

VARIABILITAS SPASIAL PARAMETER OSEANOGRAFI DI PERAIRAN SULAWESI UTARA VARIABILITY OF OCEANOGRAPHIC PARAMETERS IN NORTH SULAWESI WATERS

Astrid Yesica Lasut^{1,*}, Diana Cahaya Siregar² dan Regina Dara Ninggar³

¹⁾ Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi Manado, Jl. A. A. Maramis Bandara Sam Ratulangi, Kota Manado, 95374

²⁾ Stasiun Meteorologi Raja Haji Fisabilillah Tanjungpinang, Area Perkantoran Bandara RHF, Kota Tanjungpinang, 29125

³⁾ Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah II, Jl. H. Abdul Ghani No.5, Kota Tangerang Selatan, 15412

*Email: astridyesica@gmail.com

ABSTRAK

Laut Sulawesi dan Laut Maluku merupakan salah satu pintu masuk Arus Lintas Indonesia (Arlindo) yang memberikan pengaruh yang cukup besar dalam transpor massa air di lapisan permukaan hingga lapisan termoklin di perairan Sulawesi Utara. Fenomena pergerakan massa air yang terjadi mengakibatkan terjadinya variabilitas parameter oseanografi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji variabilitas distribusi spasial di perairan Sulawesi Utara berdasarkan beberapa data parameter oseanografi yaitu suhu permukaan laut, klorofil-a, dan angin permukaan. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan mengolah data menggunakan Ocean Data View (ODV) dan analisis spasial yang divisualisasikan menggunakan GrADS. Parameter oseanografi di perairan Sulawesi Utara secara spasial menunjukkan pola yang bervariasi di setiap periode musimnya dan menunjukkan keterkaitan antar satu dengan yang lain. Suhu permukaan laut cenderung hangat dengan nilai klorofil-a yang tinggi di pesisir pantai, serta arah angin permukaan yang bervariasi dengan kecepatan lemah pada periode musim barat hingga musim peralihan I. Kondisi suhu permukaan laut, klorofil-a, dan angin permukaan lebih berpengaruh signifikan di wilayah perairan Sulawesi Utara bagian timur pada periode musim timur hingga peralihan II.

Kata kunci: Suhu permukaan laut, klorofil-a, angin permukaan, oseanografi.

ABSTRACT

The Sulawesi Sea and the Maluku Sea are entry points for the Indonesian Throughflow (Arlindo), which considerably influences the mass transport of water from the surface layer to the thermocline layer in the waters of North Sulawesi. The phenomenon of water mass movement that occurs causes variability in oceanographic parameters. This study examines the spatial distribution variability in the waters of North Sulawesi based on several oceanographic parameters data, namely sea surface temperature, chlorophyll-a, and surface winds. This study uses a qualitative descriptive method by processing data using Ocean Data View (ODV) and spatial analysis visualized by GrADS. Oceanographic parameters in the waters of North Sulawesi spatially show a pattern that varies in each season and the linkage between one and another. From the west monsoon period until the transitional season I, the temperature tends to be warm with chlorophyll-a values or high concentrations on the coast. The surface wind direction varies with low speeds. Sea surface temperature, chlorophyll-a, and surface winds have a more significant effect in the waters of the eastern part of North Sulawesi in the east monsoon period until transition II.

Keywords: Scientific Sea surface temperature, chlorophyll-a, surface winds, oceanography.

1. Pendahuluan.

Laut Sulawesi dan Laut Maluku merupakan salah satu pintu masuk Arus Lintas Indonesia (Arlindo) dari Samudera Pasifik menuju Samudera Hindia yang melintasi perairan Indonesia [1]. Arlindo merupakan massa air yang mengalir terutama pada lapisan termoklin, yaitu lapisan dimana suhu pada kolom air turun cepat terhadap kedalaman, dimana aliran massa air terjadi sebagai akibat adanya perbedaan tekanan antara kedua lautan [2,3]. Kondisi tersebut memberikan pengaruh yang cukup besar dalam transpor massa air di lapisan permukaan hingga lapisan termoklin di perairan Sulawesi Utara.

