

**Kawasan Tadahan Utara Putrajaya, Malaysia-Cabaran
Pengurusan Kualiti Air Putrajaya, Malaysia**
(North Putrajaya Catchment Area Putrajaya, Malaysia-Challenges
in Water Quality Management)

MOHD ZAMRI B. DAUD, JOY JACQUELINE PEREIRA* & MAZLIN B. MOKHTAR

ABSTRAK

Kawasan Pentadbiran Putrajaya merangkumi 70% daripada kawasan tadahan Tasik Putrajaya. Kerja-kerja pembangunan yang dijalankan di dalam kawasan Putrajaya kebiasaannya dapat dikawal dengan merujuk kepada peraturan-peraturan dan garis panduan yang telah disediakan oleh pihak Perbadanan Putrajaya dalam memastikan kualiti air Tasik dan Tanah Bencah Putrajaya sentiasa mematuhi piawaian yang telah ditetapkan. Seluas 30% daripada kawasan tadahan Tasik dan Tanah Bencah Putrajaya terletak di luar pentadbiran dan kawalan pihak berkuasa Putrajaya. Kawasan tadahan Utara Putrajaya adalah kawasan tadahan yang luas yang menyumbang sebahagian besar air yang memasuki kawasan Tasik dan Tanah Bencah Putrajaya. Berasal dari anak Sg. Chuau kini ia telah membentuk satu kawasan tasik dan tanah bencah tersebut. Data kualiti air yang dilakukan oleh pihak berkuasa Putrajaya iaitu Perbadanan Putrajaya dari tahun 2002 sehingga 2005 dianalisis bagi mengenalpasti masalah utama kualiti air dari kawasan Tadahan Utara Tanah Bencah Putrajaya. Data kualiti air yang dicatat sepanjang tahun 2002 mendapati purata peratusan parameter yang melebihi standard Putrajaya bagi amoniakal nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) ialah 43.7%, E. coli 31.3%, TSS 12.5% manakala DO dan COD masing-masing 6.2%. Untuk sepanjang tahun 2003, purata peratusan parameter bagi $\text{NH}_3\text{-N}$ ialah 23.7%, E. coli 18.4%, jumlah koliform 18.4%, TSS 2.6%, DO 13.2%, COD 13.2%, dan BOD 10.5%. Untuk sepanjang tahun 2004, purata peratusan parameter bagi $\text{NH}_3\text{-N}$ ialah 35.5%, E. coli 22.6%, jumlah koliform 12.9%, TSS 9.7%, COD 3.2%, dan BOD 16.1%. Untuk tahun 2005, purata peratusan parameter bagi E. coli 36.4%, $\text{NH}_3\text{-N}$ ialah 22.7%, jumlah koliform 18.2%, BOD 13.6%, DO 4.5%, dan COD juga 4.5%. Secara keseluruhan, analisis bagi tempoh empat tahun ini mendapati parameter $\text{NH}_3\text{-N}$ dan E. coli sering kali menunjuk bacaan yang tidak mematuhi Piawaian Putrajaya. Punca utama masalah kualiti air di kawasan Tadahan Utara Tanah Bencah Putrajaya adalah kegagalan mengurus kawasan tadahan secara bersepadu dan sikap pihak berkepentingan di kawasan kajian tidak mengurus dan mengawal secara menyeluruh masalah air larian, kawasan terbuka dan kelodakan ketika membangunkan kawasan.

Kata kunci: Ammonia; E. coli; kelodak; kualiti air; tanah bencah

ABSTRACT

The Putrajaya Administrative area covers 70% of the Putrajaya Lake catchment area. Development work carried out within the Putrajaya area abides by the rules and regulations set by the Putrajaya Corporation to ensure that the quality of the lake water and wetland within the Putrajaya area meets the stipulated benchmark standards. However, 30% of the Putrajaya lake and wetland catchment area is located outside of administration and prerogative of the Putrajaya Corporation. The North Putrajaya catchment area which originates from the Sg. Chuau River contributes the bulk of the water that flows into the lake and wetlands of Putrajaya. Water quality data collected by the Putrajaya Corporation for the period of 2002 to 2005 has been analysed to identify major issues in the Putrajaya Wetland North Catchment area. Data from 2002 shows average percentage parameter of non-compliance 'Putrajaya Standard' for ammoniacal nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) at 43.7%, E. coli at 31.3% and TSS at 12.5% while the DO and COD are both 6.2%. For 2003, the average percentage parameter of non compliance for $\text{NH}_3\text{-N}$ was at 23.7%, E. coli at 18.4%, total coliform at 18.4%, TSS at 2.6%, DO at 13.2%, COD at 13.2% and BOD at 10.5%. For 2004, the average percentage parameter of non complying for $\text{NH}_3\text{-N}$ was at 35.5%, E. coli at 22.6%, total coliform at 12.9%, TSS at 9.7%, COD at 3.2% and BOD at 16.1%. For 2005, the average percentage parameter of non compliance were at is 36.4% for E. coli, 22.7% for $\text{NH}_3\text{-N}$, 18.2% for total coliform, 13.6% for BOD and 4.5% for both DO and COD. In conclusion the analysed data within the four year period showed that the $\text{NH}_3\text{-N}$ and E. coli discharge from the north catchment area did not comply with the 'Putrajaya Standard'. The main factors of water quality issues in the Putrajaya Wetland North Catchment area include the failure of integrating the management of the catchment areas and the stakeholders' attitude of total disregard of the management and control of surface runoff, open areas and siltation issues while carrying out development work.

