

**ANALISIS VARIABILITAS NITRAT DALAM HUBUNGAN DENGAN EL NINO SOUTHERN OSCILLATION (ENSO) DAN INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) DI PERAIRAN SELAT BALI DAN SEKITARNYA**

***ANALYSIS OF VARIABILITY OF NITRATE IN CORELLATION WITH EL NINO SOUTHERN OSCILLATION (ENSO) AND INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) IN THE BALI STRAIT AND SURROUNDINGS***

**Sabrina Maysarah<sup>1</sup>, Aida Sartimbul<sup>1</sup>, Widodo Setiyo Pranowo<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Prodi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
Universitas Brawijaya**

**<sup>2</sup>Pusat Riset Iklim dan Atmosfer, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Bandung**

**email: aida@ub.ac.id**

**ABSTRAK**

Tingkat kesuburan perairan laut sangat terkait dengan kadar tinggi konsentrasi nutrien dalam kolom air. Nutrien menjadi tolak ukur merupakan nutrien. Selat bali dan sekitarnya merupakan wilayah kajian penelitian dengan koordinat 8°8'58"LS 114°25'7"BT. Metode yang digunakan adalah analisis dengan mengaplikasikan software ODV (*Ocean Data View*) dengan data yang diolah berupa data biogeokimia dan kedalaman dari website INDESO pada bulan Januari sampai dengan bulan Desember tahun 2014 hingga 2017, yang kemudian hasil dianalisis secara deskriptif. Dari hasil data dan grafik yang diperoleh diketahui bahwa dari ke empat kedalaman kadar nutrien (Nitrat) tertinggi berada pada kedalaman 53,850m, dan terendah berada di 0,505. Diantara ke tiga Zona yaitu nutrien yang paling tinggi berada di area Selat Bali dan Samudera Hindia. Sedangkan, nutrien terendah berada di area Laut Bali. Rata – rata kadar nitrat paling tinggi berada di Musim Timur karena pada musim tersebut adanya kejadian *Upwelling* yang menyebabkan nutrien yang ada di dasar naik ke permukaan. Nutrien juga dipengaruhi oleh fenomena ENSO dan IOD, karena adanya fenomena anomali pada angin, awan, dan SPL, yang dapat mempengaruhi perairan.

**Kata Kunci:** Nitrat, ENSO, IOD, Selat Bali

**ABSTRACT**

*The level of fertility of marine waters is strongly associated with high levels of nutrient concentrations in the water column. Nutrients used as benchmarks are nitrate, phosphate, and silicate. Bali Strait and its surroundings are research study areas with coordinates 8 ° 8'58 "S 114 °25'7" E. The method used is the analysis model by applying ODV (Ocean Data*

*View) software with data processed in the form of biogeochemical data and depth from the INDESO website in January to December 2014 to 2017, which will then be analyzed descriptively. From the results of the data and the graph obtained shows that from the 4 depths the highest levels of Nitrate are at a depth of 53,850m, and the lowest is at the surface. Among the 3 Zones, the highest nutrients are in the Strait of Bali and the Indian Ocean. Meanwhile, the lowest nutrients are in the Bali Sea area. The average nitrate is highest in the East Season because in that season there is an Upwelling event that causes nutrients in the bottom to rise to the surface. Nutrients are also influenced by ENSO and IOD phenomena, due to anomalous phenomena in the wind, clouds, and SPL, which can affect the waters.*

**Keywords** : Nitrate, ENSO, IOD, Bali Strait.

## PENDAHULUAN

Nutrien merupakan unsur atau senyawa kimia yang digunakan untuk metabolisme atau proses fisiologi organisme. Nutrien yang mempengaruhi produktivitas primer di perairan yaitu Nitrat, Fosfat, dan Silikat. Di laut untuk unsur – unsur yang mengandung N (nitrogen) di laut terbagi menjadi empat kelompok yaitu Molecular Nitrogen (N<sub>2</sub>), inorganik (nitrat, nitrit dan ammonia), organik nitrogen yang berasosiasi dengan organisme (asam amino dan urea) dan partikulat nitrogen (Chester, 1993). Nutrien tersebut memiliki respon yang berbeda beda terhadap proses – proses yang ada di laut. Hal tersebut juga dapat dicerminkan oleh *residence time* yang berbeda beda dari setiap nutrien (Chester, 1993). Secara fisik, setiap nutrien akan mengalami persebaran akibat sirkulasi massa air sehingga keberadaannya akan bervariasi secara geografis. Setiap nutrien maupun unsur yang terkandung juga akan berinteraksi dengan material lain (organik maupun inorganik). Interaksi tersebut menunjukkan sistem kesetimbangan

