

PERUBAHAN NUTRIEN MENGIKUT KEDALAMAN DI MUARA-MUARA SUNGAI DAN LUAR PANTAI, PERAIRAN PANTAI BARAT, SABAH

Abentin, E.¹, A. Anton² & Ridzwan, A.R.¹

¹ Institut Penyelidikan Marin Borneo, Universiti Malaysia Sabah.

² Unit Perkhidmatan Rundingan dan Latihan, Universiti Malaysia Sabah.

ABSTRAK. Kajian dilakukan di 17 muara sungai dan 16 kawasan luar pantai (1-3 kilometer daripada muara) di perairan Pantai Barat, Sabah. Tujuan kajian adalah untuk mengetahui kepekatan NH_4-N , NO_3-N , PO_4-P , $JF-F$, SiO_2-Si dan $JNI-N$ dan untuk mengetahui perubahan kepekatan nutrien mengikut kedalaman (permukaan, pertengahan dan dasar). Keputusan mendapati kepekatan nutrien di kawasan kajian adalah rendah dan tiada perbezaan mengikut kedalaman kecuali bagi $JF-F$ (ANOVA sehala). Ini menunjukkan bahawa kawasan kajian (muara dan luar pantai) adalah kawasan dinamik di mana nutrien adalah terbaaur di dalam turus air. Kepekatan $JF-F$ yang berbeza mengikut kedalaman adalah berkemungkinan disebabkan oleh aktiviti mikrob di dalam sedimen kerana min kepekatan di permukaan dan pertengahan adalah lebih rendah berbanding di dasar.

KATA KUNCI. Ammonium, jumlah nitrogen inorganik terlarut, silika terlarut, nitrat, fosfat, jumlah fosforus, kedalaman.

ABSTRACT. The study was conducted in 17 estuaries and 16 coastal areas (1-3 kilometers from estuarine) in the West Coast of Sabah. Objectives of the study were to determine the concentrations of NH_4-N , NO_3-N , PO_4-P , $TP-P$, SiO_2-Si and DIN and to compare at different depths (surface, middle and bottom). Result showed that the nutrients concentrations were low and there were no significant differences within water column except for $TP-P$ (one way ANOVA). This showed that study areas were dynamic where nutrients were mixing in water column. Difference in $TP-P$ concentration according to depth might be caused by microbial activity in the sediment because means concentration of $TP-P$ on the surface and in the middle were lowered compared to the bottom.

KEYWORDS. Ammonium, nitrate, dissolved inorganic nitrogen, dissolved silicate, phosphate, total phosphorus, depth.

PENGENALAN

Nutrien yang terdiri daripada unsur-unsur inorganik terlarut seperti nitrogen dan fosforus, amat diperlukan oleh tumbuhan khususnya fitoplankton untuk tumbesaran, manakala silika terlarut diperlukan oleh diatom untuk membentuk frustul atau selnya (Wetzel dan Likens, 1991; Baretta-Bekker *et al.* 1992). Sebatian nitrogen dan fosforus adalah komponen utama selular organisma dan merupakan baja di lautan (Wetzel dan Likens, 1991; Millero, 1995).

Nitrogen wujud di dalam air laut dalam bentuk sebatian organik, sebatian tak organik, terlarut atau zarah halus (Carpenter dan Capone, 1983; Millero, 1996). Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) adalah unsur nitrogen yang kedua terbanyak di lautan dan merupakan bentuk yang bioaktif yang diperlukan untuk proses-proses biologi (Carpenter dan Capone, 1983). Fosforus pula merupakan nutrien yang sangat penting dan kritikal untuk pertumbuhan fitoplankton tetapi kepekatannya adalah rendah di kebanyakan persekitaran. Fosforus wujud di lautan sama ada berbentuk terlarut atau zarah halus (Millero, 1996). Bagaimana pun, menurut Millero (1996), bentuk-bentuk fosforus di dalam lautan masih belum dikenal pasti sepenuhnya. Silikon di dalam laut hadir dalam bentuk terlarut atau zarah halus dan asid silikat adalah bahan di dalam air laut yang diperlukan untuk pertumbuhan sel diatom (Millero, 1996). Ketiadaan silika akan merencat aktiviti metabolik dan menghalang pembahagian sel (Werner, 1977).