Keywords: Ammonia; E. coli; siltation; water quality; wetlands

PENDAHULUAN

Malaysia menyertai Konvensyen Ramsar pada tahun 1994 dan suatu inisiatif susulan adalah pengisytiharan Tasek Bera sebagai Tapak Ramsar yang pertama di Malaysia. Pelbagai program latihan, aktiviti kesedaran dan persidangan telah di adakan oleh pihak Badan Bukan Kerajaan (NGO) dan agensi kerajaan agar penggunaan sumber tanah lembap atau tanah benchah secara lestari dapat dipraktikkan. Ini kerana tanah benchah berfungsi membekalkan bekalan air, kawalan banjir, melindungi daripada hakisan dan ribut, penapis bahan enap, nutrien dan bahan toksik, menyekat kemasukan air masin dan mengurangkan pemanasan global. Oleh sebab demikian tanah benchah lebih dikenali sebagai buah pinggang kepada bumi. Faedah yang diperoleh dari tanah benchah pula adalah seperti menjadi sumber produk semula jadi, sumber pengeluaran kuasa, pengangkutan air, bank gen, rekreasi dan pelancongan, nilai sosio-budaya dan juga tempat penyelidikan dan pendidikan. Habitat tanah benchah yang terdapat di Malaysia wujud secara semulajadi dan juga secara buatan manusia. Bentuk-bentuk semula jadi seperti paya air tawar, paya gambut, sistem sungai, dataran banjir, tasik semulajadi, rawang, paya bakau, paya gelam, pantai berpasir dan pesisir pantai berbatu, paya nipah, dataran lumpur termasuk terumbu karang dan dasar rumput laut. Bentuk-bentuk buatan pula seperti sawah padi, parit, kolam lombong, kolam, takungan air dan tanah benchah buatan. Tanah benchah buatan biasa dibina untuk mengawal pencemaran, menakung air banjir dan larian, sebagai penyumbang nilai estetika habitat flora dan fauna dan menjalankan fungsi rantai makanan (WI-M 2001).

Tanah benchah adalah kawasan yang mengandungi air yang menjadi faktor utama dalam mengawal alam sekitar dan kehidupan flora serta fauna yang berkaitan dengannya. Kebiasaan tanah benchah muncul di tempat di mana aras air tanah berada atau berdekatan dengan permukaan tanah atau di tempat permukaan tanah dilitupi oleh air yang cetek. Walau bagaimanapun definisi tanah benchah yang digunapakai kini masih belum dapat memuaskan hati semua pihak kerana definisi tersebut bergantung kepada objektif dan pihak sasaran atau pengguna yang terlibat. *The International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control* yang diadakan di Vienna pada tahun 1996 telah mendefinisi tanah benchah buatan sebagai salah satu usaha bagi merawat air sisa dan ditanami dengan tumbuhan yang tumbuh di tanah benchah.

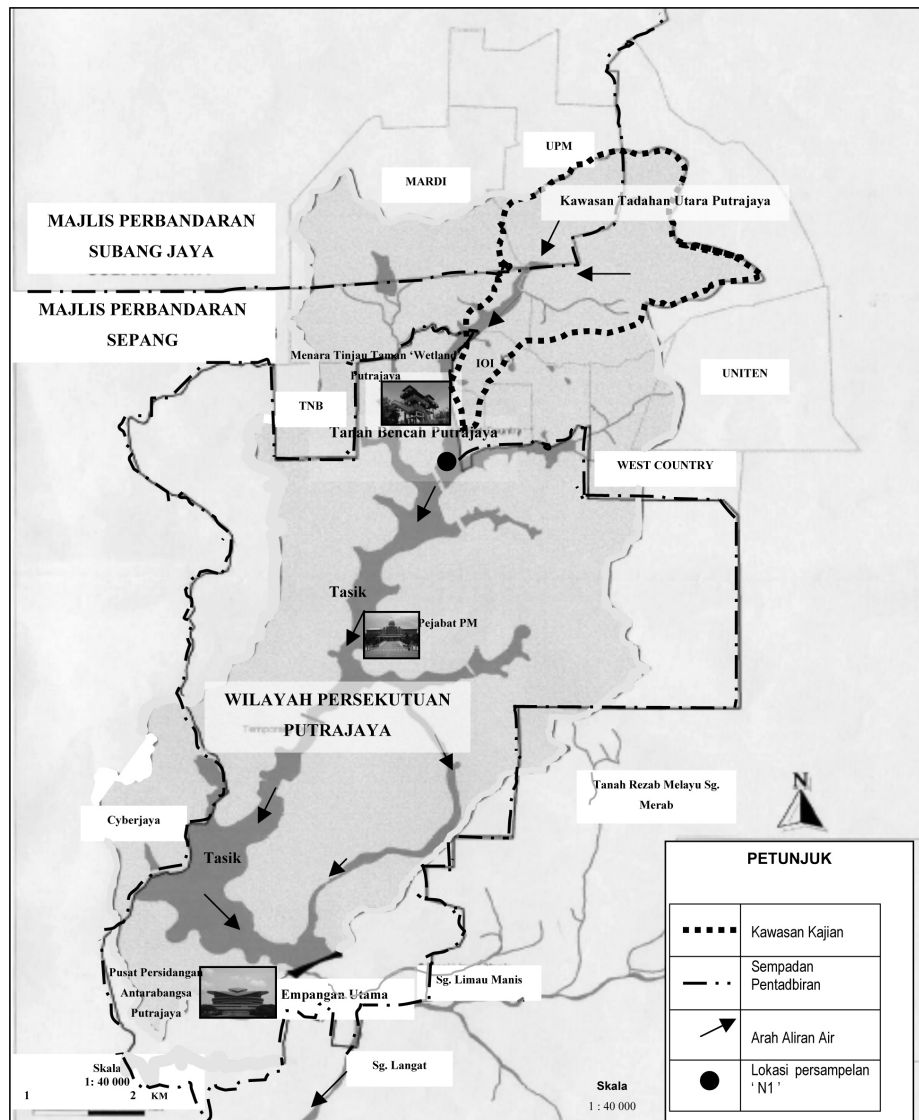
Di samping itu, pertembungan sering kali terjadi antara fakta sains dan undang-undang atau peraturan daripada segi pemahaman pengurusan sistem tanah benchah dan anggapan tanah benchah hanya berfungsi sebagai longkang biasa. Para penyelidik dan pihak pentadbir yang terlibat harus memahami proses dan kepentingan yang unik kepada tanah benchah dalam mendefinisi tanah benchah secara menyeluruh, seragam dan adil pada semua pihak (Mitsch & Gosselink 1993) sama ada tanah benchah tersebut

semula jadi atau buatan. Sehubungan itu satu definisi yang dilihat dapat memberi maksud yang jelas dengan kajian ini adalah tanah benchah sebagai kawasan lembah, paya, tanah gambut, atau berair, semulajadi atau buatan, sementara atau kekal, dengan keadaan air tidak bergerak atau mengalir, tawar, payau, atau masin termasuk kawasan air laut, yang mana aras kedalaman kawasan air surut tidak melebihi 6 meter (Finlayson & Moser 1991).

