

Pemantauan Intensif Beberapa Nutrien dalam Sungai Sarawak di Kuching, Sarawak, Malaysia

(Intensive Monitoring of a Few Nutrients of the Sarawak River at Kuching, Sarawak, Malaysia)

LEE YOOK HENG, MANAFERRY MADHAN, PENNY SUMOK & LEE NYANTI CHUKONG

ABSTRAK

Perubahan beberapa nutrien dan parameter kualiti air Sungai Sarawak telah dikaji melalui pensampelan serta analisis air secara intensif, iaitu empat kali pensampelan di sebelah pagi dan empat kali pada waktu petang. Stesen pensampelan air terletak di Waterfront, bandaraya Kuching dan satu lagi stesen yang terletak di bahagian hulu iaitu Batu Kitang yang berdekatan dengan tapak pengambilan air. Stesen pensampelan Batu Kitang diadakan untuk tujuan perbandingan kualiti air. Nutrien yang telah dianalisis terdiri daripada ammonium, nitrat, fosfat terlarut, sulfat dan kation utama (K, Na, Ca, Mg). Aras ion ammonium, nitrat, fosfat terlarut dan sulfat dalam Sungai Sarawak di stesen Waterfront ialah 0.03 - 0.67, 0.03 - 0.14, 0.03 - 0.74 dan 0.02-0.38 mg/L masing-masing. Perubahan maksimum yang dicerap dalam sehari untuk ammonium ialah 25 kali ganda, untuk fosfat terlarut dan sulfat ialah hampir 11 kali ganda dan untuk nitrat dan kation utama, perubahan maksimum hanya kurang daripada dua kali ganda.

Kata kunci: Nutrien; kualiti air; Sungai Sarawak; pemantauan intensif

ABSTRACT

The variation of several nutrients and water quality parameters in Sarawak River was examined by intensive monitoring, i.e. four times in the morning and also four times in the afternoon. The sampling stations selected were at the Waterfront of Kuching town and at Batu Kitang upstream of the Sarawak River, near to a water intake point. The Batu Kitang station was used as a reference station for water quality comparison. The nutrients examined are ammonium, nitrate, dissolved phosphate, sulphate and major cations (K, Na, Ca, Mg). The levels of ammonium, nitrate, phosphate and sulphate in the Sarawak River at the Waterfront station are 0.03 - 0.67, 0.03 - 0.14, 0.03 - 0.74 and 0.02-0.38 mg/L respectively. The maximum changes in the level of ammonium within a day could be up to 25 folds, whilst that for dissolved phosphate and sulphate were approximately 11 folds. Only nitrate and the major cations were observed to vary by less than two folds during a one-day water monitoring.

Keywords: Nutrients; water quality; Sarawak River; intensive monitoring

PENDAHULUAN

Pencemaran sungai merupakan satu masalah persekitaran di Malaysia pada masa kini. Sering kedengaran bilangan sungai di Semenanjung Malaysia yang mengalami pencemaran kian bertambah. Di Sarawak, menurut Laporan Tahunan 2000 Jabatan Alam Sekitar Negeri Sarawak, secara keseluruhannya lima lembangan sungai masih boleh dikategorikan sebagai bersih dan tujuh dikelaskan sebagai sederhana tercemar. Masalah pencemaran sungai di Sarawak dikatakan berpunca daripada pepejal terampai (42% semua pencemaran sungai), ammonikal-nitrogen (10%) dan permintaan oksigen biokimia (8%). Manakala tiga lembangan sungai, iaitu Lembangan Sungai Sarawak, Sungai Sadong dan Sungai Niah didapati tercemar oleh bakteria *E. coli* (JAS 2000). Punca-punca yang menyebabkan pencemaran ini ialah aktiviti pembukaan tanah, kumbahan domestik dan industri berasaskan pertanian dan pembuatan.

