

Penentuan *Daerah Thermal Front* Di Laut Timur Sumatera Provinsi Riau

Determination Of The *Thermal Front* Area In East Sea Of Sumatera Riau Province

Santika Panggabean¹⁾, Mubarak²⁾ and Musrifin Ghalib²⁾

¹Mahasiswa Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau

²Dosen Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau

*Email: santika_panggabean@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan bulan Februari 2017 di Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau. Bertujuan untuk menentukan sebaran suhu permukaan laut dan menentukan daerah *Thermal Front*. Penelitian ini menggunakan metode analisis *spasial* dengan pengolahan data citra satelit Aqua Modis level 1. Software yang digunakan adalah *Modis Reprojection Tool Swath2.2* dan *ArcGis 9.3*. Hasil penelitian ditujukan untuk mengetahui sebaran suhu permukaan laut pada Perairan Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau setiap bulan berbeda. Pada setiap bulan mulai menurun dari bulan Oktober-Desember. Pada bulan Oktober suhu berkisaran 25-32⁰C, pada bulan November 24-32⁰C dan pada bulan Desember memiliki suhu 22-32⁰C. Sedangkan daerah *Thermal Front* setiap bulannya dapat dilihat dari hasil yang terdeteksi berdasarkan rentan suhu permukaan laut dengan metode SIED setiap bulan. Pada bulan Oktober terdapat dibagian pesisir timur Dumai, Kabupaten Bengkalis, Kabupaten Kepulauan Meranti, Muara Sungai Kampar dan Kabupaten Indragiri Hilir. Pada bulan November terdapat pada Pesisir timur Dumai dan Kabupaten Bengkalis. Pada bulan Desember terdapat pada Pesisir Timur Kabupaten Bengkalis, Muara Sungai Kampar dan Kabupaten Indragiri Hilir.

Kata Kunci: *Suhu Permukaan Laut, Thermal Front, Modis, SIED*

Abstract

This research was conducted from January to February 2017 in East Coastal of Riau Province. The main purpose of this study is to determine the distribution of sea surface temperature and determine the Thermal Front area. This research used spatial analysis method with Aqua Modis level 1 satellite image data processing. The software used is Modis Reprojection Tool Swath 2.2 and ArcGis 9.3. The result of this research is to know the distribution of sea surface temperature in east coastal waters of Sumatera Riau Province each month is different. Every month begins to decline from October to December. In October the temperature range for 25-32⁰C, in November is 24-32⁰C and in December temperature is 22-32⁰C. Thermal Front area results that are Each month detected differently based on the vulnerable sea surface temperatures SIED method with on a monthly basis. In October there are the eastern coast of Dumai, Bengkalis Regency, Meranti Islands, Estuary of kampar river and Indragiri Hilir Regency. In November there are on the eastern coast of Dumai and Bengkalis Regency. In December there are on East Coast of Bengkalis Regency, Kampar River Estuary and Indragiri Hilir Regency.

Keywords: *Sea Surface Temperature, Thermal Front, Modis, SIED*

1. Pendahuluan

Provinsi Riau adalah salah satu kawasan bahari yang memiliki sejarah kemaritiman, karena berada di perairan Selat Malaka dan Laut Cina Selatan yang merupakan salah satu kawasan pelayaran internasional yang padat. Berada di khatulistiwa dimana dua pertiga wilayahnya adalah laut mempunyai peranan yang penting dalam proses perubahan iklim baik lokal maupun global. Dinamika laut regional dan suhu permukaan laut (SPL) merupakan faktor penting yang mempengaruhi dinamika iklim regional dan iklim global (Qu *et al.*, 2005).

Suhu merupakan faktor yang sangat penting bagi kehidupan organisme laut karena suhu dapat mempengaruhi kondisi dan kelangsungan hidup organisme laut. Variabilitas suhu permukaan laut dapat digunakan untuk mengetahui lokasi *front*, *upwelling*, potensi distribusi ikan dan perubahan suhu yang terjadi di lautan (Holiludin, 2009). Berdasarkan informasi mengenai sebaran suhu permukaan laut maka bisa di dapatkan keberadaan sebaran ikan yang dikaitkan dengan suhu optimal yang sesuai bagi kehidupan ikan.