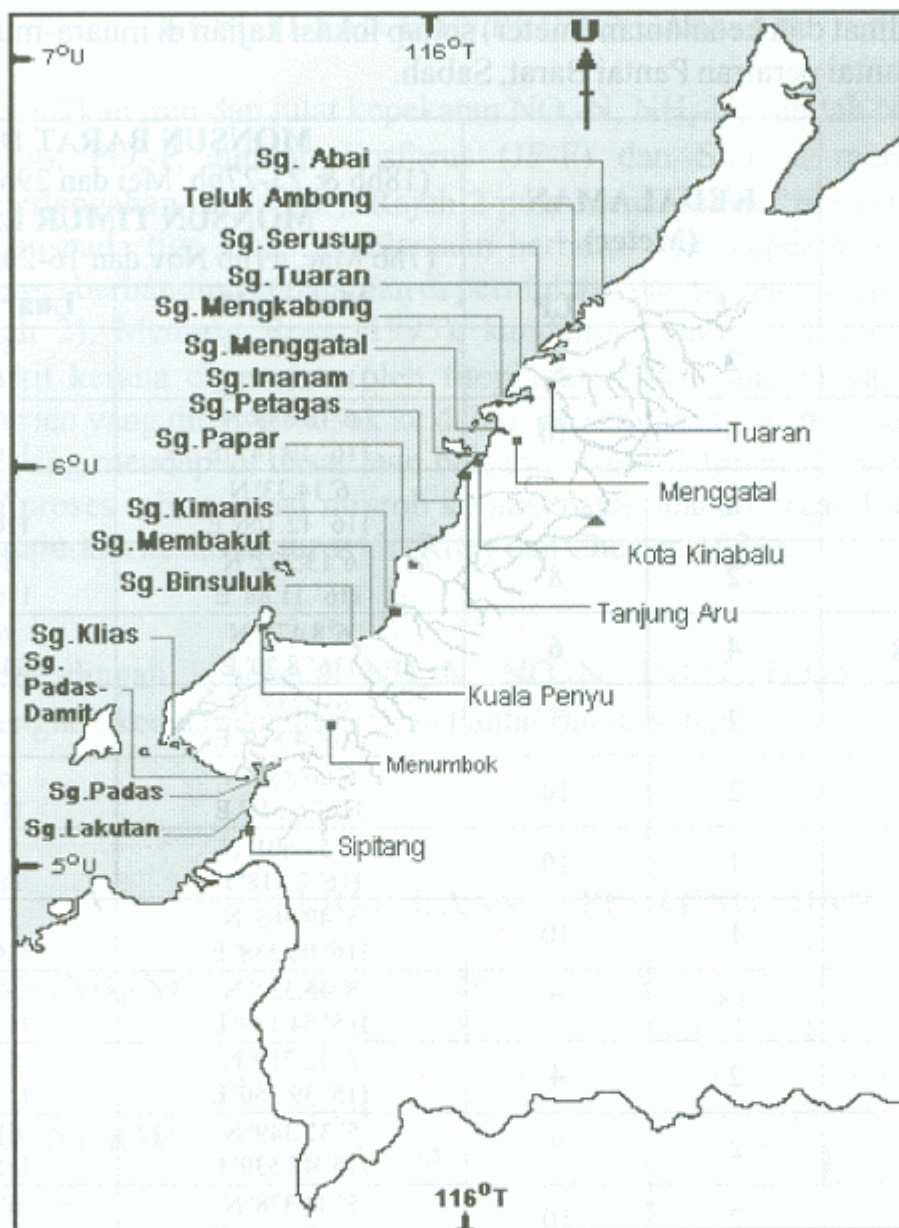
Sebatian nitrogen, fosforus dan silika hadir di dalam sesuatu perairan sama ada secara semulajadi atau akibat daripada aktiviti-aktiviti manusia. Ini termasuklah daripada baja-baja kimia daripada pertanian, bahan kumbahan daripada penempatan di daratan, bahan buangan perkilangan dan pemprosesan, proses luluhawa batuan dan aktiviti perkumuhan daripada organisma-organisma marin.

Sehubungan itu, kajian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui status nutrien di muara-muara sungai dan kawasan luar pantai serta mengetahui perubahan nutrien mengikut kedalaman. Diharapkan data asas daripada kajian ini akan dapat digunakan untuk perbandingan dan sebagai rujukan pada masa hadapan.

