinggi. SPL pada musim barat dan musim peralihan barat-timur menunjukkan sebaran spasial SPL mengalami fluktuasi dari suhu tinggi ke suhu rendah, terutama pada bulan Februari dan Maret. Hal ini terlihat dari kisaran suhu yang mendominasi pada kisaran suhu 26°C-29,5°C.

Bulan Februari yang merupakan akhir musim barat dimana hanya sebagian kecil perairan Jayapura yang memiliki suhu diatas 28,5°C, terutama pada sebagian kecil perairan lepas pantai (jauh dari pesisir). Sedangkan bulan Maret yang merupakan awal musim peralihan barat-timur menjadi puncak penurunan rata-rata SPL (SPL terendah) di perairan Jayapura. Pada daerah yang lebih dekat dengan pesisir, rata-rata SPL didominasi oleh suhu 26°C-27°C dan pada perairan lepas pantai 27°C-28°C. SPL yang rendah pada bulan Februari dan Maret diduga berhubungan dengan curah hujan yang sangat tinggi. Pada akhir musim peralihan barat-timur (Mei), SPL berubah menjadi tinggi dan menyebar merata ke seluruh perairan Jayapura. Hal ini menandakan akan memasuki musim timur yang memiliki SPL yang relatif tinggi. Secara umum rata-rata SPL bulanan pada musim peralihan barat-timur berkisar antara 28,1°C-28,8°C (Gambar 4).



Gambar 4. Sebaran spasial rata-rata SPL bulanan perairan Jayapura, periode Juni 2011 – Mei 2015

Sebagai perairan yang berada di wilayah tropis dan dekat dengan garis khatulistiwa, maka sepanjang tahun kondisi SPL di perairan Jayapura umumnya cenderung hangat. Akan tetapi dengan adanya pergantian musim yang terjadi sangat berdampak pada fluktuasi nilai SPL, walaupun dengan tingkat fluktuasi yang kecil. Pola fluktuasi SPL perairan Jayapura dan beberapa penelitian terkait lainnya seperti Savitria *et al.* (2013) dan Bada (2011) menunjukkan bahwa SPL di perairan Jayapura dan perairan utara Papua umumnya lebih tinggi pada musim timur dibandingkan musim barat dengan pola fluktuasi naik-turunnya nilai SPL adalah 3 bulanan (musiman). Variasi bulanan SPL perairan Jayapura cenderung sama dengan perairan utara Raja Ampat yang menyerupai variasi bulanan SPL di Samudera Pasifik bagian selatan (Savitria *et al.*, 2013).

Pola tahunan SPL perairan Jayapura memiliki puncak tinggi pada bulan Mei-Juni (musim timur) dan Oktober-November (peralihan timur-barat) dengan rata-rata SPL bulanan yang tidak berbeda jauh, sedangkan

puncak rata-rata SPL bulanan terendah pada bulan Januari-Maret (musim barat). Terdapat perbedaan nyata dengan pola tahunan pada hasil penelitian Emiyati *et al.* (2014), dimana puncak maksimum SPL di perairan utara dan selatan Lombok terjadi pada bulan April (peralihan I) dan minimum pada bulan Agustus (musim timur). Perbedaan kondisi perairan antara perairan Pasifik dan Samudera Hindia akan mempengaruhi pola distribusi SPL di perairan Indonesia, (Gaol *et al.*, 2014). Kondisi ini dapat menyebabkan pola fluktuasi SPL yang berbeda di perairan Indonesia. Hasil penelitian ini relatif sama dengan pola tahunan SPL pada region Maluku, sebagian Papua dan utara Papua. Menurut Aldrian (2001) bahwa pola tahunan pada region Maluku, sebagian Papua dan utara Papua memiliki puncak pada bulan Mei-Juli, dimana SPL di Pasifik barat di timur laut Indonesia lebih hangat daripada SPL di selatan Indonesia. Pada periode Mei-Juli (musim timur) belahan bumi utara memiliki SPL yang lebih dari belahan bumi selatan dan Arlindo mengalir dari utara ke selatan Indonesia, sedangkan pada periode setengah tahun berikutnya dimana region lain mengalami musim hujan, region Maluku, sebagian Papua dan utara Papua akan menerima arus Arlindo yang lebih dingin.

