

## SEA TEMPERATURE AND CURRENT DURING TRANSITIONAL SEASONS TO SUPPORT THE RESILIENCE OF COASTAL ECOSYSTEMS

Oleh :

**Andik Isdianto<sup>1)</sup>, Oktiyas Muzaky Luthfi<sup>2)</sup>, Muchamad Fairuz Haykal<sup>2)</sup> dan Supriyadi<sup>3)</sup>**

<sup>1</sup> Coastal Resilience and Climate Change Adaptation (CORECT) – Research Group, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Malang, Indonesia 65145  
email : andik.isdianto@ub.ac.id

<sup>2</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Malang, Indonesia, 65145  
email : omuzakyl@ub.ac.id

<sup>2</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Malang, Indonesia, 65145  
email : haykalmuchamadfairuz@gmail.com

<sup>3</sup> Fakultas Keamanan Nasional, Universitas Pertahanan, Bogor, Indonesia  
email : supriyadimarinescience@gmail.com

### Abstrak

Teluk Prigi mempunyai potensi perikanan laut dengan jumlah produksi perikanan tangkap mencapai 4.108,57 ton/tahun. Potensi perikanan teluk Prigi ini diimbangi juga oleh pergerakan nutrient yang disebabkan oleh pergerakan arus. Pergerakan nutrient di dalam perairan tentu saja tidak lepas dari faktor arus permukaan suatu perairan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pola persebaran suhu yang mempengaruhi pergerakan arus yang ada di Teluk Prigi dari kedalaman 1 meter hingga kedalaman 5 meter. Pergerakan arus ini akan menentukan bagaimana persebaran kualitas air yang ada di perairan Teluk Prigi. Kondisi arus di perairan teluk prigi pada umumnya bergerak menuju ke arah timur laut dengan kecepatan  $\pm 0,8-1,4$  km/jam. Suhu perairan teluk prigi di permukaan laut dan pada kedalaman 1 meter pada kisaran 28 hingga 29°C. Adanya perbedaan suhu akan menyebabkan adanya perbedaan tekanan, sehingga menyebabkan munculnya angin. Keberadaan angin menyebabkan massa air berpindah dari suatu tempat ke tempat yang lain. Persebaran klorofil-a di wilayah Teluk Prigi pada umumnya berada di perairan yang relatif dangkal, yaitu 2,13 hingga 3,66 mg/m<sup>3</sup>, dimana ini menunjukkan adanya potensi perikanan yang baik guna mendukung ketahanan wilayah pesisir, terutama dalam memenuhi kebutuhan pangan dan finansial dari keluarga Nelayan di Teluk Prigi.

**Kata Kunci :** Teluk Prigi, Suhu, Arus, Klorofil-a, Potensi Perikanan Tangkap

### 1. PENDAHULUAN

Pesisir merupakan wilayah yang sangat sensitif karena di manfaatkan untuk berbagai kegiatan manusia seperti pusat pemerintahan, permukiman, industry, pelabuhan, pertambakan, pertanian, pariwisata dan sebagainya. Berbagai kegiatan ini tentu saja akan meningkatkan masalah baru seperti erosi pantai, sedimentasi, penurunan tanah, maupun sedimentasi apabila tidak dikelola dengan baik (Hidayati & Purnawali, 2015). Menurut Isdianto et al. (2014), keberadaan isu pemanasan global akan berdampak terjadinya kenaikan muka air laut dan menimbulkan kerusakan di sepanjang pesisir pantai.

Ketahanan lingkungan merupakan upaya yang dilakukan dalam menjaga keutuhan lingkungan dari bahaya yang disebabkan secara alami atau secara buatan, dan ini menjadi tanggung jawab pemerintah maupun swasta. Ketahanan lingkungan dipengaruhi juga oleh kondisi oseanografi yang merupakan penyebab alami dalam mempengaruhi ketahanan lingkungan (Irma, 2018). Terlebih di wilayah pantai selatan yang pada umumnya memiliki gelombang yang cukup besar sehingga ekosistem terumbu karang pada umumnya bisa beradaptasi dengan gelombang dan arus yang

kuat (Luthfi, 2019). Menurut Suryana (2013) perairan Teluk Prigi merupakan perairan dengan dasar lumpur bercampur pasir dan sedikit berbatu karang. Sebagian wilayah pesisir perairan selatan Jawa, termasuk perairan Teluk Prigi sangat ditentukan iklim Samudera Hindia (Wibowo, K., & Adrim, M. 2014).

