

Karakteristik *Thermal Front* di Perairan Tropis Samudera Hindia Bagian Timur Characteristics of Thermal Front in the Tropical Waters of Eastern Indian Ocean

Soni Rohima Daulay*, Tengku Ersti Yulika Sari, Usman Usman & Romie Jhonnerie

Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Riau

*Corresponding author, e-mail: sonirohimadaulay@gmail.com

Submitted 16 October 2018 Revised 17 February 2019 Accepted 01 June 2019

Abstrak Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variabilitas *thermal front* secara spasial dan temporal di perairan Samudera Hindia bagian timur barat Sumatera. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2017 - Februari 2018. Algoritma *Single Image Edge Detection* (SIED) diterapkan pada data harian suhu permukaan laut (SPL) tahun 2016 yang diperoleh dari citra *Aqua Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) Level-3 untuk pendeteksian *thermal front*. Jumlah hari kejadian *thermal front* selama tahun 2016 adalah 167 hari dan dapat terjadi sepanjang tahun di perairan Samudera Hindia. Sebaran dan frekuensi *thermal front* paling banyak ditemukan pada bulan Januari, yaitu selama 23 hari dengan nilai rata-rata SPL 30,3°C dan sebaran paling sedikit dijumpai pada bulan November. Sedangkan frekuensi kejadian paling sedikit terjadi pada bulan September, yaitu selama 6 hari dengan nilai rata-rata SPL 29,1°C. Kisaran suhu tertinggi *thermal front* berkisar antara 31,4 - 32,0°C dan terendah berkisar antara 26,4 - 29,3°C. Kejadian *thermal front* umumnya terjadi di perairan lepas Samudera Hindia. Frekuensi tertinggi terjadi pada bulan Januari dan terendah pada bulan September dengan durasi kejadian paling lama 3 hari.

Kata Kunci Aqua MODIS; *single edge detection image* (SIED); suhu permukaan laut

Abstract This study aims to elucidate spatio-temporal variability of the thermal front in the eastern tropical Indian Ocean of the western Sumatera. The research was conducted during November 2017- February 2018. The *Single Image Edge Detection* (SIED) was applied to daily sea surface temperature (SST) data of 2016 of the level-3 *Aqua Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) for the detection of thermal front. The number of the thermal front events during 2016 were 167 days. The distribution and frequency of thermal front mostly found in January, i.e. 23 days with SST mean of 30.3°C. Whereas the lowest distribution appeared in November and the lowest frequency observed in September, i.e. 6 days with the SST mean of 29.1°C. The highest temperature range of thermal front is between 31.4-32.0°C and the lowest ranged between 26.4-29.3°C. The occurrences of thermal front were commonly found in the open ocean. The highest frequency occurred in January and the lowest took place in September with the longest duration of 3 days.

Keywords Aqua MODIS; Samudera Hindia; *single edge detection image* (SIED); sea surface temperature; thermal front

PENGANTAR

Thermal front merupakan proses oseanografi yang mempengaruhi kelimpahan dan distribusi ikan. *Thermal front* terjadi karena pertemuan dua massa air yang berbeda (Angraeni *et al.*, 2014). Hanintyo *et al.* (2015) mengatakan bahwa *thermal front* merupakan fenomena laut yang dapat diidentifikasi dari data suhu permukaan laut (SPL). Secara umum *thermal front* dapat ditemukan di perairan pesisir. Hal ini dikarenakan hampasan massa air dari daratan mempunyai suhu berbeda dengan suhu air laut, sehingga terbentuklah *thermal front*. *Gradient thermal front* yang terdeteksi dari citra SPL 3-4 harian pada daerah tangkapan ikan menunjukkan bahwa hasil tangkapan ikan 3-4 kali lebih tinggi dibandingkan di luar Zona Potensial Penangkapan Ikan (ZPPI) tanpa kejadian *thermal front* (Nammalwar *et al.*, 2013). Oleh karena itu, *thermal front* dapat diindikasikan sebagai daerah yang potensial untuk penangkapan ikan.

