

Variabilitas *Dissolved Organic Carbon* (DOC) dan *Total Dissolved Nitrogen* (TDN) di Teluk Meksiko

I Gusti Ngurah Agung Suryaputra

Jurusan Analis Kimia, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja

Email untuk korespondensi: surya@fulbrightmail.org

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pasang surut terhadap konsentrasi dan pencampuran *Dissolved Organic Carbon* (DOC) dan *total dissolved nitrogen* (TDN) di *West Pass, Gulf of Mexico*. Sampel air diambil setiap satu jam sekali selama 24 jam, baik dari permukaan maupun dasar perairan. Konsentrasi DOC diukur dengan menggunakan *DOC Analyzer*. Hasil analisis konsentrasi DOC menunjukkan adanya dua *endmembers*, yaitu air laut dari *Gulf of Mexico* dan air tawar dari *Apalachicola River*, yang bercampur secara konservatif. Akan tetapi, analisis terhadap konsentrasi TDN menunjukkan hal yang berbeda. Pada permukaan perairan, konsentrasi TDN didominasi oleh pencampuran dua *endmember* dari air laut dan air tawar. Sedangkan konsentrasi TDN di dasar perairan dipengaruhi oleh proses-proses lain di sana.

Kata kunci: *dissolved organic carbon*, *total dissolved nitrogen*, pencampuran konservatif.

1. Pendahuluan

Lautan di dunia ini merupakan sumber utama dari karbon organik, dimana *Dissolved Organic Carbon* (DOC) merupakan bagian yang terbesarnya (Benner et. al, 1997; Guo et. al., 1995). DOC bertanggung jawab terhadap siklus biogeokimia karbon di lautan (Amon and Benner 1994; Carlson et al. 1994). Komponen terlarut ini juga mempunyai peranan yang penting dalam perubahan iklim lautan secara global (Hansell and Carlson, 2001).

Beberapa penelitian mengenai DOC telah dilakukan sebelumnya di *Gulf of Mexico*. Guo et al. (1995) menyimpulkan bahwa terdapat 3 lapisan di air laut, jika dikaitkan dengan DOC, yaitu lapisan permukaan dengan konsentrasi DOC yang tinggi dan ditandai dengan lapisan campuran yang berubah sesuai musim; lapisan bawah permukaan dengan kedalaman 100-500 m, dengan penurunan konsentrasi DOC secara drastis; dan lapisan laut dalam dengan konsentrasi DOC yang rendah dan relatif konstan.

Selain DOC, *Dissolved Organic Matter* (DOM) juga terdiri atas fraksi *Total Dissolved Nitrogen* (TDN) yang mempunyai komponen utama nitrogen terlarut. TDN terdiri dari dua bagian, yaitu anorganik dan organik. Bagian anorganik mencakup amonium (NH_4^+), nitrat (NO_3^-), dan sejumlah kecil nitrit (NO_2^-). Sedangkan bagian yang organik disebut sebagai *Dissolved Organic Nitrogen* (DON). Siklus nitrogen di laut selalu berkaitan dengan karbon, dimana perbandingan C:N bisa digunakan untuk memprediksi sumber masukan air di suatu daerah.

Jika dibandingkan dengan daerah pasang surut lainnya di *Gulf of Mexico*, *Apalachicola Bay* mempunyai keunikan tersendiri. Pertama, air sungai yang menuju ke *Apalachicola Bay* mengalir tegak lurus dengan aliran pasang surut utamanya. Kedua, pasang surut di *Apalachicola Bay* terjadi di lima lokasi yang berbeda, dan tidak hanya di satu lokasi saja. Ketiga, air tawar yang berasal dari *Apalachicola River* mengalir dengan arus yang kuat ke arah Selatan. Setelah mendekati gugusan pulau penghalang, air tawar ini mengalir ke selatan menuju *West Pass*. Akan tetapi, pada musim panas, air tawar dari sungai ini bergerak ke arah Timur karena secara dominan angin bertiup dari arah Barat. Dari pengukuran dan pemodelan yang dilakukan pada tahun 1993, dapat diperoleh kecenderungan bahwa pada musim panas, air tawar keluar melalui *East Pass*. Sedangkan pada musim gugur, air tawar mengalir ke arah Barat melalui *Indian Pass* dan *West Pass*, yang disebabkan oleh bertiupnya angin Timur. (Huang and Jones, 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pasang surut terhadap konsentrasi dan pencampuran DOC dan TDN melalui pengambilan sampel yang dilakukan selama 24 jam.

