

## Sebaran Material Organik dan Zat Hara Oleh Arus Pasang Surut di Muara Sungai Demaan, Jepara

Lilik Maslukah, Elis Indrayanti, dan Azis Rifai

Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, S.H., Kampus Tembalang, Semarang, Indonesia 50275  
Email: lilik\_masluka@yahoo.com

### Abstrak

Arus pasang surut di muara sungai dapat mempengaruhi penyebaran material organik dan zat hara. Keberadaan material organik dan zat hara di perairan dapat menentukan kualitas suatu perairan. Kandungan material organik dan zat hara dalam jumlah berlebihan dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi pada badan air dan menyebabkan kandungan oksigen di perairan menjadi rendah. Penelitian ini bertujuan untuk melihat sebaran material organik, nitrat dan fosfat oleh pengaruh arus pasang surut. Penelitian dilakukan di muara Sungai Demaan, Jepara. Penentuan konsentrasi material organik dalam contoh air laut menggunakan metode titrasi permanganate, sementara nitrat dan fosfat ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometrik. Sebaran material organik, nitrat dan fosfat digambarkan dengan software ArGIS, sedangkan simulasi arus pasang surut menggunakan software SMS. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi material organik dan zat hara lebih tinggi saat surut dibanding saat pasang. Sebaran material organik dan fosfat mengikuti arus pasang surut yaitu mengarah ke utara saat surut dan kembali mengarah ke arah selatan pada saat pasang. Disimpulkan bahwa material organik dan fosfat bersumber dari sungai.

**Kata kunci :** arus pasang surut, material organik, zat hara

### Abstract

#### *The Distribution of Organic Matter and Nutrients by Tidal Current at Demaan Estuary, Jepara*

The distribution of organic matter and nutrients in the estuary can be influenced by tidal current. The presence of organic matter and nutrients can determine the water quality. However, the exceed amount of organic matter and nutrient in the water could lead to eutrofication that caused the depletion of dissolved oxygen. The research was aimed to determine the distribution of organic matter and nutrients (i.e. phosphate and nitrate) due to the tidal current in Demaan estuary, Jepara. The titration method with permanganate was used to measure the organic matter concentration in the samples. Meanwhile, the spectrophotometric method was used to measure nitrate and phosphate concentration in the samples. Tidal current was simulated by Surface water Modelling System (SMS) software, and the distribution of organic matter, nitrate and phosphate was plotted using ArGIS software. The result showed that the concentration of organic matter and nutrients is higher at ebb tide than flood tide. The distribution of organic matter and phosphate followed the tidal current, flowing to the north at ebb tide and back to south at flood tide. It is concluded that organic matter and phosphate sourced from the rivers.

**Keywords :** tidal current, organic matter, nutrient

### Pendahuluan

Muara sungai umumnya mempunyai material organik dan zat hara yang berfluktuasi (Montani et al., 1998), yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intake oleh proses-proses biologi, adsorpsi, pelepasan dan pengendapan oleh partikel tersuspensi. Masukan elemen dari darat (elemen alogenik) melalui aliran air sungai serta pengaruh kondisi hidrodinamika perairan (arus) juga

berpengaruh terhadap fluktuasi tersebut (Page et al., 1995; Renshun, 1992).

Daerah muara dan sepanjang sungai Demaan Jepara, terdapat pemukiman penduduk yang secara langsung membuang limbah ke perairan. Limbah yang dibuang ke perairan ini salah satunya merupakan limbah organik dan hasil degradasinya (termasuk zat hara). Sehingga muara sungai Demaan secara langsung mendapat dampak

ekologis. Dampak ekologis masuknya limbah organik dari daratan ke muara sungai membuat perairan menjadi lebih subur. Kesuburan perairan yang tinggi memiliki dampak positif dan jika kondisinya terlalu subur akan berdampak negatif (Conley *et al.*, 2009; Domingues *et al.*, 2011; Simanjuntak dan Kamiasi, 2012;). Dampak positif, yaitu membawa manfaat yang tinggi bagi masyarakat, khususnya nelayan, karena melimpahnya plankton dan mengakibatkan produksi ikan menjadi tinggi. Sementara dampak negatif akan menimbulkan kematian massal ikan melalui berkurangnya oksigen terlarut atau timbulnya zat beracun seperti nitrit, ammonia dan hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S) akibat penguraian secara an aerob.