Perairan timur Samudera Hindia bagian Barat Sumatera adalah salah satu kawasan penangkapan ikan yang belum dimanfaatkan secara optimal oleh pemerintah dan masih perlu kajian yang lebih mendalam dari aspek ilmu oseanografi (LIPI, 2014). Samudera Hindia merupakan salah satu wilayah perairan yang memiliki 5 jenis ikan tuna (Faizah, 2010). Perairan Samudera Hindia memiliki potensi yang besar untuk kemungkinan terjadinya *thermal front*. Namun demikian, karakteristik spasial dan temporal *thermal front* pada perairan Samudera Hindia belum banyak dikaji secara komperhensif. Padahal Reese *et al.* (2011) menyatakan bahwa distribusi kelompok ikan-ikan pelagis dan ikan *soliter* umumnya terkait dengan kawasan *thermal front* yang merupakan daerah kaya nutrien. Perairan tropis Samudera Hindia bagian timur merupakan perairan yang memiliki tingkat kepanasan yang besar karena berada pada daerah tropis, dimana penyinaran matahari terjadi secara merata. Perairan Samudera Hindia bagian timur memiliki intensitas curah hujan yang cukup tinggi sepanjang tahun (Silvia, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik *thermal front* secara spasial dan temporal di perairan Samudera Hindia bagian Timur barat Sumatera. Hasil-hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mengetahui daerah potensi penangkapan ikan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan untuk mendeteksi *thermal front* pada penelitian ini adalah data harian SPL hasil perekaman citra satelit Aqua Modis level 3 tahun 2016 dengan resolusi 4 km. Data tersebut dapat diunduh di <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cms/>. Analisis data menggunakan perangkat lunak ArcGIS versi 10.6 dengan modul tambahan *Marine Geospatial Ecology Tools* (MGET) versi 0.8a (<http://mgel2011-kvm.env.duke.edu/mget/download/>).

Metode

Data harian suhu permukaan laut tahun 2016 diinput ke dalam aplikasi ArcGIS menggunakan "*Multidimensions Tools*" pada *ArcToolBox*. Kemudian dilakukan pemotongan (*cropping*) data sesuai dengan daerah kajian. Format data SPL harus diubah ke dalam format *integer* agar dapat diidentifikasi kejadian *front* dalam tools "*Cayula & Cornillon Front in ArcGIS*".

Metode yang digunakan dalam mengidentifikasi *thermal front* adalah metode *Single Edge Image Detection* (SIED). Cayula & Cornillon (1992) menjelaskan bahwa SIED merupakan metode perbandingan garis tepi jendela baik secara zonal ataupun meridional pada gambar citra satelit. SIED dapat menunjukkan daerah *front* dengan melihat perbedaan yang signifikan antara SPL rata-rata dari massa air yang berdekatan. Algoritma SIED telah diimplementasikan kedalam aplikasi ArcGIS sebagai sebuah *toolbox* yang bernama "*Cayula & Cornillon Front in ArcGIS*" sehingga dapat diidentifikasi secara otomatis dan merupakan metode yang kuat untuk membedakan kejadian *thermal front* di samudera dari berbagai gradien termal lainnya pada data citra suhu permukaan laut (Puthezath, 2014).

Data *thermal front* yang dihasilkan dari analisis SIED kemudian di ekstrak dengan data SPL untuk mengetahui nilai suhu pada daerah *thermal front* dan dilakukan analisis statistik pada ArcGIS untuk mengetahui nilai suhu rata-rata (NSR), nilai suhu minimum (NSmin) dan nilai suhu maksimum (NSmaks) pada masing-masing data harian *thermal front* yang teridentifikasi, untuk mengetahui karakteristik suhu pada area kejadian *thermal front*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Hamzah et al. (2014) nilai ambang batas terbaik yang sesuai dengan karakteristik perairan Indonesia untuk pendeteksian *thermal front* adalah 0,5°C. Penggunaan nilai ambang batas diatas 0,7°C menunjukkan bahwa *thermal front* mulai tidak terlihat pada data SPL di kawasan perairan Indonesia. Sehingga dalam penelitian ini nilai ambang batas yang digunakan adalah 0,5°C.