Sungai Sarawak yang mengalir melalui bandaraya Kuching merupakan sungai yang penting untuk penduduk di sekitarnya. Sungai ini bukan sahaja membekalkan sumber air minuman kepada penduduk di Kuching, malahan ia juga memainkan peranan sosial-ekonomi. Ini adalah kerana Sungai Sarawak telah menjadi satu jalan air tradisional, khususnya pada masa lampau yang merupakan jalan masuk untuk melancarkan serangan dan pengangkutan peralatan peperangan. Kini, Sungai Sarawak, terutamanya bahagian sungai yang mengalir melalui Kuching telah dijadikan tapak rekreasi dan pelancongan.

Atas kesedaran tentang kepentingan sungai Sarawak untuk penduduk Kuching, usaha pembinaan baraj yang bertujuan untuk mengawal dan mengubah aliran sungai telah dilakukan pada tahun 1997. Pembinaan baraj menyebabkan perubahan dalam kualiti air sungai mahupun ekosistem sungai keseluruhan. Beberapa isu kualiti air yang

berkaitan dengan pembinaan baraj telah dikemukakan oleh NREB Sarawak. Antaranya ialah risiko pencemaran oleh bakteria koliform, nutrien dan paras oksigen air yang mungkin timbul daripada kesan penutupan atau pembukaan baraj.

Tujuan kajian ini adalah untuk melihat status perubahan nutrien harian di Sungai Sarawak. Ini dapat dilihat dari segi pemantauan intensif, iaitu analisis air dilakukan beberapa kali dalam sehari. Kajian kualiti air yang intensif melalui pemantauan berterusan dianggap sebagai cara yang penting untuk melihat perubahan kualiti air sesuatu sungai dengan lebih terperinci. Ini telah pun diamalkan oleh Alam Sekitar Malaysia Sdn Bhd (ASMA) (Bakar et al. 1999) yang telah mengadakan stesen pemantauan air berterusan di beberapa sungai di seluruh Malaysia. Profil perubahan kualiti air adalah penting untuk melihat pencemaran sungai dari masa ke masa, khususnya jika pengaliran sungai dikawal oleh operasi baraj.

BAHAN DAN KAEDAH

LATAR BELAKANG SUNGAI SARAWAK

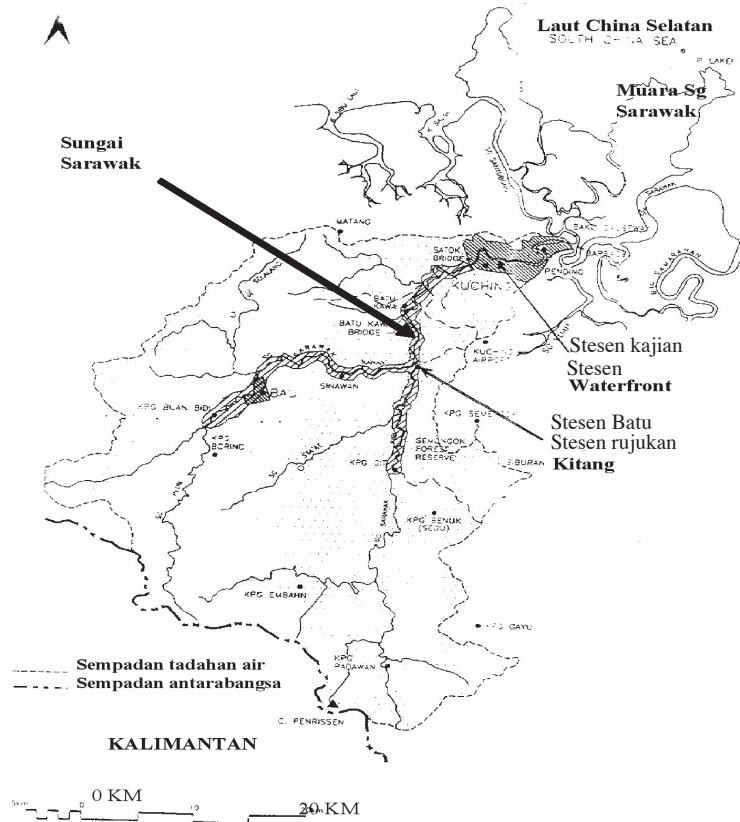
Sungai Sarawak berpunca di kawasan pergunungan di selatan Kuching yang berhampiran dengan sempadan Kalimantan, Indonesia. Dua cabang yang utama ialah Sungai Sarawak Kiri dan Kanan. Kedua-dua cabang ini bertemu di Bukit Kitang untuk membentuk Sungai