2. Metode yang diterapkan.

2.1 Tempat Penelitian dan Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel di *Gulf of Mexico* pada penelitian ini dilakukan tanggal 27 Maret 2007. Sampel diambil melalui Kapal Bellows pada *West Pass* (Gambar 1) yang terletak pada koordinat $29^\circ 38.235'$ lintang selatan dan $85^\circ 10.214'$ bujur barat),

yang meliputi permukaan dan dasarnya selama 24 jam.



Gambar 1. Area pengambilan sampel di *West Pass, Gulf of Mexico*.

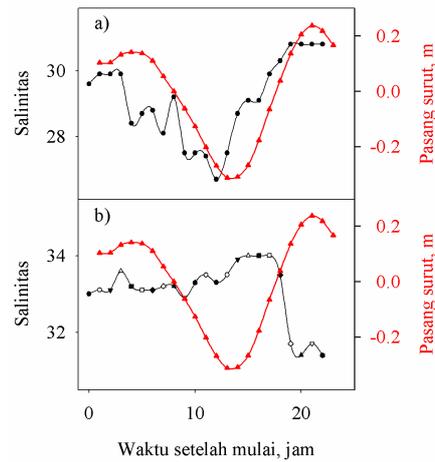
Di *West Pass*, sampel dari permukaan diambil dengan menggunakan ember yang sebelumnya dibersihkan dengan menggunakan larutan asam. Ember ini kemudian diikat dengan tali dan digunakan untuk mengambil sampel dari atas kapal. Setiap kali mengambil sampel, ember dibilas sekali dengan menggunakan air sampelnya. Sampel dari dasar laut diambil dengan menggunakan botol Niskin. Pengambilan sampel dilakukan selama 24 jam penuh dengan selang waktu 1 jam antar sampel. Sampel yang telah diambil kemudian difilter menggunakan GF/F filter yang berukuran 0,7 μm , ditempatkan pada botol gelas, dan ditambahkan HCl hingga mencapai pH 2.

2.2 Pengukuran

Pengukuran salinitas secara *in-situ* dilakukan dengan menggunakan YSI. Konsentrasi DOC dan TDN diukur dengan menggunakan *Shimadzu TOC analyzer* yang dilengkapi dengan *total nitrogen detector*. Setiap sampel diukur sebanyak tiga kali dengan ketelitian mencapai 5%.

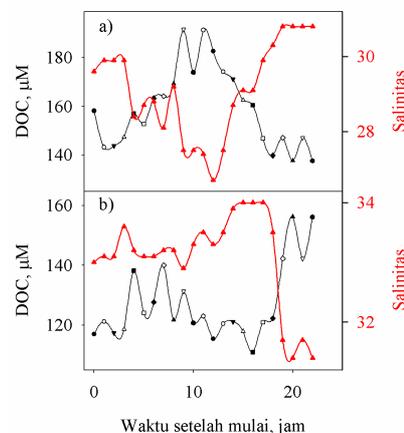
3. Hasil dan Pembahasan

Apalachicola Bay merupakan area yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut yang berasal dari *Gulf of Mexico*. Sumber air tawar yang berasal dari daratan, bisa mengalir ke arah teluk dengan melalui *West Pass* ataupun *East Pass*, tergantung dari arah angin.



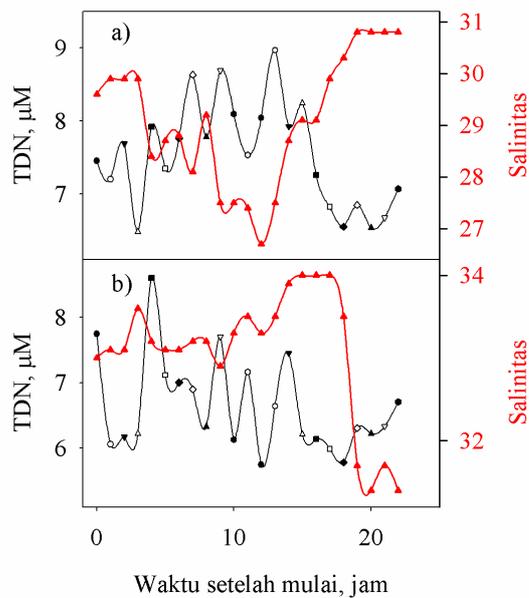
Gambar 2. Perubahan salinitas di *West Pass* selama 24 jam pada a) permukaan dan b) dasar air. Grafik berwarna merah merupakan data pasang surut air laut.