Analisis kejadian *thermal front* harian menggunakan metode SIED menunjukkan sebaran *thermal front* dijumpai pada

perairan lepas Samudera Hindia bagian timur, yaitu di Selat Mentawai, Selat Siberut, Pulau Sipora, Pulau Enggano dan perairan Bengkulu. Posisi terjauh *thermal front* dijumpai pada bagian Utara perairan Samudera Hindia bagian barat Sumatera yaitu pada posisi 0°46'52"LU dan 86°38'33"BT dan bagian selatan pada posisi 8°56'36"LS dan 86°37'28"BT. Sedangkan posisi terdekat kejadian *thermal front* dengan Pulau Sumatera adalah pada posisi 0°5'16"LU dan 99°25'56"BT.

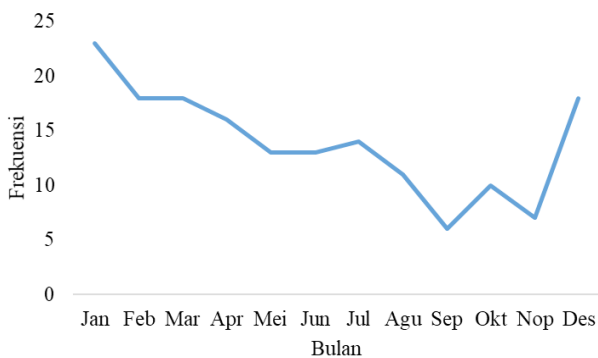
Kejadian *thermal front* di perairan Samudera Hindia bagian timur barat Sumatera selama tahun 2016 berjumlah 167 hari. Kawasan *thermal front* ditunjukkan dengan garis kontur hitam (Gambar 2). Pada bulan Januari ditemukan *thermal front* selama 23 hari yang menyebar pada daerah penelitian. Kejadian *thermal front* tertinggi dan frekuensi paling banyak ditemukan pada perairan lepas Samudera Hindia yaitu sebanyak 154 hari kejadian. Sedangkan frekuensi terendah kejadian *thermal front* ditemukan pada perairan Selat Siberut, Selat Mentawai, dan Pulau Enggano dengan frekuensi kejadian sebanyak 33 hari.

Frekuensi kejadian *thermal front* pada setiap bulan memiliki fluktuasi yang berbeda-beda. Pada bulan Januari frekuensi *thermal front* terjadi selama 23 hari yang menyebar pada seluruh kawasan penangkapan ikan baik pada perairan lepas maupun pada perairan barat Sumatera. Pada bulan Februari dan Maret *thermal front* terjadi dengan frekuensi kejadian dan pada perairan yang sama yaitu terjadi selama 18 hari. Pada bulan April *thermal front* ditemukan selama 15 hari pada perairan lepas dan 2 hari terjadi pada perairan pesisir Bengkulu. Pada bulan Mei *thermal front* terjadi selama 11 hari di perairan lepas dan 3 hari terjadi pada perairan Utara Siberut. Pada bulan Juni *thermal front* terjadi selama 13 hari pada perairan lepas dengan frekuensi kejadian selama 13 hari dan pada perairan Selat Siberut, Selat Mentawai, dan Bengkulu selama 4 hari. Pada bulan Juli frekuensi kejadian *thermal front* terjadi selama 14 hari, yaitu pada perairan lepas terjadi selama 14 hari dan pada perairan Pagai Selatan, Pulau Enggano dan Bengkulu selama 4 hari. Pada bulan Agustus *thermal front* terjadi selama 11 hari, yaitu pada perairan lepas terjadi selama 10 hari dan pada perairan Selat Siberut, Pulau Enggano dan Laut Bengkulu terjadi selama 4 hari. Pada bulan September *thermal front* terjadi selama 6 hari, pada perairan Pulau Enggano terjadi selama 1 hari dan pada perairan lepas terjadi selama 6 hari. Pada bulan Oktober *thermal front* terjadi selama 10 hari pada perairan lepas. Pada bulan November *thermal front* terjadi selama 7 hari, yaitu di perairan Selat Siberut, Selat Mentawai dan bagian utara Pulau Enggano terjadi selama 1 hari dan perairan lepas terjadi selama 6 hari. Pada bulan Desember *thermal front* terjadi selama 18 hari pada perairan lepas dan 1 hari terjadi pada perairan utara Selat Siberut.