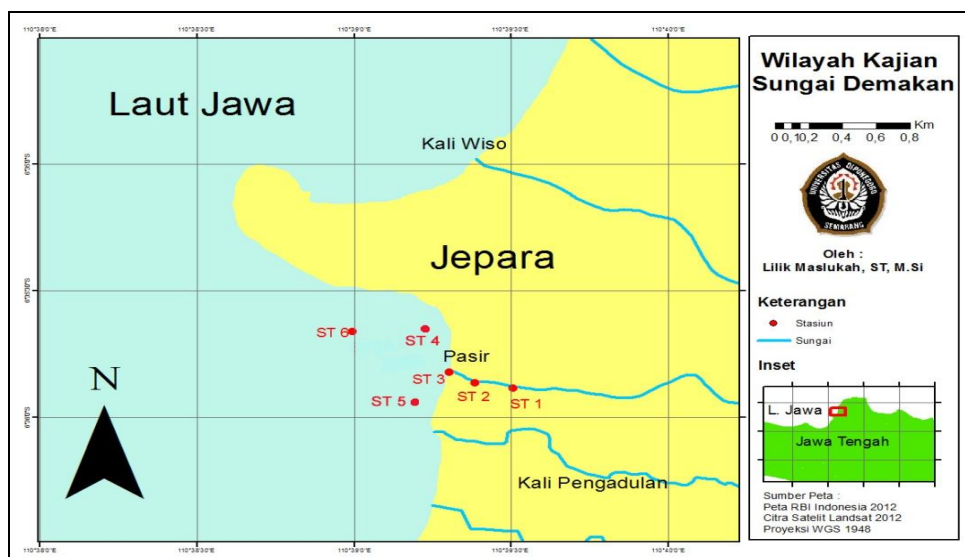
Melimpahnya material organik di perairan akan diikuti kelimpahan zat hara, termasuk nitrat dan fosfat. Keberadaan material organik dan zat hara ini sangat dipengaruhi oleh pasang surut (Magni dan Montani, 2000; Magni *et al.*, 2002). Pada saat surut, arus bergerak dari muara sungai menuju ke laut, dan saat pasang arus bergerak dari laut menuju muara sungai dan mendesak massa air tawar dari sungai. Adanya pergerakan ini mempengaruhi pola penyebaran dan pasokan material organik yang berasal dari sungai. Pada saat air surut, massa air sungai akan lebih dominan sehingga kandungan material organik dan unsur-unsur hara di muara sungai menjadi lebih tinggi (Yin dan Harrison, 2000). Selain itu adanya gerakan secara vertikal oleh pengaruh pasang surut dan gelombang dapat menyebabkan terjadinya turbulensi dan menyebabkan sedimen dasar mengalami resuspensi. Proses resuspensi merupakan salah satu proses yang berpotensi memberikan kontribusi masukan material organik dan zat hara dari sedimen ke kolom air dan

berdampak pada pertumbuhan mikro alga (Dzialowski *et al.*, 2008).

Kajian terhadap pola sebaran material organik dan zat hara di perairan muara sungai dapat memberikan gambaran tentang pola sebaran bahan organik dan zat hara oleh arus pasang surut. Secara tidak langsung akan berhubungan dengan produktivitas dan daya dukung perairan yang bersangkutan, yang merupakan *fishing ground* bagi usaha perikanan tangkap masyarakat nelayan sekitarnya. Penelitian mengenai dinamika bahan organik dan zat hara oleh arus pasang surut belum banyak dilakukan. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui pola sebaran bahan organik dan zat hara (nitrat, fosfat) oleh arus pasang surut di muara sungai Demaan, Jepara. Pengeplotan konsentrasi material organik, nitrat dan fosfat sebagai fungsi salinitas dilakukan untuk mendapatkan garis *Theoretical Dilution Line* (TDL). Garis TDL ini digunakan untuk mengetahui sumbernya apakah berasal dari masukan air sungai atau air laut.