Pengambilan sampel di *West Pass* dilakukan setiap satu jam sekali selama 24 jam. Secara umum, data salinitas menunjukkan kesesuaian dengan pasang surut air laut. Saat air laut menuju ke surut terendah, salinitas juga mengalami penurunan. Sebaliknya saat air laut menuju ke pasang tertinggi, salinitas air juga mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa di *West Pass*, air di permukaannya dipengaruhi oleh air laut dari *Gulf of Mexico* pada saat pasang dan air dari *Apalachicola River* pada saat surut. Secara umum, salinitas permukaan berkisar dari 26,7 sampai dengan 30,8 (Gambar 2a). Sebaliknya, salinitas di dasar kurang menunjukkan kesesuaian dengan pasang surut air laut (Gambar 2b).



Gambar 3. Perubahan DOC di *West Pass* selama 24 jam pada a) permukaan dan b) dasar air. Grafik berwarna merah merupakan data salinitas.

Konsentrasi DOC di *West Pass* selama 24 jam menunjukkan keterkaitan dengan salinitas. Di permukaan air, konsentrasi DOC mengalami peningkatan sampai konsentrasinya mencapai maksimum setelah 9 jam dari pengambilan sampel pertama, sedangkan salinitas mengalami penurunan secara proporsional dengan meningkatnya konsentrasi DOC. Setelah itu, konsentrasi DOC menurun dengan meningkatnya salinitas (Gambar 3a). Walaupun konsentrasi DOC di dasar air saat awal pengambilan sampel terlihat relatif stabil, konsentrasi DOC meningkat setelah 16 jam dari pengambilan sampel pertama. Pada saat yang bersamaan, salinitas air laut mengalami penurunan (Gambar 3b). Hal ini mengindikasikan bahwa konsentrasi DOC di *West Pass*, baik di permukaan maupun di dasar air, dipengaruhi oleh air tawar yang berasal dari *Apalachicola River*.

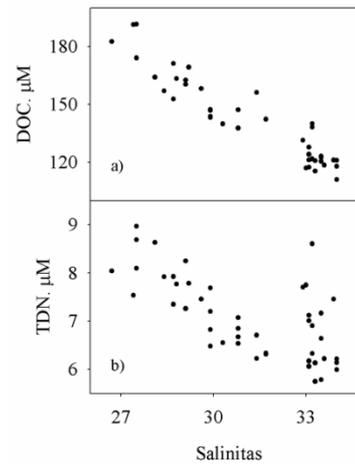


Gambar 4. Perubahan TDN di *West Pass* selama 24 jam pada a) permukaan dan b) dasar air. Grafik berwarna merah merupakan data salinitas.

Berbeda dengan DOC, perubahan TDN di *West Pass* tidak terlihat dengan jelas, berkaitan dengan perubahan salinitas. Akan tetapi, di permukaan air, terlihat hubungan antara konsentrasi TDN dan salinitas setelah 9 jam dari pengambilan sampel pertama. Setelah mencapai konsentrasi maksimumnya, konsentrasi TDN mengalami penurunan sejalan dengan meningkatnya salinitas (Gambar 4a). Sebaliknya, konsentrasi TDN di dasar air tidak

menunjukkan hubungan dengan perubahan salinitas (Gambar 4b).