Frekuensi kejadian *thermal front* paling tinggi ditemukan pada bulan Januari 2016 yaitu selama 23 hari. Sedangkan frekuensi terendah terjadi pada bulan September dengan frekuensi 6 hari kejadian. Kecenderungan frekuensi kejadian *thermal front* terdapat pada kawasan perairan lepas Samudera Hindia bagian barat Sumatera. Frekuensi kejadian *thermal front* mengalami penurunan yang cukup signifikan pada bulan Januari-Februari dan pada bulan Agustus-September. Sedangkan frekuensi kejadian *thermal*

front mengalami kenaikan signifikan pada bulan November-Desember. Frekuensi kejadian *thermal front* ditemukan lebih stabil pada bulan Februari-Maret dan Mei-Juli (Gambar 1).

Frekuensi kejadian *thermal front* di perairan Samudera Hindia bagian barat Sumatera berdasarkan Gambar.1 menunjukkan bahwa karakteristik kejadian *thermal front* cenderung lebih sering terjadi pada musim Monsun Barat Laut yaitu pada bulan Januari, Februari, dan Desember. Penelitian sebelumnya (referensi) menyebutkan bahwa frekuensi kejadian *thermal front* cenderung lebih sering pada musim Monsun Barat Laut. Hanintyo et al. (2015) melakukan penelitian terkait sebaran *thermal front* pada WPP-RI 714, 715, dan 716 menyatakan bahwa pada perairan-perairan WPP tersebut *thermal front* paling banyak terjadi pada musim Monsun Barat Laut dibandingkan musim Monsun Tenggara.



Gambar 1. Fluktuasi kejadian *thermal front*.

Berdasarkan nilai SPL yang terdapat pada Tabel.1 diketahui bahwa sebaran nilai SPL pada daerah *thermal front* memiliki rentang suhu sebesar 26,4-32°C dengan rata-rata suhu kejadian *thermal front* 29,9°C. Batas nilai suhu terendah *thermal front* pada perairan Samudera Hindia bagian timur barat Sumatera adalah 26,4°C yang terjadi pada bulan September di perairan lepas Samudera Hindia. Sedangkan suhu tertinggi *thermal front* adalah 32°C yang terjadi pada bulan Januari hingga Mei di perairan lepas Samudera Hindia dan perairan Pulau Enggano. Rata-rata SPL bulanan perairan Samudera Hindia bagian timur barat Sumatera adalah 0,5°C.

Tabel 1. Nilai SPL thermal front (NSR : nilai suhu rata-rata bulanan, (±) : NSMin : nilai suhu minimum, NSMaks : nilai suhu maksimum rata dan suhu dinyatakan dalam satuan °C).