setiap unsur di laut (Libes, 1992).

Selat Bali merupakan perairan semi tertutup yang menghubungkan Laut Bali di bagian utara dan Samudera Hindia di bagian selatan. Menurut Priyono (2006) menyatakan perairan Selat Bali dengan kondisi batimetri yang dangkal dan sempit di bagian utara berakibat pada kecepatan arus permukaan menjadi tinggi, baik dikarenakan adanya aliran air yang masuk ke Selat Bali maupun yang keluar dari Selat Bali. Massa air yang masuk dan keluar perairan Selat Bali cenderung berasal dari massa air permukaan. Adanya sungai yang bermuara di bagian timur selat Bali juga berpengaruh terhadap karakteristik perairan. Hal inilah yang menyebabkan ketersediaan nutrien di kolom perairan yang lebih dalam tidak ikut keluar mengikuti pergerakan massa air.

Selain itu, perairan Selat Bali yang berhubungan dengan Samudera Hindia juga ditemukan adanya variasi oleh pengaruh gaya penggerak (*remote forcing*) seperti ENSO, secara tidak langsung berpengaruh terhadap kondisi perairan Utara Aceh (Putra, 2007).

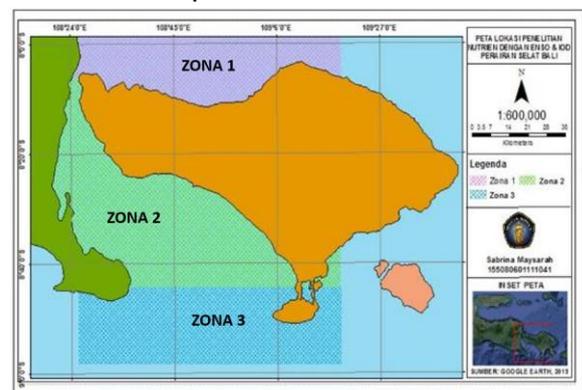
Pengaruh musim dan fenomena kekuatan remote forcing mempengaruhi parameter oseanografi seperti sebaran nutrisi di perairan Selat Bali. Dengan adanya informasi tentang variabilitas kesuburan di perairan ini maka diharapkan dapat diketahui pola sebaran secara spasial dan temporal antara nutrisi serta korelasinya dengan kondisi oseanografi di perairan tersebut yaitu fenomena ENSO. Selain itu, salah satu fenomena ekstrim yang terjadi di Samudra Hindia adalah fenomena Indian Ocean Dipole (IOD) yang didefinisikan sebagai perbedaan anomali Suhu Permukaan Laut (SPL) antara Bagian Barat dan Timur dari Samudra Hindia (Saji *et al.*, 1999; Behera & Yamagata, 2003). Fenomena IOD dapat diidentifikasi dengan nilai indeks anomali SPL. SPL di perairan Samudra Hindia Timur bersuhu lebih dingin di bawah normalnya dari pada bagian barat saat fenomena IOD positif sedangkan untuk fenomena IOD negatif, SPL di perairan Samudra Hindia Timur bersuhu lebih hangat di atas normal dari pada bagian barat (Saji *et al.*, 1999). Karena letak perairan Selat Bali yang berdekatan dengan Samudra Hindia yang menjadi pusat terjadinya fenomena ekstrim yaitu IOD maka akan berdampak secara langsung maupun tidak langsung pada kondisi perairan.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui variabilitas nitrat, fosfat, dan silikat yang ada di Selat Bali dan Sekitarnya, serta pengaruhnya terhadap fenomena ENSO dan IOD.

