

POLA ARUS DAN SEBARAN FOSFAT DI PERAIRAN SELAT SUNDA

OCEAN CURRENT AND PHOSPHATE DISTRIBUTION IN THE SUNDA STRAIT COASTAL WATERS

Shafira Primasty Rahayu¹, Widodo Setiyo Pranowo^{2,3}, Johar Setiyadi², I Wayan Eka Sumardana^{2,4}, & Jusup Suprijanto¹

¹Program Sudi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, UNDIP, Semarang, Indonesia

²Program Studi S2 Oseanografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL), Jakarta, Indonesia.

³Pusat Riset Iklim dan Atmosfer, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Bandung, Indonesia.

⁴Program Doktorat Ilmu Kelautan, IPB University, Bogor, Indonesia.

e-mail: shafirarahayu@gmail.com

ABSTRAK

Selat Sunda adalah selat yang letaknya di antara Pulau Jawa dan Pulau Sumatra yang menghubungkan antara Laut Jawa dan Samudra Hindia. Faktor angin mempengaruhi pergerakan arus permukaan di suatu perairan. Sebaran fosfat di perairan dipengaruhi oleh pola arus yang terjadi di perairan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menjawab terkait bagaimana pola dan sebaran fosfat di perairan Selat Sunda secara musiman. Metode penelitian menggunakan perangkat lunak ODV (*Ocean Data View*) versi 5.6.3. untuk menghasilkan gambaran pola arus secara horizontal, sebaran fosfat secara horizontal dan vertikal secara dua dimensi. Sumber yang didapatkan dari data sekunder melalui Marine Copernicus. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi spasial dan musiman dalam sebaran fosfat di perairan Selat Sunda secara runtut di mana setiap musim diwakili oleh bulan Januari (musim barat), bulan April (musim peralihan I), bulan Juli (musim timur), dan bulan Oktober (musim peralihan II). Alur arus paling dominan berasal dari Laut Jawa dengan melewati Selat Sunda kemudian berputar di Pulau Kalagian dan menuju Samudra Hindia. Berdasarkan sebaran fosfat secara horizontal, konsentrasi paling tinggi berada di sekitar perairan Banten dan Jakarta pada kedalaman yang rendah. Sedangkan sebaran fosfat secara vertikal, konsentrasi fosfat bertambah seiring bertambahnya kedalaman perairan. Penelitian ini memberikan wawasan mengenai karakteristik arus dan sebaran fosfat, serta pemahaman tentang sebaran fosfat dan variabilitas musiman yang terjadi.

Kata kunci: Arus, Fosfat, Selat Sunda, musim

ABSTRACT

The Sunda Strait is located between the islands of Java and Sumatra, connecting the Java Sea and the Indian Ocean. Wind factors affects surface current and phosphate in this area. This study examines seasonal patterns of current and distribution of phosphate in the Sunda Strait. Methodology using the ODV software version 5.6.3 to display the current patterns and phosphate distribution. The data used were obtained from secondary sources from Marine Copernicus. Findings reveal spatial and seasonal phosphate variations. Seasons include January (west monsoon), April (first transition season), July (east monsoon), and October (second transition season). Dominant current originates from the Java Sea, pass through the Sunda Strait, circle around the Kalagian Island, and head towards the Indian Ocean. High phosphate concentrations occur near Banten and Jakarta in shallow waters. Vertically, phosphate concentration increases with depth. The research provides insights into current and phosphate characteristics, understanding their spatial and seasonal variability.

