

Konsentrasi Ion Fosfat di Perairan Wiso, Ujungbatu, Jepara

Resy Sekar Sari, Sri Yulina Wulandari, Lilik Maslukah*, Kunarso dan Anindya Wirasatriya

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang, Kota Semarang, Kode Pos 50275 Telp/fax (024) 7474698

*Email: lilik_masluka@yahoo.com

Abstrak

Perairan Wiso, Ujungbatu, Jepara dipengaruhi oleh berbagai aktivitas masyarakat disekitarnya, seperti pertambakan, aktivitas perahu nelayan dan pemukiman yang padat penduduknya. Adanya dua muara yaitu Wiso dan Sampok, juga berdampak terhadap masuknya unsur-unsur kimia ke perairan termasuk nutrisi, yang berpengaruh terhadap tingkat kesuburan perairan. Salah satu unsur hara penting yang mempengaruhi kesuburan perairan yaitu ion fosfat (PO_4^-). Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui nilai konsentrasi dan pola sebaran spasial fosfat terlarut serta keterkaitannya dengan parameter lingkungan seperti pH, kedalaman, suhu dan oksigen terlarut. Pengambilan sampel dilakukan di 10 titik stasiun. Ion fosfat dianalisis dengan metode ascorbit-molibden biru dan nilai absorbansinya dibaca menggunakan spektrofotometer Optima pada panjang gelombang 885 nm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perairan Wiso memiliki konsentrasi fosfat antara 0,023 – 0,598 $\mu\text{mol/l}$. Pola sebaran memperlihatkan nilai tinggi di perairan pantai dan secara perlahan-lahan menurun dengan bertambahnya jarak dari daratan. Hasil analisis menggunakan PCA memperlihatkan bahwa ion fosfat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu dan kedalaman. Bertambahnya kedalaman menyebabkan terjadinya penurunan ion fosfat dan sebaliknya ion fosfat ditemukan lebih tinggi pada wilayah dengan suhu lebih hangat.

Kata kunci: Sebaran, Ion Fosfat, Muara Sungai Wiso

Abstract

The waters of Wiso, Ujungbatu, Jepara are influenced by various activities of the surrounding community, such as aquaculture, fishing boat activities, and densely populated settlements. The existence of two estuaries, namely Wiso and Sampok, also has an influence on the entry of chemical elements into the waters, including nutrients, which affect the fertility level of the waters. One of the important nutrients that affect water fertility is phosphate ions (PO_4^-). This research has the aims of knowing to investigate the concentration value and spatial distribution pattern of dissolved phosphate and its relationship to environmental parameters such as pH, depth, temperature, and dissolved oxygen. Sampling was carried out at 10 station points. Phosphate ions were analyzed by the blue ascorbic-molybden method and the absorbance values were read using an Optima spectrophotometer at a wavelength of 885 nm. The results revealed that the waters of Wiso had a phosphate concentration between 0.023 – 0.598 mol/l. The distribution pattern shows high values in coastal waters and slowly decreases with increasing distance from the mainland. The outcomes of the analysis using PCA showed that the phosphate ion was influenced by environmental factors such as temperature and depth. Increasing depth causes a decrease in phosphate ions and conversely, phosphate ions are found to be higher in areas with warmer temperatures.

Keywords: Distribution, Ion Phosphate, Wiso Estuary

PENDAHULUAN

Aktivitas penduduk yang tinggi di darat dan dekat perairan akan mempengaruhi kualitas perairan muara sungai. Wilayah muara sungai mengcover 7% dari luas permukaan laut di dunia dan berperan 30% total produksi primer bersih (Durr *et al.*, 2011). Daerah muara sungai ini merupakan daerah lebih mudah terkena dampak tingginya aktivitas manusia, khususnya wilayah di lintang rendah atau tropis (Yule *et al.*, 2010). Pengaruh inputan limbah organik dari daratan ke muara sungai menyebabkan perairan menjadi cenderung terjadi peningkatan kesuburan akibat adanya penambahan inputan nutrisi N dan P. Nutrien mempunyai peran sangat vital dalam proses perkembangan organisme hidup seperti fitoplankton (Wang *et al.*, 2015; Wisna dan Maslukah, 2017).

