

KESAN MONSUN TERHADAP KUALITI AIR DI LEMBANGAN SUNGAI BESUT, TERENGGANU

Suhaimi Suratman, Norhayati Mohd Tahir, Lee Chun Yeow dan Siti Rohayu A. Rashid

Kumpulan Penyelidikan Alam Sekitar (ERG), Jabatan Sains Kimia,
Fakulti Sains dan Teknologi, Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia (KUSTEM),
21030 Kuala Terengganu, Terengganu
Email: miman@kustem.edu.my

ABSTRAK

Parameter-parameter fizikal (suhu, oksigen terlarut, pH dan jumlah pepejal terampai), keperluan oksigen biokimia, keperluan oksigen kimia dan nutrien-nutrien (ammonia, silikat, jumlah silikat terlarut dan jumlah silikat zarah) telah dikaji di lapan stesen pensampelan sepanjang 40 km di lembangan Sungai Besut, Terengganu. Kajian ini melibatkan dua pensampelan ketika musim sebelum monsun (Ogos dan Oktober) dan satu pensampelan semasa monsun (November). Keputusan menunjukkan kebanyakan parameter-parameter yang diukur menunjukkan variasi mengikut musim dan tempat.

Katakunci: parameter fizikal, nutrien, pencemaran, monsun, lembangan Sungai Besut

ABSTRAK

A study has been made to determine the physical parameters (temperature, dissolved oxygen, pH and total suspended solids), biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand and nutrients (ammonia, silicate, total dissolved silicate and total particulate silicate) at eight sampling stations located along the 40 km stretch of Besut River basin. The study involved two sampling trips during pre-monsoon period (August and October) and one trip during monsoon condition (November). Results obtained indicated that most measured parameters exhibited variation with season as well as sampling locations.

Keywords: physical parameters, nutrients, pollution, monsoon, Besut river basin.

PENGENALAN

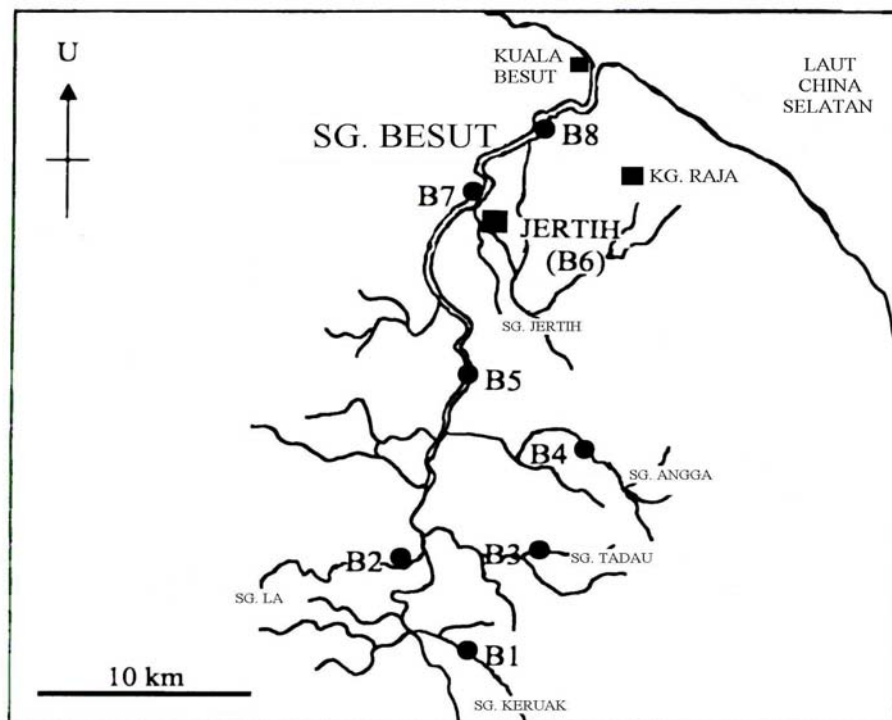
Monsun atau lebih dikenali sebagai musim tengkujuh merupakan fenomena yang sering berlaku di pantai timur Semenanjung Malaysia. Ianya merupakan perubahan cuaca hasil daripada pertembungan antara angin barat daya dan angin timur laut yang akan membawa hujan lebat dan angin kencang. Musim monsun (tengkujuh) menjadi lebih buruk pada penghujung tahun iaitu antara bulan November dan Disember.