Keywords: *Current, Phosphate, Sunda Strait, seasonal*

PENDAHULUAN

Selat Sunda merupakan selat yang terletak di antara Pulau Jawa dan Pulau Sumatra. Selat Sunda terletak di bagian selatan Provinsi Lampung dan barat Provinsi Banten. Selat ini menghubungkan antara Laut Jawa dengan Samudra Hindia. Berdasarkan pernyataan Fahlevi *et al.* (2022), Selat Sunda memegang peran penting dalam sirkulasi massa air di perairan Indonesia karena merupakan jalur Arus Monsoon Indonesia (Armondo) yang memiliki kondisi fisik yang dinamis. Selat Sunda memiliki massa air yang bergerak dari Laut Jawa ke Samudera Hindia sepanjang tahun yang dipengaruhi oleh faktor gradien tekanan dan topografi dasar laut. Sehingga kondisi ini menyebabkan adanya pencampuran massa air yang berdampak positif

terhadap kondisi nutrien di perairan Selat Sunda dan sekitarnya

Berdasarkan letaknya, arus dapat dibagi menjadi dua yaitu arus permukaan dan arus dalam. Arus permukaan mengacu pada pergerakan arus di permukaan laut, sedangkan arus dalam mengacu pada pergerakan arus di bawah permukaan laut. Terdapat fenomena arus sejajar pantai yang disebut *longshore current* yang mana arus ini bergerak sejajar dengan garis pantai dan terbentuk ketika angin bertiup sejajar atau membentuk sudut kecil dengan garis pantai. Faktor-faktor yang terjadi sehingga mempengaruhi pergerakan arus permukaan adalah angin yang bertiup di atasnya dan pasang surut. Angin memberikan pengaruh sekitar 2% terhadap kecepatan arus permukaan. Seiring bertambahnya kedalaman perairan kecepatan arus akan berkurang, dan pada kedalaman 200 meter, angin

tidak lagi mempengaruhi pergerakan arus (Purnomo *et al.*, 2018).

Hutagalung & Rozak (1997) menyatakan bahwa fosfat merupakan nutrisi yang digunakan oleh semua organisme untuk pertumbuhan dan sumber energi. Pada perairan laut, fosfat dapat ditemukan dalam bentuk anorganik dan organik. Fosfat dengan bentuk senyawa organik meliputi gula fosfat dan hasil oksidasinya, nukloprotein, dan fosfo protein. Sedangkan dalam bentuk senyawa anorganik, fosfat meliputi ortofosfat dan polifosfat. Pada umumnya, senyawa anorganik fosfat di laut berbentuk ion fosfat, seperti asam fosfat (H_3PO_4), di mana sekitar 10% merupakan ion fosfat (PO_4^{3-}) dan 90% dalam bentuk HPO_4^{2-} . Sumber fosfat di perairan laut terutama berasal dari sungai-sungai di wilayah pesisir dan landas kontinen. Sungai membawa limbah hanyut dan fosfat dari sumber daratan lain, sehingga kadar fosfat di muara sungai lebih tinggi daripada di sekitarnya.

Sebaran nutrisi di perairan seperti fosfat dipengaruhi oleh pola, arah, dan kecepatan arus yang terjadi di perairan tersebut. Arus Laut dibagi menjadi dua tipe sirkulasi yaitu sirkulasi arus di permukaan laut (*surface circulation*) dan sirkulasi arus di dalam laut (*intermediate/deep circulation*). Sirkulasi arus di permukaan laut terjadi karena adanya faktor angin dan sirkulasi dalam laut karena faktor arus termohalin. Sumber nutrisi fosfat biasanya berasal dari aktivitas manusia di daratan yang kemudian mengalir melalui sungai dan bermuara ke laut. Umumnya, sumber nutrisi fosfat berasal dari limbah rumah

tangga dan pertanian. Nutrisi fosfat digunakan organisme perairan untuk pertumbuhan (Hindaryani *et al.*, 2020).

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui pola arah arus di Selat Sunda dan sekitarnya
- b. Mengetahui sebaran fosfat secara horizontal dan vertikal di Selat Sunda dan sekitarnya
- c. Mengetahui variabilitas musiman dan tahunan

Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan informasi mengenai arah dan pola arus permukaan di Selat Sunda yang ditampilkan dalam bentuk gambar yang diolah dengan perangkat lunak ODV versi 5.6.3 dalam 4 musim.
- b. Bagaimana sebaran fosfat yang terjadi secara horizontal maupun vertikal di Selat Sunda yang diolah menggunakan perangkat lunak ODV dengan menggunakan data sekunder fosfat.