Bulan	NSR	NSMin	NSMaks
Januari	30,3 (± 0,5)	27,4	32,0
Februari	30,3 (± 0,5)	28,3	32,0
Maret	30,9 (± 0,4)	28,2	32,0
April	30,9 (± 0,3)	29,3	32,0
Mei	30,4 (± 0,3)	28,6	32,0
Juni	27,7 (± 0,5)	27,0	31,9
Juli	29,8 (± 0,7)	26,6	31,9
Agustus	29,5 (± 0,4)	26,5	31,6
September	29,1 (± 0,8)	26,4	31,8
Oktober	29,3 (± 0,4)	26,7	32,0
November	29,1 (± 0,4)	26,7	31,4
Desember	29,3 (± 0,5)	26,7	31,9

Thermal front dapat terjadi dari beberapa meter hingga ribuan kilometer, dapat berumur pendek (hari), hampir tetap dan musiman (Puthezhath, 2014). Dalam penelitian ini ditemukan bahwa *thermal front* paling lama dapat bertahan pada perairan Samudera Hindia bagian Timur barat Sumatera adalah selama 3 hari dan kejadian terpanjang *thermal front* adalah 1.083,36 km pada tanggal 2 Januari 2016. Hal ini dikarenakan pengaruh arus air yang masuk ke Samudera Hindia dari Samudera Pasifik pada musim-musim tertentu dan pengaruh dari proses oseanografi yang terjadi di perairan Samudera Hindia.

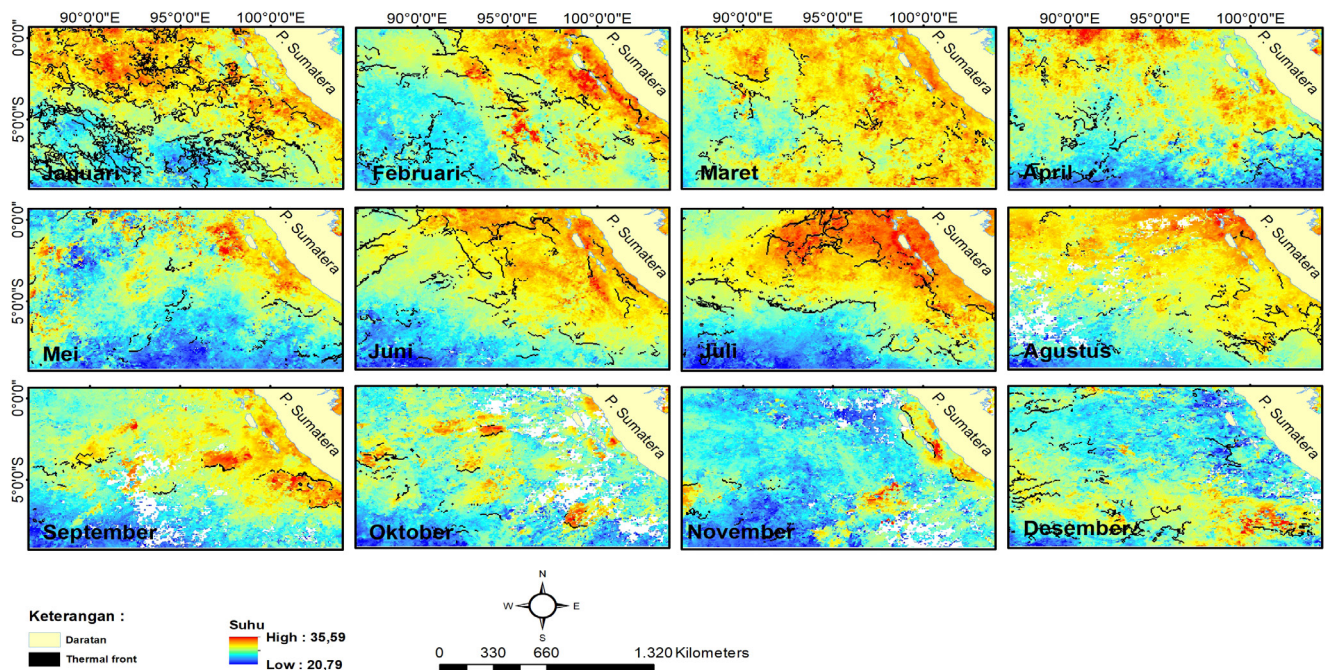
Pada tanggal 3-5 Januari 2016 *thermal front* terlihat bertahan pada kawasan yang sama yaitu pada bagian barat daya Pulau Siberut dengan panjang 84,23 km. Pada tanggal 21-23 Februari 2016 *thermal front* bertahan pada kawasan yang sama yaitu sebelah barat daya Pulau Siberut dengan panjang 117,39 km. Pada bulan Juli *thermal front* terjadi selama 3 hari (1-3 Juli) pada kawasan barat daya Pulau Siberut dengan panjang 86 km, dan juga pada tanggal 3,-5 Juli 2016 terjadi selama 3 hari di sebelah selatan Pulau Siberut dengan panjang 67 km. Pada tanggal 19-21 Desember 2016 *thermal front* terjadi pada kawasan yang sama pada barat daya Pulau Siberut dengan panjang 67,37 km (Gambar 2).