Sarawak yang mengalir melalui kawasan rata termasuk Bandaraya Kuching sebelum mengalir masuk ke Laut China Selatan. Panjang Sungai Sarawak adalah kira-kira 100km. Cabang sungai yang kecil yang membentuk tadahan air termasuk Sg. Maong, Bintangor, Padungan, Sekama, Bintawa dan Biawak. Lokasi terperinci Sungai Sarawak ditunjukkan dalam Rajah 1.

PENSAMPELAN AIR

Air disampel dari dua stesen yang terletak di Sungai Sarawak. Stesen pensampelan utama yang terlibat pemantauan intensif terletak di Tebingan Kuching (Waterfront) mengadap Istana Sarawak. Manakala stesen perbandingan yang dipilih terletak di bahagian hulu (01.45500° Timur, 110.27774° Utara) berhampiran dengan sebuah loji rawatan Air di Batu Kitang (Rajah 1).

Sampel air di semua stesen, termasuk Batu Kitang dikutip pada 29-30 Disember 2001 dan 28-29 Mac 2002. Untuk pemantauan intensif, sampel air diambil dalam selang masa satu jam, iaitu empat kali di sebelah pagi dan empat kali pada petang. Semasa pensampelan air, parameter air seperti kekonduksian, pH dan jumlah pepejal terlarut diukur dengan Myron Ultrameter sementara oksigen terlarut oleh YSI meter. Setelah dikutip semua sampel air dituras melalui membran selulosa nitrat 0.45µm sebelum analisis air dilakukan.



RAJAH 1. Tadahan air Sungai Sarawak dan dua stesen pensampelan di Batu Kitang (stesen rujukan) dan di Tebingan Kuching (Waterfront, stesen kajian)

ANALISIS AIR

Kandungan ion ammonium, nitrat, fosfat terlarut dan sulfat dalam sampel air dianalisis serta merta selepas pensampelan. Analisis semua nutrien ini berasaskan APHA (1992). Kaedah-kaedah yang digunakan ialah kaedah salisilat untuk analisis ion ammonium, kaedah penurunan kadmium untuk nitrat, kaedah asid askorbik untuk fosfat dan kaedah kekeruhan untuk sulfat. Semua parameter kualiti air ini dianalisis tanpa pengawetan dalam tempoh beberapa jam setelah dikutip.

Kation dalam sampel air yang dianalisis ialah kalium, natrium, kalsium dan magnesium. Sampel air untuk analisis logam terlebih dahulu dituras serta diawetkan dengan asid nitrik sehingga ke pH<2. Analisis logam-logam ini dijalankan dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom Perkin Elmer 3300. Untuk semua analisis kimia, lengkung kalibrasi disediakan.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Pada umumnya air Sungai Sarawak adalah bersifat sedikit berasid dengan pH antara 4 - 6 (Jadual 1). Aras oksigen terlarutnya (DO) berubah-ubah di antara julat 5-7 mg/L. Kualiti air Sungai Sarawak adalah hampir sama dengan Sungai Padas di Sabah yang sederhana tercemar (Lee et al. 1993) tetapi kualiti lebih baik daripada sungai Linggi dan Langat yang mengalami pencemaran di Semenanjung Malaysia (Bakar et al. 1999; Lee et al. 2001)

Dari segi aras nutrien (misalnya ammonia, nitrat, fosfat, kalium, kalsium and magnesium), tidak terdapat perbezaan yang bererti ($p < 0.05$) untuk kebanyakan aras nutrien antara stesen kajian dengan stesen perbandingan Batu Kitang (Jadual 1). Perbezaan yang bererti ($p < 0.05$) wujud antara stesen kajian dengan stesen Batu Kitang hanya dicerapi untuk aras sulfat (SO₄) dan ion kalsium (Ca²⁺). Ini menunjukkan aras kedua-dua bahan ini meningkat apabila air sungai mengalir ke arah hilir.