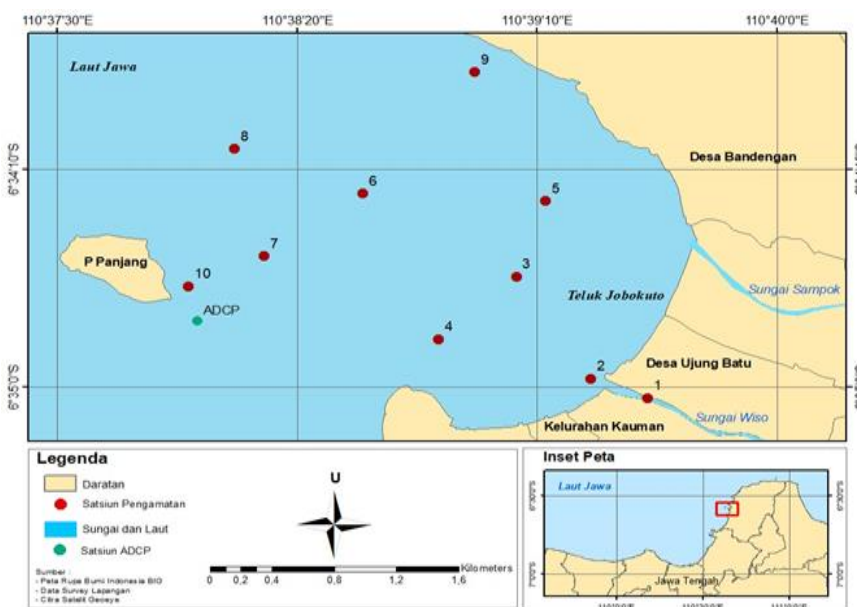
Fosfor merupakan salah satu dari makro nutrisi yang berperan secara signifikan dalam pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton serta tumbuhan autotrof di perairan dan merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan fitoplankton (Suthers dan Rissik, 2008). Fosfor dalam bentuk murni sebagai unsur P, tidak pernah ditemukan di alam. Unsur ini ditemukan di alam, termasuk di perairan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur-unsur lainnya. Salah satu bentuk unsur P ini dan memiliki peran penting dalam kesuburan

perairan adalah ion fosfat. Ion fosfat yang berada dalam kolom perairan dapat ditemukan dalam bentuk terlarut dan teradsorpsi oleh partikel (Maslukah *et al.*, 2020). Fosfat terlarut secara umum terbagi atas fosfat organik (*dissolved organic phosphate, DOP*) dan fosfat anorganik (*dissolved inorganic phosphate, DIP*, ion fosfat) yang terdiri atas ortofosfat dan polifosfat (McKelvie, 1999). Fosfat dalam bentuk terlarut merupakan ion yang langsung dapat diserap oleh fitoplankton. Peran ion fosfat dalam perairan adalah sebagai *limiting nutrient* atau nutrisi pembatas untuk pertumbuhan dan metabolisme mikro alga, namun juga dapat memberikan kontribusi untuk peningkatan terjadinya proses eutrofikasi pada badan air (Maslukah *et al.*, 2019). Hasil penelitian Maslukah *et al.*, (2014) menjelaskan distribusi ion fosfat di perairan berfluktuasi secara spasial dan temporal. Fluktuasi secara temporal dapat dipengaruhi oleh proses pasang surut yang terjadi dan secara spasial sangat dipengaruhi oleh jarak dari pantai. Hal ini sangat berkaitan dengan masukan air tawar yang membawa nutrisi lebih tinggi.