Banyak kejadian *thermal front* dalam penelitian ini diasumsikan pada satu tumpukan garis yaitu kejadian *thermal front* pada suatu kawasan perairan. Sehingga pada penelitian ini diketahui bahwa jumlah maksimal kejadian *thermal front* pada satu hari dapat terjadi sebanyak 6 kejadian. Dalam 2 hari kejadian *thermal front* paling banyak adalah 10 kejadian. Sedangkan dalam kurun waktu 3 hari *thermal front* dapat terjadi sebanyak 15 kali pada kawasan yang berbeda.

Jumlah kejadian *thermal front* terbanyak dijumpai pada bulan Januari yaitu selama 23 hari. Kemudian pada bulan Desember, Februari, dan Maret dengan jumlah *thermal front* 18 hari. Hal ini dikarenakan intensitas hujan cukup tinggi pada bulan-bulan tersebut. Menurut Hanintyo et al. (2015) curah hujan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya fenomena *front* pada suatu perairan. Perairan barat Sumatera sangat dipengaruhi oleh angin laut, sehingga hampir sepanjang tahun mengalami udara yang lembab. Oleh karena itu SPL di perairan Samudera Hindia bagian timur memegang peranan penting dalam pembentukan awan konveksi. Secara umum Provinsi Sumatera Barat memiliki curah hujan yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 1785-5615 mm per tahun. Rata-rata curah hujan bulanan melebihi 100 mm dengan curah hujan tertinggi pada bulan November. Karakteristik curah hujan di Sumatera Barat adalah dua puncak musim hujan yang terjadi pada bulan Maret-April dan Oktober-November (Silvia, 2009). Pada musim Monsun Barat Laut diketahui SPL *thermal front* berkisar antara 26,7-32°C. Wrytki (1961) mengemukakan bahwa selama angin musim Monsun Barat Laut berhembus curah hujan akan meningkat dan air sungai banyak yang masuk ke laut, sehingga menyebabkan penurunan salinitas air laut. Pada musim ini terjadi pertemuan antara air laut dan massa air dari daratan dengan suhu yang berbeda dari air laut, sehingga mengakibatkan pembentukan *front*. Dibandingkan pada musim Monsun Barat Laut,

pembentukan *thermal front* pada musim Monsun tenggara lebih sedikit. Pada musim Peralihan 2 terjadi perubahan arah angin. Pada musim ini cuaca cenderung berubah-

ubah karena ada pengaruh dari musim Monsun Tenggara dan Barat Laut (Prawirowardoyo, 1996).



Gambar 2. Distribusi spasial dan temporal *thermal front* tahun 2016 di Perairan Samudera Hindia bagian barat Sumatera (Sumber: Pengolahan pada aplikasi ArcGIS 10.6).