METODOLOGI

Lokasi

Kajian dilakukan di kawasan muara dan luar pantai (satu hingga tiga kilometer daripada muara) di perairan Pantai Barat, Sabah. Sebanyak 17 muara dan 16 luar pantai diliputi di mana melibatkan tiga tahap kedalaman yang berbeza (permukaan, pertengahan dan dasar). Rajah 1 menunjukkan lokasi kajian di muara dan luar pantai yang diliputi dan Jadual 1 pula menunjukkan tahap kedalaman (m) dan koordinat setiap stesen di muara dan luar pantai.



Rajah 1. Lokasi kajian di muara-muara sungai dan luar pantai perairan Pantai Barat, Sabah.

Bahan dan Kaedah

Sampel air laut diambil di setiap stesen pada setiap kedalaman menggunakan alat penyampel *Van Dorn*. Kedalaman maksimum yang diliputi ialah 10 meter dan sekiranya kedalaman kurang daripada dua meter, aras kedalaman yang diambil ialah permukaan dan dasar sahaja. Penyampelan di setiap stesen dilakukan dua kali iaitu pada monsun barat daya (18 Mei, 25-27 Mei dan 29 Okt 1998) dan monsun timur laut (7 Mac, 11 dan 16-20 Nov 1998).

Jadual 1. Koordinat dan kedalaman (meter) setiap lokasi kajian di muara-muara sungai dan luar pantai perairan Pantai Barat, Sabah.

LOKASI	KEDALAMAN (Meter)		MONSUN BARAT DAYA (18hb & 25-27hb. Mei dan 29hb. Okt. 1998) MONSUN TIMUR LAUT (7hb Mac, 11hb Nov dan 16-20hb Nov 1998)	
	M	LP	Muara (M)	Luar Pantai (LP)
Sg. Abai	2	5	6° 23.253' N 116° 20.711' E	6° 23.189' N 116° 20.499' E
Teluk Ambong	6	10	6° 18.688' N 116° 19.149' E	6° 19.910' N 116° 17.866' E
Sg. Serusup	8	5	6° 14.33' N 116° 12.166' E	6° 14.672' N 116° 11.192' E
Sg. Tuaran	2	8	6° 13.322' N 116° 11.88' E	6° 13.655' N 116° 10.562' E
Sg. Mengkabong	4	6	6° 8.475' N 116° 8.30' E	6° 9.131' N 116° 7.815' E
Sg. Menggatal	2	-	6° 1.237' N 116° 4.829' E	-
Sg. Inanam	2	10	6° 00.832' N 116° 6.516' E	6° 0.097' N 116° 4.211' E
Sg. Moyog	1	10	5° 51.601' N 116° 2.318' E	5° 52.152' N 116° 1.481' E
Sg. Kinarut	1	10	5° 49.365' N 116° 00.338' E	5° 49.434' N 116° 57.839' E
Sg. Papar	0.5	7	5° 45.332' N 115° 54.139' E	5° 45.487' N 115° 54.013' E
Sg. Binsuluk	2	4	5° 32.719' N 115° 39.380' E	5° 33.175' N 115° 39.461' E
Sg. Membakut	2	7	5° 32.349' N 115° 47.530' E	5° 32.556' N 115° 47.345' E
Sg. Kimanis	2	10	5° 34.378' N 115° 50.566' E	5° 36.823' N 115° 52.739' E
Sg. Lakutan	0.5	2	5° 7.67' N 115° 32.510' E	5° 8.302' N 115° 31.396' E
Sg. Padas	5	1	5° 11.473' N 115° 34.232' E	5° 9.358' N 115° 32.013' E
Sg. Padas Damit	10	2	5° 13.937' N 115° 27.969' E	5° 13.032' N 115° 27.969' E
Sg. Klias	5	2	5° 18.159' N 115° 22.398' E	5° 16.516' N 115° 23.008' E

Sampel air laut disimpan di dalam botol polietilin di mana 500 ml tidak ditapis (untuk analisis JF-F) dan 500 ml lagi ditapis menggunakan kertas turas 0.45 μm dan diawet dengan merkuri klorida (0.01%). Kedua-dua botol dimasukkan ke dalam kontena bersuhu lingkungan 4°C. Analisis nutrien dilakukan mengikut kaedah Parsons *et al.* (1987), dan Valderrama (1995). Spektrofotometer UV 12 (Perkin Elmer) digunakan untuk menentukan daya serapan setiap sampel.