Fenomena pergerakan massa air yang terjadi sepanjang tahun di perairan Indonesia akan mengakibatkan terjadinya variabilitas parameter oseanografi, seperti: suhu, salinitas dan arus [4]. Penelitian variabilitas parameter oseanografi di beberapa wilayah perairan di Indonesia telah banyak dilakukan, salah satunya mengenai distribusi klorofil-a dan suhu permukaan laut (SPL) di laut Bitung dan sekitarnya yang bervariasi pada setiap musim, dimana beberapa titik penangkapan ikan tuna paling potensial pada musim peralihan II [5]. Kemudian, penelitian tentang hubungan oseanografi terhadap hasil tangkapan ikan secara umum yaitu hasil tangkapan ikan cenderung rendah pada kondisi kecepatan angin dan salinitas yang tinggi dan SPL rendah [6], dan *upwelling* di Laut Banda terjadi pada periode April-Oktober dengan puncaknya di bulan Agustus dimana kejadian *upwelling* diidentifikasi melalui SPL yang lebih dingin dan konsentrasi klorofil-a yang tinggi [7].

Distribusi dan kelimpahan sumber daya hayati di suatu perairan tidak terlepas dari kondisi dan variasi parameter-parameter oseanografi.

Penelitian ini akan mengkaji variabilitas distribusi spasial di perairan Sulawesi Utara berdasarkan beberapa parameter oseanografi yaitu SPL, klorofil-a, dan angin permukaan. Penulis mengharapkan informasi dalam penelitian ini dapat digunakan untuk pengelolaan sumber daya perairan Sulawesi Utara secara berkelanjutan.

2. Metodologi.

Penelitian dilakukan di perairan Sulawesi Utara di wilayah semenanjung utara hingga perairan Kabupaten Sangihe dengan koordinat $1^{\circ} - 3^{\circ}$ LU dan $124^{\circ} - 126^{\circ}$ BT pada periode bulan Desember 2014 hingga November 2019. Data yang diamati diambil dari 10 (sepuluh) titik lokasi secara acak di wilayah penelitian (Tabel 1.), dimana data akan dikelompokkan menjadi 2 wilayah yang akan mewakili sisi perairan yaitu barat dan timur.

Tabel 1. Titik lokasi penelitian.

Wilayah Perairan Sulawesi Utara	Lintang	Bujur
Barat	2,63°	124,38°
	2,13°	124,63°
	1,63°	124,38°
	2,38°	125,13°
	2,13°	125,13°
Timur	2,63°	125,63°
	2,13°	125,63°
	1,88°	124,38°
	2,38°	125,88°
	1,63°	125,88°

(Pengolahan data, 2020)

Data yang digunakan dalam penelitian, yaitu: suhu permukaan laut (SPL), klorofil-a, dan angin permukaan. Data SPL dan klorofil-a yang digunakan pada penelitian ini merupakan data citra satelit AQUA-MODIS *near real time* dengan resolusi

0,25° x 0,25° dengan rata-rata data harian level 4 km. Data arah angin yang diolah merupakan hasil analisis komposit dari angin zonal (u) dan meridional (v). Data kecepatan angin akan di-overlay dengan data arah angin untuk mengetahui variabilitas kecepatan angin. Data angin permukaan yang digunakan yaitu data *reanalysis European Center for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) komponen u dan v dengan resolusi 0,25° x 0,25°. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode deskriptif kualitatif dengan mengolah data menggunakan Ocean Data View (ODV) dan analisis spasial yang divisualisasikan menggunakan GrADS.

3. Hasil dan Pembahasan.

Pola angin musim Asia-Australia mempengaruhi pola cuaca di wilayah perairan Sulawesi Utara. Penelitian ini akan menganalisis variabilitas suhu permukaan laut (SPL), klorofil-a, serta arah dan kecepatan angin di wilayah Perairan Sulawesi Utara berdasarkan 4 periode musim, yaitu: musim barat (Desember - Januari - Februari atau DJF), musim peralihan I (Maret - April - Mei atau MAM), musim timur (Juni - Juli - Agustus atau JJA) dan musim peralihan II (September - Oktober - November atau SON).

3.1. Suhu Permukaan Laut (SPL).

Pada musim barat, kedudukan semu matahari berada di belahan bumi selatan sehingga panas yang diserap oleh suatu perairan akan lebih kecil daripada saat musim timur [8]. Kondisi tersebut berdampak terhadap sebaran SPL di Belahan Bumi Utara (BBU) cenderung lebih dingin dibandingkan di Belahan Bumi Selatan (BBS). Variabilitas SPL (tahun 2015–2019) di perairan Sulawesi Utara yaitu berkisar 28,5 – 30,0 °C untuk setiap periode musim (Tabel 2). Sebaran nilai SPL untuk periode musim barat dan musim

peralihan I dikategorikan homogen dengan nilai yang relatif cukup hangat. SPL pada musim barat diduga dipengaruhi oleh angin barat yang membawa massa udara hangat. Keadaan tersebut menimbulkan hujan di berbagai lokasi yang terdampak, sebaliknya angin timur membawa massa udara kering dan menyebabkan musim kemarau bagi lokasi yang terdampak [9].