Variabilitas suhu permukaan laut juga sangat berpengaruh terhadap faktor kehidupan laut seperti klorofil-a. Klorofil-a merupakan pigmen yang terdapat pada fitoplankton yang dapat digunakan untuk proses fotosintesis pada perairan. Klorofil-a merupakan faktor yang dapat menentukan kesuburan suatu perairan dimana klorofil-a ini merupakan produsen primer bagi kehidupan di laut. Oleh karena itu informasi mengenai sebaran suhu permukaan laut dan kelimpahan klorofil-a di suatu perairan dapat digunakan untuk mengetahui sebaran ikan di lautan. Dengan didapatkannya informasi Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a tersebut dapat meningkatkan efektifitas dalam aktivitas penangkapan ikan di laut.

Thermal front ditandai dengan adanya pertemuan dua massa air yang bersuhu tinggi dengan massa air yang bersuhu rendah, dimana gradien suhu permukaan laut terlihat jelas (suhu berubah cepat pada jarak yang pendek). Fenomena terjadinya *thermal front* (pertemuan massa air dengan suhu yang berbeda) mengindikasikan bahwa daerah tersebut merupakan daerah yang potensi untuk dijadikan daerah penangkapan ikan.

Teknologi penginderaan jauh merupakan alternatif yang tepat dalam menghasilkan informasi mengenai daerah terjadinya *thermal front*, melalui pengamatan parameter oseanografi seperti suhu permukaan laut dengan bantuan satelit. 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. Teknologi penginderaan jarak jauh juga dapat dimanfaatkan pada bidang perikanan maka penulis tertarik untuk mengetahui proses pengambilan dan pengolahan data penyebaran suhu permukaan laut dari perekaman citra satelit.

2. Bahan dan Metode

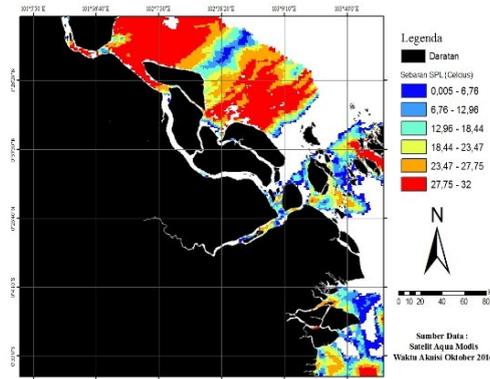
2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2017 di Kawasan Perairan Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau dan Analisis citra Aqua Modis di Laboratorium Oseanografi Fisika Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau (Gambar 1).

Data citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra dari satelit Aqua MODIS berupa citra Suhu Permukaan Laut level-1 dengan rentang waktu dari bulan Oktober sampai dengan bulan Desember 2016.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 2. Sebaran SPL Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau Bulan Oktober

Penentuan daerah *Thermal Front* berdasarkan suhu permukaan laut terdiri dari interpretasi citra aqua modis terbagi atas beberapa tahap yaitu : tahap pertama prapemrosesan suhu permukaan laut, kemudian dilakukan pemisahan darat dan laut (*masking*), koreksi radiometrik dan geometrik (rektifikasi citra). Tahap pemrosesan suhu permukaan laut dengan menggunakan formula Hamzah (2014). Setelah mendapatkan suhu permukaan laut untuk memudahkan maka di interpretasi citra menggunakan satuan suhu °C (derajat *celcius*) dengan mengkonversinya menggunakan perintah berikut :

$$\text{Setnull}(DN < t | > t, DN)$$

Keterangan :

Setnull : Perintah yang berfungsi untuk membuat batasan, pertidaksamaan dan persamaan pada nilai setiap titik (*pixel*) pada data citra.