## METODE PENELITIAN

### *Waktu dan Tempat Penelitian*

Pengolahan data penelitian ini dilakukan pada 26 Februari 2019 sampai dengan 23 Maret 2019 di Pusat Riset Kelautan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Ancol, Jakarta Utara. Lokasi objek penelitian ini adalah Perairan Selat Bali dan Sekitarnya (Gambar 1). Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan metode observasi, dan dilakukan analisis secara deskriptif.



Gambar 1. Lokasi penelitian Selat Bali dan Sekitarnya.

### *Mengunduh Data*

Tahapan pertama adalah mengunduh data harian nutrisi (nitrat) di Perairan Selat Bali dan Sekitarnya pada kedalaman 0 – 50 meter pada bulan Januari sampai dengan Desember tahun 2016. Data nutrisi di *download* pada *website* INDESO (<http://www.indeso.web.id>). Data nutrisi berada pada menu *Biogeochemical ocean model*, kemudian masukan koordinat Selat Bali serta kedalaman dan nutrisi yang akan diunduh. Sedangkan, data SOI dan DMI di unduh dari BOM Australia (<http://www.bom.gov.au>).

### **Merubah File Format**

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuka perangkat lunak *Ocean Data View* versi 4.6.5, kemudian pilih data dengan format .nc pada Januari hingga Desember 2014 hingga 2017 sesuai dengan data yang sudah di unduh. Hasil peta akan keluar pada tampilan ODV kemudian di export menjadi format .txt.

### **Mengubah Data Harian Menjadi Data Bulanan**

Data yang telah di *export* kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan perangkat lunak Ms. Office Excel 2017. Pengolahan data yang dilakukan adalah mengubah data harian menjadi data bulanan dengan cara *copy paste* data sesuai dengan tanggal dari bulan Januari hingga bulan Desember 2016. Setelah mengubah data harian menjadi data bulanan data di rata rata menggunakan rumus *AVERAGE* pada setiap bulan dan setiap nutrisi.

### **Membuat Peta dan Pembagian Tiga Zona menggunakan ODV**

Dalam menghasilkan output peta menggunakan perangkat lunak *Ocean Data View*. Langkah pertama yaitu masukkan file yang sudah diolah sebelumnya setelah itu penulis memasukkan data rata rata nutrisi yang diinginkan. Kemudian penulis memberikan warna dan kontur pada peta agar terlihat variabilitas warna yang ada di Selat Bali dan Sekitarnya. Setelah itu untuk membagi 3 zona lokasi yang ada di perairan Selat Bali yaitu Laut Bali, Selat Bali, dan Samudera Hindia. Langkah yang dilakukan adalah melakukan *cropping* pada setiap zona kemudian *export* data

dan simpan sesuai zona serta bulan.

### **Menganalisis Hubungan antara ENSO, IOD dan Nutrien**

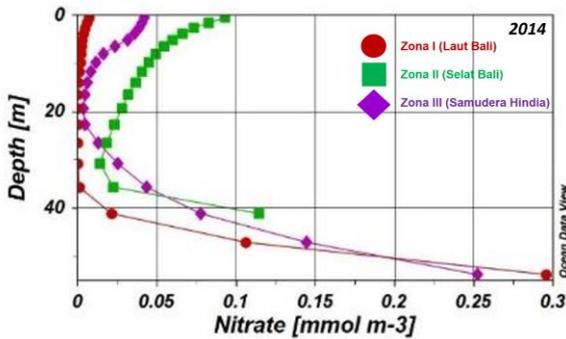
Data yang telah dibagi menjadi 3 bagian pada software ODV kemudian diolah kembali di *Software MS Excel*. Kelompokkan data setiap parameter sesuai dengan kedalaman dan Pembagian zona. Setelah itu masukkan data SOI yang menggambarkan peristiwa ENSO, dan data DMI untuk menggambarkan peristiwa IOD, lalu diolah dengan statistik regresi pada *software Minitab*.