Penelitian mengenai konsentrasi fosfat sebelumnya telah dilakukan oleh Maslukah *et al.*, (2018) di Perairan Wiso. Konsentrasi ion fosfat selalu mengalami fluktuasi. Peran penting ion fosfat adalah parameter kunci terhadap kesuburan perairan, sehingga perlu dilakukan monitoring pada setiap waktu. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan monitoring konsentrasi ion fosfat pada musim hujan (Oktober 2017) di muara Wiso dan sekitarnya. Diharapkan data yang didapatkan dapat digunakan sebagai base line data terkait kesuburan di perairan Wiso, Ujungbatu, Jepara.

MATERI DAN METODE

Sampel air laut yang diambil dari perairan Wiso, Ujungbatu, Jepara pada bulan Oktober 2017. Pengambilan sampel dilakukan pada 10 stasiun dan setiap stasiun pengamatan ditunjukkan pada Gambar 1. Pengambilan sampel air laut melalui botol Nansen. Parameter lingkungan perairan yang diukur antara lain pH, oksigen terlarut (DO), salinitas, kedalaman dan suhu air laut.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Fosfat terlarut ditentukan dari hasil pembacaan nilai absorbansi menggunakan spektrofotometri. Metode analisis yang digunakan adalah fosfomolibdat biru (Murphy dan Riley, 1962). Amonium molibdat dan kalium antimon tartrat bereaksi dan dalam suasana asam terbentuk asam heteropoli – asam fosfomolibdat dan oleh asam askorbat tereduksi menjadi biru. Larutan ini selanjutnya dibaca nilai absoransinya pada panjang gelombang 885nm.

Konsentrasi ion fosfat di kolom air dan karakteristiknya dengan parameter lingkungan perairan dianalisis menggunakan analisis komponen utama (PCA). Analisis komponen utama atau *principle component analysis* (PCA) yaitu metode statistik interdependen yang memiliki output untuk mempresentasikan informasi maksimum yang terdapat dalam suatu matriks data dalam bentuk grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

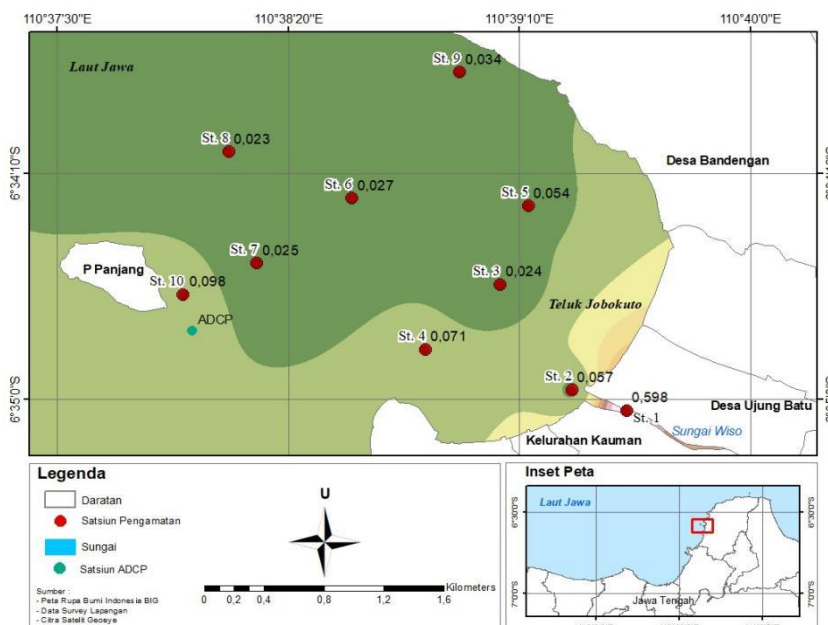
Fosfat dalam perairan diketahui berupa dalam bentuk terlarut dan teradsorpsi oleh partikel. Fosfat dalam bentuk terlarut dalam penelitian ini, secara umum disebut sebagai ion fosfat. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa konsentrasi ion fosfat dalam air laut dalam rentang nilai antara 0,023 – 0,598 $\mu\text{mol/l}$ dengan nilai rerata 0,101 $\mu\text{mol/l}$. Stasiun 1, yang terletak di badan sungai mempunyai konsentrasi tertinggi dibandingkan stasiun yang lain dan konsentrasi terendah ditemukan pada stasiun 8. Konsentrasi pada setiap stasiun dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi ion fosfat, kedalaman perairan, salinitas, pH, suhu dan DO