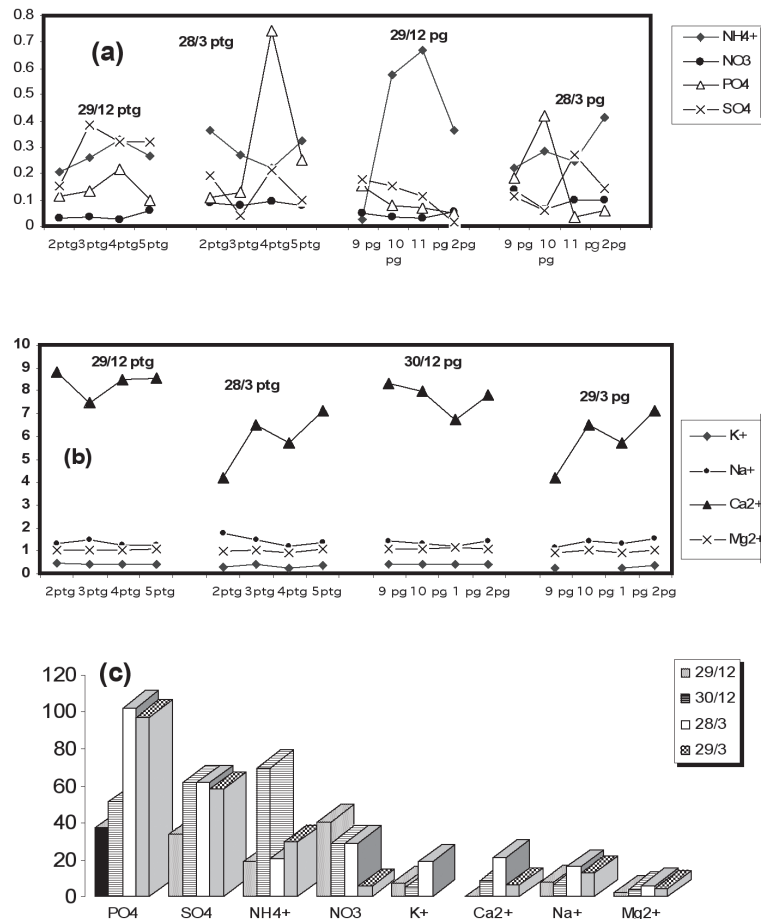
Perubahan aras nutrien pada waktu pagi dan petang untuk beberapa pensampelan air yang intensif menunjukkan bahawa secara amnya tren peningkatan kepekatan kebanyakan nutrien mencapai maksimum pada 4 petang dan menurun semula pada 5 petang (Rajah 2a). Sementara pada sebelah pagi, secara amnya didapati aras nutrien mencapai maksimum pada 9-10 pagi dan menurun pada tengah hari (Rajah 2a). Nilai perubahan kepekatan dalam masa empat jam pemantauan dikira secara perbandingan dengan nilai yang terendah yang dapat diukur pada tempoh itu. Oleh yang demikian, perubahan yang paling besar dapat diukur untuk ion ammonium (NH₄⁺) ialah 25 kali, untuk fosfat (PO₄) ialah 12 kali dan sulfat, perubahan ialah 11 kali. Untuk nitrat perubahan yang terbesar ialah 2 kali dan untuk kation lain seperti K, Na, dan Mg tidak mengalami perubahan yang besar pada tempoh pemantauan yang berterusan selama lapan jam. Tren perubahan yang besar untuk nutrien seperti ammonium, fosfat dan sulfat berlaku pada masa-masa kegiatan pembasuhan domestik meningkat, iaitu pada waktu pagi dan lewat petang. Ini menunjukkan bahawa kegiatan yang ini memberikan kesan sementara ke atas aras nutrien dalam sungai.