Menurut Luthfi (2019), Teluk Prigi memiliki karakteristik terumbu karang di sekitar garis pantainya yang dapat ditemukan pada kedalaman 1-5 meter. Dimana pertumbuhan terumbu karang ini dipengaruhi oleh faktor arus laut, yang merupakan gerakan massa air dari suatu tempat (posisi) ke tempat yang lain. Pada hakekatnya, energi yang menggerakkan massa air laut tersebut berasal dari matahari dan perbedaan pemanasan matahari terhadap permukaan bumi menimbulkan pula perbedaan energi yang diterima permukaan bumi. Perbedaan ini menimbulkan fenomena arus laut dan angin yang menjadi mekanisme untuk menyeimbangkan energi di seluruh muka bumi. (Azis, 2006).

Arus merupakan pergerakan air luas yang terjadi pada lautan di dunia (Hutabarat dan Evan, 2012). Arus merupakan gerakan mengalir suatu massa air yang dapat disebabkan oleh tiupan

angin di permukaan, karena perbedaan densitas air laut, arus pasang surut dan arus yang disebabkan oleh gelombang internal (Widada, S., Rochaddi, B., & Endrawati, H., 2012). Arus laut ini dapat membawa dan menggerakkan sedimen yang berada di permukaan maupun yang berada di dasar perairan (Supriyadi et al., 2017).

Arus permukaan dapat berpengaruh terhadap sebaran suhu permukaan laut. Perubahan suhu ini akan mengakibatkan perbedaan tekanan di perairan sehingga menyebabkan angin. Angin inilah yang akan mempengaruhi pergerakan arus dilautan (Fadika et al., 2014). Perbedaan distribusi suhu antar stasiun pengamatan dapat terjadi karena adanya pengaruh internal yaitu perbedaan batimetri/kontur kedalaman pada stasiun pengamatan dimana semakin dalam maka suhu yang didapatkan akan semakin dingin (Wulandari, 2013).

Perubahan iklim akan mempengaruhi bertambahnya intensitas kejadian cuaca ekstrim di suatu wilayah, perubahan pola hujan, serta peningkatan suhu dan kenaikan muka air laut (Isdianto & Luthfi, 2019). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pola persebaran suhu yang mempengaruhi pergerakan arus yang ada di Teluk Prigi dari kedalaman 1 meter hingga kedalaman 5 meter, yang pada akhirnya akan membawa dampak kepada ketahanan ekosistem pesisir.

## 2. METODE PENELITIAN

### Study Area

Penelitian ini dilakukan di teluk prigi dengan 20 stasiun pengambilan pada bulan Agustus 2017 dan penggunaan Citra Aqua Modis pada waktu yang sama. Pada umumnya gelombang pada bulan ini adalah cukup besar.

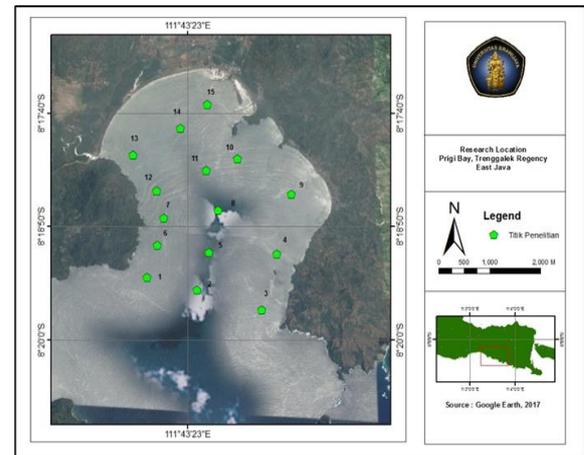
### Parameters measurements

Penentuan lokasi pengukuran dalam penelitian ini menggunakan metode purposive sampling. Purposive sampling adalah pengambilan sampel berdasarkan kondisi tertentu di lokasi penelitian yang dipilih. Pengumpulan data kualitas air dilakukan secara insitu. Data Suhu dikumpulkan dengan menggunakan alat ukur kualitas Aqua tipe 1183 atau lebih dikenal dengan AAQ Rinko. Data dikumpulkan di 20 stasiun dan pada kedalaman 0 meter (permukaan) dan kedalaman 1 meter. Pengambilan data arus menggunakan current meter tipe FLOWATCH FL-03 dengan kedalaman 1 hingga 5 meter. Pengukuran data dilakukan pada bulan September 2017