Stasiun	Kedalaman (m)	Salinitas ($^{\circ}/_{\infty}$)	pH	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	DO (mg/L)	Konsentrasi ion Fosfat ($\mu\text{mol/l}$)
1	1	32	8	31,5	1,0	0,598
2	1	33	8	31,2	1,3	0,057
3	4	30	8,5	30,4	2,6	0,024
4	2	32	8,6	30,6	2,5	0,071
5	3	31	8,3	31	2,6	0,054
6	8	30	8,4	31,1	2,6	0,027
7	8	30	8,4	31,1	2,8	0,025
8	10	32	8,2	30,6	2,5	0,023
9	8	31	8,3	31,2	2,6	0,034
10	8	30	8,4	31,4	2,6	0,098

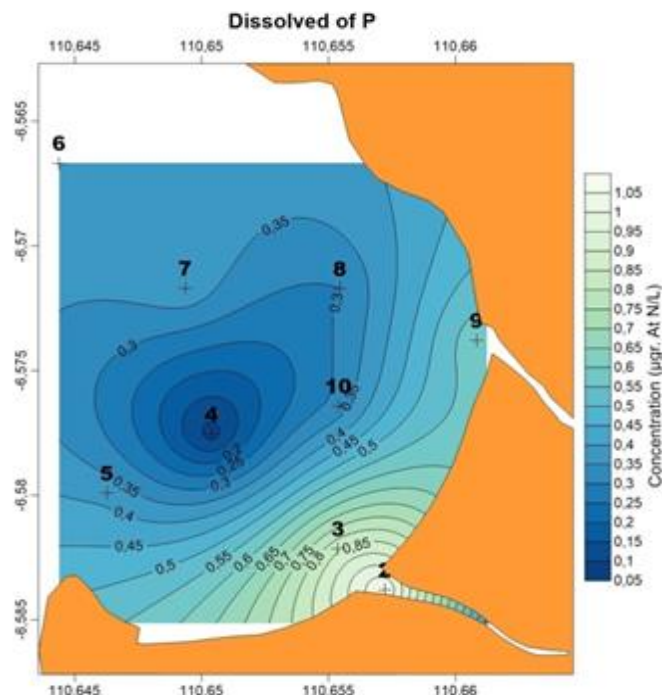
Konsentrasi fosfat yang lebih tinggi berada pada stasiun yang berada dalam badan sungai, kemudian konsentrasinya berkurang seiring dengan jarak lokasinya dari muara sungai. Konsentrasi tertinggi ditemukan pada stasiun 1 dan terendah di stasiun 8. Hal ini diduga berkaitan dengan proses-proses yang terjadi pada wilayah dekatdasar perairan. Stasiun 1 dan 2 terletak di perairan yang semi tertutup dan terisolasi dari perairan laut sehingga sirkulasi airnya kurang luas dan tidak maksima. Hal ini dipicu oleh padatnya aktivitas masyarakat sekitarnya. Tingginya ion fosfat di stasiun 1 dan 2 juga berkaitan dengan sumber utama fosfat adalah masukan dari daratan berupa limbah domestik masyarakat. Hasil penelitian Maslukah *et al.* (2014) menjelaskan ion fosfat sangat berkaitan dengan masukan air tawar dari darat dan nilainya menunjukkan lebih tinggi saat terjadi surut. Unsur Fosfat umumnya berasal dari berbagai inputan limbah dari daratan yang terbawa arus laut dan diendapkan ke dasar perairan (Santoso, 2007; Maslukah *et al.*, 2020).