Jumlah kejadian *thermal front* terbanyak dijumpai pada bulan Januari yaitu selama 23 hari. Kemudian pada bulan Desember, Februari, dan Maret dengan jumlah *thermal front* 18 hari. Hal ini dikarenakan intensitas hujan cukup tinggi pada bulan-bulan tersebut. Menurut Hanintyo et al. (2015) curah hujan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya fenomena *front* pada suatu perairan. Perairan barat Sumatera sangat dipengaruhi oleh angin laut, sehingga hampir sepanjang tahun mengalami udara yang lembab. Oleh karena itu SPL di perairan Samudera Hindia bagian timur memegang peranan penting dalam pembentukan awan konveksi. Secara umum Provinsi Sumatera Barat memiliki curah hujan yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 1785-5615 mm per tahun. Rata-rata curah hujan bulanan melebihi 100 mm dengan curah hujan tertinggi pada bulan November. Karakteristik curah hujan di Sumatera Barat adalah dua puncak musim hujan yang terjadi pada bulan Maret-April dan Oktober-November (Silvia, 2009). Pada musim Monsun Barat Laut diketahui SPL *thermal front* berkisar antara 26,7-32°C. Wrytki (1961) mengemukakan bahwa selama angin musim Monsun Barat Laut berhembus curah hujan akan meningkat dan air sungai banyak yang masuk ke laut, sehingga menyebabkan penurunan salinitas air laut. Pada musim ini terjadi pertemuan antara air laut dan massa air dari daratan dengan suhu yang berbeda dari air laut, sehingga mengakibatkan pembentukan *front*. Dibandingkan pada musim Monsun Barat Laut, pembentukan *thermal front* pada musim Monsun tenggara lebih sedikit. Pada musim Peralihan 2 terjadi perubahan arah angin. Pada musim ini cuaca cenderung berubah-ubah karena ada pengaruh dari musim Monsun Tenggara dan Barat Laut (Prawirowardoyo, 1996).

Kejadian *thermal front* paling banyak ditemukan di perairan lepas Samudera Hindia bagian Timur barat Sumatera dibandingkan pada perairan pesisir. Hal ini diduga terjadi karena perairan Samudera Hindia merupakan perairan luas dengan kondisi oseanografi yang kompleks. Berbeda dengan perairan pantai pada daerah penelitian ini yang memiliki kawasan sempit dan dikelilingi pulau-pulau kecil. Sehingga proses oseanografi mungkin memberikan pengaruh yang tidak signifikan pada kawasan yang lebih sempit.

Hanintyo et al. (2015) mengemukakan bahwa jumlah kejadian *thermal front* pada perairan Laut Banda, Laut Maluku, dan Sulawesi cenderung lebih banyak terdapat pada kawasan perairan pesisir. Hal tersebut dikarenakan *front* yang terbentuk disebabkan oleh hempasan air dari daratan dengan karakteristik suhu yang berbeda dibandingkan dengan SPL. Sedangkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perairan Samudera Hindia bagian Timur barat Sumatera memiliki jumlah kejadian *thermal front* lebih banyak dibandingkan pada kawasan pesisirnya. Hal ini mungkin disebabkan sungai-sungai yang ada di wilayah barat Sumatera adalah sungai-sungai kecil. Sehingga menyebabkan kemungkinan pembentukan *thermal front* relatif kecil.

Silvia (2009) meneliti pembentukan *thermal front* pada perairan Selat Mentawai dan diketahui bahwa sebaran suhu *front* pada perairan Mentawai memiliki karakteristik suhu yang fluktuatif. Suhu *thermal front* pada perairan tersebut berkisar antara 26-32°C yang tersebar pada perairan Pulau Siberut, Sipora, Pagai dan dengan nilai gradien suhu sebesar 3°C, dengan suhu terendah *thermal front* terjadi pada bulan September. Berbeda dengan