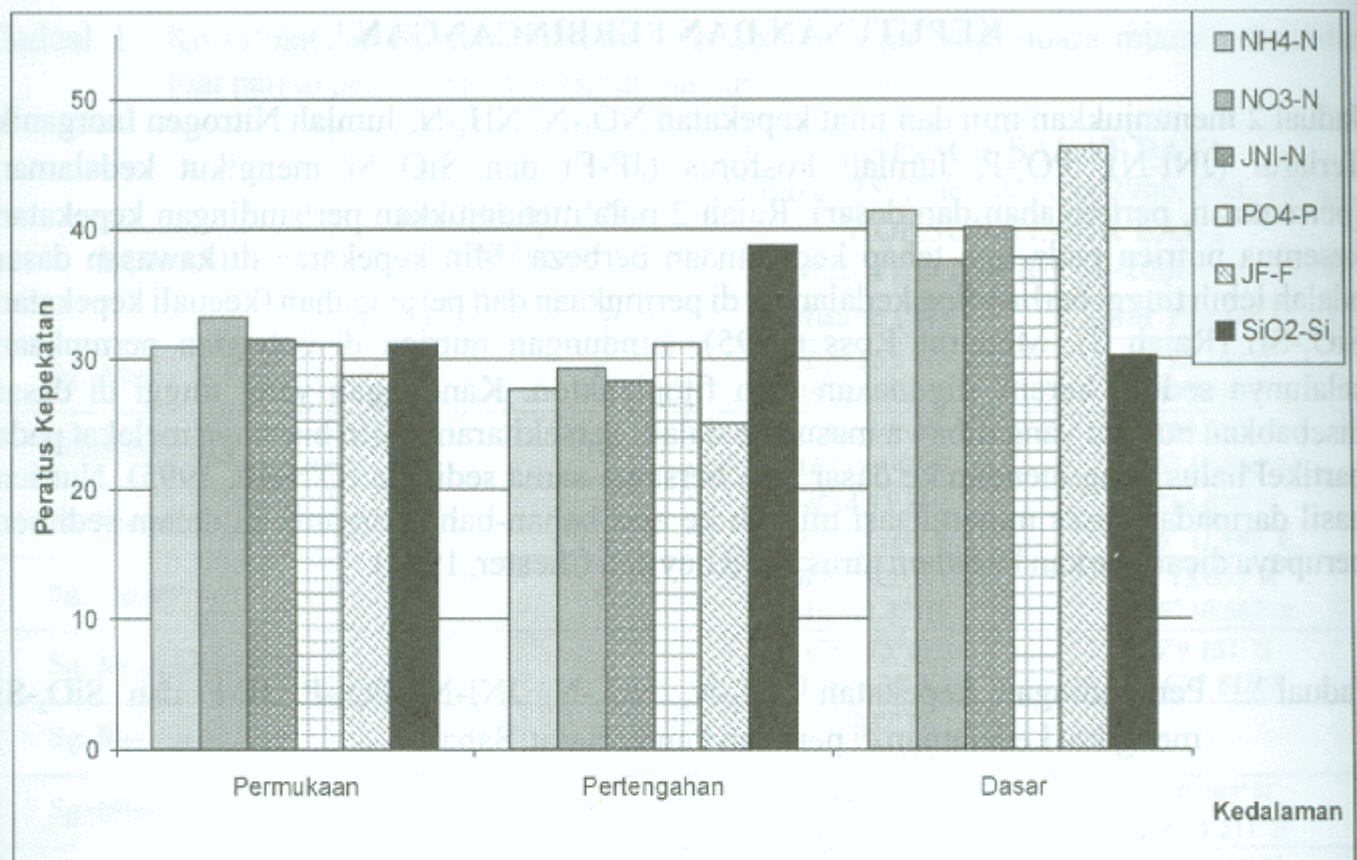
KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Jadual 2 menunjukkan min dan julat kepekatan $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, Jumlah Nitrogen Inorganik Terlarut (JNI-N), $\text{PO}_4\text{-P}$, Jumlah Fosforus (JF-F) dan $\text{SiO}_2\text{-Si}$ mengikut kedalaman (permukaan, pertengahan dan dasar). Rajah 2 pula menunjukkan perbandingan kepekatan kesemua nutrien pada tiga tahap kedalaman berbeza. Min kepekatan di kawasan dasar adalah lebih tinggi berbanding kedalaman di permukaan dan pertengahan (kecuali kepekatan $\text{SiO}_2\text{-Si}$) (Rajah 2). Menurut Ross (1995), kandungan nutrien di bahagian permukaan selalunya sedikit kerana digunakan oleh fitoplankton. Kandungan yang tinggi di dasar disebabkan nutrien yang dibawa masuk ke dalam persekitaran marin biasanya melekat pada partikel halus yang mendap ke dasar atau bersama-sama sedimen (O'Neill, 1995). Nutrien hasil daripada proses mineralisasi mikrob ke atas bahan-bahan organik di dalam sedimen berupaya dicampurkan ke dalam turus air (Riley dan Chester, 1971).