Nilai konsentrasi fosfat terlarut yang tinggi diperoleh di stasiun 1 dan 2 dapat juga disebabkan tingginya difusi fosfat dari sedimen mengingat kedalam perairan yang hanya 1 meter. Sedimen merupakan tempat penyimpanan utama fosfor. Senyawa fosfor yang terikat di dalam sedimen dapat mengalami penguraian dengan bantuan bakteri maupun melalui proses abiotik seperti curah hujan dan arus laut yang menyebabkan senyawa fosfat dapat terlarut dan memicu terjadinya prosesdifusi kembali ke kolom air (Paytan dan McLaughlin, 2007). Selanjutnya pola sebaran fosfat secara spasial dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pola sebaran fosfat di lokasi penelitian

Gambar 2 memperlihatkan bahwa konsentrasi tertinggi ion fosfat ditemukan pada badan sungai dan secara perlahan-lahan konsentrasinya menurun. Pola sebaran yang didapat dari hasil penelitian ini sedikit berbeda dari hasil penelitian sebelumnya oleh Maslukah *et al.*, (2018) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Konsentrasi tinggi pada penelitian sebelumnya lebih terkonsentrasi depan muara Sungai Wiso. Dibanding konsentrasi sebelumnya yang dilakukan Maslukah *et al.*, (2018), nilai pada penelitian ini justru ditemukan lebih rendah. Konsentrasi ion fosfat pada penelitian sebelumnya mencapai 0,08-1,06 $\mu\text{mol/l}$.



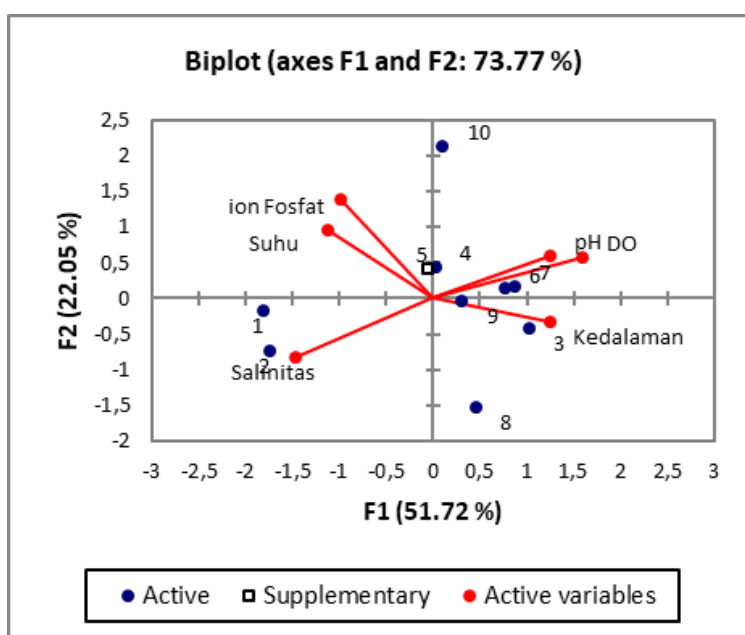
Gambar 3. Konsentrasi ion Fosfat di Perairan Wiso, Jepara tahun 2017 (Maslukah *et al.*, 2018)

Selanjutnya untuk menentukan parameter lingkungan yang mempengaruhi, dilakukan analisis PCA. Hasil analisis ini dapat memperlihatkan hubungan antar parameter dan tingkat korelasinya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Koefisien korelasi antara ion Fosfat, kedalaman perairan, pH, suhu dan DO

Variables	Kedalaman (m)	Salinitas (‰)	pH	Suhu (°C)	DO (mg/l)	Konsentrasi ion Fosfat (µmol/l)
Kedalaman	1.00	-0.48	0.15	-0.27	0.60	-0.49
Salinitas	-0.48	1.00	-0.58	0.16	-0.88	0.20
pH	0.15	-0.58	1.00	-0.62	0.56	0.03
Suhu (°C)	-0.27	0.16	-0.62	1.00	-0.27	0.63
DO (mg/L)	0.60	-0.88	0.56	-0.27	1.00	-0.31
Konsentrasi ion Fosfat (µmol/l)	-0.49	0.20	0.03	0.63	-0.31	1.00

Untuk melihat keterkaitan antar parameter dan distribusi masing-masing stasiun dapat dilihat menggunakan grafik PCA, seperti yang tersaji pada Gambar 4.