### **Menganalisis Grafik Secara Deskriptif**

Setelah data sudah di *export* membuat grafik agar mengetahui perbedaan jumlah nutrisi pada setiap bulan dan setiap kedalaman serta zona yang ingin diketahui. *Output* data nitrat, fosfat, dan silikat di buka pada Ms.Excel kemudian kembali mencari rata rata setiap zona dan nutrisi menggunakan *AVERAGE*. Masukkan rata rata yang sudah didapatkan pada tabel yang sudah dibuat. Masukkan pada setiap zona 1, 2, 3 beserta masing masing kedalaman. Buat grafik pada setiap tabel yang akan dibuat. Kemudian, penulis menganalisis hasil yang grafik yang sudah didapatkan. Masukkan juga data hasil korelasi dari keterkaitan ENSO dan IOD dari hasil statistik regresi

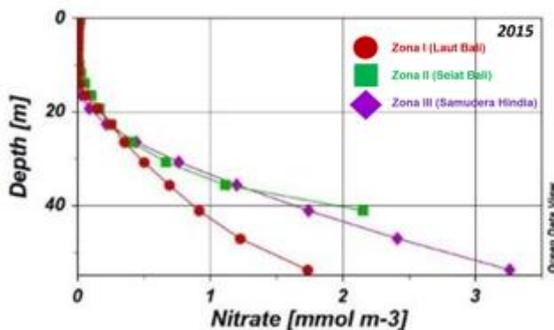
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Variabilitas Tahunan Nitrat 2014 - 2017



Gambar 2. Variabilitas nitrat 2014.

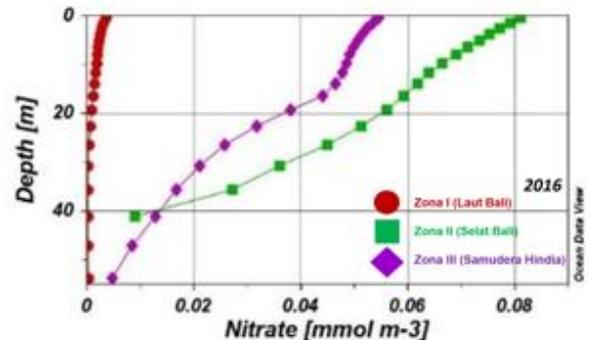
Pada diagram Gambar 2, nitrat kedalaman 0,5058 m zona II rata rata tertinggi yaitu 0,335 mmol-N/m<sup>3</sup>, terendah 0,003 mmol-N/m<sup>3</sup>. Pada kedalaman 9,8228 m zona II rata-rata sebesar 0,477 mmol-N/m<sup>3</sup>. Nilai terendah berada pada zona III sebesar 0,001 mmol-N/m<sup>3</sup>. Selanjutnya, pada kedalaman 30,9746 zona II rata rata tertinggi yaitu 2,825 mmol-N/m<sup>3</sup>. Nilai terendah pada zona III senilai 0 mmol-N/m<sup>3</sup>. Pada kedalaman 53,8506 zona II rata rata nitrat tertinggi yaitu 5,083 mmol-N/m<sup>3</sup>. Kadar terendah berada di zona II dan III bulan Desember yaitu 0,001 mmol-N/m<sup>3</sup>.



Gambar 3. Variabilitas nitrat 2015.

Pada Gambar 3, diagram nitrat memperlihatkan tahun 2015 kedalaman 0,5058 m zona II rata rata tertinggi yaitu