### Materi dan Metode

Penelitian dilakukan di Muara Sungai Demaan, Jepara. Stasiun pengambilan sampel air untuk analisa bahan organik, nitrat dan fosfat (sebagai data utama) dan pengukuran data insitu salinitas (sebagai data penunjang) ditentukan secara *purposive sampling method* menggunakan GPS (*Global Positioning System*). Pengambilan sampel dilakukan di 6 stasiun dengan pengulangan sebanyak tiga kali dan dilakukan pada kondisi pasang dan kondisi surut. Lokasi yang ditentukan mewakili wilayah sungai, muara, dan laut (Lihat Gambar 1.).



Gambar 1. Lokasi sampling air di 6 titik muara sungai, Demaan, Jepara

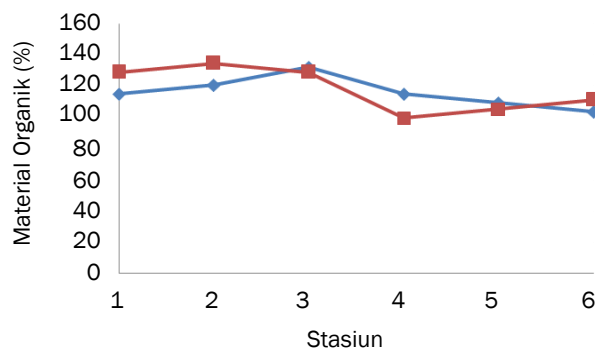
Sampel air diambil dengan menggunakan botol Nansen. Sampel air ini kemudian dimasukkan dalam botol polyetilen, dimasukkan dalam kotak pendingin dan segera dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisa konsentrasi material organik, nitrat dan fosfat. Penentuan konsentrasi material organik menggunakan metode titrasi permanganate. Sementara penentuan konsentrasi nitrat dan fosfat dalam contoh air laut ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri pada panjang gelombang 880 nm untuk fosfat dan 540 nm untuk nitrat (Grasshoff *et al.*, 1999). Arus pasang surut diperoleh dari hasil model, menggunakan software *Surface Water Modelling System (SMS)* versi 8.1. Input data yang digunakan dalam pemodelan arus pasang surut adalah data batimetri dan konstanta komponen pasang surut.

Pola sebaran material organik, nitrat dan fosfat terhadap arus (pasang surut) digambarkan dengan menggunakan software ArcGIS 10.0. Plot material organik, nitrat dan fosfat terlarut sebagai fungsi salinitas digunakan sebagai alat untuk menentukan sumber dari suatu elemen kimia (Chester, 1980; Balls, 1994; Magni dan Montani, 2000; Magni *et al.*, 2002). Kemudian dibuat garis *Theoretical Dilution Line (TDL)* dengan cara menarik garis lurus dari nilai konsentrasi yang berada pada salinitas rendah ke nilai konsentrasi pada salinitas paling tinggi (Maslukah, 2008; Hamzah dan Saputro, 2013). Arah kemiringan (*slope*) ditentukan oleh kelimpahan relatif elemen kimia dalam air sungai dan laut (Chester, 1990). Arah kemiringan positif (miring ke kanan) menggambarkan bahwa dengan bertambahnya salinitas, maka konsentrasi nutrisi semakin tinggi. Hal ini menggambarkan bahwa sumber nutrisi berasal dari laut. Sebaliknya apabila kemiringan negatif (miring ke kiri), maka elemen kimia tersebut bersumber dari aliran air sungai.

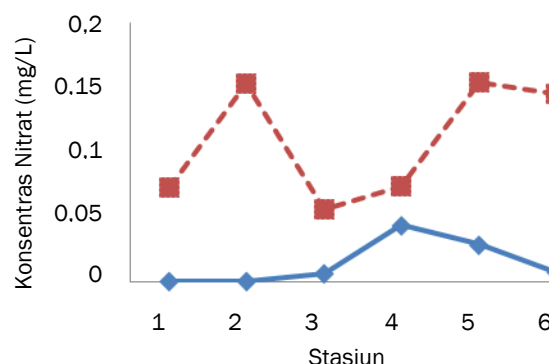
### Hasil dan Pembahasan

Ditemukan bahwa konsentrasi material organik berkisar antara 99,48–134,6 % saat pasang dan antara 103,41–132,13 % saat surut. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2. Sebaran konsentrasi nitrat pada Gambar 3 memperlihatkan kebalikan dengan sebaran persentase material organik. Saat pasang konsentrasi nitrat di stasiun 1 dan 2 lebih tinggi dibanding saat surut. Konsentrasi nitrat yang diperoleh berada pada nilai 0,056–0,154 mg.L<sup>-1</sup> saat pasang dan antara 0,001-0,044 mg.L<sup>-1</sup> saat surut.