Gambar 4. Analisis komponen utama (PCA) semua parameter dan distribusi pada masing-masing stasiun

Keberadaan parameter pada sumbu F1 positif dicirikan oleh kedalaman, pH dan DO, yang merupakan ciri dari stasiun 3, 6 dan 7 dan memiliki nilai konsentrasi fosfat yang lebih rendah. Berbeda terhadap stasiun 1 dan 2 yang berada pada sumbu F1 negatif, dan dapat dijelaskan bahwa konsentrasi ion fosfat di perairan ini lebih dipengaruhi oleh suhu dan salinitas. Nilai salinitas yang rendah memperlihatkan adanya aliran air tawar dan mempengaruhi tingginya ion fosfat di stasiun tersebut.

Sumbu F1 dapat menjelaskan variabel penelitian sebesar 51,72%. Bersama dengan sumbu F2, variabel yang dapat dijelaskan mencapai 73,77%. Kandungan fosfat yang tinggi pada masing-masing stasiun berkebalikan dengan pH, kedalaman dan juga DO di perairan. Rendahnya kadar oksigen terlarut (DO) di lokasi stasiun 1 dan 2 yang terletak di dekat muara sungai Wisu diduga disebabkan oleh semakin tingginya aktivitas mikro organisme dalam mendekomposisikan zat organik yang tinggi di lokasi tersebut. Menurut Wardhana (2001), pada lapisan dasar perairan terjadi akumulasi bahan organik yang membutuhkan oksigen terlarut dalam proses penguraiannya. Semakin banyak bahan buangan organik yang ada di dalam air, berdampak pada semakin sedikit kandungan oksigen terlarut di dalamnya. Sedangkan hasil penelitian Effendi (2000) menunjukkan semakin tinggi salinitas air laut umumnya berdampak pada kadar orthofosfat di perairan semakin rendah. Oleh karena itu konsentrasi fosfat secara umum semakin berkurang ketika semakin jauh ke arah laut (*off shore*) (Muchtart dan Simanjuntak, 2008). Begitu pula dengan kadar oksigen terlarut

yang semakin meningkat ke arah laut lepas. Pada stasiun 8 dengan konsentrasi fosfat terendah, kadar oksigen terlarutnya justru makin tinggi dikarenakan lokasinya yang sudah jauh dari daratan dan muara sungai serta pengaruh arus yang dinamis di lokasi tersebut.

Secara keseluruhan konsentrasi nilai fosfat di perairan Wisu yang dalam range nilai antara 0,023-0,598 $\mu\text{mol/l}$ dengan rerata sebesar 0,1 $\mu\text{mol/l}$ atau setara 1,06 mg/l, lebih tinggi daripada dengan di Teluk Ambon yang berkisar antara 0,4-0,8 mg/l (Tuahatu dan Tubalawony, 2009) dan di Teluk Pandan yang berkisar antara 0,0012 – 0,0091 mg/l (Iklima *et al.*, 2019), serta di Teluk Jakarta yang memiliki range nilai antara 0.03-0.05 ppm dan rata-rata 0,023 ppm (Simanjuntak, 2007), tetapi lebih rendah dibandingkan di Teluk Benoa yang berkisar antara tidak terdeteksi- 0,739 mg/l dengan rata-rata konsentrasi fosfat sebesar 2,405 mg/l (Rahayu *et al.*, 2018).