Sungai Besut yang panjangnya kira-kira 40 km merupakan satu-satunya sungai yang terbesar di daerah Besut, Terengganu dan ianya mengalir daripada Hulu Besut hingga ke muara sungai di Kuala Besut dan seterusnya ke Laut China Selatan. Lembangan sungai ini terdiri daripada Sungai Besut sebagai sungai utama dan cabang-cabang anak-anak sungai yang mengalir ke dalamnya ialah Sungai Pelagat, Sungai Jertih, Sungai Angga, Sungai Peda, Sungai La dan Sungai Keruak. Kegunaan utama sungai ini adalah untuk pengairan dan kegunaan domestik seperti minuman. Aktiviti utama di lembangan Sungai Besut merupakan pertanian dan penempatan penduduk tertumpu di tiga buah bandar utama iaitu Jertih, Kampung Raja dan Kuala Besut. Tiada sebarang kegiatan industri utama di lembangan ini.

Tujuan kajian yang dilakukan di lembangan Sungai Besut Terengganu ialah untuk mengetahui kualiti air di kawasan kajian dan perubahan-perubahan yang berlaku pada parameter-parameter kualiti air tersebut akibat daripada perubahan monsun. Ianya melibatkan pengukuran parameter-parameter fizikal dan nutrien di sepanjang lembangan sungai ini sebelum dan semasa musim monsun. Perubahan pada Indeks Kualiti Air (IKA) juga akan diperbincangkan.

EKSPERIMENTAL

Rajah 1 menunjukkan 8 buah stesen pensampelan (B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7 dan B8) yang telah dipilih untuk kajian ini. Pensampelan telah dilakukan sebelum monsun (4 Ogos 2002 dan 26 Oktober 2002) dan semasa monsun (23 November 2002). Pensampelan hanya dapat dilakukan sekali sahaja semasa monsun kerana faktor cuaca yang tidak mengizinkan pensampelan seterusnya dilakukan dalam musim yang sama.



Rajah 1: Stesen pensampelan di lembangan Sungai Besut, Terengganu

Parameter-parameter suhu, pH dan keterlarutan oksigen (DO) diukur secara *in situ* menggunakan YSI multiparameter 'data logger'. Jumlah pepejal terampai (TSS), kehendak oksigen biokimia (BOD), kehendak oksigen kimia (COD) dan nutrien telah ditentukan berdasarkan kaedah piawai [1]. Nilai IKA dikira dengan menggunakan formula seperti yang dinyatakan dalam persamaan 1.

$$IKA = 0.22 * SIDO + 0.19 * SIBOD + 0.16 * SICOD + 0.15 * SIAN + 0.16 * SITSS + 0.12 * SIpH \dots\dots 1$$