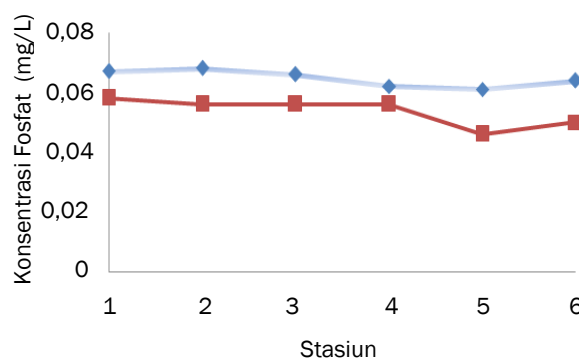
Sedangkan fosfat selalu menunjukkan konsentrasi yang lebih tinggi (0,061–0,068 mg.L<sup>-1</sup>) saat surut dibanding saat pasang (0,046-0,058 mg.L<sup>-1</sup>). Gambar 4.



**Gambar 2.** Konsentrasi material organik di Muara Sungai Demaan. Keterangan: ■ = Material organik saat surut, ◆ = Material organik saat pasang



**Gambar 3.** Konsentrasi nitrat di Muara Sungai Demaan. Keterangan: ■ = Material organik saat surut, ◆ = Material organik saat pasang



**Gambar 4.** Konsentrasi fosfat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) di Muara Sungai Demaan. Keterangan: ■ = Material organik saat surut, ◆ = Material organik saat pasang

Gambar 2-4 memperlihatkan bahwa adanya proses pasang dan surut mempengaruhi konsentrasi nutrisi di muara sungai Demaan. Tingginya konsentrasi bahan organik dan fosfat saat surut berkaitan dengan masukan dari sumbernya yang berasal dari daratan melalui air sungai. Magni *et al.* (2005) menyatakan bahwa variasi partikel N dan P di perairan pantai dipengaruhi oleh besar kecilnya aliran air tawar dan proses resuspensi. Adanya aliran air tawar dan proses resuspensi menyebabkan konsentrasi nutrisi dalam perairan