DN (Digital Number) : Nilai yang terdapat pada setiap *pixel* (titik) citra (*value*)

T : Suhu (°K)

Penentuan daerah *Thermal Front* berdasarkan suhu permukaan laut menggunakan formula menurut Cayulla dan Cornillon (1992) dengan metode SIED (Single Image Edge Detection), dimana konstanta gradient suhu terbaik untuk mendeteksi *thermal front* khususnya diperairan Indonesia adalah threshold SIED adalah nilai 0,5°C. Dalam proses pengolahan data ekstraksi suhu permukaan laut menggunakan cara seperti gambar 8 dengan metode *Single Image Edge Detection* (SIED).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Suhu Permukaan Laut

Sebaran suhu permukaan laut di perairan Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau setiap bulan berdeda. Pengamatan dimulai dari bulan Oktober-Desember. Pada bulan Oktober menunjukkan nilaisebaran suhu permukaan laut berkisaran 25°C hingga 32°C, pada bulan November berkisaran 24°C hingga 32°C dan pada bulan Desember memiliki suhu 22°C hingga 32°C (Gambar 2 - 4).

Citra yang ditampilkan pada Gambar 2 sampai Gambar 4 mempunyai bentuk yang tidak sama karena waktu peliputan citra berbeda. Citra yang ditampilkan merupakan hasil dari proses koreksi radiometrik, koreksi geometrik, mangking citra, pemotongan citra (*Cropping*) dan layout citra.

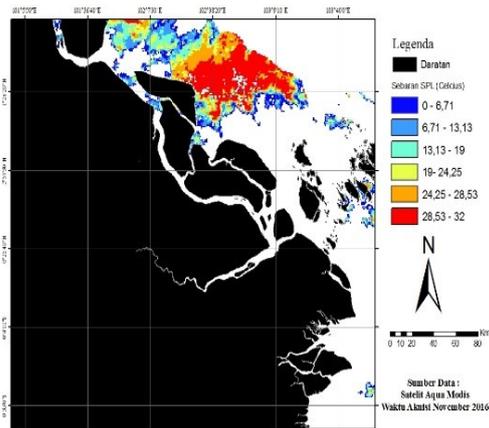
Dari hasil *layout* data pada setiap bulan di kawasan Perairan Pesisir Timur Provinsi Riau terdapat data yang tidak memiliki suhu dengan warna putih yang disebabkan adanya tutupan awan yang sangat tinggi. Hal ini dikarenakan sensor citra satelit Aqua MODIS merupakan sensor pasif yang tidak tembusawan, terutama saat Musim Barat dimana wilayah Indonesia sebagian besar tertutup awan termasuk wilayah Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau .

Gambar 2. Peta Sebaran SPL Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau Bulan Oktober.

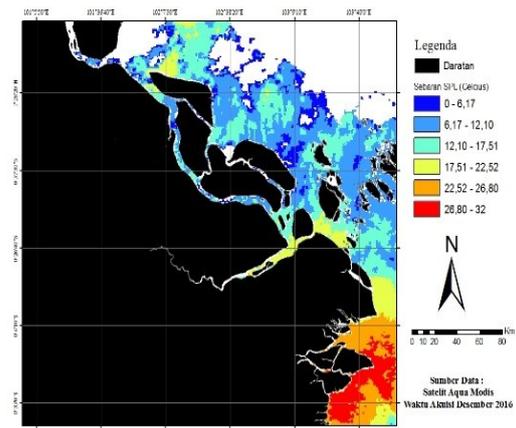
Gambar 3. Peta Sebaran SPL Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau Bulan November.

Gambar 4. Peta Sebaran SPL Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau Bulan Desember.

Berdasarkan hasil pengolahan citra, pola sebaran suhu permukaan laut pada bulan Oktober (Gambar 2) didominasi oleh kelompok suhu berkisaran 25°C hingga 32°C. Nilai sebaran suhu permukaan laut di perairan



Gambar 3. Peta Sebaran SPL Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau Bulan November



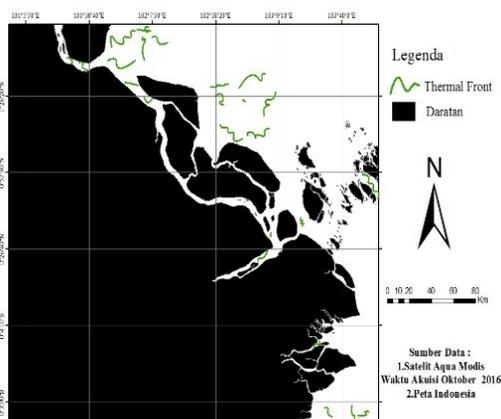
Gambar 4. Peta Sebaran SPL Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau Bulan Desember.

Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau mulai meningkat. Pola sebaran suhu permukaan laut bulan November (Gambar 3) sebaran suhu permukaan laut yang mendominasi berkisar 24°C hingga 32°C . Sebaran suhu permukaan laut yang tidak merata dikarenakan pada bulan November termasuk pada Musim Barat yang dikenal Musim Penghujan. Pola sebaran suhu permukaan laut pada bulan Desember (Gambar 4) mengalami penurunan diduga karena adanya pengaruh dari *run off* yang berasal dari daratan dengan sebaran suhu permukaan laut berkisar 22°C hingga 32°C . Pola sebaran pada bulan Oktober, November dan Desember terlihat kenaikan suhu permukaan laut terjadi pada bulan Oktober.

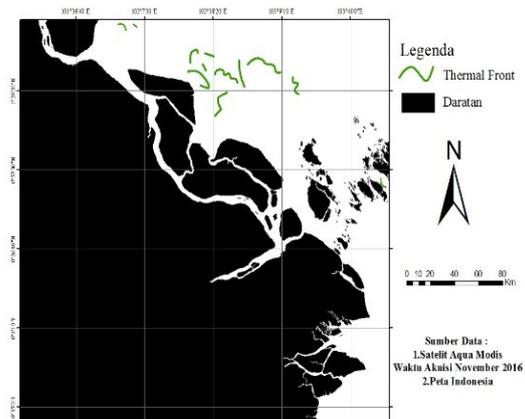
Sebaran suhu permukaan laut dan sebaran titik lokasi *thermal front* di kawasan Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau dan sekitarnya berupa gambar citra yang menampilkan sebaran suhu permukaan laut dan daerah *thermal front* secara jelas. Semuagambar yang dihasilkan terlihat bahwa suhu permukaan laut dan daerah *thermal front* pada bulan Oktober-Desember 2016 berbeda mulai dari suhu terendah sampai yang tertinggi (Gambar 2 – Gambar 4), begitu juga dengan daerah *thermal front* yang terdeteksi berdasarkan rentang suhu berdasarkan dari hasil pengolahan data citra bulan Oktober-Desember (Gambar 5 – Gambar 7).

Berdasarkan hasil analisis peta sebaran SPL dan peta sebaran daerah *thermal front* di kawasan Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau dari bulan Oktober-Desember 2016 suhu permukaan laut mulai menurun pada bulan Oktober sampai bulan Desember. Menurut Abidin, (2001) menjelaskan faktor yang menyebabkan kenaikan SPL pada bulan Oktober ialah pergerakan semu matahari. Pada bulan tersebut matahari mendekati daerah selatan, dimana intensitas penyinaran matahari mengalami peningkatan. Suhu permukaan laut di perairan Pesisir Timur Provinsi Riau seperti di perairan Indonesia lainnya tidak banyak bervariasi dari bulan ke bulan atau fluktuasi suhu permukaan laut relatif kecil yaitu berkisar antara 28°C - 31°C (Hutabarat dan Evans, 1984). Hal ini disebabkan oleh posisi Indonesia yang terletak di ekuator sehingga memungkinkan adanya cahayanya matahari sepanjang tahun.