### Analisis Data

Data suhu yang diperoleh dari AAQ 1183 akan diolah di microsoft excel untuk mengetahui pola persebaran suhu yang ada di perairan teluk prigi. Data arus yang telah diukur dengan menggunakan current meter tipe flowatch FL-03 diolah dengan menggunakan surfer untuk mengetahui bagaimana arah dan kecepatan arus di

perairan teluk prigi. Analisis data pada penelitian ini menggunakan surfer. Kemudian data suhu dan klorofil juga dibandingkan dengan data dari Citra satelit Aqua MODIS diolah dengan menggunakan software SeaDAS, Er-Mapper dan Argisc 10.3.

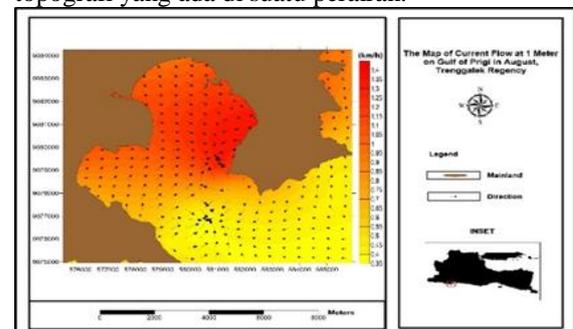


Gambar 1. Lokasi Penelitian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Arus Hasil Pengukuran

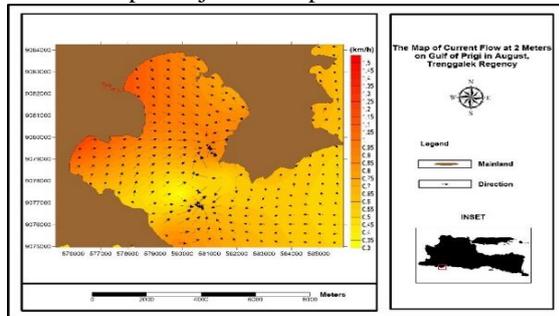
Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa arus permukaan di kedalaman 1 meter cenderung bergerak ke arah timur laut yang mana dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah yang memiliki tekanan udara yang relatif rendah. Kecepatan arus permukaan pada kedalaman meter berkisar antara 0,35 sampai 1,4 km/jam. Pergerakan arus permukaan ini pada umumnya disebabkan oleh adanya pergerakan angin. Terjadinya angin sendiri dikarenakan pergerakan udara dari daerah yang relatif dingin ke daerah yang relatif panas. Menurut Peregrine, D. H. (1976) pada dasarnya tekanan air akan bergerak apabila adanya gesekan dengan angin. Oleh sebab itu pergerakan arus permukaan pada umumnya disebabkan oleh angin. Sirkulasi pantai pada umumnya disebabkan oleh adanya arus laut dan topografi yang ada di suatu perairan.



Gambar 2. Peta Persebaran Arus pada Kedalaman 1 Meter

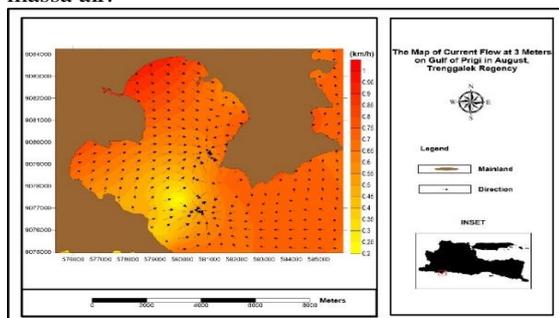
Pergerakan arus pada kedalaman 2 meter memiliki arah yang lebih condong ke timur dan kemudian membentuk pusaran di daerah mulut teluk tersebut. Pergerakan arus ini dipengaruhi oleh angin juga karena perbedaan suhu di beberapa