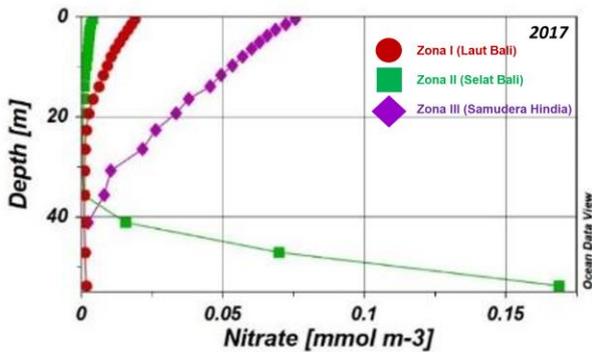
1,433 mmol-N/m<sup>3</sup>, terendah yaitu 0,006 mmol-N/m<sup>3</sup> di zona I. Pada kedalaman 9,8228 m zona II rata rata terbesar yaitu 1,886 mmol-N/m<sup>3</sup>, nilai terendah pada zona III dengan nilai 0,002 mmol-N/m<sup>3</sup>. Selanjutnya, pada nitrat dengan kedalaman 30,9746 zona II memiliki nilai lebih tinggi yaitu 5,413 mmol-N/m<sup>3</sup>, terendah pada zona III senilai 0 mmol-N/m<sup>3</sup>. Kedalaman 53,8506 zona II memiliki kadar nitrat tertinggi yaitu 5,083 mmol-N/m<sup>3</sup>. Kadar nitrat terendah berada pada zona II dan III yaitu 0,001 mmol-N/m<sup>3</sup>.



Gambar 4. Variabilitas nitrat 2016.

Pada Gambar 4, diagram nitrat tahun 2016 kedalaman 0,5058 m zona II memiliki nilai 0,085 mmol-N/m<sup>3</sup>, dan nilai terendah yaitu 0,003 mmol-N/m<sup>3</sup> di zona I. Kedalaman 9,8228 m zona II memiliki nilai terbesar yaitu 0,047 mmol-N/m<sup>3</sup>, dan terendah berada pada zona II dan III dibulan Mei dengan nilai 0,002 mmol-N/m<sup>3</sup>. Kedalaman 30,9746 m di zona II lebih tinggi yaitu 0,025 mmol-N/ m<sup>3</sup>. Nilai terendah pada zona III pada bulan April senilai 0 mmol-N/m<sup>3</sup>.

Pada kedalaman 53,8506 m di zona II memiliki nilai tertinggi yaitu 0,614 mmol-N/m<sup>3</sup>, nilai terendah berada pada zona I, II dan III yaitu 0,000 mmol-N/m<sup>3</sup>, dan tertinggi berada pada zona II pada yaitu 2,020 mmol-N/m<sup>3</sup>.



Gambar 5. Variabilitas nitrat 2017

Pada Gambar 5, diagram Variabilitas nitrat tahun 2017 pada kedalaman 0,5058 m zona II memiliki nilai tertinggi yaitu 0,509 mmol-N/m<sup>3</sup> dan terendah 0,003 mmol-N/m<sup>3</sup> di zona I. Kedalaman 9,8228 m dapat dilihat bahwa zona II nilai tertinggi yaitu 0,509 mmol-N/m<sup>3</sup> dan terendah berada pada zona II. Pada kedalaman 9,8228 m dengan nilai 0,001 mmol-N/m<sup>3</sup>. Selanjutnya, pada nitrat dengan kedalaman 30,9746 m zona II memiliki nilai lebih tinggi yaitu 3,219 mmol-N/m<sup>3</sup>. Nilai terendah pada zona II senilai 0 mmol-N/m<sup>3</sup>, dan tertinggi pada zona II yaitu 13,320 mmol-N/m<sup>3</sup>.

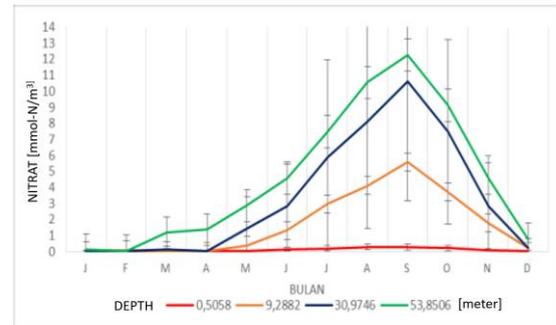
Pada kedalaman 53,8506 m di zona II memiliki nilai tertinggi yaitu 4,490 mmol-N/m<sup>3</sup>. Kadar nitrat terendah berada pada zona II 0 mmol-N/m<sup>3</sup>, dan tertinggi berada pada zona II pada bulan Agustus yaitu 15,937 mmol-N/m<sup>3</sup>.