Walaupun bagaimanapun ancaman terhadap tanah benchah semulajadi atau buatan tetap wujud seperti penebusan atau penukaran tanah, pencemaran, eksplotasi secara berlebihan, ancaman spesies dan amalan akuakultur yang tidak mesra alam.

Salah satu tanah benchah buatan di Malaysia yang turut terdedah kepada ancaman ialah Tanah Benchah Putrajaya. Tanah Benchah Putrajaya merupakan suatu kawasan tanah benchah buatan manusia yang siap dibina pada Ogos 1998 yang berkeluasan 650 hektar dan merupakan salah satu tanah benchah buatan yang terbesar pernah dibina di kawasan tropika. Ianya mengandungi 24 sel merangkumi kawasan seluas 197.2 hektar dan sel ini terbentuk hasil takungan dari kawasan tadahan anak Sungai Chuau dan Sungai Bisa, Selangor. Kedalaman airnya adalah di antara 0.5 - 3.0 m dan ditanami dengan tumbuhan. Tanah benchah ini merangkumi tumbuhan paya terdiri daripada 26 jenis spesis melibatkan 23.7 hektar atau 39.4% dan kawasan berair 76.8 hektar atau 38.9% daripada keseluruhan kawasan tanah benchah. Kawasan tanah benchah juga merangkumi kawasan pokok berbatang yang biasa tumbuh berhampiran paya bertujuan untuk kestabilan cerun sel, empangan, pulau-pulau kecil dan laluan lojistik. Air yang telah melalui kesemua sel tanah benchah secara graviti ini akhirnya akan membentuk sebuah Tasik Putrajaya yang berkeluasan 400 hektar dan akhirnya memasuki Sungai Langat, Selangor. Jumlah isipadu air bagi keseluruhan kawasan tasik dan tanah benchah ialah kira-kira 23.5 juta padu air manakala purata air yang masuk ke dari kawasan tadahan ialah kira-kira 200 juta liter dan purata tempoh tahanan air dalam tasik dan tanah benchah ialah 132 hari sebelum dilepaskan semula ke Sungai Langat. Langkah pembinaan tasik dan tanah benchah ini yang mempunyai fungsi ekologi dan estetik adalah selaras dengan konsep Putrajaya sebagai Bandaraya Bestari dan Bandar Dalam Taman bagi memastikan keseimbangan antara pembangunan fizikal dan persekitaran semulajadi dapat diwujudkan seiring (Akashah 2008). Ini juga selaras dengan keputusan kerajaan pada tahun 2004 menjadikan Tasik Putrajaya sebagai salah satu Pusat Rekreasi Air bertaraf dunia. Oleh itu pembinaannya tidak sekadar untuk merawat air sisa sepertimana anggapan sesetengah pihak yang menganggap tanah benchah hanya tempat merawat air sisa.

Kawasan Pentadbiran Putrajaya merangkumi 70% daripada kawasan tadahan Tasik Putrajaya. Kerja-kerja pembangunan yang dijalankan di dalam kawasan Putrajaya dapat dikawal dengan merujuk kepada sistem pengurusan, peraturan dan garis panduan yang telah ditetapkan oleh Pihak



RAJAH 1. Lokasi pengumpulan air

JADUAL 1. Data Rujukan Kualiti Air

Parameter	pH (6.5-9.0)	DO (5-7 mg/L)	COD (25 mg/L)	BOD (3 mg/L)	TSS (50 mg/L)	NH ₃ -N (0.3 mg/L)	NO ₃ -N (7.0 mg/L)	Jumlah Fosforus (0.05 mg/L)	E. coli (counts/ 100 mL) (100)	Total Coliform (counts/ 100 mL) (5000)
Tahun	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1
Tahun tidak direkodkan	6.4	7.2	29	13.5	275	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140,000 - 150,000
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	17000 - 160000	17000 - 180000
1997	7.4	6.8	9	3.48	68	6.24	-	0.19	16000	30000
Mei 1999	7.4	7.2	7.2	0.8	23	0.3	2.2	0.01	700	-

Nota: (Nilai dalam kurungan) – 'Piawaian Kualiti Air Tasik Putrajaya'

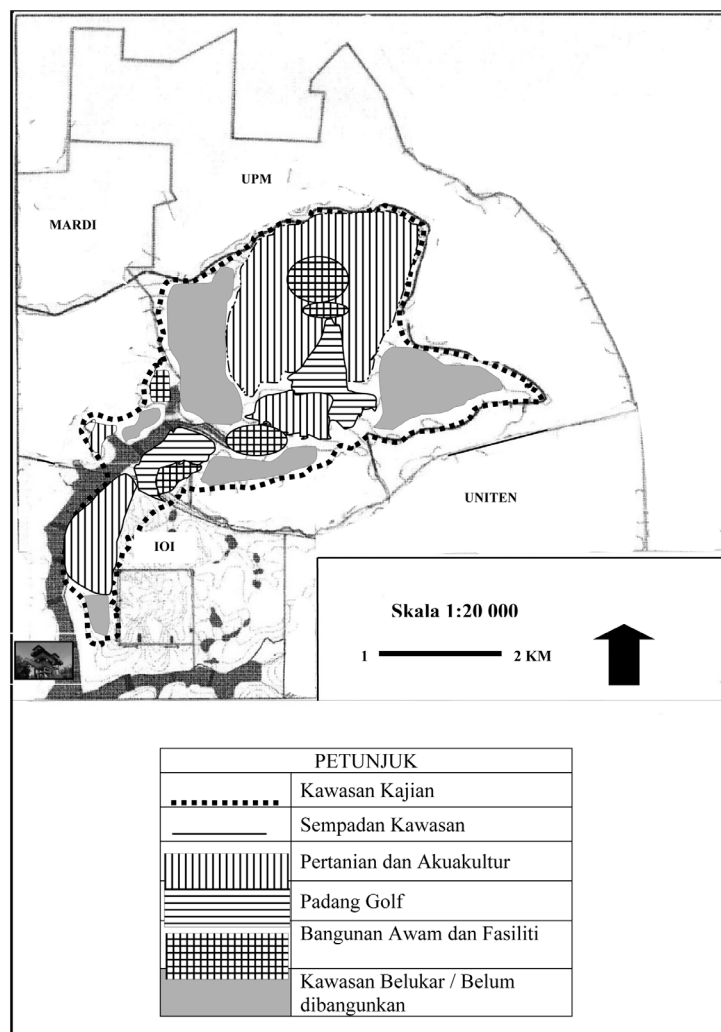
Berkuasa Putrajaya iaitu Perbadanan Putrajaya. Manakala 30% kawasan di bahagian hulu tadahan tasik terletak di luar pentadbiran dan pengurusan Perbadanan Putrajaya dan kawasan Tadahan Utara Putrajaya menyumbang sebahagian besar air yang memasuki kawasan Putrajaya khususnya ke kawasan tanah benchah (Rajah 1). Menurut laporan Pelan Pembangunan dan Pengurusan Kawasan Tadahan Untuk Tasik Putrajaya pada tahun 2000 (NAHRIM 2000), data rujukan yang diperolehi dari tahun 1994-1999 berkaitan kualiti air dari kawasan Utara tersebut semasa fasa prapembinaan dan pembinaan tanah benchah mendapati parameter yang mempunyai bacaan tinggi melebihi had 'Piawaian Putrajaya' adalah jumlah koliform, *E. coli* dan fosforus (Jadual 1).