Jadual 2. Perbandingan kepekatan $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, JNI-N, $\text{PO}_4\text{-P}$, JF-F dan $\text{SiO}_2\text{-Si}$ mengikut kedalaman di perairan Pantai Barat, Sabah.

	PERMUKAAN	PERTENGAHAN	DASAR
Ammonium-N ($\text{NH}_4\text{-N}$) (μM)	4.08 ± 0.46 (0.46 – 22.51)	3.67 ± 0.33 (0.60 – 12.74)	5.46 ± 0.88 (1.74 – 17.02)
Nitrat-N ($\text{NO}_3\text{-N}$) (μM)	1.90 ± 0.53 (0.02 – 24.40)	1.68 ± 0.42 (0.02 – 23.15)	2.15 ± 0.69 (0.02 – 24.40)
Jumlah Nitrogen Inorganik (JNI-N) (μM)	6.03 ± 0.77 (0.67 – 28.43)	5.52 ± 0.65 (0.56 – 29.69)	5.82 ± 1.09 (0.74 – 32.64)
Fosfat-F ($\text{PO}_4\text{-P}$) (μM)	0.14 ± 0.02 (0.04 – 0.84)	0.14 ± 0.01 (0.06 – 0.33)	0.17 ± 0.02 (0.05 – 1.50)
Jumlah Fosforus-F (JF-F) (μM)	1.00 ± 0.14 (0.07 – 5.44)	0.87 ± 0.26 (0.09 – 10.32)	1.61 ± 0.30 (0.10 – 13.85)
Silika Terlarut ($\text{SiO}_2\text{-Si}$) (μM)	22.90 ± 5.18 (3.01 – 293.21)	28.46 ± 8.21 (2.91 – 304.86)	22.27 ± 5.31 (2.85 – 311.01)

Nota: (Min ±S.E.). Bacaan di dalam kurungan adalah julat kepekatan.



Rajah 2. Perbandingan peratus kepekatan setiap nutrien mengikut kedalaman di perairan Pantai Barat, Sabah.

Daripada analisa ANOVA sehala mendapati kesemua nutrien terbabit (kecuali JF-F) menunjukkan tidak terdapat perbezaan bererti mengikut kedalaman ($P < 0.05$) sama ada di kawasan muara atau luar pantai. Ini menjelaskan bahawa kepekatan $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, JNi-N , $\text{PO}_4\text{-P}$ dan $\text{SiO}_2\text{-Si}$ adalah tidak berbeza mengikut kedalaman kerana berlaku percampuran atau pembauran di dalam turus air. Fenomena percampuran ini adalah disebabkan oleh keadaan lokasi kajian yang cetek sama ada di kawasan muara atau luar pantai (terutama bahagian selatan Pantai Barat, Sabah) dan disebabkan oleh kesan-kesan fizikal sama ada secara semulajadi (angin, ombak dan aliran arus) atau akibat daripada aktiviti manusia khususnya daripada bot-bot nelayan dan aktiviti menangkap ikan. Di kawasan cetek, nutrien daripada proses mineralisasi ke atas bahan-bahan organik di dalam sedimen oleh mikrob, berupaya dicampurkan ke dalam turus air (Vollenweider *et al.* 1992; Millero, 1996). Kesan-kesan fizikal dan proses pembauran menyebabkan penyebaran nutrien di dalam turus air (Riley dan Chester, 1971).

Bagi kepekatan jumlah fosforus (JF-F), didapati terdapat korelasi positif dengan kedalaman. Ini menjelaskan bahawa apabila kedalaman bertambah, kepekatan JF-F turut bertambah. Walaubagaimana pun, pengaruh kedalaman terhadap kepekatan JF-F di dapati terlalu rendah ($R^2 = 0.03$). Penelitian melalui ANOVA sehala pula, mendapati terdapat perbezaan bererti di antara kepekatan JF-F dengan kedalaman ($P < 0.05$) di mana ujian