Tabel 2. Nilai sebaran SPL menurut periode musim.

Periode Musim	Nilai Sebaran (°C)
Barat	29,0 – 29,5
Peralihan I	29,5 – 30,0
Timur	28,5 – 30,0
Peralihan II	29,0 – 30,0

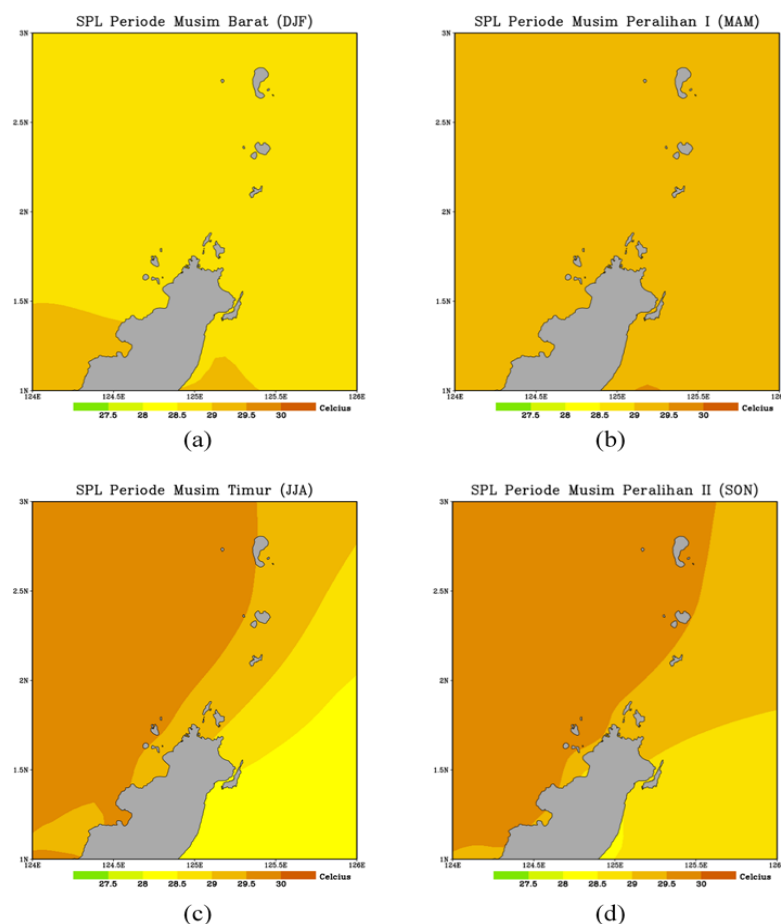
(Pengolahan data, 2020)

Gambar 1 menginterpretasikan sebaran nilai SPL di perairan Sulawesi Utara. Umumnya peningkatan presipitasi memberikan pengaruh penurunan penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan. Hal ini dikarenakan besarnya tutupan awan di atas wilayah perairan Sulawesi Utara, akibatnya proses refleksi cahaya matahari tidak diterima dengan baik oleh permukaan laut. SPL pada musim peralihan I lebih tinggi dikarenakan massa udara hangat yang dibawa oleh angin barat sudah berkurang, yang berarti tutupan awan di atas wilayah perairan Sulawesi Utara juga berkurang. Kondisi tersebut membuat proses refleksi cahaya matahari bisa diterima dengan baik oleh permukaan laut.

Nilai sebaran SPL pada musim timur dan musim peralihan II yaitu lebih bervariasi dengan nilai yang relatif hangat di bagian barat perairan Sulawesi Utara. Hal ini disebabkan oleh posisi matahari berada di BBU sehingga penetrasi cahaya matahari optimal diterima oleh permukaan laut. Sebaran SPL di bagian timur perairan Sulawesi Utara cenderung lebih dingin

dibandingkan dengan bagian barat. Hal ini diduga terkait dengan fenomena *upwelling*. Proses *upwelling* memungkinkan terjadinya pengangkutan massa air hangat atau dingin dari tempat lain sehingga akan mempengaruhi nilai SPL. Kondisi kecepatan angin timur yang

cenderung kuat akan mendorong massa air dari Laut Maluku menuju ke arah barat. Akibatnya terjadi penurunan suhu di bagian timur perairan Sulawesi Utara karena massa air dingin dari dalam naik ke atas permukaan.