Berdasarkan data primer tersebut, jumlah koliform yang pernah dicatat pada 1994 ialah di antara 140 000/100 mL - 150 000/100 mL, pada tahun 1995 di antara 17 000 - 180 000/100 mL dan pada tahun 1997 ialah 30 000/100 mL, melebihi piawai yang ditetapkan iaitu 5 000/100 mL. Bacaan *E. coli* pada tahun 1997 juga pernah mencatatkan bacaan 16 000/100 mL melebihi piawai iaitu 100 mL/100 mL. Parameter lain seperti

jumlah pepejal terampai (TSS), jumlah fosforus, keperluan oksigen biokimia (BOD) dan ammoniakal nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) ada juga mencatatkan ketidakpatuhan sepanjang tempoh tahun tersebut. Sehubungan itu, pemerhatian kualiti air semasa fasa operasi Tanah Benchah dan Tasik Putrajaya terutama dari Kawasan Tadahan Utara Putrajaya dipantau bagi melihat sama ada parameter tersebut masih menjadi isu di samping mengenalpasti faktor yang mempengaruhi kualiti air di peringkat punca, kawalan atau langkah yang boleh diambil bagi mengawal tahap kualiti air.

BAHAN DAN KAEDAH

Pemantauan kualiti air dari Kawasan Tadahan Utara Putrajaya telah dijalankan dan ditandakan sebagai 'N1' di koordinat $\text{N}02^{\circ}56.994' - 02^{\circ}58.542'$; $\text{E}101^{\circ}41.682' - 101^{\circ}42.078'$ (Rajah 1). Hanya 10 parameter sahaja dipilih iaitu pH, oksigen terlarut (DO), permintaan kimia oksigen (COD), permintaan biologi oksigen (BOD), jumlah pepejal terampai (TSS), ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$), nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), jumlah fosforus, *E. coli* dan jumlah koliform.



RAJAH 2. Gunatanah utama di kawasan tadahan utara Putrajaya

Kesemua persampelan dan analisis air tersebut dilakukan oleh pihak Perbadanan Putrajaya selaku pihak yang bertanggungjawab untuk mengawal dan menyelenggara Tasik dan Tanah Bencah Putrajaya. Persampelan telah dilakukan sekali setiap bulan dengan merujuk prosedur dan kaedah analisis 'World Health 'Global Environmental Monitoring System' (WHO-GEMS) 1987 dan 'American Public Health Association' (APHA 2005).

Gunatanah Kawasan Tadahan Utara Putrajaya merangkumi aktiviti pertanian dan akuakultur, bangunan awam dan fasiliti (pusat-pusat institusi, pejabat, kediaman jenis asrama, kuarters, hospital dan komersial) serta padang golf (Rajah 2). Melalui pemerhatian fizikal, potensi pencemaran yang dilihat adalah berkaitan dengan pencemaran nutrien, air kumbahan, air limbahan, racun serangga dan kelodakan. Punca pencemaran ini sekiranya tidak diurus, dikawal dan ditangani dengan sempurna akan menimbulkan masalah kepada kualiti air Tasik Putrajaya. Pihak Perbadanan Putrajaya telah menetapkan Piawaian Kualiti Air Tasik Putrajaya yang tersendiri bagi memastikan Tasik Putrajaya terus dapat berfungsi dan berperanan bagi aktiviti sukan air dan sebagainya. Perbandingan data kualiti air yang dianalisis dengan had piawaian Putrajaya dipantau bagi melihat pengaruh dan kesan kualiti air yang masuk ke tanah bencah Putrajaya dari Kawasan Utara Tadahan Putrajaya.

HASIL KAJIAN

Hasil pemantauan dari tahun 2002 - 2005 di lokasi kajian telah direkodkan sebagai Laporan Kualiti air Tasik dan Tanah Bencah Putrajaya seperti yang ditunjukkan daripada Rajah 3 hingga Rajah 12. Secara keseluruhan bacaan pH sepanjang tahun 2002-2005 mematuhi 'Piawaian Putrajaya' yang ditetapkan (Rajah 3). Bacaan DO secara keseluruhannya mematuhi piawai yang telah ditetapkan (Rajah 4). Namun terdapat bacaan yang melebihi had piawaian terutamanya pada bulan Oktober sehingga Disember.

Secara keseluruhan bacaan COD mematuhi piawai yang telah ditetapkan (Rajah 5) namun, ketidakpatuhan telah diperhatikan dan ianya berlaku pada tahun 2002 dan 2003, terutamanya di antara bulan Jan hingga Mei. Bacaan BOD juga menunjukkan trend mematuhi piawai yang telah ditetapkan (Rajah 6) namun, ketidakpatuhan dilihat terutamanya di antara bulan Mei hingga Ogos.