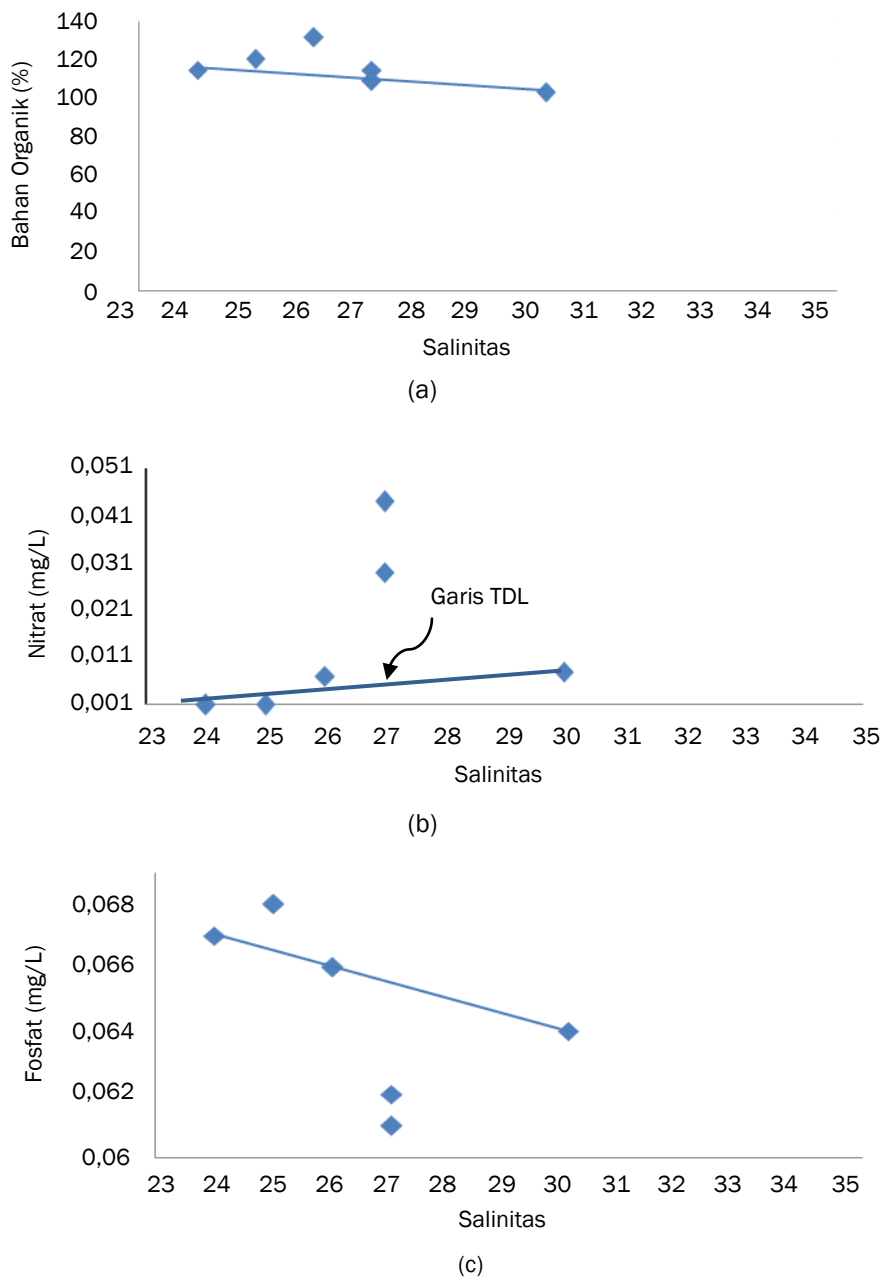
menjadi lebih tinggi. Peran sungai sebagai sumber elemen kimia dapat dilihat melalui pengeplotan antara konsentrasi nutrisi sebagai fungsi salinitas (Gambar 5). Nilai salinitas berkisar antara 24–35 ‰. Nilai selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai salinitas (‰) yang terukur selama penelitian

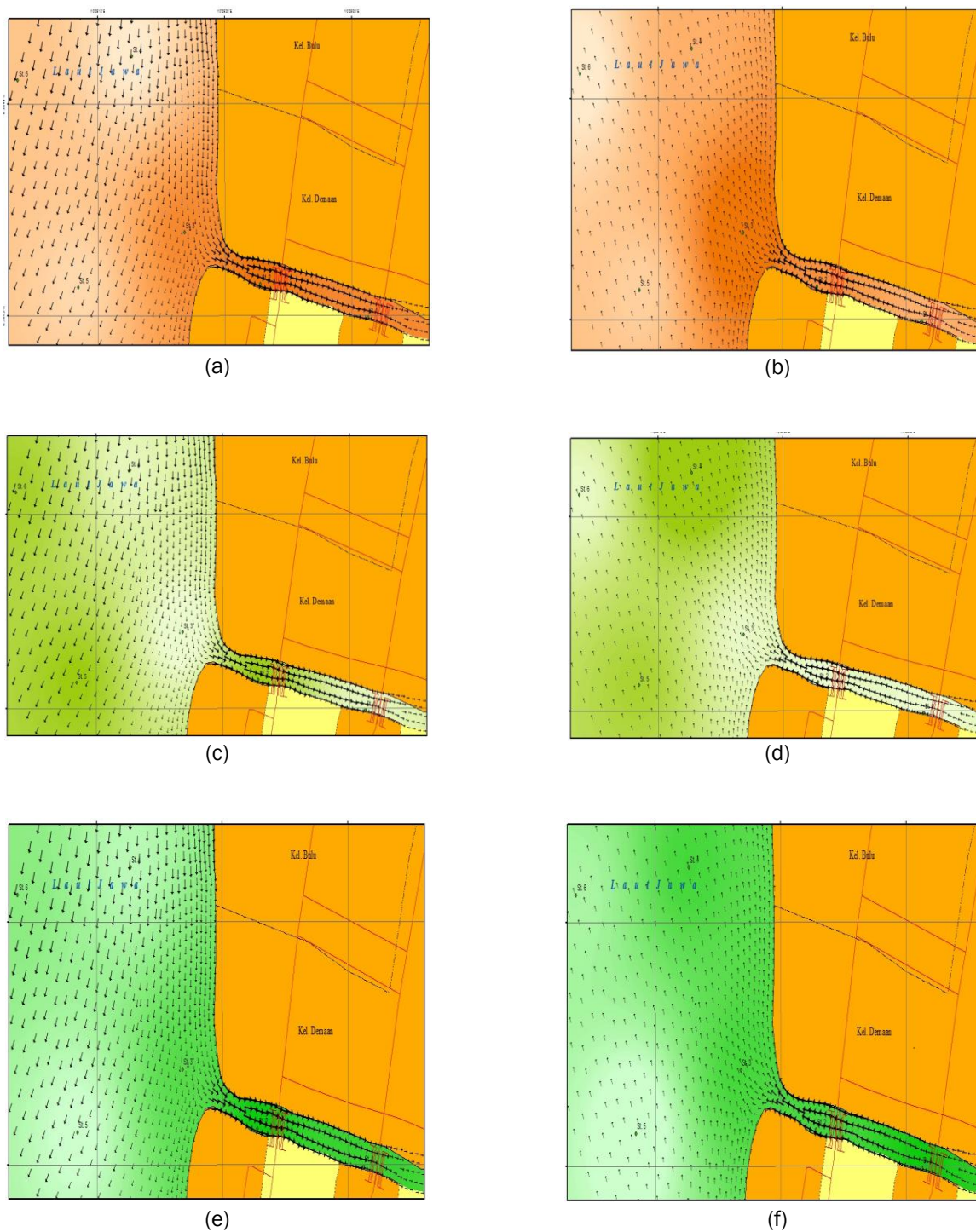
Kondisi	Stasiun					
	1	2	3	4	5	6
Pasang	30	33	34	35	35	35
Surut	24	25	26	27	27	30