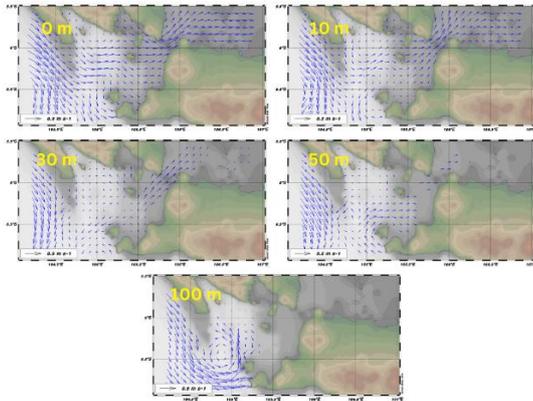
METODE

Penelitian ini dilakukan di Perairan Selat Sunda dengan mengambil waktu dari Desember 2021 hingga November 2022. Lokasi penelitian 5.606° LS - 6.819° LS dan 104.281° BT - 106.874° BT. Jenis data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari Marine Copernicus (<http://marine.copernicus.eu>). Data diolah menggunakan perangkat lunak *Ocean Data View* (ODV) versi 5.6.3. Pengolahan data menghasilkan pola arus

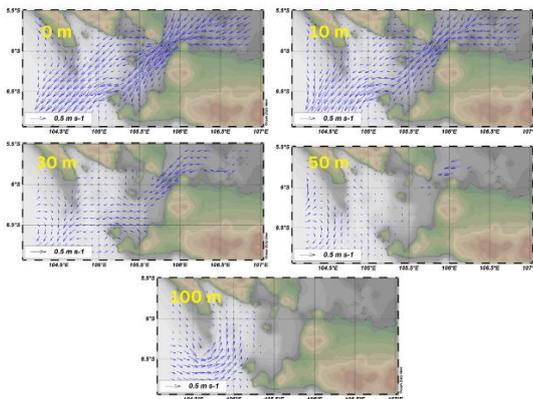
dan sebaran fosfat pada kedalaman 0 meter, 10 meter, 30 meter, 50 meter, dan 100 meter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

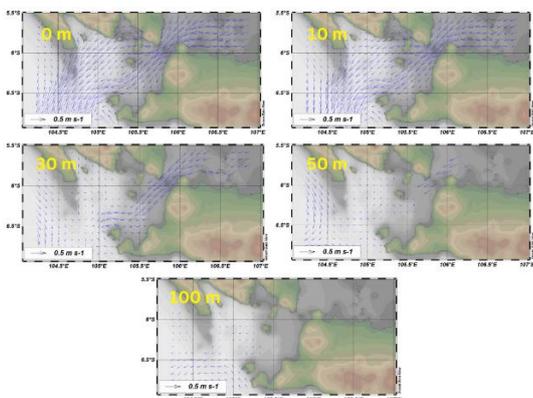
1) Pola Arus Selat Sunda



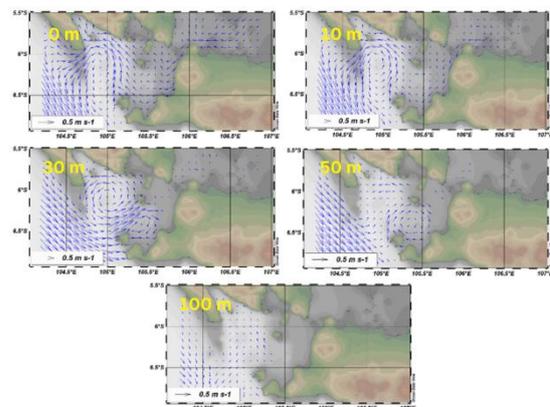
Gambar 1. Pola Arus Horizontal Musim Barat di Selat Sunda (Januari 2022) di beberapa kedalaman.