Bagi bacaan TSS (Rajah 7) hampir keseluruhannya mematuhi piawai, namun pemerhatian dalam bulan Oktober dan November pada tahun 2002 ada mencatatkan bacaan yang melebihi had piawaian ditetapkan.

Bacaan $\text{NH}_3\text{-N}$ (Rajah 8) sering mencatatkan bacaan yang tidak mematuhi piawaian sepanjang tahun 2002-2005. Pemerhatian daripada graf mendapati terdapat dua trend ketidakpatuhan berlaku iaitu bermula bulan Januari sehingga April dan yang kedua bermula bulan Jun sehingga Oktober.

Bacaan $\text{NO}_3\text{-N}$ di lokasi kajian dilihat mematuhi piawaian sepanjang 4 tahun tersebut (Rajah 9). Bacaan

jumlah fosforus menunjukkan trend bacaan yang melebihi had piawaian secara ketara berlaku pada tahun 2004 dan 2005 (Rajah 10) iaitu di antara bulan Ogos hingga Disember.

Bagi bacaan *E. coli* (Rajah 11) menunjukkan trend tidak mematuhi piawaian berlaku setiap bulan sepanjang 4 tahun tersebut. Boleh dikatakan bacaan hanya mematuhi had piawaian di antara bulan Mei hingga Jun sahaja. Hasil pemerhatian, didapati trend graf *E. coli* mempunyai kaitan dengan trend graf amoniakal nitrogen daripada segi bulan yang mematuhi dan yang tidak mematuhi had piawaian.

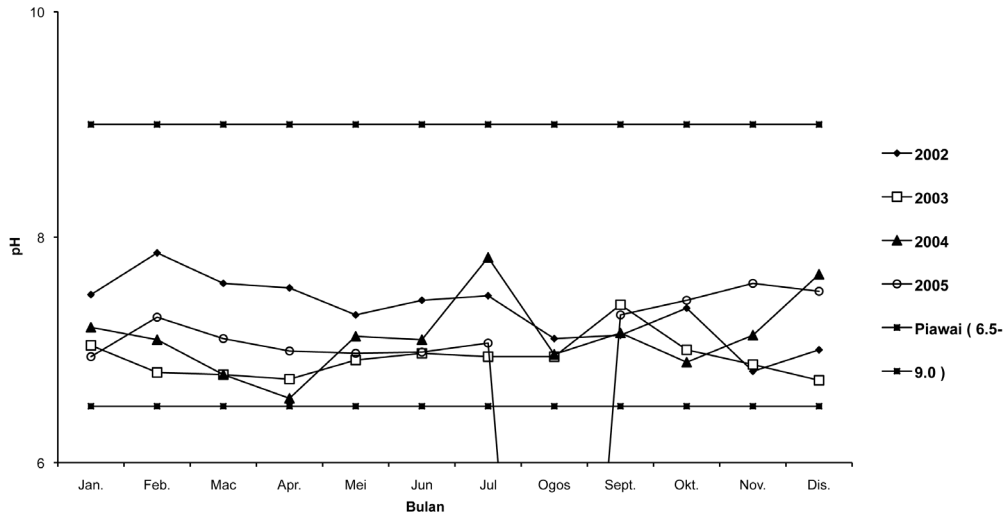
Bacaan jumlah koliform secara keseluruhannya mematuhi had piawaian kecuali pada tahun 2003 (Rajah 12) yang sering kali tidak mematuhi antara bulan April hingga Mei dan bulan Oktober hingga Disember.

Hasil purata peratusan analisis laporan kualiti air tersebut pula ditunjukkan dalam Rajah 13. Data kualiti air yang dicatat sepanjang tahun 2002 mendapati purata peratusan parameter yang melebihi 'Piawaian Putrajaya' bagi amoniakal nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) ialah 43.7%, *E. coli* 31.3%, TSS 12.5% manakala DO dan COD masing-masing 6.2%. Untuk sepanjang tahun 2003, purata peratusan parameter bagi $\text{NH}_3\text{-N}$ ialah 23.7%, *E. coli* 18.4%, jumlah koliform 18.4%, TSS 2.6%, DO 13.2%, COD 13.2%, dan BOD 10.5%. Untuk sepanjang tahun 2004, purata peratusan parameter bagi $\text{NH}_3\text{-N}$ ialah 35.5%, *E. coli* 22.6%, jumlah koliform 12.9%, TSS 9.7%, COD 3.2%, dan BOD 16.1%. Untuk tahun 2005, purata peratusan parameter bagi *E. coli* 36.4%, $\text{NH}_3\text{-N}$ ialah 22.7%, jumlah koliform 18.2%, BOD 13.6%, DO 4.5%, dan COD juga 4.5%.

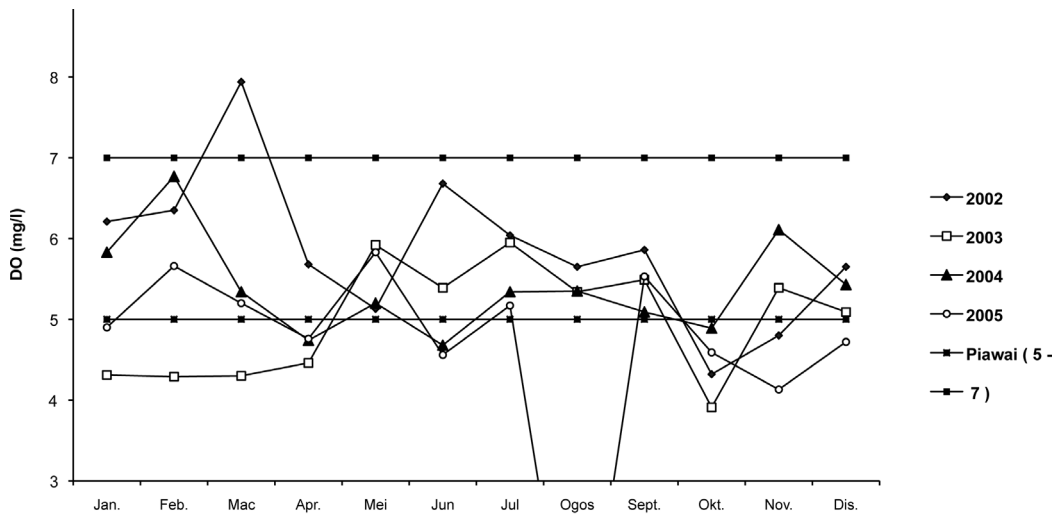
Hasil analisis purata peratusan bagi tempoh empat tahun berturut-turut ini mendapati bahawa parameter $\text{NH}_3\text{-N}$ dan *E. coli* masih mendominasi peratusan melebihi had 'Piawaian Putrajaya'. Analisis juga mendapati parameter lain tidak menunjukkan bacaan melebihi had piawaian yang ketara secara berterusan dan masih terkawal.