Aras nutrien dalam Sungai Sarawak seperti ion ammonium, fosfat, sulfat dan kalsium mengalami perubahan yang paling besar walaupun dalam masa yang singkat, iaitu hanya beberapa jam sahaja (Rajah 2a). Sebaliknya semua kation kecuali kalsium mempunyai paras yang agak tetap di sepanjang masa pemantauan intensif (Rajah 2b). Dilihat dari segi peratusan RSD (ralat piawai relatif) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2(c), fosfat, ammonium dan sulfat sering mengalami perubahan yang besar walaupun dalam tempoh beberapa jam sahaja.

Untuk ion ammonium, kajian pemantauan intensif yang dilakukan oleh Bakar et al. (1999) menunjukkan 70% data yang diperolehi bagi Sungai Sarawak adalah di bawah 0.5 mg/L dan ini hampir sama dengan yang diperolehi

JADUAL 1. Nilai purata beberapa parameter kualiti air Sungai Sarawak yang dikaji mengikut hari pensampelan

Tarikh pensampelan	Stesen Hilir (Waterfront, Kuching)				Stesen Hulu (Batu Kitang)
	29/12/2001	30/12/2001	28/3/2002	29/3/2002	
pH	6.13±0.31	6.38±0.23	6.61±0.13	4.63±0.08	5.9±1.10
DO (mg/L)	4.90±0.63	5.05±0.99	6.56±1.04	7.45±0.44	6.25±0.34
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0.27±0.05	0.41±0.28	0.30±0.06	0.29±0.09	0.35±0.01
NO ₃ (mg/L)	0.04±0.02	0.04±0.01	0.10±0.03	0.08±0.01	0.04±0.02
PO ₄ (mg/L)	0.14±0.05	0.09±0.05	0.17±0.18	0.31±0.30	0.06±0.01
SO ₄ (mg/L)	0.29±0.10	0.12±0.07	0.15±0.09	0.14±0.08	0.02±0.00
K ⁺ (mg/L)	0.42±0.03	0.39±0.02	0.31±0.06	0.27±0.05	0.39±0.01
Na ⁺ (mg/L)	1.32±0.10	1.33±0.09	1.44±0.24	1.34±0.17	1.42±0.08
Ca ²⁺ (mg/L)	8.32±0.61	7.70±0.69	5.86±1.26	6.07±0.39	1.97±0.76
Mg ²⁺ (mg/L)	1.03±0.02	1.10±0.04	0.99±0.06	0.96±0.05	1.09±0.09



RAJAH 2. Perubahan kualiti air Sungai Sarawak yang dianalisis secara berterusan di Bandaraya Kuching mengikut masa: (a) Parameter nutrien, (b) parameter ion utama dan (c) perubahan dilihat dari segi sisihan piawai relatif

daripada kajian pemantauan intensif ini. Pada satu kajian yang dilakukan oleh Lau & Murtedza (1994), kepekatan nitrogen Sungai Sarawak adalah di antara 0.5-2.5 mg/L sementara kepekatan fosfat ialah 0.2 mg/L. Aras fosfat yang pernah dilaporkan adalah hampir sama dengan kajian ini dan ia menunjukkan tidak terdapat peningkatan tahap pencemaran yang jelas antara tahun 1994-2002.