Tabel 3. Tingkat kesuburan perairan berdasarkan kadar fosfat (Wardoyo, 1982)

Fosfat (mg/l)	Tingkat Kesuburan
0 – 0,002	Kurang subur
0,0021 – 0,050	Cukup subur
0,051 – 0,100	Subur
0,101 – 0,200	Sangat subur
> 0,201	Sangat subur sekali

Berdasarkan tingkat pengklasifikasikan oleh Wardoyo (1982) seperti yang tertera pada Tabel 3, tingkat kesuburan perairan muara Wisu dan sekitarnya adalah sangat subur sekali (nilai ion fosfat yang didapatkan >0,201 mg/l (Tabel 3). Klasifikasi tingkat kesuburan suatu perairan ditinjau dari kadar fosfat menurut EPA (2002) adalah <0,048 mg/l tergolong rendah, antara 0,048-0,096 mg/l tergolong sedang, dan >0,096 mg/l tergolong tinggi. Ketchum (1969) menetapkan nilai fosfat sebesar 2,8 $\mu\text{g.at/l}$ atau setara dengan 0,087 mg/l sebagai batas atas pada air yang tidak tercemar. Secara keseluruhan, hasil kandungan fosfat di perairan Wisu, Jepara telah melampaui baku mutu air laut untuk biota laut pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 sebesar 0,015 mg/l.

KESIMPULAN

Konsentrasi ion fosfat di perairan Wisu, Jepara berkisar antara 0,023 – 0,598 $\mu\text{mol/l}$. Pola sebarannya menunjukkan tinggi di badan sungai dan dekat perairan pantai dan kemudian mengalami penurunan menuju ke arah laut. Konsentrasi ion fosfat yang tinggi ditemukan dalam badan sungai yang memperlihatkan bahwa sumber utamanya adalah masukan dari daratan yang dibawa oleh aliran sungai. Konsentrasi ion fosfat dipengaruhi oleh jarak lokasinya dari aliran sungai serta parameter lingkungan perairan seperti oksigen terlarut, suhu dan kedalaman. Hasil monitoring penelitian ion fosfat pada penelitian ini memiliki nilai lebih rendah dibanding hasil penelitian sebelumnya pada wilayah studi yang sama. Berdasarkan pengklasifikasian ion fosfat oleh Wardoyo (1982), perairan Wisu dan sekitarnya ini menunjukkan bahwa perairan termasuk perairan sangat subur sekali.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini adalah bagian riset dari penelitian disertasi dengan judul “Fraksinasi Phosphor dan Keterkaitannya dengan Konsentrasi Klorofil-a Di Perairan Utara Jawa Tengah”. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Universitas Diponegoro yang telah memberikan dana melalui dana *selain* APBN DPA SUKPA LPPM UNDIP Tahun Anggaran 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Bostrom B. J., Andersen, M., Fleischer, S. and Jansson, M. 1988. Exchange of Phosphorus Across the Sediment-Water Interface. *Hydrobiologia*, 170: 229-244.
- Durr, H. H., Laruelle, G. G., Van Kempen, C. M., Slomp, C. P., Meybeck, M. and Middelkoop, H. 2011. Worldwide typology of nearshore coastal systems: defining the estuarine filter of river inputs to the oceans. *Estuary. Coast*, 34: 441–458.