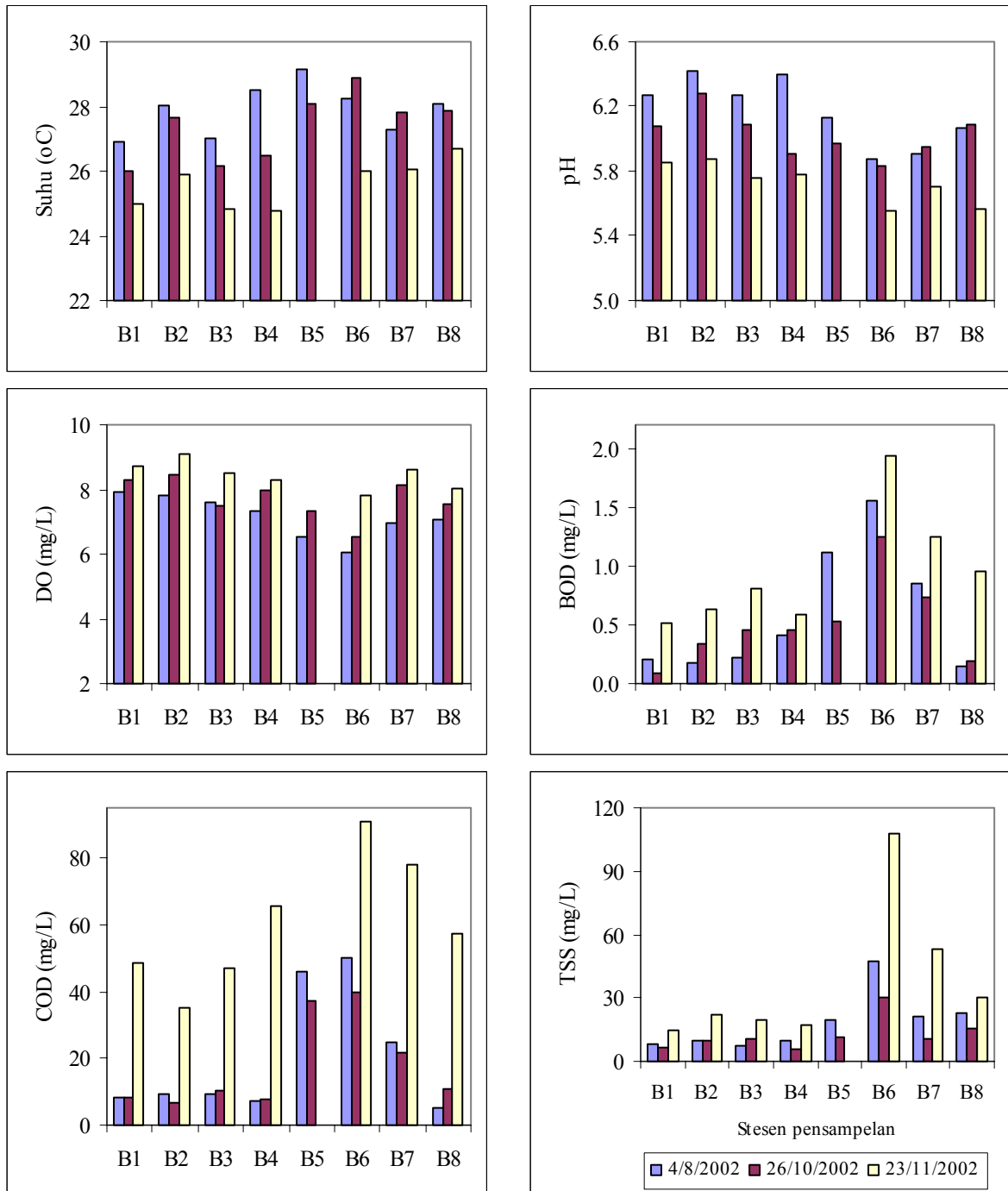
Nilai-nilai sub-indeks SIDO, SIBOD, SICOD, SIAN, SITSS dan SIpH adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.

Jadual 1. Persamaan bagi pengiraan sub-indeks yang digunakan dalam pengiraan IKA

Sub-indeks DO (% ketepuan) $x \leq 8$ $x \geq 92$ $8 < x < 92$	SIDO = 0 SIDO = 100 $SIDO = -0.395 + 0.03x^2 - 0.0002x^3$
Sub-indeks BOD (mg L ⁻¹) $x \leq 5$ $x > 5$	SIBOD = 100.4 - 4.23x $SIBOD = 108^{-0.055x} - 0.1x$
Sub-indeks COD (mg L ⁻¹) $x \leq 20$ $x > 20$	SICOD = -1.33x + 99.1 $SICOD = 103e^{-0.0157x} - 0.04x$
Sub-indeks ammonia, AN (mg L ⁻¹ -N) $x \leq 0.3$ $0.3 < x < 4$ $x \geq 4$	SIAN = 100.5 - 105x $SIAN = 94e^{-0.573x} - 5 x-2 $ SIAN = 0
Sub-indeks TSS (mg L ⁻¹) $x \leq 100$ $100 < x < 1000$ $x \geq 1000$	SITSS = 97.5e ^{-0.00676x} + 0.05x $SITSS = 71e^{-0.0016x} - 0.015x$ SITSS = 0
Sub-indeks pH $x < 5.5$ $5.5 \leq x < 7$ $7 \leq x < 8.75$ $x \geq 8.75$	SIpH = 17.2 - 17.2x + 5.02x ² $SIpH = -242 + 95.5x - 6.67x^2$ $SIpH = -181 + 82.4x - 6.05 x^2$ $SIpH = 536 - 77x + 2.76 x^2$