tempat. Arus pada kedalaman 2 meter juga dapat dikategorikan sebagai arus permukaan yang disebabkan oleh angin. Dibandingkan dengan kondisi arus pada kedalaman 1 meter, arus pada kedalaman 2 meter ini cenderung lebih lambat kecepatannya. Hal itu disebabkan angin akan memberikan kekuatan penggerak yang lebih besar pada perairan yang lebih dangkal. Menurut Sugianto (2007) pada arus kedalaman 1,5 sampai 2 meter merupakan jenis arus permukaan.



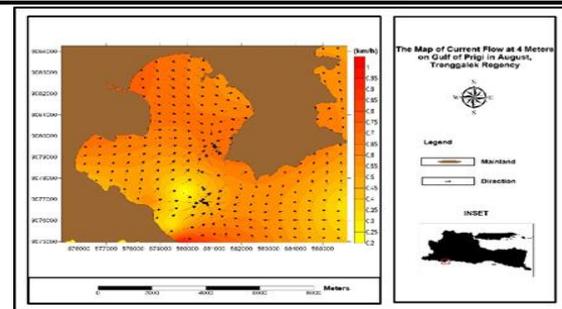
Gambar 3. Peta Persebaran Arus pada Kedalaman 2 Meter

Pada kedalaman 3 meter arah arus juga cenderung ke arah timur laut akan tetapi arus tersebut juga bergerak terkumpul di mulut teluk prigi. Hal tersebut dimungkinkan karena adanya kontur dasar perairan yang dapat menyebabkan arah arus menjadi terkumpul di wilayah tersebut. Pada umumnya rata-rata kecepatan arus kedalaman 3 meter lebih besar jika dibandingkan dengan pada kedalaman 1 meter dan 2 meter. Rata-rata kecepatannya adalah 0,55 km/jam. Menurut pada dasarnya arus merupakan penggerak utama massa air.



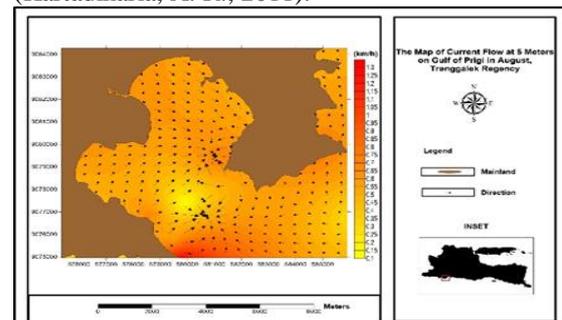
Gambar 4. Peta Persebaran Arus pada Kedalaman 3 Meter

Arus pada kedalaman 4 meter dapat dilihat pada gambar 5. Pada kedalaman 4 meter kecepatan arus terbesar berada di mulut teluk prigi. Kecepatan arus terbesar berkisar 1 km/jam. Arah arus pada kedalaman tersebut dominan sama juga ke arah timur laut. Pada umumnya arus perairan dalam juga dipengaruhi oleh densitas perairan sehingga berbeda dengan arus permukaan di kedalaman 1 sampai 2 meter. Arus juga berkumpul di mulut Teluk Prigi.



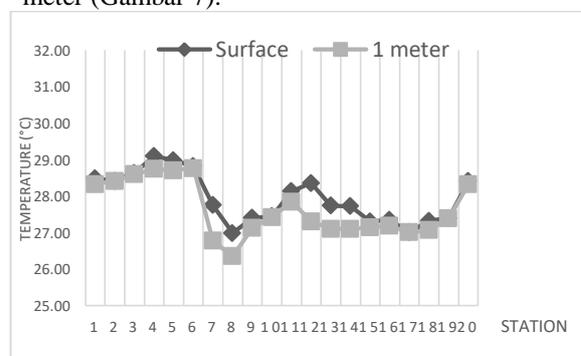
Gambar 5. Peta Persebaran Arus pada Kedalaman 4 Meter