Gambar 1. Distribusi spasial SPL (a) musim barat, (b) musim peralihan I, (c) musim timur, (d) musim peralihan II (Pengolahan data, 2020).

3.2. Klorofil-a.

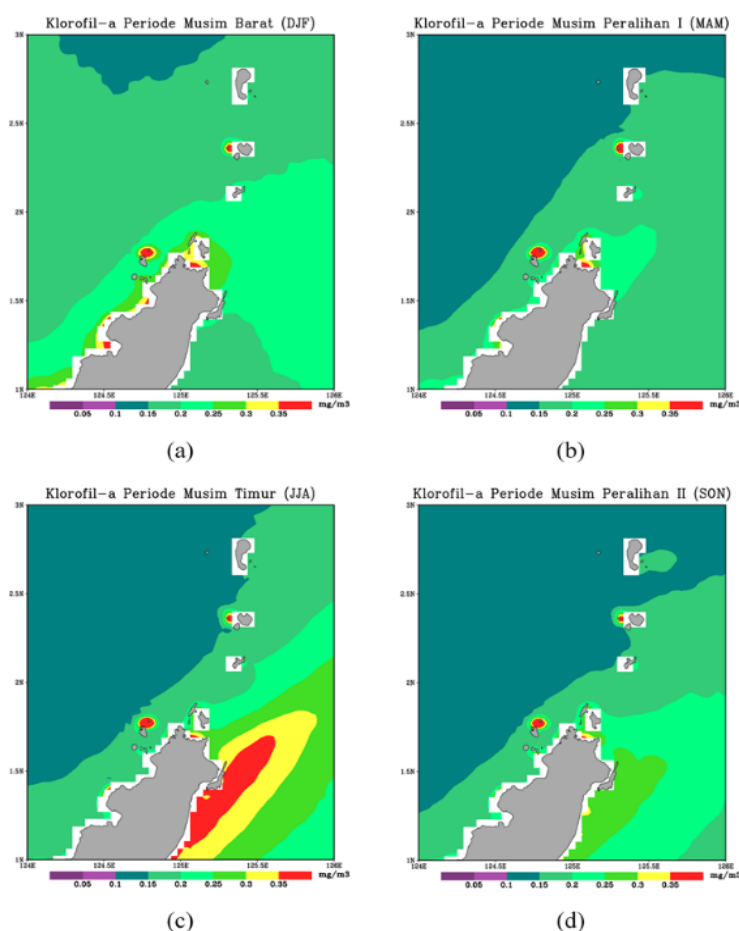
Variabilitas sebaran nilai konsentrasi klorofil-a (tahun 2015–2019) di perairan Sulawesi Utara cenderung menunjukkan nilai yang cukup rendah dan homogen berkisar antara $< 0,15 - 0,5 \text{ mg/m}^3$ di setiap periode musim (Gambar 2.). Pada musim barat dan peralihan I, konsentrasi tinggi dominan berada di daerah pesisir pantai. Hal tersebut diduga terdapat pengaruh *run-off* dari daratan sebagai akibat

tingginya curah hujan pada musim ini. Hal ini didukung dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sebaran fitoplankton dominan lebih banyak terdapat di area muara dekat pantai dan perairan yang berpotensi terjadi *upwelling* [10,11]. Tingginya sebaran klorofil-a di perairan pesisir pantai disebabkan karena adanya suplai nutrisi melalui perairan sungai dalam

jumlah besar yang berasal dari daratan [12].

Berdasarkan distribusi sebaran konsentrasi klorofil-a pada musim timur dan peralihan II, konsentrasi tinggi dominan berada di perairan Sulawesi Utara bagian timur dan tenggara. Tingginya konsentrasi klorofil-a di wilayah tersebut disebabkan adanya fenomena *upwelling* yang ditandai dengan nilai SPL yang semakin mendingin.

Penurunan nilai SPL dan peningkatan klorofil-a dapat dipengaruhi oleh proses mixing sebagai dampak dari adanya peningkatan kecepatan angin, sehingga terjadi percampuran massa air lapisan bawah dengan lapisan atasnya. Perairan yang mengalami proses kenaikan massa air merupakan perairan yang subur dan memiliki produktivitas primer yang cukup tinggi karena mengandung banyak fitoplankton sebagai pemasok oksigen di dalam air.