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Data-data parameter fizikal yang diukur di kawasan kajian dipersembahkan dalam Rajah 2 manakala Rajah 3 menunjukkan data-data untuk nutrien. Pensampelan tidak dapat dijalankan di stesen B5 pada 23 November 2002 (monsun) kerana ketika itu didapati stesen tersebut telah berpagar dan tidak boleh dimasuki.

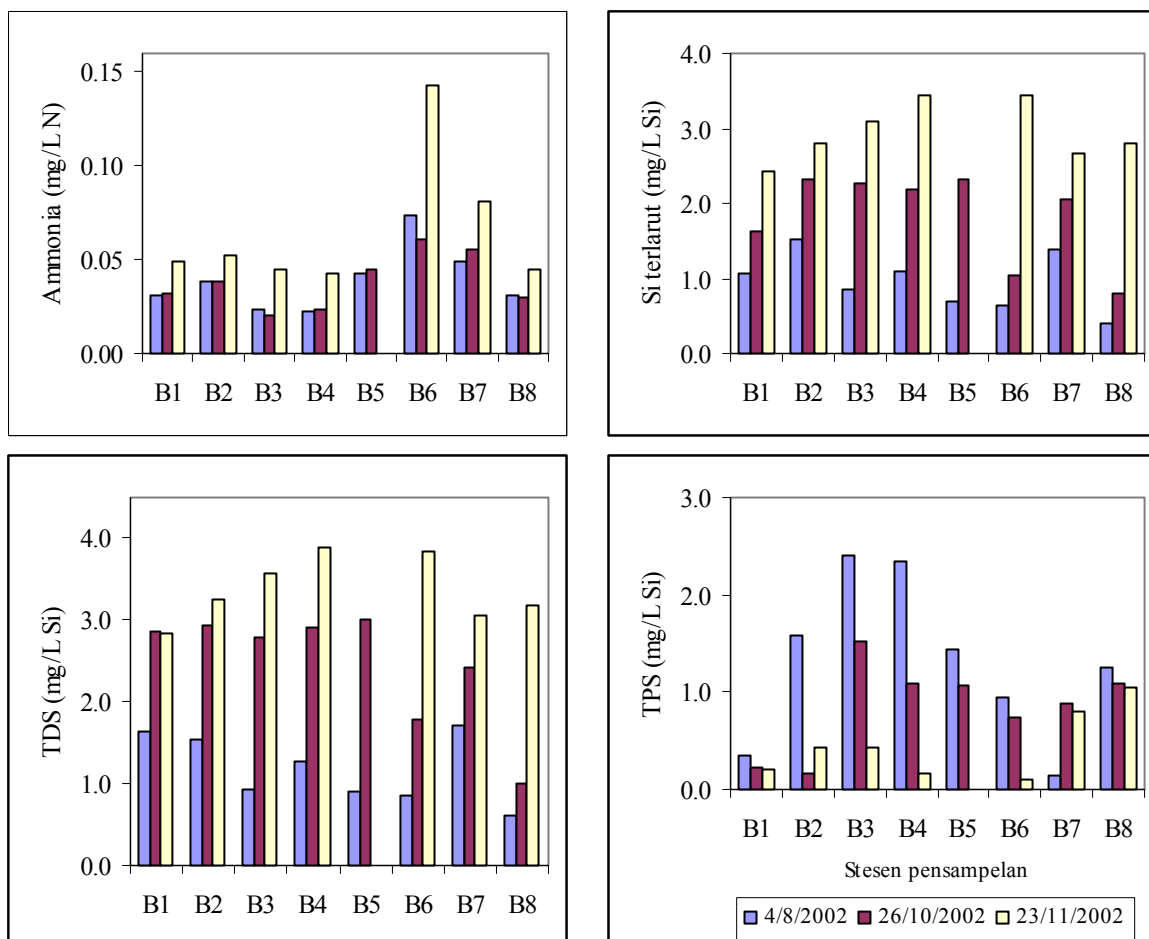


Rajah 2: Variasi bagi parameter-parameter fizikal di kawasan kajian

Suhu

Julat bacaan suhu sepanjang kajian ini ialah antara 24.75 hingga 29.14 °C. Umumnya, terdapat peningkatan suhu daripada stesen B1 hinggalah stesen B8 untuk semua tarikh pensampelan. Ini boleh dikaitkan dengan masa pensampelan dijalankan. Pensampelan biasanya dilakukan pada waktu pagi hinggalah tengahari bermula di stesen B1 yang terletak di hulu sungai hingga ke stesen B8 yang terletak di hilir sungai.

Keterikan daripada cahaya matahari mempengaruhi suhu pensampelan. Rajah 2 juga menunjukkan suhu pensampelan ketika monsun adalah lebih rendah jika dibandingkan dengan dua pensampelan sebelum monsun. Semasa musim monsun, keadaan biasanya adalah berawan mendung dan hujan lebat. Keadaan ini menyebabkan suasana adalah lebih sejuk kerana tiadanya pancaran terus cahaya matahari dan menyebabkan suhu pensampelan semasa monsun adalah lebih rendah jika dibandingkan sebelum monsun.



Rajah 3: Variasi bagi parameter-parameter nutrien di kawasan kajian

pH

Nilai pH dalam kawasan kajian ialah 5.55-6.42. Perbandingan antara tarikh dan stesen pensampelan menunjukkan terdapatnya pengurangan nilai pH daripada stesen B1 hingga ke stesen B8 dimana stesen B6 dan B7 mencatatkan antara nilai-nilai pH yang terendah. Nilai pH yang rendah ini berkorelasi pula dengan kepekatan DO yang rendah dan nilai kepekatan BOD dan COD yang tinggi mencadangkan bahawa penguraian bahan-bahan organik yang terdapat dalam air merupakan faktor utama yang menyumbang kepada pengurangan nilai pH. Fenomena ini jelas sekali dapat diperhatikan di stesen B6 dan B7 yang kedudukannya terletak di bandar Jertih. Sisa kumbahan domestik dari bandar tersebut yang biasanya mengandungi banyak bahan-bahan organik, dipercayai telah dibuang terus