PERBINCANGAN

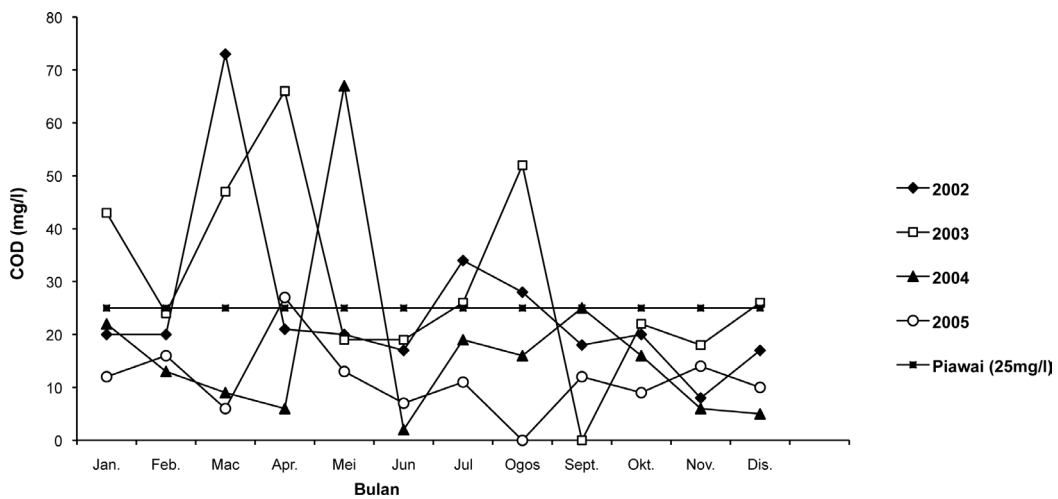
Konsep Pengurusan Sumber Air Bersepadu atau *Integrated Water and Resources Management (IWRM)* banyak digunapakai oleh kebanyakan negara di atas kesedaran tinggi tentang kepentingan pengurusan dan pengendalian mutu air yang penting di dalam kehidupan manusia dari segi sosial dan ekonomi. Menurut *Global Water Partnership (GWP 2000)* sebuah Badan Bukan Kerajaan (NGO) berpangkalan di Norway memberi maksud IWRM sebagai satu proses yang melibatkan koordinasi di antara pembangunan dan pengurusan air, tanah dan yang berkaitan dengannya agar ianya dapat memaksimum kepentingan ekonomi dan sosial dalam cara yang saksama tanpa berkompromi dengan kepentingan suatu ekosistem. Ini menjelaskan satu cabaran dengan cara sistem pembangunan dan pengurusan yang selama ini dipraktikkan secara konvensional dan tidak bersepadu. Ini bertepatan dengan pembinaan Tasik dan Tanah Bencah Putrajaya bagi mewujudkan keseimbangan



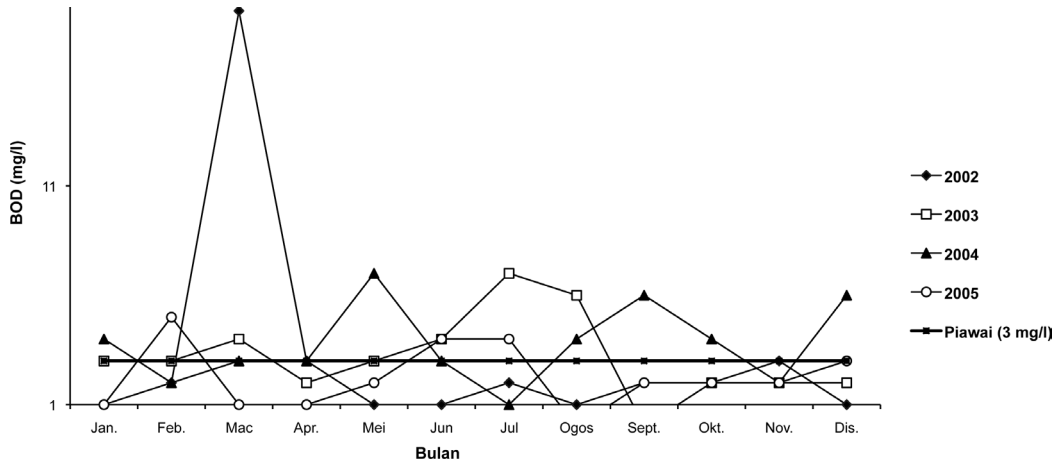
RAJAH 3. Data kualiti air bagi parameter pH



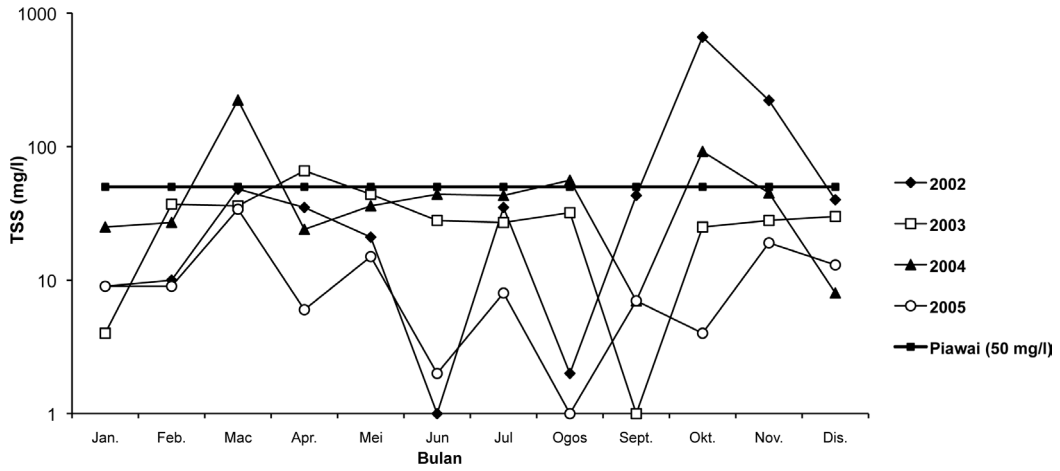
RAJAH 4. Data kualiti air bagi parameter DO