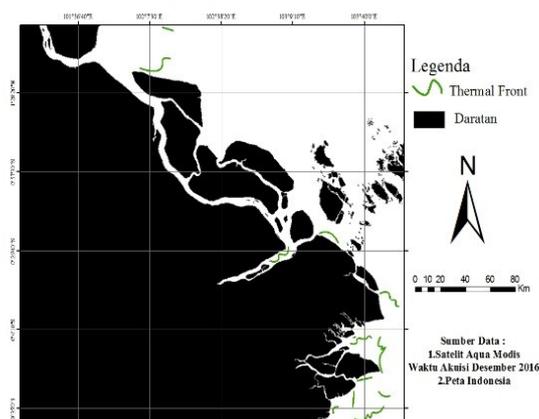
Penelitian ini menunjukkan sebaran suhu permukaan laut di perairan Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau, dimana SPL tertinggi terjadi pada bulan Oktober-November (musim timur hingga peralihan timur-barat) dengan rata-rata SPL 23°C , sedangkan SPL terendah terjadi pada bulan Desember (musim barat) dengan rata-



Gambar 5. Peta Sebaran daerah Thermal Front bulan Oktober



Gambar 6. Peta Sebaran daerah Thermal Front bulan November.



Gambar 7. Peta Sebaran daerah Thermal Front bulan Desember.

rata SPL 21°C. Menurut penelitian ini juga menunjukkan hasil yang sama, dimana SPL tertinggi terjadi pada bulan Juni-September (musim timur hingga peralihan timur-barat) dengan rata-rata SPL 29.57°C, sedangkan SPL terendah terjadi pada bulan Desember-Februari (musim barat) dengan rata-rata SPL 28.95°C di perairan Utara Papua (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.

Berdasarkan hasil pengolahan data Aqua Modis menggunakan metode SIED (*Single Image Edge Detection*) diketahui bahwa fenomena *Thermal Front* yang terbentuk tidak mencakup melainkan menyebar di perairan Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau. Hal ini disebabkan adanya perbedaan variasi suhu yang disebabkan oleh beberapa faktor yakni : perbedaan intensitas matahari yang diterima, pengaruh awan yang menghalangi sinar matahari dan curah hujan, dimana *Thermal Front* yang berhasil terdeteksi terlihat seperti (Gambar 5 – Gambar 7). Parameter yang menunjang seperti halnya klorofil, p^H dan salinitas juga diperlukan agar prediksi daerah *thermal front* yang dihasilkan lebih akurat.

Pengolahan suhu permukaan laut untuk mendeteksi *front* dengan nilai beda suhu yang digunakan dalam penentuan *threshold* SIED adalah nilai 0,5°C. Menurut Hamzah (2014), sesuai karakteristik perairan Indonesia, gradien suhunya memiliki rentang yang pendek, mulai dari ambang batas 0,7°C frontmulai tidak dapat terdeteksi dan menurut Jatisworo, D. dan Murdimanto, A (2013) beda suhu terjadinya *thermal front* di Selat Makassar dan Laut Banda sebesar 0,5°C.

Pada musim barat dan musim timur, daerah potensi penangkapan ikan tersebar diberbagai lokasi pendeteksian *thermal front* di kawasan perairan Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau, penyebaran daerah *thermal front* setiap bulan berdeda-beda luasnya. Hal ini disebabkan karena pada musim tersebut suhu permukaan laut cenderung lebih rendah karna parameter suhu adalah salah satu faktor yang sangat mempengaruhi daerah *thermal front* di kawasan Perairan Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau dan sekitarnya, akibat terganggunya proses fotosintesis pada kehidupan lingkungan fitoplanton di perairan penelitian. Daerah *front* merupakan salah satu proses oseanografi yang juga mempengaruhi kelimpahan dan distribusi ikan, dimana terjadi pertemuan antara dua massa air berbeda yang dapat diidentifikasi dari suhu massa air tersebut. Butler et al., (1988) menyatakan bahwa *front* penting dalam produktivitas perairan laut karena cenderung membawa air yang relatif dingin dan kaya akan nutrien. Kombinasi dari suhu dan peningkatan kandungan hara yang timbul dari percampuran ini akan meningkatkan produktivitas plankton. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah ikan cakalang di daerah tersebut (Jufri et al., 2014).

Hasil yang diperoleh terlihat jelas bahwa suhu permukaan laut mempengaruhi pendeteksian lokasi daerah *thermal front* yang terjadi pada bulan Oktober dengan kisaran 25°C hingga 32°C (merupakan nilai SPL tertinggi selama pengamatan) dan daerah *thermal front* yang terdeteksi lebih banyak dan merata pada wilayah penelitian (Gambar 5). Pada bulan Desember dengan kisaran 22°C hingga 31°C (merupakan nilai SPL terendah selama penelitian) mempengaruhi pendeteksian daerah *thermal front* di wilayah penelitian.