Proses pasang surut menyebabkan salinitas di stasiun penelitian berfluktuasi. Tabel 1. Pada saat pasang jumlah air laut lebih banyak dibanding air tawar dan sebaliknya saat surut. Hal ini yang menyebabkan adanya perubahan salinitas.

Gambar 5. memperlihatkan garis TDL (*Theoretical Dilution Line*) pada material organik dan fosfat serta nitrat. Arah kemiringan garis TDL material organik dan fosfat ke arah kiri dan nitrat ke arah kanan. Arah kemiringan kekiri menggambarkan sumber berasal dari masukan air sungai (Montani et al., 1998; Corbet, 2010).



**Gambar 5.** Plot konsentrasi (a) material organik (b) nitrat dan (c) fosfat terhadap salinitas pada kondisi.



**Gambar 6.** Sebaran material organik, nitrat dan fosfat oleh arus pasang (a, c, e) dan arus surut (b, d, f)

Kaitan arus pasang surut terhadap pola penyebaran material organik, nitrat dan fosfat dapat dilihat pada Gambar 6 yang memperlihatkan adanya pergerakan arus saling berlawanan arah (bolak balik). Pada saat pasang arus bergerak memasuki sungai dan sebagian berbelok menuju ke arah selatan. Sedangkan saat surut, arus mengalir keluar dari muara sungai dan sebagian berbelok menuju ke

arah utara. Poerbandono dan Djunasjah (2005) menjelaskan bahwa arus pasut mempunyai sifat pergerakan bolak balik. Pergerakan saat surut, arus pasang surut ini mengakibatkan material organik dan fosfat menyebar ke arah utara. Penyebaran saat surut lebih luas dibandingkan penyebaran saat pasang. Demikian juga konsentrasi saat surut lebih tinggi dibanding saat pasang.



## Kesimpulan

Arus pasang surut mempengaruhi pola penyebaran bahan organik dan fosfat. Pada saat surut, bahan organik dan fosfat menyebar lebih luas dibanding saat surut. Arah kemiringan garis TDL material organik dan fosfat kearah kiri, sedangkan nitrat kearah kanan. Hal ini menggambarkan bahwa bahan organik dan fosfat bersumber dari aliran air sungai.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada reviewer atas sarannya demi perbaikan artikel ini.