Pergerakan arus di kedalaman 5 meter (Gambar juga cenderung bergerak ke arah timur laut. Pergerakan arus di kedalaman 5 meter tidak jauh berbeda dengan pergerakan arus kedalaman 4 meter. Hal ini dikarenakan pergerakan arus kedalaman perairan tersebut tidak didominasi oleh pergerakan angin sehingga pergerakan arus di kedalaman tersebut sedikit berbeda dengan kedalaman 1 sampai 2 meter. Menurut Pickart, R. S., & Smethie Jr, W. M. (1993), perbedaan densitas akan menyebabkan terjadinya arus dalam laut. Selain disebabkan oleh suhu sirkulasi air laut juga dapat disebabkan oleh peristiwa pasang surut (Kartadikaria, A. R., 2011).



Gambar 6. Peta Persebaran Arus pada Kedalaman 5 Meter

Menurut Nurjani (2013) perbedaan suhu yang tinggi yang akan mempengaruhi gerakan angin. Tiupan angin menyebabkan pergerakan massa air permukaan (Tubalawony, n.d). Nilai suhu yang diperoleh pada permukaan air berbeda dari nilai suhu yang diperoleh pada kedalaman 1 meter (Gambar 7).



Gambar 7. Suhu pada Kedalaman 0 Meter dan 1 Meter di Perairan Teluk Prigi Pada tingkat air, suhu yang diperoleh di 20 stasiun memiliki nilai suhu yang lebih tinggi dari nilai suhu yang diperoleh

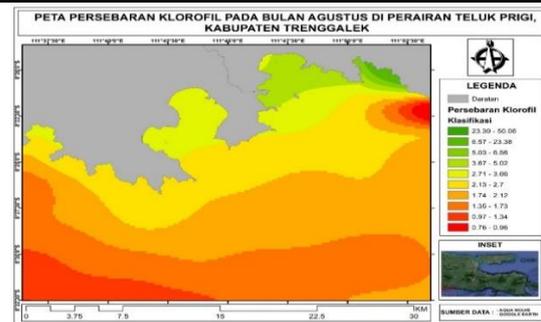
pada kedalaman 1 meter. Nilai suhu terendah pada permukaan air diperoleh di stasiun 8, sedangkan nilai suhu tertinggi di permukaan air diperoleh di stasiun 4. Nilai suhu terendah pada kedalaman 1 meter diperoleh di stasiun 8, sedangkan nilai suhu tertinggi di 1 Kedalaman meter diperoleh di stasiun 6. Menurut Miller dan Wheeler (2012) kondisi suhu perairan suatu daerah sangat dipengaruhi oleh intensitas sinar matahari ke dalam perairan. Temperatur air juga sangat mempengaruhi gravitasi dan kepadatan air laut. Menurut Swan (2001) pada kondisi tertentu arus akan mengalami perubahan arah dan kecepatan yang dipengaruhi oleh gelombang. Menurut Baines, W. D., (1965) arus yang digerakkan oleh angin pada awalnya dipaksa oleh tekanan angin yang menyebabkan air menumpuk di lokasi tertentu.

#### Ketahanan Ekosistem Pesisir

Pemanasan global dapat menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati laut, salah satunya adalah terumbu karang. Terumbu karang yang bersimbiosis dengan zooxanthellae secara otomatis sangat terpengaruh oleh perubahan suhu hal ini dikarenakan biota tersebut sangat terpengaruh oleh cahaya matahari. Pada umumnya terumbu karang dapat hidup secara optimal pada perairan dengan suhu dengan kisaran 25 - 29°C. Pemanasan global juga menyebabkan terhambatnya pertumbuhan fitoplankton di lautan karena peningkatan Gas Rumah Kaca berupa CFC (Latuconsina, 2010).

Pada umumnya kisaran suhu perairan di wilayah Teluk Prigi adalah 27 - 29°C, baik di kedalaman 1 meter maupun 0 meter di permukaan. Hal ini mengindikasikan bahwa perairan Prigi sangat sesuai untuk pertumbuhan terumbu karang, karena telah memenuhi persyaratan. Keberadaan ekosistem Terumbu Karang yang dapat tumbuh dengan optimum maka akan memberikan dampak kepada keberadaan ikan yang menjadikannya sebagai habitat utamanya, yaitu pemijahan (*spawning ground*), pengasuhan (*nursery ground*) dan tempat mencari makan (*feeding ground*). Sehingga akhirnya akan memberikan dampak kepada melimpahnya keberadaan ikan dan memunculkan daerah tangkapan ikan yang sangat kaya hasil tangkapannya.