3.2 Thermal Front

Berdasarkan hasil pengolahan pendeteksian *thermal front* berdasarkan SPL dengan menggunakan metode SIED (*Single Image Edge Detection*) dapat diketahui lokasi daerah *thermal front* di kawasan Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau. Setelah dilakukan pengolahan data dengan proses program ArcGIS 9.3 peta sebaran *thermal front* di tunjukkan dengan warna Hijau seperti Gambar 5 - Gambar 7

Identifikasi *thermal front* dengan menggunakan data suhu permukaan laut bulanan memang terkendala dengan adanya tutupan awan yang cukup tinggi. Hal ini dikarenakan sensor citra satelit Aqua MODIS merupa-

kan sensor pasif yang tidak tembusawan, terutama saat Musim Barat dimana wilayah Indonesia sebagian besar tertutup awan. Namun metode SIED ini dapat lebih baik diujicobakan pada beberapa citra timeseries, sehingga masalah awan dapat diminimalisir.

Gambar 5. Peta Sebaran daerah *Thermal Front* bulan Oktober

Gambar 6. Peta Sebaran daerah *Thermal Front* bulan November.

Gambar 7. Peta Sebaran daerah *Thermal Front* bulan Desember

Dari hasil pengolahan data suhu permukaan laut daerah titik *thermal front* dapat terdeteksi. Pada bulan Oktober (Gambar 5) menunjukkan adanya sebaran *thermal front* di kawasan Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau dengan warna hijau, bentuk garis dan terdapat pada bagian pesisir timur Dumai, Kabupaten Bengkalis, Kabupaten Kepulauan Meranti, Muara Sungai Kampar dan Kabupaten Indragiri Hilir dapat terlihat pada lokasi yang terdeteksi menggunakan metode SIED (*Single Image Edge Detection*) pada rentan suhu berkisar 23°C - 32°C dengan nilai ambang batas (*Threshold*) sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$. Daerah *thermal front* pada bulan Oktober lebih banyak lokasi yang terdeteksi dibandingkan bulan November dan Desember.

Daerah *thermal front* pada bulan November (Gambar 6) menunjukkan adanya sebaran *thermal front* di kawasan Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau dengan warna hijau, bentuk garis dan terdapat pada perairan pesisir timur Dumai dan Kabupaten Bengkalis. Terlihat pada lokasi terdeteksi menggunakan metode SIED (*Single Image Edge Detection*) pada rentan suhu berkisar 24°C - 32°C dengan ambang batas (*Threshold*) sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$. Daerah *thermal* pada bulan Desember (Gambar 7) menunjukkan sebaran *thermal front* di kawasan Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau dengan warna hijau, terdapat pada perairan pesisir timur Kabupaten Bengkalis, Muara Sungai Kampar dan Kabupaten Indragiri Hilir bentuk garis. Terlihat pada lokasi yang terdeteksi menggunakan metode SIED (*Single Image Edge Detection*) pada rentan suhu berkisar 22°C - 31°C dengan ambang batas (*Threshold*) sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$.