Gambar 2. Pola Arus Horizontal Musim Peralihan I di Selat Sunda (April 2022) di beberapa kedalaman



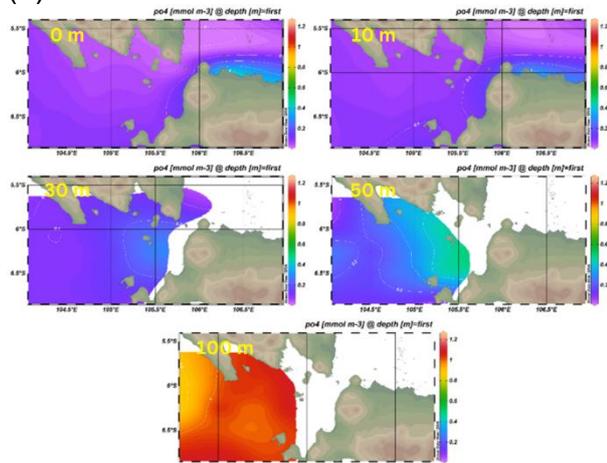
Gambar 3. Pola Arus Horizontal Musim Timur di Selat Sunda (Juli 2022) di beberapa kedalaman.



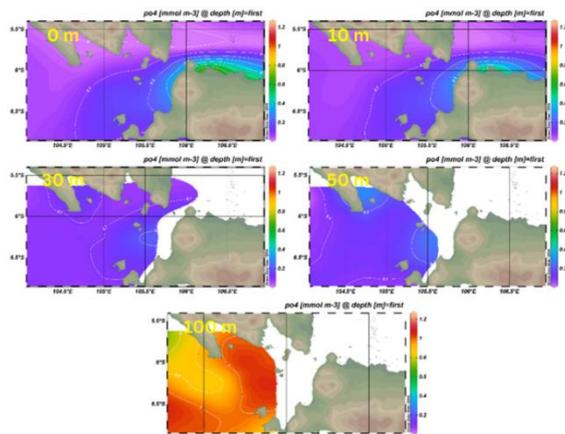
Gambar 4. Pola Arus Horizontal Musim Peralihan II di Selat Sunda (Oktober 2022) di beberapa kedalaman.

Pola dan arah arus horizontal di setiap kedalaman berbeda setiap musimnya (Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4). Berdasarkan hasil yang didapatkan pada pengolahan data arus tahun 2022 terdapat kesamaan dengan penelitian pada tahun 2014-2015. Hal ini diperkuat oleh Hendra *et al.* (2022), bahwa arus pada lapisan *mix layer* (0 meter) berasal dari Laut Jawa menuju Samudra Hindia dengan melewati Selat Sunda dan memutar Pulau Kalagian, hal ini terjadi selain pada Musim Peralihan II bulan Oktober 2015 di mana arus berasal dari Samudra Hindia menuju ke Selat Sunda kemudian berputar sebelum Pulau Kalagian kembali lagi ke Samudra Hindia. Pada lapisan termoklin, arus berasal dari Samudra Hindia menuju ke Selat Sunda dan mengalami perputaran di Pulau Kalagian kemudian kembali ke Samudra Hindia. Pada *deep layer* arus berasal dari Samudra Hindia dan kembali lagi ke Samudra Hindia dengan melewati Selat Sunda dan mengalami perputaran sebelum Pulau Kalagian.