ke dalam sungai dan menyebabkan proses penguraian berlaku dan seterusnya mengurangkan nilai pH. Perbandingan nilai pH antara musim pensampelan menunjukkan nilai pH jauh lebih rendah bagi pensampelan semasa monsun. Besar kemungkinan semasa monsun, hujan lebat yang turun telah membawa banyak bahan-bahan yang berasid daripada permukaan tanah masuk ke dalam persekitaran akuatik. Kajian di kawasan lain turut mendapati terdapatnya pengurangan nilai pH semasa monsun seperti di muara Sungai Mahanadi, India [2] dan pengurangan nilai pH tersebut disebabkan oleh kemasukan air tawar yang banyak ke muara tersebut dan penguraian bahan-bahan organik yang dibawa semasa air pasang masuk ke dalam sistem sungai semasa musim monsun.

DO

Kepekatan DO semasa kajian dijalankan berubah-ubah diantara 6.08-9.11 mg/L. Pada amnya, kepekatan DO menunjukkan tren pengurangan daripada stesen yang terletak di hulu sungai (B1) hingga ke stesen di hilir sungai (B8). Stesen-stesen B5, B6 dan B7 merekodkan kepekatan DO yang rendah berbanding dengan stesen-stesen pensampelan yang lain. Kepekatan DO yang rendah di stesen B5 disebabkan terdapatnya aktiviti gunatanah untuk membuat bangunan dan kerja-kerja tersebut dipercayai telah menyumbang bahan-bahan organik ke dalam sungai. Manakala di stesen B6 dan B7 adalah akibat daripada pembuangan sisa domestik daripada bandar Jertih yang berdekatan. Bahan organik yang biasanya banyak terdapat dalam sisa domestik tersebut akan menjalani proses pengoksidaan oleh mikroorganisma dan proses ini memerlukan oksigen lantas menyebabkan kandungan DO dalam air menjadi rendah. Untuk pensampelan semasa monsun, keputusan kajian mendapati terdapatnya sedikit peningkatan kepekatan DO jika dibandingkan dengan pensampelan sebelum monsun. Kadar aliran sungai yang deras semasa monsun, besar kemungkinan telah memberi sumbangan kepada bertambahnya kepekatan kandungan DO di dalam air. Kederasan aliran sungai ini akan menyebabkan berlakunya proses pertukaran oksigen antara permukaan air dan udara dengan cepat. Pemerhatian yang sama turut diperhatikan di Sungai Langat yang mendapati kepekatan DO adalah tinggi untuk kawasan yang mempunyai aliran air sungai yang deras [3].