Daerah *thermal front* diketahui berdasarkan parameter utama yaitu suhu permukaan laut dapat terdeteksi bahwa kawasan lokasi terjadinya *thermal front* terdapat pada Perairan Pesisir Timur Dumai, Kabupaten Bengkalis, Kabupaten Kepulauan Meranti, Muara Sungai Kampar dan Kabupaten Indragiri Hilir. Berdasarkan pola distribusi citra suhu permukaan laut dapat dilihat fenomena oseanografi seperti *upwelling*, *front*, dan pola arus permukaan di kawasan daerah penelitian. Terdeteksinya daerah *thermal front* di kawasan perairan Pesisir Timur Provinsi Riau di beberapa lokasi seperti Gambar 5 - Gambar 7 sehingga dapat diprediksi daerah tersebut adanya terjadi fenomena-fenomena oseanografi seperti *upwelling*, pola arus permukaan dan terutama *thermal front* karena daerah yang mempunyai fenomena-fenomena seperti tersebut (Gambar 5 – Gambar 7) umumnya merupakan perairan yang subur. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Amri *et al.*, (2005b), dengan diketahuinya daerah perairan yang subur di perairan Tomini maka daerah penangkapan ikan dapat diprediksi di perairan Tomini berdasarkan terdapatnya daerah *thermal front*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian melalui citra satelit Aqua Modis di kawasan Perairan Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau menunjukkan bahwa hasil sebaran suhu permukaan laut yang tertinggi pada bulan Desember dengan kisaran 25°C hingga 32°C dan nilai sebaran suhu permukaan laut yang terendah pada bulan Oktober dengan suhu 23°C hingga 32°C . Berdasarkan pendeteksian lokasi adanya *Thermal Front* menggunakan metode SIED (*single image edge detection*) dengan ambang batas $0,5^{\circ}\text{C}$ dapat terlihat pada bagian kawasan Perairan Pesisir Timur Sumatera Provinsi Riau pada bulan Oktober terdapat pada bagian pesisir timur Dumai, Kabupaten Bengkalis, Kabupaten Kepulauan Meranti, Muara Sungai Kampar dan Kabupaten Indragiri Hilir. Pada bulan November terdapat pada Pesisir timur Dumai dan Kabupaten Bengkalis dan Pada bulan Desember terdapat pada Pesisir Timur Kabupaten Bengkalis, Muara Sungai Kampar dan Kabupaten Indragiri Hilir. Untuk mengetahui lokasi daerah *thermal front* yang lebih pasti perlu dilakukan penelitian lanjut tentang *thermal front* dengan melakukan langsung pendeteksian lokasi *thermal front* di lapangan pada lokasi penelitian dan ukur parameter suhu bersamaan dengan pendeteksian *thermal front*.

5. Referensi

- Amri, Khairul, Suwarso, dan Awwaludin. 2005b. Kondisi Hidrologis dan Kaitannya dengan Hasil Tangkapan Ikan Malalugis (*Decapterus macarellus*) di Perairan Teluk Tomini (Abstract). *Jurnal penelitian perikanan Indonesia* vol.12 no.3. Abidin, H.Z. 2001. *Geodesi Satelit*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Abidin, H.Z. 2001. *Geodesi Satelit*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

- 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.
- Butler, M. J. A., M. C. Mouchot, V. Berale dan C. Leblanc. 1988. *The Application of The Remote Sensing Technology to Marine Fisheries, An Introduction Manual*. Rome: FAO Fisheries Paper 295. 165 p.
- Cayula J.F, dan Cornillon P. 1992. *Edge Detection Algorithm for SST Images. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*. Volume 9
- Qu, T. D., Du, Y., Strachan, J., Meyers, G. A., & Slingo, J. M. 2005. Sea surface temperature and its variability in the Indonesian region.. *Oceanography*, 18(4), 50
- Holiludin, 2009. Variabel litas Suhu dan Salinitas di Perairan Barat Sumatera Barat dan Hubungannya dengan Angin Muson dan IODM (*Indian Ocean Dipole mode*). Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Hamzah, R. 2014. *Identifikasi Thermal Front Dari Data Satelit RERRA/AQUA MODIS Menggunakan Metode Single Image Edge Detection (SIED) (studi kasus : perairan utara dan selatan pulau Jawa)*. Seminar Nasional Penginderaan Jauh.
- Hutabarat, S. dan Evans, S. M. 1984. *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia. Press. Jakarta.
- Jatisworo, D. dan Murdimanto, A. 2013. *Identifikasi Thermal Front Di Selat Makasar dan Laut Banda. Simposium Nasional Sains Geoinformasi*. Universitas Gaja Mada : Yogyakarta.
- Jufri, A., M. A. Amran, M. Zainuddin. 2014. *Karakteristik Daerah Penangkapan Ikan Cakalang pada Musim Barat di Perairan Teluk bone*. *Jurnal IPTEKS PSP*, Vol. 1(1): 1-10 (in this issue).