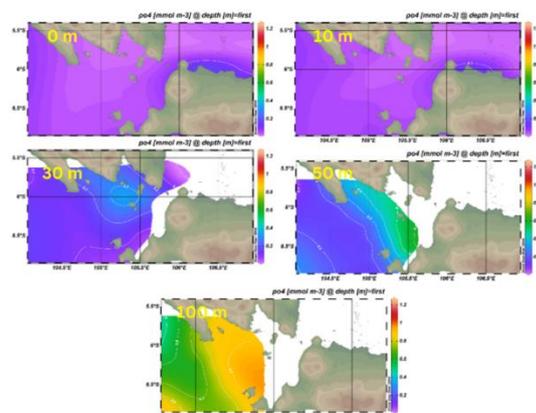
(2) Pola Sebaran Horizontal Fosfat



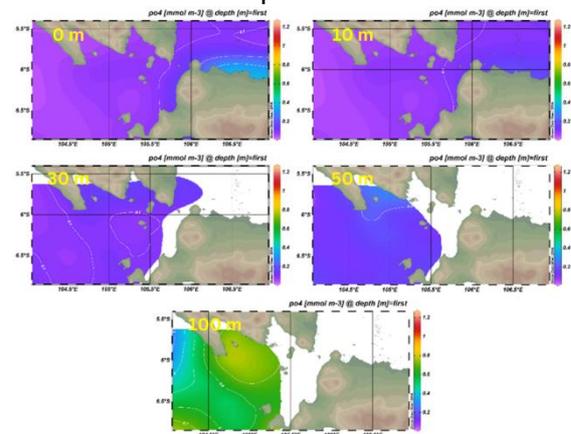
Gambar 5. Pola Sebaran Horizontal Fosfat Musim Barat di Selat Sunda (Januari 2022) di beberapa kedalaman.



Gambar 6. Pola Sebaran Horizontal Fosfat Peralihan I di Selat Sunda (April 2022) di beberapa kedalaman.



Gambar 8. Pola Sebaran Horizontal Fosfat Musim Timur di Selat Sunda (Juli 2022) di beberapa kedalaman.

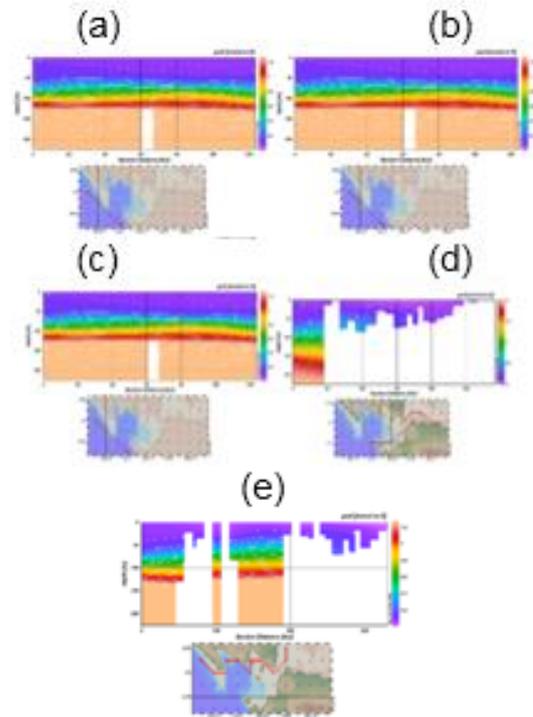


Gambar 9. Pola Sebaran Horizontal Fosfat Musim Peralihan II di Selat Sunda (Oktober 2022) di beberapa kedalaman.

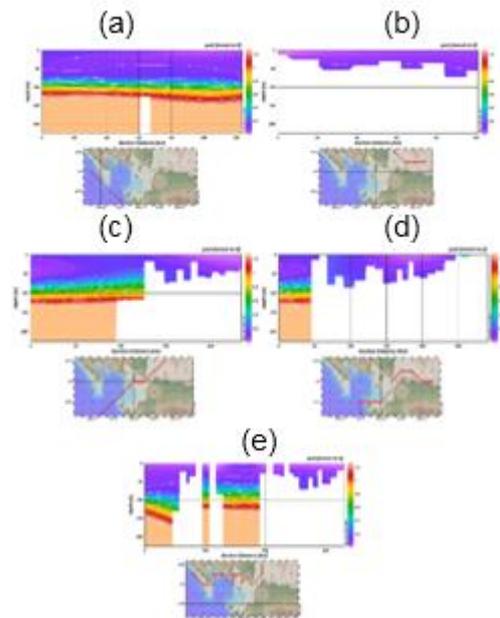
Sebaran horizontal fosfat pada setiap kedalaman 0-100 m dalam variasi temporal musiman memiliki pola yang hampir sama yakni dengan konsentrasi paling tinggi di sekitar Jakarta dan Banten dan di Samudera Hindia pada kedalaman 109,73 m. Pada Musim Barat dan Musim Peralihan I, konsentrasi fosfat bernilai 0,2 mmol/m³ di kedalaman 0,49 m dan 11,405 m, 0,4 mmol/m³ di Selat Sunda pada kedalaman 55,76 meter, serta 1 mmol/m³ di kedalaman 109,73 meter di wilayah Samudra Hindia. Pada Musim Timur dan Musim Peralihan II, konsentrasi fosfat 0,2 mmol/m³ pada kedalaman 0,49 m dan 11,405 m, kemudian terjadi kenaikan di Selat Sunda mencapai 0,8 mmol/m³ dan 0,6 mmol/m³ di Samudra Hindia. Tingginya konsentrasi fosfat di daerah Jakarta dan Banten dapat dikarenakan adanya muara sungai yang merupakan sumber nutrisi. Hal ini diperkuat oleh Sumantra *et al.* (2020), bahwa sumber nutrisi mempengaruhi besarnya nilai konsentrasi fosfat di