Kisaran suhu permukaan perairan yang berada di wilayah Teluk Prigi juga berkorelasi positif dengan keberadaan klorofil-a di wilayah tersebut. Hasil analisis citra Aqua Modis menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil-a pada umumnya berada di perairan yang relatif dangkal, yaitu 2,13 hingga 3,66 mg/m<sup>3</sup>. Hal ini dikarenakan masuknya sinar matahari yang sangat optimal di kolom perairan, sehingga konsentrasi klorofil-a juga meningkat dan terpusat di wilayah tersebut.



Gambar 8. Peta Persebaran Klorofil di perairan Teluk Prigi

Tangke et al., (2015) menyatakan bahwa adanya pengaruh yang nyata antara keberadaan klorofil-a terhadap hasil tangkapan ikan. Fluktuasi perubahan suhu dan klorofil-a dapat mempengaruhi hasil tangkapan nelayan. Hasil tangkapan Ikan yellowfin tuna meningkat pada suhu 28.6°C dan menurun pada suhu 29,5°C. Ikan yellowfin tuna umumnya tertangkap pada kisaran klorofil-a 0,1 - 0,35 mg/m. Konsentrasi klorofil-a yang terdapat pada suatu perairan tidak langsung mempengaruhi jumlah ikan yang ada pada daerah tersebut. Terdapat lag/waktu dimana konsentrasi klorofil-a yang ada di suatu perairan terlebih dahulu dimakan oleh struktur organisme herbivora, contohnya zooplankton, dan crustacea kecil (juvenile) dan selanjutnya akan dimakan oleh organisme pada tingkat yang lebih tinggi. Pengaruh secara nyata konsentrasi klorofil-a terhadap hasil tangkapan adalah Ketika konsentrasinya mencapai 0,35 mg/m<sup>3</sup>. Hal ini dikarenakan perairan yang memiliki produktivitas primer fitoplankton semakin tinggi, maka sumberdaya hayatinya juga tinggi (Tangke, 2015).

Keberadaan kandungan klorofil-a yang tinggi dalam suatu perairan menjadi salah satu indikasi tingginya konsentrasi fitoplankton dan zooplankton sebagai komponen produser dalam tingkatan rantai makanan tropik dan menjadi indikator perairan yang subur. Hasil tangkapan ikan layang yang meningkat selaras dengan meningkatnya konsentrasi klorofil-a mengindikasikan bahwa terdapat interaksi yang erat antara faktor lingkungan seperti ketersediaan makanan di perairan (Kasim, 2014). Pada umumnya konsentrasi klorofil-a meningkat maka volume produksi ikan juga meningkat, begitu juga sebaliknya pada saat konsentrasi klorofil-a menurun maka produksi ikan juga mengalami penurunan (Kuswanto, 2017).

Arus laut sendiri berhubungan secara langsung terhadap pola tangkapan ikan, karena dapat mempengaruhi jenis respon ikan dan kestabilan alat tangkap. Ikan pelagis pada umumnya memberikan respon pasif terhadap arus kecepatan sedang, sedangkan pada arus yang relatif rendah maka ikan pelagis cenderung bersifat aktif melawan arus. Terkait pengaruhnya terhadap alat tangkap, kecepatan arus tentu saja akan

mempengaruhi kestabilan alat tangkap itu sendiri (Cahya, 2016).

Potensi perikanan tangkap merupakan salah satu faktor yang secara langsung memiliki dampak kepada ketahanan wilayah pesisir. Kondisi ekosistem wilayah pesisir yang baik, akan memberikan dampak yang signifikan terhadap keberadaan wilayah penangkapan ikan itu sendiri. Sehingga peningkatan produksi perikanan tangkap menjadi sesuatu hal yang ingin dicapai oleh sebagian besar masyarakat pesisir, dikarenakan secara ekonomi mereka mendapatkan kekuatan secara ekonomi dari hasil kegiatan perikanan tangkap. Sekalipun tidak secara langsung melakukan kegiatan penangkapan ikan, namun dengan kemunculan kegiatan ekonomi seperti industri pengolahan ikan dan pemasarannya.