BOD dan COD

Kepekatan BOD dan COD masing-masing berada dalam julat 0.1-1.9 mg/L dan 5.0-91.0 mg/L. Untuk kedua-dua parameter BOD dan COD, adalah didapati terdapatnya peningkatan kepekatan bila bergerak daripada stesen di hulu sungai hingga ke hilir sungai. Ini disebabkan terdapatnya aktiviti gunatanah yang berbeza di sepanjang sungai tersebut daripada kawasan berhutan di hulu sungai melalui kawasan perkampungan hinggalah ke kawasan perbandaran di hilir sungai. Tingginya kepekatan BOD dan COD terutamanya di stesen B5, B6 dan B7 adalah disebabkan kewujudan bahan-bahan organik yang banyak di dalam air daripada sisa-sisa buangan proses perbandaran/domestik bandar Jertih yang berdekatan. Kepekatan BOD dan COD yang tinggi ini berkorelasi pula dengan nilai DO yang rendah menunjukkan berlakunya penguraian bahan-bahan organik. Perbandingan antara musim pensampelan menunjukkan kepekatan BOD dan COD adalah tinggi ketika pensampelan dijalankan semasa monsun. Besar kemungkinan terdapat banyak bahan-bahan organik yang dibawa masuk ke dalam sungai oleh aliran air yang banyak ketika monsun.

TSS

Julat kepekatan TSS dalam kawasan kajian adalah antara 6 hingga 108 mg/L. Kepekatan TSS yang tinggi direkodkan di stesen-stesen di hilir sungai iaitu di B6 dan B7. Faktor penyumbang kepada tingginya kepekatan TSS di kawasan tersebut ialah dari proses-proses perbandaran di bandar Jertih. Hasil daripada pemerhatian ketika pensampelan dijalankan mendapati berlakunya pembuangan sampah-sarap ke dalam sungai terutamanya dari pasar di bandar Jertih. Seperti juga kebanyakan parameter-parameter yang lain, kepekatan TSS adalah tinggi semasa pensampelan di musim monsun. Keputusan ini mencerminkan peranan yang dimainkan oleh air hujan yang membawa bersama-sama pepejal di daratan masuk ke dalam sungai. Di samping itu, hujan yang lebat bersama-sama dengan aliran sungai yang deras ketika monsun menyebabkan struktur-struktur tanah di tebing dan kawasan berdekatan sungai menjadi longgar lantas masuk ke dalam sungai untuk menambahkan lagi kepekatan TSS.