penelitian sebelumnya, pada penelitian ini gradien suhu yang digunakan adalah 0,5°C dan suhu *thermal front* berkisar antara 26,4-32°C terjadi pada perairan bagian pesisir dan perairan lepas Samudera Hindia dengan suhu terendah *thermal front* terjadi pada bulan September. Hal ini terjadi dikarenakan pada bulan September merupakan peralihan dari musim Monsun Tenggara ke Barat Laut. Pada musim ini tingkat curah hujan tinggi dan tutupan awan banyak sehingga mengakibatkan suhu pada perairan Samudera Hindia lebih dingin. Selain itu, pengaruh dari Samudera Pasifik yang membawa arus lebih dingin juga berpengaruh terhadap pembentukan *thermal front*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Thermal front umumnya terbentuk di perairan tropis Samudera Hindia bagian Timur barat Sumatera. Beberapa *thermal front* dijumpai di perairan Selat Mentawai, Selat Siberut, dan Pulau Pagai dengan frekuensi kejadian rendah. Frekuensi *thermal front* paling tinggi ditemukan pada bulan Januari yaitu selama 23 hari dengan nilai rata-rata SPL 30,3°C dan frekuensi paling rendah terjadi pada bulan September yaitu selama 6 hari dengan nilai rata-rata SPL 29,1°C.

Saran

Penelitian lanjutan tentang karakteristik *thermal front* perlu dilakukan dengan menggunakan nilai ambang batas yang berbeda. Untuk memudahkan proses identifikasi *thermal front* dalam aplikasi ArcGIS sebaiknya menggunakan *tools modelbuilder* agar proses identifikasi dapat dilakukan secara otomatis.

UCAPANAN TERIMA KASIH

Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada LPPM-P Universitas Riau yang telah mendukung saya secara moril dan material selama melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Angraeni, I., R.N. Safruddin & M. Zainuddin. 2014. Analisis spasial dan temporal hasil tangkapan ikan cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) dan *thermal front* pada musim peralihan di perairan Teluk Bone. J. IPTEKS PSP. (1): 20-27.

Cayula, J.F & C. Peter. 1992. Edge detection algorithm for SST images. J. Atmospheric And Oceanic Technology. (9): 67-80.

Faizah, R. 2010. Biologi reproduksi ikan tuna mata besar (*Thunnus obesus*) di perairan Samudera Hindia. IPB. Bogor.

Hamzah, R., T. Prayogo & W.K. Harsanugraha. 2014. Identifikasi *thermal front* dari data satelit Terra/Aqua MODIS menggunakan metode *single image edge detection* (Studi Kasus: Perairan Utara Dan Selatan Pulau Jawa). Prossiding. Seminar Nasional Penginderaan Jauh.

Hanintyo, R., S. Hadianti., R.M.P. Mahardhik., J.S. Aldino & F. Islamy. 2015. Sebaran musiman kejadian *thermal front* berdasarkan citra Aqua-MODIS di WPP-RI 714, 715 dan 716 . Prossiding. Seminar Nasional Penginderaan Jauh.

Purbonegoro, T., Z. Arifin., W.A. Johan & A. Rachman. 2014. Penelitian oseanografi di Samudera Hindia: arah & rencana riset oseanografi 2015-2020. Pusat Penelitian Oseanografi. LIPI: Jakarta.

Nammalwar, P., S. Sathees & R. Ramesh. 2013. Applications of remote sensing in the validations of potential fishing zones (PFZ) along the coast of North Tamil Nadu India. Indian Journal Of Geo-Marine Sciences 3: 283-292.

Prawirowardoyo S. 1996. *Meteorologi*. Bandung: ITB.

Puthezhath, A.S. 2014. Identification of thermal fronts in the Arabian sea using MODIS-SST data. Kerala University Of Fisheries And Ocean Studies. Panangad

Reese D. C., R.T. O'Malley., R.D. Brodeur & J.H. Churnside. 2011. Epipelagic fish distributions in relation to thermal fronts in a coastal upwelling system using high-resolution remote-sensing techniques. Journal of Marine Science 68(9).

Silvia. 2009. Analisis daerah penangkapan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) berdasarkan suhu permukaan laut dan sebaran klorofil-a di perairan Mentawai, Sumatera Barat. IPB. Bogor.

Wrytki, K. 1961. Physical oceanography of the southeast Asian waters. The University of California. California.