## Daftar Pustaka

- Balls, P.W. 1994. Nutrient Inputs to Estuaries from nine Scottish East Coast Rivers: Influence of Estuarine Processes on Inputs to The North Sea. *Est. Coast. Shelf Sci.* 39:329–352.
- Chester, R. 1990. *Marine Geochemistry*. London : Unwin Hyman Ltd.698p.
- Conley, D.J., H.W. Paerl & R.W. Howarth. 2009. Controlling Eutrophication: Nitrogen and Phosphorus. *Science*. 323(5917):1014–1015.
- Domingues, R.B., T.P. Anselmo & A.B. Barbosa. 2011. Nutrient Limitation of Phytoplankton Growth in the Freshwater Tidal Zone of a Turbid, Mediterranean Estuary. *Est. Coast. Shelf Sci.* 91(2):282–297. doi:10.1016/j.ecss.2010.10.033
- Corbett, D.R. 2010. Resuspension and Estuarine Nutrient Cycling : insights from the Neuse River Estuary. *Biogeosciences*. 7:3289-3300. doi: 10.5194/bg-7-3289-2010
- Grasshoff, K, M. Ehrhardt, K. Kremling & L.G. Anderson. 1999. *Methods of Sea water Analysis*. Wiley-VCH. New York.
- Hamzah, F & P.D. Saputro. 2013. Pola Sebaran Logam Berat dan Nutrien pada Musim kemarau di Estuari Perancak, Bali. *J. Segara*. 9(2):117-127.
- Dzialowski, A.R. Dzialowski, W. Shih-Hsien, L. Niang-Choo, J.H. Beury & D.G. Huggins. 2008. Effects of Sediment Resuspension on Nutrient Concentrations and Algal Biomass in Reservoir of the Central Plains. *Lake Reservoir Manag.* 24:313-320. doi:10.1080/07438140809354841
- Magni, P. & S. Montani. 2000. Responses of Intertidal and Subtidal Communities of the Macrobenthos to Organic Load and Oxygen Depletion in the Seto Inland Sea, Japan. *J. Res. Océanogr.* 23:47–56.
- Magni, P., S. Montani & K. Tada. 2002. Semidiurnal Dynamics of Salinity, Nutrients and Suspended Particulate Matter in an Estuary in the Seto Inland Sea, Japan, during a Spring Tide Cycle. *J. Oceanogr.* 58:389-402. doi:10.1023/A:1015826212267
- Magni, P., S. Como & S. Montani. 2005. Interlinked Temporal Changes in Environmental Conditions, Chemical characteristics of Sediments and Macrofaunal Assemblages in an Estuarine Intertidal Sandflat (Seto Inland Sea, Japan). *J. Mar. Ecol.* 149:1185–1197. doi:10.1007/s00227-006-0298-0
- Maslukah, L. 2008. Konsentrasi Pb, Cu, Zn terlarut di Muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang dan Pola Sebarannya Terhadap Salinitas dan Padatan tersuspensi Total. *Ilmu Kelautan*. 13(2):61-66.
- Montani, S., P. Magni, M. Shimamoto, N. Abe & K. Okutani, 1998. The effect of a Tidal Cycle on the Dynamics of Nutrients in a Tidal Estuary in the Seto Inland Sea, Japan. *J. Oceanogr.* 54: 65–76. doi:10.1007/BF02744382
- Page, H.M., R.L. Petty & D.E. Meade. 1995. Influence of watershed runoff on nutrient dynamics in a southern California salt marsh. *Est. Coast. Shelf Sci.* 41:163–180. doi:10.1006/ecss.1995.0059
- Poerbandono, E.A. & E. Djunasjah. 2005. *Survei Hidrografi*. Refika Aditama, Bandung. 166 hal
- Renshun, Z. 1992. Suspended sediment transport processes on tidal mud flat in Jiangsu Province, China. *Est. Coast. Shelf Sci.* 35:225–233. doi: 10.1016/S0272-7714(05) 80045-9
- Simanjuntak, M & Y. Kamiasi. 2012. Sebaran Horizontal Zat Hara di Perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur. *Ilmu Kelautan*. 17(2):99-108.
- Yin, K. & P.J. Harrison. 2000. Influences of Flood and Ebb Tides on Nutrient Fluxes and Chlorophyll on an Intertidal Flat. *Mar. Ecol*, 196:75-85. doi: 10.3354/meps196075.