SPL yang relatif tinggi pada musim timur dan sebagian musim peralihan timur-barat di perairan Jayapura disebabkan karena posisi matahari pada musim timur mulai bergeser ke belahan bumi bagian utara. Di belahan bumi utara, khususnya benua Asia akan memiliki suhu yang relatif tinggi dengan tekanan udara yang rendah, kondisi sebaliknya suhu di benua Australia. Perbedaan tersebut menyebabkan terjadi pergerakan angin dari benua Australia ke benua Asia melalui perairan Indonesia yang dikenal sebagai angin monsun timur dan hanya melewati wilayah perairan yang kecil dan jalur perairan yang sempit (Wyrтки, 1961). Antara bulan April sampai September, angin yang sedikit mengandung uap air akan bergerak dari arah tenggara, melintasi Benua Australia sampai ke wilayah Indonesia (Lakitan, 1994). Angin monsun timur tidak banyak menurunkan hujan sehingga menyebabkan wilayah Indonesia akan mengalami musim kemarau. Pergerakan angin monsun timur menyebabkan wilayah perairan Indonesia, termasuk perairan Jayapura (utara Papua) memiliki suhu perairan yang relatif tinggi.

Berbeda dengan musim timur dengan SPL yang relatif tinggi, SPL yang mulai mengalami penurunan pada musim barat hingga awal musim peralihan barat-timur (Maret) disebabkan karena posisi matahari berada di belahan bumi selatan (Australia) dan lebih banyak memperoleh pemanasan matahari sehingga suhu lebih tinggi dengan tekanan udara yang rendah (minimum). Sebaliknya, di Benua Asia akan memiliki suhu yang rendah dengan tekanan udara yang tinggi (maksimum). Kondisi tersebut mengakibatkan terjadi pergerakan angin dari benua Asia ke arah Australia sebagai angin monsun barat. Angin monsun barat akan melewati Samudera Pasifik dan Samudera Indonesia serta Laut Cina Selatan yang dikenal sebagai angin monsun barat (Wyrтки, 1961). Selama musim barat, angin monsun barat banyak mengangkut uap air lautan, sehingga banyak menurunkan hujan pada saat melewati perairan Indonesia. Angin musim membawa pengaruh pada curah hujan, pada umumnya musim barat banyak membawa hujan (Nontji, 2002). Hal ini akan menyebabkan suhu perairan di wilayah Indonesia menjadi lebih rendah, termasuk perairan Jayapura (Utara Papua).

Kesimpulan

Nilai SPL bulanan di perairan Jayapura selama 4 tahun (periode 2011-2015) berkisar antara 25°C-31°C dengan suhu dominan berkisar antara antara 27°C-29°C. Nilai rata-rata SPL maksimum terjadi pada bulan November (29,25°C) dan minimum pada bulan Maret (27,86°C) dengan nilai SPL yang cenderung mengalami penurunan. Pola tahunan SPL tertinggi pada bulan Mei-Juni dan Oktober-November, sedangkan SPL rendah pada bulan Januari-Maret. Perbedaan rata-rata SPL bulanan relatif kecil yaitu antara 0,01°C-1,42°C, serta variasi tahunan yang juga relatif kecil yaitu sebesar 0,69°C. Secara spasial, perairan lepas pantai atau jauh dari pesisir akan memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan perairan dekat pesisir. SPL di perairan Jayapura juga cenderung mengalami fluktuasi berdasarkan musim. Pada musim timur hingga musim peralihan timur-barat, nilai rata-rata SPL cenderung lebih tinggi dan sebaliknya pada musim barat hingga musim peralihan barat-timur rata-rata SPL cenderung mengalami penurunan dimana pada musim barat akan terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi. Fluktuasi SPL tersebut dipengaruhi oleh adanya angin musom yang menyebabkan terjadinya pergantian musim, yaitu angin monsun timur yang bergerak dari benua Australia ke benua Asia dan angin monsun barat yang bergerak dari benua Asia ke benua Australia.

Daftar Pustaka

Adnan. 2010. Analisis suhu permukaan laut dan klorofil-a data inderaja hubungannya dengan hasil tangkapan ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) di perairan Kalimantan Timur. Jurnal Amanisal PSP FPIK Unpatti-Ambon, 1(1):1-12.