Untuk mengetahui lebih lanjut *endmembers* DOC dan TDN serta pencampuran yang terjadi di *West Pass*, maka digunakanlah salinitas yang biasa digunakan sebagai perunut *endmembers* pada kelautan. Scatter plot antara salinitas dan DOC menunjukkan konsentrasi DOC berbanding terbalik dengan salinitas (Gambar 5a), mengindikasikan bahwa terdapat 2 *endmembers* DOC yang bercampur secara konservatif. *Endmember* DOC yang pertama berasal dari laut/*Gulf of Mexico* dengan karakteristik salinitas tinggi dan konsentrasi DOC yang rendah. *Endmember* kedua DOC berasal dari daratan/*Apalachicola River* dengan karakteristik salinitas rendah dan konsentrasi DOC tinggi. Kedua *endmembers* ini bercampur secara konservatif sepanjang perubahan salinitas.



Gambar 5. Scatter plot antara salinitas dan konsentrasi DOC (a) dan salinitas dengan konsentrasi TDN (b).

Scatter plot antara salinitas dan konsentrasi TDN (Gambar 5b) secara umum juga menunjukkan adanya perbandingan yang terbalik dengan salinitas, terutama di permukaan air. Seperti halnya DOC, plot ini juga menunjukkan bahwa konsentrasi TDN di permukaan air dipengaruhi oleh pencampuran secara konservatif antara *endmember* air laut/*Gulf of Mexico* dengan konsentrasi TDN rendah dan *endmember* air tawar/*Apalachicola River* dengan konsentrasi TDN tinggi. Namun, konsentrasi TDN di dasar air tidak menunjukkan pencampuran yang konservatif. Hal ini ditunjukkan di Gambar 5b, dimana pada salinitas ≥ 32 , TDN mengalami perubahan konsentrasi pada jangkauan yang cukup lebar, yaitu dari sekitar 5,8 sampai dengan

8,6 pada salinitas yang relatif sama. Hal ini menunjukkan bahwa selain pencampuran dua *endmembers*, yaitu air laut dan air tawar, konsentrasi TDN juga dipengaruhi oleh proses-proses lain di dasar laut.

4. Simpulan

Secara umum, konsentrasi DOC dan TDN di *West Pass, Gulf of Mexico*, dipengaruhi oleh pencampuran air laut dari *Gulf of Mexico* dan air tawar dari *Apalachicola River*. Namun, konsentrasi TDN di dasar perairan mengalami penyimpangan dari pencampuran konservatif, dan didominasi oleh proses-proses lain yang terjadi di dasar. Pada tahapan lebih lanjut, penelitian perlu difokuskan untuk meneliti proses-proses di dasar perairan yang melibatkan TDN.

5. Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Florida State University yang telah mendanai penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- Amon, R. and Benner, R., 1994. Rapid cycling of high molecular weight dissolved organic matter in the ocean. *Nature* 269,549-552.
- Benner, R., Biddanda, B., Black, B., Carthy, M. M., 1997. Abundance, distribution, and stable carbon and isotope compositions of marine particulate and dissolved organic matter isolated by tangential-flow ultrafiltration. *Mar. Chem.* 57, 243-263.
- Carlson, C.A., Ducklow, H.W., Michaels, A.F., 1994. Annual flux of *Dissolved Organic Carbon* from the euphotic zone in the northwestern Sargasso Sea. *Nature* 371, 405-408.
- Guo, L., Santschi, P. H., and Warnken, K. W., 1995. Dynamics of *Dissolved Organic Carbon* (DOC) in oceanic environments. *Limnol. Oceanogr.* 40, 1392-1403.
- Hansell, D. A. and Carlson, C. A., 2001. Marine dissolved organic matter and carbon cycle. *Oceanography* 14, 41-49.
- Historical and real-time data for USGS stream gage 02359170 APALACHICOLA RIVER NR SUMATRA,FLA <http://waterdata.usgs.gov/nwis/uv?02359170>
- Hopkinson, C.S. and Vallino, J. J., 2005. Efficient export of carbon to the deep ocean through dissolved organic matter. *Nature* 433, 142-145.
- Huang, Wenrui and W.K. Jones, 1997. Three-Dimensional Modeling of Circulation and Salinity for the Low River Flow Season in *Apalachicola Bay, FL*. Northwest Florida Water Management District, Water Resources Special Report, 97-1.
- Huang, Wenrui and W.K. Jones, 2001. Characteristics of Long-Term Freshwater Transport in *Apalachicola Bay*. *Journal of the American Water Resources Association*, Vol 37, No. 3