Gambar 2. Distribusi spasial klorofil-a: (a) musim barat, (b) musim peralihan I, (c) musim timur, (d) musim peralihan II (Pengolahan data, 2020).

3.3. Angin Permukaan.

Secara umum, variabilitas sebaran nilai kecepatan angin permukaan (tahun 2015–2019) di perairan Sulawesi Utara menunjukkan nilai homogen hampir di setiap periode

musim yaitu berkisar antara 2,0 – 8,0 m/s (Tabel 2.). Pada musim barat, arah angin dominan dari Barat-Utara dengan kecepatan angin rata-rata minimum 2,0 m/s dan maksimum 4,0 m/s. Pada musim peralihan I, arah angin dominan dari Utara-Timur Laut

dengan kecepatan angin rata-rata minimum 2,0 m/s dan maksimum 6,0 m/s. Pada musim timur dan musim peralihan II, arah angin dominan dari Selatan-Barat Daya dengan kecepatan angin yang terendah 2,0 m/s dan tertinggi 8,0 m/s.

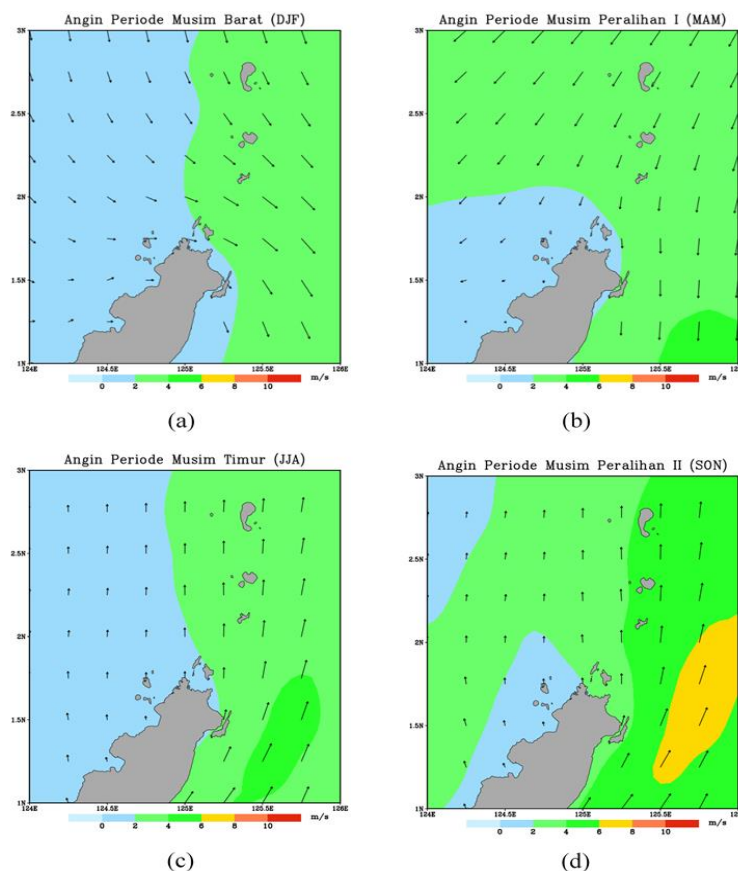
Tabel 2. Nilai kecepatan angin permukaan menurut periode musim.

Periode Musim	Nilai Sebaran (°C)
Barat	2,0 – 4,0
Peralihan I	2,0 – 6,0
Timur	2,0 – 6,0
Peralihan II	2,0 – 8,0

(Pengolahan data, 2020)

Pola pergerakan angin umumnya mengikuti perubahan tekanan udara sebagai hasil dari pergerakan semu matahari. Gerak semu matahari menyebabkan perbedaan tekanan

udara di BBU dan BBS. Pada musim barat, arah angin lebih bervariasi dengan kecepatan angin dikategorikan lemah [13]. Kondisi ini diduga masih terdapat tekanan udara rendah di wilayah Samudera Pasifik bagian barat yang membuat pergerakan arah angin menjadi tidak menentu (variabel atau berubah-ubah). Pada musim peralihan I, angin bergerak dari Samudera Pasifik dengan kecepatan angin dikategorikan kencang. Kondisi ini diduga bahwa angin barat masih berpengaruh di wilayah perairan Sulawesi Utara. Pada musim timur dan musim peralihan II, angin bergerak dari Laut Maluku dan Selat Makassar dengan kecepatan angin dikategorikan kencang. Kondisi ini diduga bahwa angin timur berpengaruh di wilayah perairan Sulawesi Utara.