**Variabilitas Musiman Nitrat 2014-2017**

Perbedaan zona dapat mempengaruhi variabilitas kadar nitrat, demikian pula perbedaan musim.

Musim terbagi menjadi Musim Barat, Musim Peralihan I, Musim Timur, dan musim peralihan II, juga dapat mempengaruhi variabilitas nitrat yang ada pada Selat Bali dan sekitarnya. Dapat

dilihat pada Gambar 6, yaitu pada kedalaman 0,5058m rata rata nitrat tertinggi berada pada musim timur dengan nilai 0,2772 mmol N-m<sup>3</sup> dan terendah pada musim peralihan I dengan nilai 0,0004 mmol N-m<sup>3</sup>.



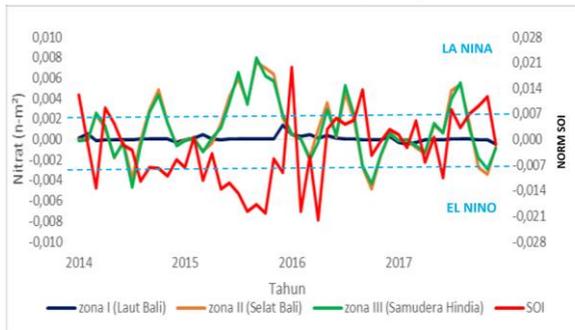
Gambar 6. Variabilitas bulanan nitrat terhadap kedalaman.

Selanjutnya rata rata nitrat pada kedalaman 9,8228 m tertinggi berada pada musim peralihan II dengan nilai 5,799 mmol-N/m<sup>3</sup>, dan terendah pada pada Musim Barat yaitu 0,032 mmol-N/m<sup>3</sup>. Pada kedalaman 30,9764 m rata rata nitrat tertinggi 10,629 mmol-N/m<sup>3</sup> pada musim peralihan II, dan terendah 0.016 mmol-N/m<sup>3</sup> pada Musim Peralihan menuju Musim Barat. Pada kedalaman 53,8506 m rata-rata nitrat tertinggi yaitu pada Musim Peralihan II 12,262 mmol-N/m<sup>3</sup> dan terendah pada musim barat yaitu 0,021 mmol-N/m<sup>3</sup>.

**Hubungan antara ENSO dan Nitrat**

Pada tahun 2014 El-Nino terjadi pada bulan September hingga November, hal tersebut mengakibatkan kenaikan kadar nitrat yang ada di zona II dan zona III meningkat. Pada tahun 2015, terjadi El Nino dengan rentang waktu yang cukup lama yaitu sekitar bulan Mei hingga bulan November. Peningkatan kadar nitrat naik secara signifikan akibat adanya El Nino

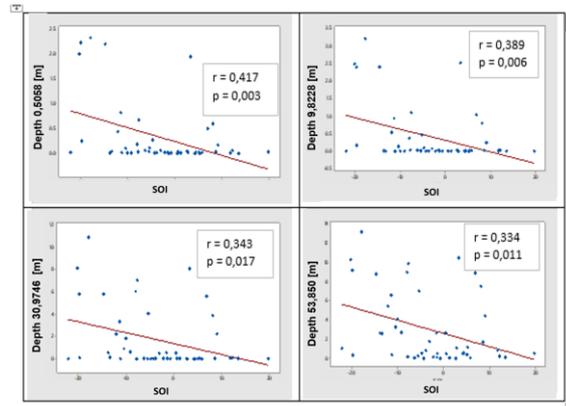
yang menyebabkan *upwelling* sehingga nitrat yang ada didasar naik ke permukaan. Pada tahun 2016 dan 2017 variabilitas meningkat secara normal, ketika musim timur dan peralihan II. Zona 1 yaitu Laut Bali, memiliki variabilitas yang konstan.



Gambar 7. Variabilitas temporal nitrat terhadap ENSO.