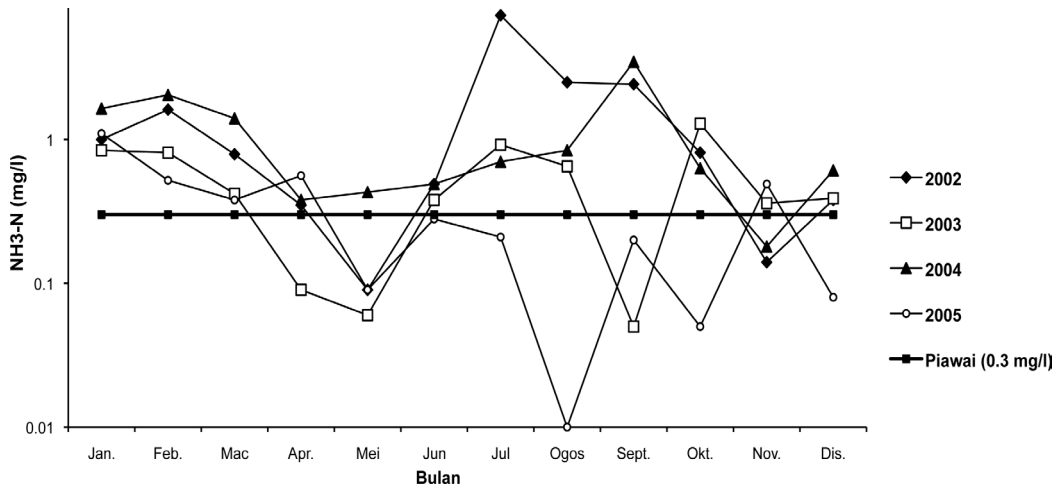
RAJAH 5. Data kualiti air bagi parameter COD



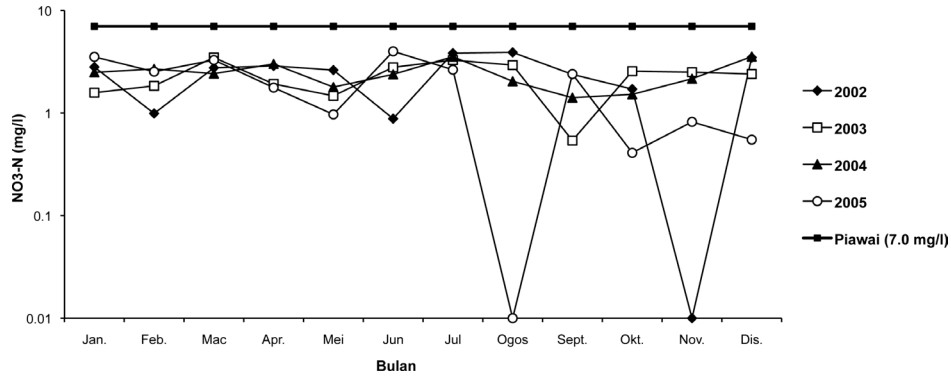
RAJAH 6. Data kualiti air bagi parameter BOD



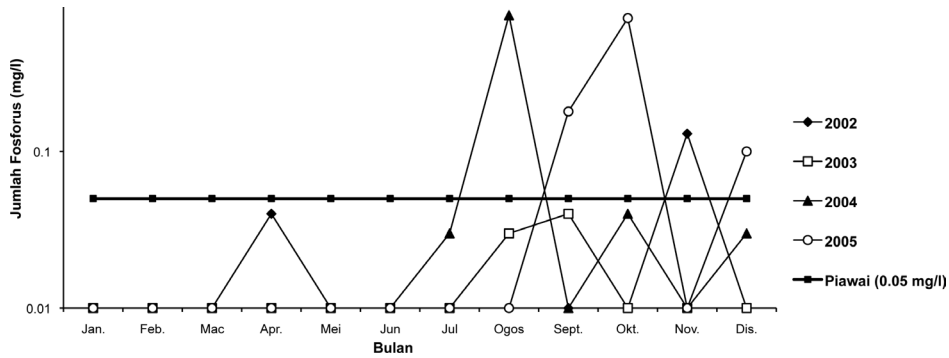
RAJAH 7. Data kualiti air bagi parameter TSS



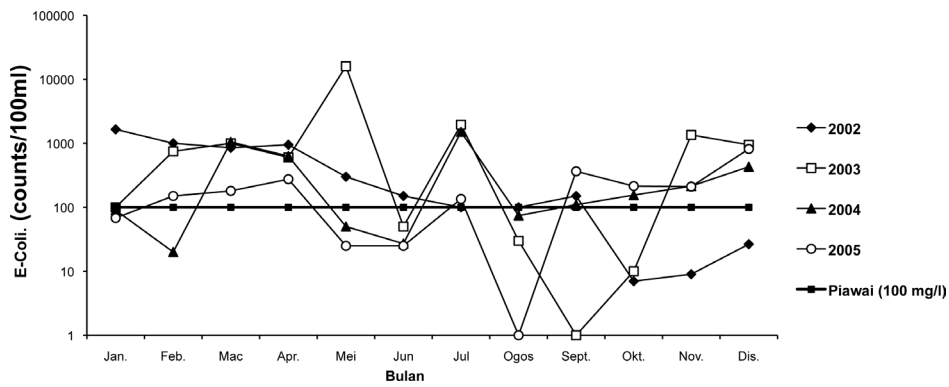
RAJAH 8. Data kualiti air bagi parameter NH₃-N