- Environmental Protection Agency (EPA). 2002. Water Quality Criteria. Mid-Atlantic Integrated Assessment (MAIA) Estuaries. USA. Ecological Research Series Washington: 595 pp
- Iklima, R. A. S., Gusti, D., Agussalim, A. dan Mulia, C. 2019. Analisis Kandungan N-Nitrogen (Amonia, Nitrat, Nitrit) dan Fosfat di Perairan Teluk Pandan Provinsi Lampung. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 8(1): 57-66.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia (KLH). 2004. Baku mutu air laut untuk biota laut. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut. KLH. Jakarta.
- Ketchum, D. H. 1969. Eutrophication of estuaries. In: Eutrophication Causes, Consequences, Corrective National Academy of Sciences, Washington, D.C. 197-209pp.
- Effendi, H. 2000. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan Perairan. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 259 hlm.
- Maslukah, L., Indrayanti, E. dan Rifai, A. 2014. Sebaran material organik dan zat hara oleh arus pasang surut di muara sungai Demaan, Jepara. *Ilmu Kelautan*, 19 (4): 189-194.
- Maslukah, L., Wulandari, S.Y., Prasetyawan, I.B., and Muslim. 2018. The Distributions of N, P Nutrients and Its Relations with Chlorophyll-a: Case Study in Serang and Wiso Estuary, Jepara, Indonesia. *Asian Jr. of Microbiol. Biotech. Env. Sc.*, 20(3): 123-129.
- Maslukah, L., Zainuri, M., Wirasatriya, A., and Salma, U. 2019. Spatial Distribution of Chlorophyll-a and Its Relationship with Dissolved Inorganic Phosphate Influenced by Rivers in the North Coast of Java. *Journal Ecological of Engineering*, 20(7): 18–25.
- Maslukah, L, M. Zainuri, A. Wirasatriya, dan R. Widiaratih. 2020. Studi Kinetika Adsorpsi Dan Desorpsi Ion Fosfat (Po42-) Di Sedimen Perairan Semarang Dan Jepara. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2): 383-394
- McKelvie I. D. 1999. Phosphate. Handbook of Water Analysis. New York, Marcel Dekker, Inc: 273- 295.
- Muchtar, M. dan Simanjuntak. 2008. Karakteristik dan Fluktuasi Zat Hara Fosfat, Nitrat dan Derajat Keasaman (pH) di estuary Cisadane pada Musim yang Berbeda. Dalam: Ruyitno, A., Syahailatua, M., Muchtar, Pramudji, Sulistijo, Susana, T. (Editor). Ekosistem Estuari Cisadane: LIPI: 139-148
- Murphy J. and J P Riley 1962. Anal. Chim. Acta 27: 31–36.
- Paytan, A. and McLaughlin, K. 2007. The Oceanic Phosphorus Cycle. *Chemical Review*, 107(2): 563–576.
- Prianto, E., Husnah, dan S. Aprianti. 2010. Karakteristik Fisika Kimia Perairan dan Struktur Komunitas Zooplankton Di Estuari Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *J. Bawal*, 3(3): 149-157.
- Rahayu, N. W. S. T., Hendrawan, I. G., dan Suteja, Y. 2018. Distribusi Nitrat dan Fosfat Secara Spasial dan Temporal Saat Musim Barat Di Permukaan Perairan Teluk Benoa, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(1): 1-13.
- Santoso, A. D. 2007. Kandungan Zat Hara Fosfat pada Musim Barat dan Musim Timur di Teluk Hurun Lampung. *J. Teknik Lingkungan*, 8(3): 207-210.
- Simanjuntak, M. 2007. Kadar Fosfat, Nitrat Dan Silikat Di Teluk Jakarta. *Jurnal Perikanan*, 9(2): 274-287.
- Suthers, M. and Rissik, D. 2008. Plankton: a guide to their ecology and monitoring for water quality. Collingwood, Vic.: CSIRO Publishing.
- Tuahatu, J. W. dan Tubalawony. 2009. Sebaran Nitrat Dan Fosfat Pada Massa Air Permukaan Selama Bulan Mei 2008 Di Teluk Ambon Bagian Dalam. *Triton*, 5(1): 34-40

- Wardhana, W. A. 2001. Dampak Pencemaran Lingkungan (Edisi revisi). Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Wang, Y., Jiang, H., Jin, J., Zhang, X., Lu, X. and Wang, Y. 2015. Spatial-temporal variations of chlorophyll-a in the adjacent sea area of the Yangtze River Estuary influenced by Yangtze river discharge. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 12: 5420-5438.
- Wardoyo, S. T. H. 1982. Water Analysis Manual Tropical Aquatic Biology Program. Biotrop, SEAMEO. Bogor. 81 hal.
- Wisha, U. J. and Maslukah, L. 2017. Nutrient condition of Kampar Big River Estuary: Distribution of N and P concentrations drifted by tidal bore "Bono". *Ilmu Kelautan*, 22(3): 137-146
- Yule, C. M., Boyero, L. and Marchant, R. 2010. Effects of sediment pollution on food webs in a tropical river (Borneo, Indonesia). *Mar. Freshwater Res.*, 61: 204–213.