Duncan menunjukkan terdapat dua kumpulan kedalaman yang berbeza iaitu kumpulan 1 (permukaan dan pertengahan) dan kumpulan 2 (dasar). Ini menjelaskan bahawa kepekatan di permukaan dan pertengahan adalah berbeza dengan di bahagian dasar di mana min kepekatan di bahagian dasar lebih tinggi berbanding di permukaan dan pertengahan (Jadual 2). Law (1995), menyatakan bahawa kehadiran fosforus yang tinggi mempunyai perkaitan dengan hasil perkumuhan oleh fitoplankton melalui proses-proses fotosintesis. Unsur-unsur fosforus dibawa ke persekitaran marin sama ada melekat pada partikel halus atau bersama-sama sedimen (O'Neill, 1995). Proses mineralisasi bahan organik di dalam sedimen berupaya dicampurkan ke dalam turus air (Riley dan Chester, 1971).

KESIMPULAN

Kepekatan $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, JNl-N , $\text{PO}_4\text{-P}$ dan $\text{SiO}_2\text{-Si}$ adalah tidak berbeza mengikut kedalaman kerana kawasan kajian adalah kawasan dinamik di mana berlaku percampuran atau pembauran di dalam turus air. Ini menjelaskan bahawa di kawasan muara dan luar pantai (satu hingga tiga kilometer daripada muara) yang berkedalaman sehingga 10 m di perairan Pantai Barat, Sabah merupakan kawasan dinamik di mana nutrien di dalam turus air adalah terbaaur atau tercampur sama ada secara semulajadi atau akibat daripada aktiviti manusia. Kepekatan JF-F di permukaan dan pertengahan, adalah berbeza dengan di dasar adalah berkemungkinan disebabkan oleh pengaruh daripada aktiviti mikrob di dalam sedimen dan partikel halus atau bahan-bahan sedimen yang membawa unsur fosforus ke dalam perairan.

PENGHARGAAN

Setinggi terima kasih ditujukan kepada IRPA 01-02-10-0001 (Impacts of Pollution and Landuse on Aquatic Habitats in Sabah) dan UMS P2595-001-001 (Pengurusan Alga Beracun di Perairan Sabah) kerana telah membiayai projek penyelidikan ini.

RUJUKAN

- Baretta-Bekker, J.G., Durrsma, E.K., dan Kuipers, B.R. 1992. *Encyclopedia of Marine Sciences*. Springer-Verlag. New York.
- Carpenter, E.J. dan Capone, D.G. 1983. *Nitrogen in the Marine Environment*. Academic Press. New York.

KEYWORDS. This study was supported by the IRPA (01-02-10-0001) and UMS (P2595-001-001) grants.

- Law, A.T. 1990. Phosphorus and Inorganic Nitrogen Distribution in the Coastal Waters Off Sabah, South China Sea. In: *Expedition Matahari "89*. Mohsin, A.K.M., Mohd Zaki, M.S. dan Mohd Ibrahim, M. 1990. Faculty of Fisheries and Marine Sciences, University Pertanian Malaysia. Occasional Publications: 9: 65-73.
- Millero, F.J. 1996. *Chemical Oceanography 2nd edition*. CRC Press. USA.
- O'Neill, P. 1995. *Environmental Chemistry 2nd Edition*. Chapman & Hall. London.
- Parsons, T.R., Maita, Y. dan Lalli, C.M. 1984. *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*. Pergamon Press. Great Britain.
- Riley, J.P. dan Chester, R. 1971. *Introduction to Marine Chemistry*. Academic Press. London.
- Ross, D.A. 1995. *Introduction to Oceanography*. Harpercollins College Publ. USA.
- Valderrama, J.C. 1995. Methods of Nutrient Analysis. In: *Manual on Harmful Marine Microalgae*. Hallegraeff, G.M., Anderson, D.M., dan Lembella, A.D. (eds). IOC Manuals and Guides UNESCO, 1995. 33: 251-268.
- Vollenweider, R.A., Marchetti, R., dan Viviani, R. 1992. *Marine Coastal Eutrophication the Response of Marine Transitional Systems to Human Impacts: Problems And Perspectives For Restoration*. Proceedings Of An International Conference, Bologna, Italy. 21-24 Mac 1990. Elsevier, London.
- Werner, D. 1977. Silicate Metabolism. In: *The Biology of Diatoms*. D. Werner (ed.) 110-149. Oxford, U.K:Blackwell Scientific Public.
- Wetzel, R.G., dan Likens, G.E. 1991. *Limnological Analyses 2nd edition*. Springer. New York.