Dalam keadaan semula jadi, terdapat banyak faktor yang boleh mempengaruhi taburan bahan pencemaran sistem akuatik. Input merupakan satu faktor yang utama. Sungai Sarawak diketahui banyak menerima efluen daripada kumbahan domestik yang berpunca di sepanjang Sungai Sarawak, khasnya disalurkan masuk oleh beberapa cabang sungai kecil (Lau et al. 1998). Parameter nutrien seperti fosfat dan ion ammonium berkait rapat dengan punca perlepasan efluen kumbahan domestik. Ini dapat menerangkan kejadian profil perubahan kepekatan nutrien-nutrien ini pada waktu pagi dan petang. Peranan baraj boleh mempengaruhi profil perubahan kepekatan nutrien tetapi faktor ini tidak dapat dikenalpastikan dalam kajian ini. Kajian pemantauan intensif nilai kekonduksian Sungai Linggi berhampiran muaranya menunjukkan bahawa operasi baraj boleh mengakibatkan kenaikan dan penurunan nilai kekonduksian secara berselang-seli yang

jelas mengikut hari (Bakar 1999). Kejadian yang demikian tidak kelihatan dengan jelas di Sungai Sarawak (Jadual 1).

KESIMPULAN

Kajian kualiti air Sungai Sarawak menunjukkan bahawa terdapat perubahan harian aras nutrien ion ammonium, sulfat dan fosfat yang besar di Sungai Sarawak. Tidak dapat dikenal pasti sama ada perubahan ini disebabkan oleh operasi baraj tetapi ia mungkin lebih berkaitan dengan input pada masa tertentu.

PENGHARGAAN

Penghargaan ditujukan kepada NREB Sarawak kerana sudi menyediakan kemudahan makmal dan peralatan untuk kerja-kerja analisis air semasa pensampelan dilakukan.

RUJUKAN

- APHA. 1992. *Standard methods of water and wastewater analysis*. USA: APHA.
- Bakar A. J., Tong S.L., Othman S. & Mohamed A.S. 1999. Recent development in continuous water quality monitoring

- technologies and applications. *Proceeding National Seminar on Integrated Drainage Basin Management and Modeling*. 16-17 Nov 1999, Bangi.
- JAS, Jabatan Alam Sekitar. 2000. *Laporan Kualiti Alam Sekitar Malaysia*. Kuala Lumpur: Jabatan Alam Sekitar, Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar.
- Lee Y. H., Jayaranjini, P. Teoh S. H. & Tan G. L. 1993. The water quality of the Pegalan-Padas River : The water resource of interior Sabah. Dlm *Proceeding of Tropical Natural Resouce Symposium - Malaysian Natural Resources: Sustainability, Development & Strategies*. Ipor I.B., Asim Z.B., Fasihuddin B.A., Fariddudin M.Y.M., L.B. Din (Pynt.). 147-158. Kuala Lumpur: Penerbit Pelanduk.
- Lee Y.H., Chai S.Y., Ahmad, Z.A. Mohamad H. M. R. & Md Pauzi A. 2001. The effects of sewage discharge from treatment plants to the Langat River at Kajang, Selangor. *Prosiding Simposium Penyelidikan Lembangan Langat 2001*. Mazlin M., Shahrudin I., Ahmad F. M., Abdul Hadi H.S. dan Sarah A.A.G.A (Pynt). 269-282. LESTARI, Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Lau S. & Murtedza M. 1994. Water quality indicators for river monitoring - A case study for Sungai Sarawak. Report, Faculty of Resource Science & Technology, UNIMAS.
- Lau S, Pereire T.J., Wong L. K. & Chai A. 1998. The study of sediment and water qualities of Sg. Maong, Sarawak. Report, Faculty of Resource Science & Technology, UNIMAS.
- Lee Yook Heng
Pusat Pengajian Sains Kimia & Teknologi Makanan
Fakulti Sains & Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor, D.E.
Malaysia
- Manaferry Madhan, Penny Sumok
Lembaga Sumber Asli dan Alam Sekitar Sarawak (NREB)
Kuching, Sarawak
Malaysia
- Lee Nyanti Chukong
Fakulti Sains & Teknologi Sumber
UNIMAS, Kota Samarahan, Sawarak,
Malaysia
- Diserahkan: 2 Jun 2006
Diterima : 20 Mac 2007