Hingga saat ini, sangat dibutuhkan dukungan pemerintah melalui berbagai program ataupun kebijakan yang bertujuan untuk meningkatkan ketahanan ekonomi dan pangan rumah tangga kelompok *urban farming* perikanan seperti pasar rakyat dengan tujuan menjual hasil *urban farming* (Anggrayni et al., 2015). Selain itu, diperlukan juga kebijakan dalam wujud perikanan berkelanjutan sebagai dukungan terhadap ketahanan wilayah pesisir, dengan memperhatikan kondisi ekosistem wilayah pesisir secara menyeluruh dan menyeimbangkan dengan potensi perikanan tangkap yang ada.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini pada umumnya pergerakan arus di perairan teluk prigi menuju ke arah timur laut dengan kecepatan berkisar antara 0,8 sampai 1,4 km/jam. Suhu perairan teluk prigi di permukaan laut dan pada kedalaman 1 meter berkisar antara 28-29°C. Pada umumnya suhu tertinggi berada di mulut teluk sehingga pergerakan arus berasal dari pantai menuju keluar teluk prigi. Kondisi ini menunjukkan persebaran klorofil-a yang baik di wilayah Teluk Prigi, dimana ini menunjukkan adanya potensi perikanan yang baik guna mendukung ketahanan ekosistem wilayah pesisir, terutama dalam memenuhi kebutuhan pangan dan finansial dari keluarga Nelayan di Pesisir Teluk Prigi.

#### 5. REFERENSI

- Anggrayni, Fika M., D. R. Andrias, & M. Adriani. (2015). Ketahanan Pangan dan *Coping Strategy* Rumah Tangga *Urban Farming* Pertanian dan Perikanan Kota Surabaya. *Media Gizi Indonesia*. 10 (2) : 173 – 178.
- Azis, Furqon M. 2006. Gerak Air di Laut. *Oseana*, Volume XXXI, Nomor 4, Hal: 9-21.
- Baines, W. D., & Knapp, D. J. (1965). Wind driven water currents. *J. Hydr. Div., ASCE*, 91(2), 205-221.

- Cahya, Citra N., D. Setyohadi, & D. Surinati. (2016). Pengaruh Parameter Oseanografi terhadap Distribusi Ikan. *Oseana*. 61(4) : 1 -1 14.
- Fadika, U., Rifai, A., & Rochaddi, B. (2014). Arah dan Kecepatan Angin Musiman Serta Kaitannya dengan Sebaran Suhu Permukaan Laut di Selatan Pangandaran Jawa Barat. *Journal of Oceanography*, 3(3), 429-437.
- Hidayati, Nurin, & H. S. Purnawali. (2015). Deteksi Perubahan Garis Pantai Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo. *Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan V*. 570 – 574.
- Hutabarat, S dan Evans, S, 2012. Pengantar Oseanografi. UI – Press: Jakarta.
- Irma, Wirdati, T. Gunawan, & Suratman. 2018. Pengaruh Konversi Lahan Gambut terhadap Ketahanan Lingkungan di DAS Kampar Provinsi Riau Sumatera. *Jurnal Ketahanan Nasional*. 24(2) : 170 – 191.
- Isdianto, Andik, O. M. Luthfi. (2019). Persepsi dan Pola Masyarakat Teluk Popoh terhadap Perubahan Iklim. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 5(2) : 77-82.
- Isdianto, Andik, W. Citrosiswoyo, & K. Sambodho. (2014). Zonasi Wilayah Pesisir Akibat Kenaikan Muka Air Laut. *Jurnal Permukiman*. 9 (3) : 148 – 157.
- Kartadikaria, A. R., Miyazawa, Y., Varlamov, S. M., & Nadaoka, K. (2011). Ocean circulation for the Indonesian seas driven by tides and atmospheric forcings: Comparison to observational data. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 116(C9).
- Kasim, Kamaluddin, Triharyuni Setiya dan Arief Wujdi. 2014. Hubungan Ikan Pelagis Dengan Konsentrasi Klorofil-a Di Laut Jawa. *BAWAL* Vol. 6 (1) April 2014 :21-29.
- Kuswanto, Tiara Dea, Syamsuddin M.L., & Sunarto (2017). Hubungan Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a Terhadap Hasil Tangkap Ikan Tongkol Di Teluk Lampung. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* Vol. VIII No. 2 /Desember 2017(90-102).
- Latuconsina, Husain. (2010). Dampak Pemanasan Global terhadap Ekosistem Pesisir dan Lautan. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*. 3(1).
- Luthfi, Oktiyas Muzaky, S. Rijatmoko, A. Isdianto, M. A. Asadi, D. Setyohadi, A. Jauhari, A. A. Lubis, & A. Soegianto. (2019). Study of Concentration of Heavy Metals Cadmium Trapped in *Porites lutea* Skeleton in Kondang Merak, East Java, Indonesia. Issue : 38, ISSN : 0257-8050.