perairan. Sumber nutrisi berasal dari daratan. Fosfat dapat dihasilkan oleh limbah domestik dan limbah pertanian yang mengandung bahan organik. Salah satu perantara yang membawa fosfat ke perairan adalah sungai yang menyebabkan kandungan fosfat di dekat pantai tinggi. Konsentrasi fosfat semakin rendah ketika menuju ke arah laut lepas karena menjauh dari sumber.

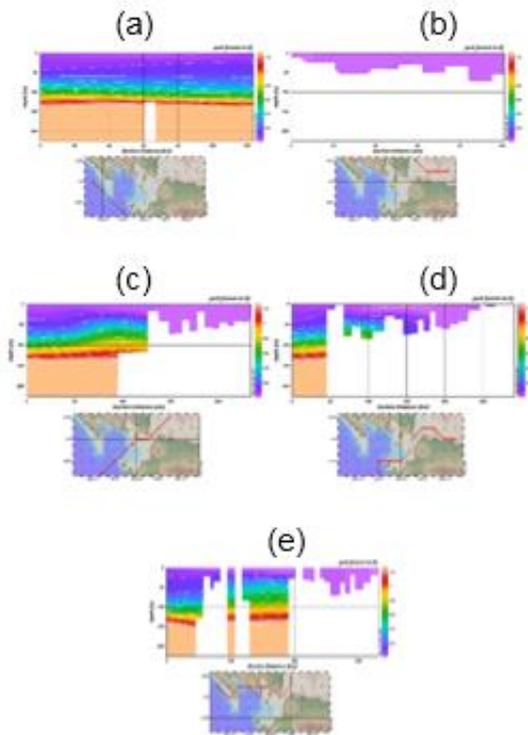
Berdasarkan hasil sebaran fosfat secara horizontal menunjukkan bahwa pola dan kecepatan arus dapat mempengaruhi sebaran fosfat di perairan. Pada daerah pesisir Banten dan Jakarta memiliki nilai konsentrasi fosfat yang tinggi, hal ini dikarenakan arus di pinggir pantai cenderung lambat. Hal ini dijelaskan oleh Hindaryani *et al.* (2020), bahwa kecepatan arus di wilayah pesisir cenderung lebih kecil dibandingkan dengan laut lepas. Pada Musim Peralihan I, pola arus dari Laut Jawa menuju Samudra Hindia cenderung bergerak melewati Selat Sunda yang dekat dengan Pulau Jawa. Sedangkan, Sebaran fosfatnya paling tinggi berada di sekitar Pulau Jawa. Pada Musim Timur dan Musim Peralihan II, kecepatan arusnya kencang dan konsentrasi fosfat di perairan juga lebih rendah dari musim lain.