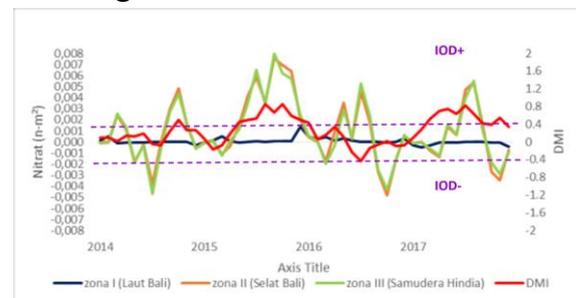
Pada kedalaman 0,5058 m nilai  $r=0,417$  dimana keeratan hubungan sedang, dan nilai  $p\ value < 0,05$ , yaitu 0,003 yang menandakan SOI mempengaruhi nitrat pada permukaan. Pada kedalaman 9,8228 m nilai  $r=0,389$  keeratan hubungan sedang, dengan nilai  $p=0,006$  yang artinya SOI mempengaruhi kedalaman tersebut. Pada kedalaman 30,9746 m nilai  $r=0,343$  dan nilai  $p=0,017$  sehingga nitrat di kedalaman 30,9746 m memiliki keeratan hubungan sedang dan dipengaruhi SOI.

Kedalaman 53,850 m juga memiliki keeratan hubungan sedang dan juga dipengaruhi juga oleh SOI karena memiliki nilai  $r=0,334$ , dan  $p=0,011$ .



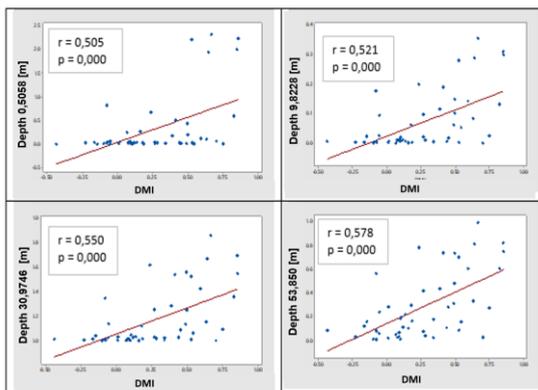
Gambar 8. Korelasi statistik antara Nitrat dengan SOI.

### Hubungan antara IOD dan Nitrat



Gambar 9. Hubungan antara Nitrat dengan DMI.

Nitrat yang ada di perairan Selat Bali mengalami kenaikan yang sangat pesat berada pada tahun 2015, hal itu terjadi karena adanya IOD+ dari bulan Mei hingga bulan November. Nilai IOD positif yang mengakibatkan peningkatan intensitas *upwelling*, lihat Gambar 9. Pada tahun 2014 variabilitas nitrat tergolong stabil, namun terjadi penurunan, akibat musim barat di akhir tahun. Pada tahun 2016 dan 2017 variabilitas tergolong stabil dan normal namun tetap mengalami fluktuasi. Walaupun Dari ke tiga zona, selat Bali dan Samudera Hindia memiliki pola yang sama, dikarenakan dua zona tersebut memiliki wilayah yang saling berkesinambungan. Sedangkan, Laut Bali relatif stabil.



Gambar 10. Korelasi statistik antara Nitrat dengan DMI.

Gambar 10 memperlihatkan bahwa pada kedalaman 0,5058 m nilai  $r=0,505$  yang artinya hubungan tersebut memiliki keeratan hubungan kuat, yang menandakan DMI mempengaruhi nitrat di permukaan. Pada kedalaman 9,8228 m nilai  $r=0,521$  keeratan hubungan kuat, yang artinya DMI mempengaruhi variabilitas nitrat di kedalaman tersebut. Pada kedalaman 30,9746 m nilai  $r=0,550$ , sehingga nitrat di kedalaman 30,9746 m memiliki keeratan hubungan kuat dengan DMI. Kedalaman 53,850 m juga memiliki keeratan hubungan kuat dengan DMI karena memiliki nilai  $r=0,578$ .