Gambar 3. Distribusi spasial angin permukaan: (a) musim barat, (b) musim peralihan I, (c) musim timur, (d) musim peralihan II (Pengolahan data, 2020).

4. Kesimpulan.

Parameter oseanografi di perairan Sulawesi Utara secara spasial menunjukkan pola yang bervariasi di setiap periode musimnya dan menunjukkan keterkaitan antar satu dengan yang lain. Hal ini ditunjukkan oleh parameter suhu permukaan laut (SPL), klorofil-a dan angin permukaan. Di periode musim barat hingga musim peralihan I, suhu cenderung hangat dengan nilai klorofil-a atau konsentrasi tinggi di pesisir pantai, serta arah angin permukaan yang bervariasi dengan kecepatan lemah. Kondisi tersebut terjadi dikarenakan presipitasi yang cukup tinggi di periode tersebut sehingga mempengaruhi kondisi oseanografi di perairan Sulawesi Utara. Sebaliknya di periode musim timur hingga peralihan II, kondisi SPL, klorofil-a dan angin permukaan lebih berpengaruh signifikan di wilayah perairan Sulawesi Utara bagian timur. Hal ini terjadi sebagai dampak dari proses *upwelling* yang ditandai dengan SPL cukup dingin dan konsentrasi klorofil-a tinggi.

Daftar Pustaka

- [1] Lasut, A.Y., Patty, W., Warouw, V., Sondakh, C.A., Bara, R.A., Luasunaung, A., & Sumilat, D.A. (2021). The relationship between el nino southern oscillation (enso) and oceanographic parameters in North Sulawesi waters, *Aquatic Science & Management*, 9(1), 17-25.
- [2] Pradita, N., Ismah, S.F., & Purnama, D.R. (2019). Pengaruh arlindo terhadap durasi dan intensitas siklon tropis di pasifik barat laut dan samudra hindia selatan, *Prosiding Seminar Nasional Bumi dan Atmosfer 2019*, 7-15, Tangerang Selatan: STMKG.
- [3] Hasanudin, M., (1998). Arus lintas indonesia (arlindo), *Oseana*, 23(2), 1-9.
- [4] Atmadipoera, A.S., & Mubaraq, G.L. (2016). struktur dan variabilitas arlindo di laut sulawesi, *Jurnal Kelautan Nasional*, 11(3), 159-174.
- [5] Kumaat, J.C., Rampengan, M.M.F., & Kandoli, S.T.B. (2018). Sistem informasi geografis daerah penangkapan ikan tuna di perairan bitung, *Jurnal Ilmiah Platax*, 6(2), 147-157.
- [6] Supiyati, Pagestu, S., & Praja, A.S. (2019). Variabilitas spasial dan temporal parameter oseanografi terhadap tangkapan ikan di perairan laut bengkulu, *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(2), 461-473.
- [7] Tristiano, G., Wulandari, S.Y., Suryoputro, A.A.D., Handoyo, G., & Zainuri, M. (2021). Studi variabilitas upwelling di laut banda, *Indonesian Journal of Oceanography*, 03(01), 25-35.
- [8] Hestningsih, Prasetyo Y., Sasmito., & Wirasatriya A., (2017). Identifikasi kawasan upwelling berdasarkan variabilitas klorofil-a, suhu permukaan laut dari data citra aqua modis tahun 2003-2015 dan arus (studi kasus: perairan nusa tenggara timur), *Jurnal Geodesi UNDIP*, 6(1), 189-198.
- [9] Simanjuntak, P.P., & Safril, A. (2020). Analisa angin zonal dan meridional dalam menentukan awal musim hujan di kota jambi, *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 8(1), 43-50.
- [10] Nontji, A (1993). Laut Nusantara, Jakarta: Djambatan.

- [11] Munandar, B., Purwanto, & Kunarso. (2016). Kaitan monsun terhadap variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a untuk prediksi fishing ground di perairan karimun jawa, *Jurnal Oseanografi*, 5(4), 505-511.
- [12] Marlian, N., Damar, A., & Effendi H. (2015). Distribusi horizontal klorofil-a fitoplankton sebagai indikator tingkat kesuburan perairan di teluk meulaboh aceh barat, *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 20(03), 272-279.
- [13] Rifai, A., Rochaddi, B., Dadika, U., Marwoto, J., & Setiyono, H. (2020). Kajian pengaruh angin musim terhadap sebaran suhu permukaan laut (studi kasus: perairan pangandaran jawa barat), *Indonesian Journal of Oceanography*, 02(01).