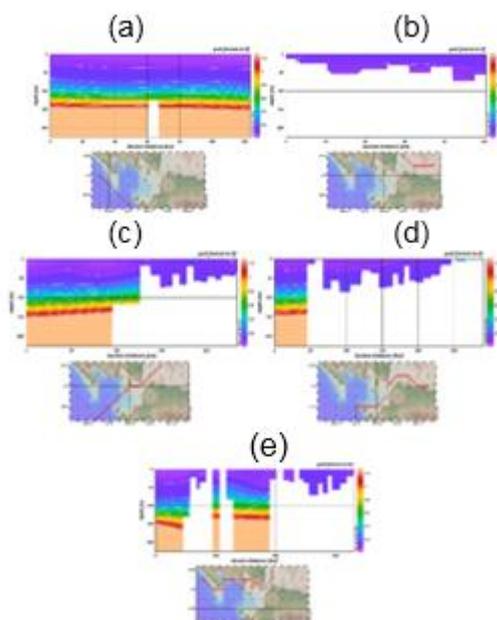
Gambar 10. Pola Sebaran Vertikal Fosfat Musim Barat (Januari 2022) di (a) Samudra Hindia, (b) Laut Jawa, (c) Selat Sunda, (d) Pulau Jawa, (e) Pulau Sumatra



Gambar 11. Pola Sebaran Vertikal Fosfat Musim Peralihan I (April 2022) di (a) Samudra Hindia, (b) Laut Jawa, (c) Selat Sunda, (d) Pulau Jawa, (e) Pulau Sumatra



Gambar 12. Pola Sebaran Vertikal Fosfat Musim Timur (Juli 2022) di (a) Samudra Hindia, (b) Laut Jawa, (c) Selat Sunda, (d) Pulau Jawa, (e) Pulau Sumatra.



Gambar 13. Pola Sebaran Vertikal Fosfat Musim Peralihan II (Oktober 2022) di (a) Samudra Hindia, (b) Laut Jawa, (c) Selat Sunda, (d) Pulau Jawa, (e) Pulau Sumatra.

Sebaran vertikal fosfat yang dianalisis hanya pada beberapa area yang telah ditentukan. Hasil dari analisis data adalah semakin tinggi kedalamannya, semakin tinggi pula konsentrasi fosfat pada perairan tersebut. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya pengadukan arus dan gelombang yang mempengaruhi sedimen dasar perairan. Dapat diketahui juga bahwa pada semua musim, di *section* Pulau Jawa pada jarak > 250 km dapat terlihat bahwa di kedalaman 0 meter konsentrasi fosfat yang didapatkan cukup tinggi dan nilainya jauh berbeda dibandingkan dengan jarak yang lain di kedalaman yang sama. Hal ini kemungkinan dikarenakan pada jarak tersebut merupakan pesisir yang mungkin berdekatan dengan muara. Berdasarkan Patty (2015), konsentrasi fosfat permukaan dan dekat dasar berbeda, di mana rata-rata kadar fosfat dekat dasar lebih tinggi dibandingkan di lapisan permukaan. Tingginya kadar fosfat di dasar perairan karena dasar perairan umumnya kaya akan zat hara, baik yang berasal dari dekomposisi sedimen maupun senyawa-senyawa organik yang berasal dari jasad flora dan fauna yang mati. Rendahnya konsentrasi fosfat di permukaan laut dapat disebabkan karena aktivitas fitoplankton yang intensif.

Hasil konsentrasi fosfat di Musim Timur memiliki nilai yang cukup rendah dibandingkan dengan musim lain terutama di Kepulauan Seribu. Hal ini kemungkinan terjadi karena pada Musim Timur atau musim kemarau curah hujan cenderung rendah sehingga air tawar yang masuk ke laut menjadi lebih sedikit, sehingga pasokan nutrien seperti fosfat dari darat ke perairan juga berkurang.

Menurut Meirinawati & Muchtar (2017), fluktuasi kadar fosfat di perairan dapat terjadi karena adanya beberapa faktor. Konsentrasi fosfat di Musim Peralihan I ke Musim Timur mengalami penurunan. Hal ini dapat disebabkan karena telah memasuki Musim Kemarau sehingga curah hujan berkurang dan limpasan dari darat juga berkurang. Limpasan ini merupakan faktor penyumbang konsentrasi nutrisi yang berkaitan dengan faktor iklim seperti angin dan curah hujan. Pola distribusi nutrisi di perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu interaksi biologis, suhu, dan deposisi basah. Selain itu, faktor fisik seperti upwelling dan pencampuran air juga berperan dalam distribusi nutrisi. Faktor lainnya adalah faktor biologis seperti konsumsi produsen primer dan regenerasi oleh bakteri. Muatan antropogenik yang dipengaruhi oleh manusia juga turut mempengaruhi distribusi nutrisi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengolahan yang dilakukan, dihasilkan kesimpulan adalah sebagai berikut:

Sirkulasi arus pada Musim Barat, Musim Peralihan I, Musim Timur, dan Musim Peralihan II berasal dari Laut Jawa yang melewati Selat Sunda menuju ke Samudra Hindia dan mengalami perputaran di Pulau Kalagian.