- Aldrian, E. 2001. Pembagian iklim Indonesia berdasarkan pola curah hujan dengan metoda "Double Correlation". *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*, 2(1):11-18.
- Aldrian, E., R.D. Susanto. 2003. Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature. *International Journal of Climatology*, 23:1435-1452.
- Bada, H.I.N. 2011. Validasi dan pengembangan algoritma suhu permukaan laut Pathfinder Satelit NOAA-AVHRR di perairan utara Papua. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika). 2014. Prakiraan musim hujan 2014/2015 di Indonesia. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika. Jakarta.
- Brown, O.B., P.J. Minnet. 1999. MODIS infrared sea surface temperature algorithm. University of Miami, Miami.
- Emiyati, K.T. Setiawan, A.K.S. Manopo, S. Budhiman, B. Hasyim. 2014. Analisis multitemporal sebaran suhu permukaan laut di perairan Lombok menggunakan data penginderaan jauh MODIS, dalam Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh, Bogor April 2014, hal 470-479.
- Estiningtyas, W., Ramadhani, F., Aldrian, E. 2007. Analisis korelasi curah hujan dan suhu permukaan laut wilayah Indonesia serta implikasinya terhadap perkiraan curah hujan (studi kasus Kabupaten Cilacap). *Jurnal Agrometeorologi Indonesia*, 21(2):46-60.
- Gaol, J.L., R.E. Arhatin, M.M. Ling. 2014. Pemetaan suhu permukaan laut dari satelit di perairan Indonesia untuk mendukung "One Map Policy", dalam Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh, Bogor April 2014, hal 433-442.
- Gaol, J.L. 2003. Kajian karakteristik oseanografi samudera hindia bagian timur dari citra satelit dan hubungannya dengan hasil tangkapan tuna mata besar (*Thunnus obesus*). Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hendon, H.H. 2003. Indonesian rainfall variability: Impacts of ENSO and local air-sea interaction. *American Meteorology Society*.
- Hutabarat, S., S.M. Evans. 1986. Pengantar oseanografi. Universitas Indonesia, Jakarta.
<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>. Akses tanggal 2 Juli 2015.
- Kasim, F. 2010. Analisis distribusi suhu permukaan menggunakan data citra satelit Aqua-MODIS dan perangkat lunak Seadas di perairan Teluk Tomini. *Jurnal Ilmiah Agropolitan*, 3(1):270-276.
- Kunarso, S. Hadi, N.S. Ningsih. 2005. Kajian lokasi upwelling untuk penentuan fishing ground potensial ikan tuna. *Ilmu Kelautan*, 10(2):61-67.
- Lakitan, B. 1994. Dasar-dasar klimatologi. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- McClain, E.P. 1981. Split window and triple window sea surface temperature determinations from satellite measurements, dalam Mini-Symposium on Application of Aerospace Remote Sensing in Marine Research. Woods-Hole, Mass, 6-10 Oktober 1981.
- Nontji, A. 2002. Laut nusantara. Cetakan ketiga. Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Nybakken, J.W. 1988. Biologi laut: Suatu pendekatan ekologis. Terjemahan dari marine biology: An ecological approach (Eidman, M., Koesoebiono, D.G. Bengen, M. Hutomo, S. Sukardjo, Penerjemah). PT. Gramedia, Jakarta.
- Savitria, R., I.M. Radjawane, F.Y.S. Mamengko. 2013. Variabilitas suhu permukaan laut di perairan Raja Ampat. Abstrak Pertemuan Ilmiah Tahunan X ISOI tahun 2013.
- Sidabutar, H.C., A. Rifai, E. Indrayanti. 2014. Kajian lapisan termoklin di perairan utara Jayapura. *Jurnal Oseanografi*, 3(2):135-141.
- Siregar, P.V., H.J.D. Waas. 2006. Identification of oceanographic parameters for determining pelagic tuna fishing ground in the north Papua waters using multi-sensor satellite data. *BIOTROPIA*, 13(1):37-48.
- Suhartono, Haruna, J.B. Paillin. 2013. Identifikasi dan prediksi daerah penangkapan ikan kembung (*Rastrelliger spp*) di perairan Kabupaten Pangkep. *Jurnal Amanisal PSP FPIK Unpatti-Ambon*, 2(2):55-65.
- Wyrtki, K. 1961. Scientific results of marine investigations of the South China Sea and the Gulf of Thailand. *Physical oceanographic of the Southeast Asians water. Naga Report*, 2, 195 p.