## KESIMPULAN

Dari hasil data dan grafik yang diperoleh diketahui bahwa dari ke 4 kedalaman kadar nutrisi Nitrat tertinggi berada pada kedalaman 53,850m, dan terendah berada di permukaan. Diantara ke 3 Zona yaitu nutrisi yang paling tinggi berada di area Selat Bali dan Samudera Hindia. Sedangkan, nutrisi terendah berada di area Laut Bali. Rata – rata nitrat tertinggi berada di Musim Timur karena pada musim tersebut adanya kejadian Upwelling yang menyebabkan nutrisi yang

ada di dasar naik ke permukaan. Nitrat juga dipengaruhi oleh fenomena ENSO dan IOD, karena adanya fenomena anomali pada angin, awan, dan SPL, yang dapat mempengaruhi perairan. Nitrat dipengaruhi oleh ENSO yang rata rata memiliki keeratan lemah dan sedang, sedangkan Nitrat dipengaruhi oleh IOD memiliki keeratan kuat.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Seluruh penulis memiliki kontribusi yang sama sebagai Kontributor Utama. Ucapan terima kasih disampaikan kepada *Marine and Coastal Data Laboratory (MCDL)* Pusat Riset Kelautan Jakarta karena telah memberikan fasilitas dan data sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arinardi, O. H. (1989). Upwelling di selat bali dan hubungannya dengan kandungan plankton serta perikanan lemuru (*Sardinella longiceps*). Penelitian Oseanologi Perairan Indonesia. Buku I. P3O-LIPI. Jakarta
- Chester, R. (1993). Marine geochemistry. Unwin Hyman. London 698p.
- Dijkstra, H. A. (2008). Dynamical Oceanography. Springer - Verlag Berlin Heidelberg.
- Fachrul, M., Haeruman, H., & Sitepu, L.C. (2005). Komunitas Fitoplankton sebagai BioIndikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta. *Seminar Nasional MIPA 2005*.

*FMIPA Universitas Indonesia, 24-26 November 2005, Jakarta.*

- Hakanson. L., & Bryan. (2008). *Eutrophication in the Bathic Sea Present Situation, Nutrien Transport Processes, Remedial Strategies*. Springer- Verlag Berlin Heidelberg. 263p
- Hani, D. Y. Q. (2006). *Distribusi Vertikal Klorofil- a dan Hubungannya dengan Nutrien di Perairan Laut Bali dan Selat Lombok*. Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan FPIK IPB. Bogor.
- Hendiarti, N., Siegel, H., & Thomas. (2004). Investigation of Different Coastal Processes in Indonesian Waters Using SeaWiFS Data. *Deep Sea Research Part II Topical Studies in Oceanography*, 51(1-3), 85-97.  
DOI:10.1016/j.dsr2.2003.10.003
- Libes, S. M. (1992). *An Introduction To Marine Biogeochemistry*. John Wiley and Sons, Inc. New York 734p.
- Makatita, J. R., Susanto, A. B., & Mangimbulude, J. C. (2014). Kajian Zat Hara Fosfat dan Nitrat Pada Air dan Sedimen Padang Lamun Pulau Tujuh Seram Utara Barat Maluku Tengah. *In: Seminar Nasional FMIPA-UT 2014, 23 September 2014*, Universitas Terbuka.
- Natalia, E. H., Kunarso., & Rifai, A. (2015). Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a Kaitannya dengan El Nino Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole (IOD) pada Periode Upwelling 2010 – 2014 di Lautan Hindia (Perairan Cilacap). *Jurnal Oseanografi*. 4(4), 661- 669
- Priyono, B., Yunanto, A., & Arief, T. (2006). *Karakteristik Oseanografi Dalam Kaitannya Dengan Kesuburan Perairan di Selat Bali*. Balai Riset dan Observasi Kelautan. Bali.
- Quinn, W. H., Zopf, D. O., Short, K. S., & Yang, R. T. W. K. (1978). Historical Trends and Statistic of The Southern Oscillation, El Nino and Indonesian Droughts. *Fishery Bulletin*, 76(3), 663-678.
- Sverdrup, H. U., Johnson, M. W. & Fleming, R. H. (1960). *The Ocean: Their physic, Chemistry, and General Biology*. Englewood cliffs, Practice Hall.193p
- Saji, N., Goswami, B. N., Vinayachandran, P. N., & Yamagata, T. (1999). A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature*, 401, 360-363.  
<https://doi.org/10.1038/43854>.