Sebaran horizontal fosfat paling tinggi berada di dekat perairan Jawa, yaitu perairan Banten dan Jakarta. Semakin ke arah laut lepas, semakin kecil konsentrasinya. Secara vertikal,

konsentrasi fosfat semakin bertambah seiring dalamnya perairan. Secara horizontal dan vertikal, pada Bulan Oktober (Musim Peralihan II) konsentrasi sebaran fosfat cenderung lebih rendah daripada musim lain.

Pada 3 lokasi yang dianalisis diperoleh konsentrasi fosfat paling tinggi secara tahunan yaitu berada di Samudra Hindia pada bulan Januari 2022 di kedalaman 100 m. Sedangkan fosfat paling rendah berada di Kepulauan Seribu pada bulan Juli 2022 di kedalaman 0 m. Secara musiman, pada musim barat fosfat terendah berada di Kepulauan Seribu (0 m) dan tertinggi pada Samudra Hindia (100 m). Pada Musim Peralihan I fosfat terendah berada di Kepulauan Seribu (0 m) dan tertinggi di Ujung Kulon (100 m). Pada Musim Timur, fosfat terendah berada di Kepulauan Seribu (0 m) dan tertinggi berada di Ujung Kulon (100 m). Pada Musim Peralihan II fosfat terendah berada di Samudra Hindia (0 m) dan tertinggi berada di Ujung Kulon (100 m).

PERSANTUNAN

Seluruh penulis adalah contributor utama pada artikel ini. Artikel ini merupakan hasil pengolahan dan analisis data di Laboratorium Hidro-Oseanografi STTAL Kelapa Gading Jakarta Utara, dimana penulis pertama melaksanakan PKL/Magang (internship), dibimbing oleh teknis oleh penulis kedua hingga keempat, dan penyusunan laporan dibimbing oleh penulis kelima.

DAFTAR PUSTAKA

- Fahlevi, M. R., Bayhaqi, A., Sugianto, D. N., Fadli, M., Wang, H., Susanto, R. D., & Wouthuyzen, S. (2022). Karakteristik Massa Air di Selat Sunda dan Perairan Lepasnya. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(3), 231–247.
- Hendra., Pranowo, W. S., Mukhlis., Triaji., & Agustinus. (2022). Karakteristik Arus Musiman di Selat Sunda. *Jurnal Chart Datum*, 8(2), 117–124.
- Hutagalung, H. P., & Rozak, A. (1997). *Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota Buku II*. LIPI.
- Meirinawati, H., & Muchtar, M. (2017). Fluktuasi Nitrat, Fosfat dan Silikat di Perairan Pulau Bintan. *Jurnal Segara*, 13(3), 141–148.
- Patty, S. I. (2015). Karakteristik Fosfat, Nitrat dan Oksigen Terlarut di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 2(1), 1–7.
- Purnomo, Monang, S., Alam, T. M., & Pranowo, W. S. (2018). Rezim Horisontal dan Vertikal Arus Monsun di Selat Sunda. *Jurnal Hidropolar*, 4(1), 25–30.
- Hindaryani, I. P., Zainuri, M., Rochaddi, B., Wulandari, S. Y., Maslukah, L., Purwanto., & Rifai, A. (2020). Pola Arus Terhadap Sebaran Konsentrasi Nitrat dan Fosfat di Perairan Pantai Mangunharjo, Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(4): 313–323.
- Sumantra, I. G. E., Suteja, Y., & Putra, I. N. G. (2020). Fluktuasi Nitrat dan Fosfat Selama Satu Periode Pasang dan Surut di Selat Lombok. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 6(2), 231–237