- Miller, Charles B. and Wheeler, Patricia A. 2012. *Biological Oceanography*. USA : Willey – Blackwell.
- Nurjani, E., Rahayu, A., & Rachmawati, F. (2013). Kajian Bencana Angin Ribut di Indonesia Periode 1990-2011: Upaya Mitigasi Bencana. *Geomedia: Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*, 11(2).
- Peregrine, D. H. (1976). Interaction of water waves and currents. In *Advances in applied mechanics* (Vol. 16, pp. 9-117). Elsevier.
- Pickart, R. S., & Smethie Jr, W. M. (1993). How does the deep western boundary current cross the Gulf Stream?. *Journal of Physical Oceanography*, 23(12), 2602-2616.
- Sugianto, D. N., & Agus, A. D. S. (2007). Pola Sirkulasi Arus Laut di Perairan Pantai Provinsi Sumatera Barat. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 12(2), 79-92.
- Supriyadi, N. Hidayati, & A. Isdianto. (2017). Analisis Sirkulasi Arus Laut Permukaan dan Sebaran Sedimen di Pantai Jabon, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan perikanan III*. Universitas Trunojoyo Madura.
- Suryana, S. A., Rahardjo, I. P., & Sukandar, S. S. (2013). Pengaruh Panjang Jaring, Ukuran Kapal, Pk Mesin Dan Jumlah Abk Terhadap Produksi Ikan Pada Alat Tangkap Purse Seine Di Perairan Prigi Kabupaten Trenggalek–Jawa Timur. *Jurnal Mahasiswa Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan*, 1(1), 36-43.
- Swan, C., Cummins, I. P., & James, R. L. (2001). An experimental study of two-dimensional surface water waves propagating on depth-varying currents. Part 1. Regular waves. *Journal of Fluid Mechanics*, 428, 273-304.
- Tangke U., Karuwal J.C., Zainuddin M., Mallawa A., (2015). Sebaran Suhu Permukaan Laut Dan Klorofil-A Pengaruhnya Terhadap Hasil Tangkapan Yellowfin Tuna (*Thunnus Albacares*) Di Perairan Laut Halmahera Bagian Selatan. *Jurnal IPTEKS PSP*, 2(3), 248-260.
- Tubalawony, S., Kusmanto, E., & Muhadjirin, M. Suhu dan Salinitas Permukaan Merupakan Indikator Upwelling Sebagai Respon Terhadap Angin Muson Tenggara di Perairan Bagian Utara Laut Sawu (Surface Temperature and Salinity are Indicators of Upwelling In Response to Southeast Moonson in the Savu Sea). *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 17(4), 226-239.
- Wibowo, K., & Adrim, M. (2014). Komunitas ikan-ikan karang Teluk Prigi, Trenggalek, Jawa Timur. *Zoo Indonesia*, 22(2).
- Widada, S., Rochaddi, B., & Endrawati, H. (2012). Pengaruh Arus terhadap Genangan Rob di Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. *Buletin Oseanografi Marina*, 1(2), 31-39.
- Wulandari, E., Herawati, E. Y., & Arfiati, D. (2013). Kandungan logam berat Pb pada air laut dan tiram *Saccostrea glomerata* sebagai bioindikator kualitas perairan Prigi, Trenggalek, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan*, 1(1), 10-14.