Nutrien

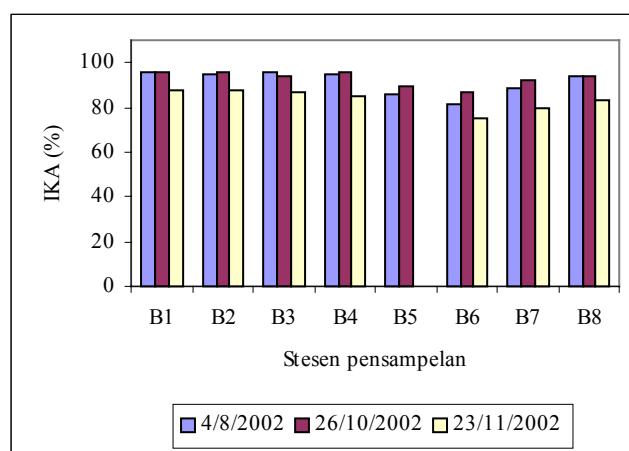
Kepekatan ammonia yang direkodkan berjulat antara 0.02-0.14 mg/L N. Sementara untuk nutrien berasaskan silikon seperti silikat terlarut, jumlah silikat terlarut (TDS) dan jumlah silikat partikulat (TPS) masing-masing antara 0.40-3.43 mg/L Si, 0.62-3.88 mg/L Si dan 0.10-2.41 mg/L Si. Terdapat peningkatan yang ketara bagi ammonia di stesen B6 dan B7. Peningkatan ini boleh dihubungkan dengan sisa kumbahan domestik yang terhasil dari bandar Jertih. Tiada tren yang tertentu yang boleh diperhatikan untuk ketiga-tiga nutrien berasaskan silikon. Ini kerana penghasilan nutrien tersebut lebih kepada proses-proses biologi dan luluhawa terhadap batu-batuan [4, 5]. Kecuali bagi TPS, kesemua nutrien yang lain mencatatkan kepekatan yang tinggi untuk pensampelan semasa monsun hasil daripada air larian (*runoff*) daripada daratan. Banyak kajian juga telah mendapati terdapatnya penambahan nutrien ketika pensampelan dilakukan ketika monsun seperti di muara Sungai Rushikulya, India [5] dan Sungai Bahuda, India [6] dan sebab yang sama juga telah dicadangkan iaitu sumbangan daripada air larian daripada daratan ketika monsun.

IKA

Rajah 4 memperlihatkan nilai-nilai IKA untuk setiap stesen dan tarikh pensampelan. Julat nilai IKA yang direkodkan adalah diantara 75.11 hingga 95.81%. Semua stesen berada dalam Kelas I ketika pensampelan dijalankan sebelum dan semasa monsun kecuali stesen B6 yang berada dalam Kelas II untuk pensampelan semasa monsun. Secara umumnya didapati nilai IKA di stesen B6 adalah rendah sedikit jika dibandingkan stesen pensampelan yang lain. Nilai yang rendah ini disebabkan hasil pembuangan sisa kumbahan domestik bandar Jertih. Pensampelan musim monsun mencatatkan nilai IKA yang lebih rendah jika dibandingkan dengan dua pensampelan sebelum monsun untuk semua stesen. Ini disebabkan oleh kualiti air yang merosot hasil daripada *runoff* daripada daratan ketika musim monsun.

Kesimpulan

Kajian ini telah mendapati bahawa kualiti air di lembangan Sungai Besut secara keseluruhannya adalah dalam status bersih dengan kebanyakan stesen pensampelan berada dalam Kelas I berdasarkan nilai IKAnya. Namun begitu, terdapat pengurangan nilai IKA di stesen berdekatan bandar Jertih. Parameter-parameter yang dikaji juga menunjukkan variasi mengikut musim dan tempat pensampelan.



Rajah 4: Variasi bagi nilai IKA di kawasan kajian

Penghargaan

Bantuan kewangan daripada KUSTEM melalui geran penyelidikan jangka pendek 54046 adalah sangat dihargai.

Rujukan

1. American Public Health Association., 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. Edisi ke 19. APHA, AWWA and AWPFC. Washington.
2. Upadhyay, S., 1988. Physico-chemical characteristics of the Mahanadi estuarine ecosystem, East Coast of India. *India J. Mar. Sci.*, 17, 19-23.
3. Suki, A., Yusoff, M.K. and Poe, M.T., 1988. Water quality profile of Sg. Langat. *Pertanika*, 11(2), 273-281.
4. Aston, S.R., 1983. Natural water and atmospheric chemistry of silicon. In: *Silicon Geochemistry and Biogeochemistry*. Aston, S.R. (ed.). Academic Press, London, pp 77-100.
5. Gouda, R. and Panigrahy, R. C., 1992. Seasonal distribution and behaviour of silicate in the Rushikulya estuary, east coast of India. *India J. Mar. Sci.*, 21, 111-115.
6. Misra, S., Panda, D. and Panigrahy, R. C., 1993. Physico-chemical characteristics of the Bahuda estuary (Orissa), east coast of India. *India J. Mar. Sci.*, 22, 75-77. ↵