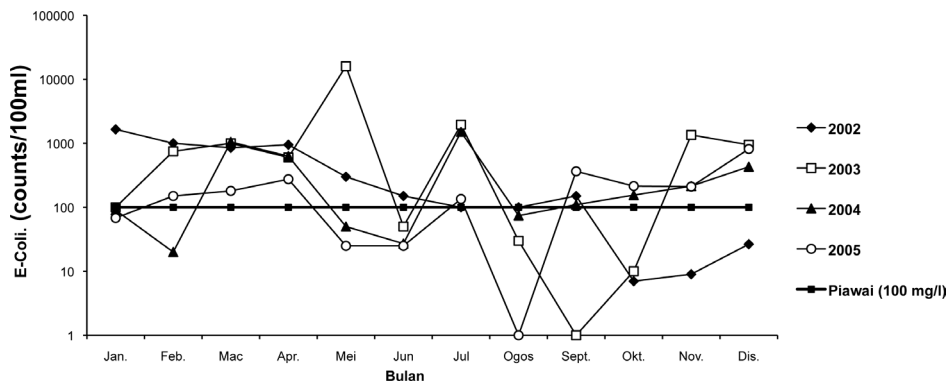
RAJAH 9. Data kualiti air bagi parameter NO₃-N



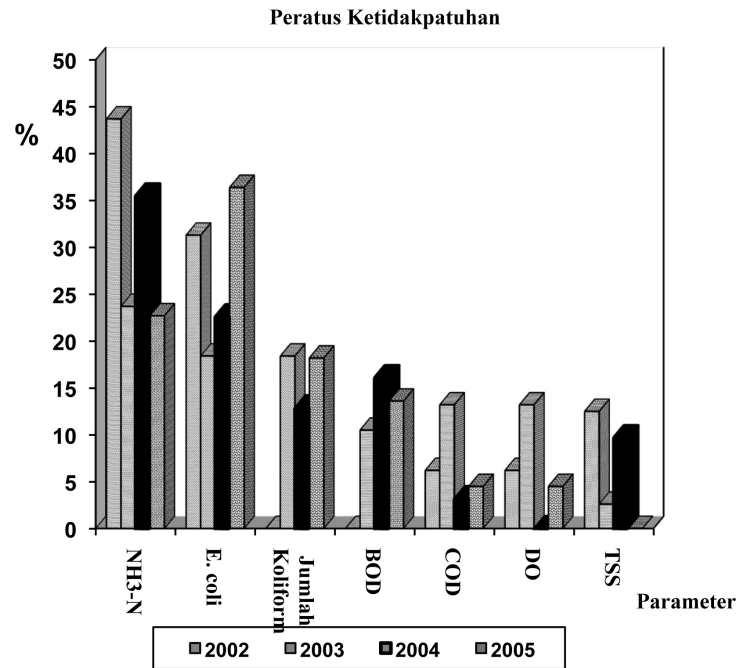
RAJAH 10. Data kualiti air bagi jumlah Fosforus



RAJAH 11. Data kualiti air bagi *E. coli*



RAJAH 12. Data kualiti air bagi jumlah Koliform



RAJAH 13. Peratus parameter air lokasi kajian yang melebihi had Piawaian Putrajaya

antara pembangunan fizikal dan persekitaran semula jadi. Ini kerana tanah bencha buatan didapati berkesan mengurangkan pencemaran dari punca tidak tertunjuk seperti nitrogen, fosforus dan sedimen (Kovanic et al. 2006). Ia juga mampu merawat pelbagai jenis air yang tercemar, mengurangkan kandungan nutrien, bahan organik, pepejal terampai dan patogen walaupun dalam jumlah yang besar (Gottschall et al. 2005).

Pemantauan, penguatkuasaan dan keupayaan sumber manusia merupakan salah satu elemen penting pengurusan sumber air. Ini kerana pengurusan dan penyelenggaraan bagi sistem tanah bencha buatan memerlukan kakitangan terlatih dan berpengalaman. Kecekapan jangka panjang dan kemampuan sistem ini bergantung kepada kefahaman yang bersepadu tentang proses biologi, kimia, dan hidrologi. Pelan pengurusan dan bajet sentiasa perlu disediakan daripada peringkat reka bentuk dan pembinaan bagi menyelesaikan masalah yang tidak terlihat sewaktu peringkat operasi (Shutes 2001). Pihak berkuasa kawasan Putrajaya selaku penerima akhir air larian dari Kawasan Tadahan Utara Putrajaya mempunyai mekanisme iaitu pasukan dan petugas bagi memantau secara langsung keadaan fizikal dan kualiti air di tanah bencha dari masa ke semasa, manakala pihak berkepentingan atau tuan tanah yang berada di kawasan tadahan yang terletak di luar pentadbiran Putrajaya tidak mempunyai mekanisme atau pasukan khusus bagi melakukan tugas tersebut. Ini menyebabkan tiada data yang dapat diperolehi daripada pihak tuan tanah di luar seperti tersebut di atas yang boleh dibuat perbandingan tentang tahap fizikal dan kualiti air yang masuk ke kawasan tanah bencha. Tindakan yang dapat dilakukan oleh pihak Perbadanan Putrajaya dalam menangani isu pencemaran yang berkaitan dengan tanah

bencha lebih berbentuk pentadbiran iaitu memaklumkan kepada pihak sekretariat, pihak berkuasa yang terlibat di dalam kawasan tadahan dan pihak tuan tanah di luar Putrajaya agar tindakan pemuliharaan atau kawalan dapat diambil bagi mengatasi atau mengurangkan punca air tercemar tersebut. Pihak berkepentingan yang terlibat seharusnya bertanggungjawab dan mempunyai mekanisme kawalan secara undang-undang atau peraturan dalam mengawal masalah pengurusan air kumbahan atau sisa memandangkan secara pentadbirannya tanah bencha buatan bukan sebagai tempat pengolahan air kumbahan atau sisa (Mitsch & Gosselink 1993). Situasi ini mewujudkan konflik antara pihak pentadbiran sama ada peringkat pusat, negeri, dan tempatan berhubung pengendalian, pemuliharaan dan penggunaan tanah bencha.

Selain isu air kumbahan dan limbah seperti yang ditunjukkan oleh analisis graf bacaan parameter NH₃-N dan *E. coli* yang sering melebihi had 'Piawaian Putrajaya. Isu kelodakan juga merupakan perkara yang perlu dititikberatkan memandangkan perbelanjaan yang paling besar dan mahal di dalam pembinaan tanah bencha buatan ialah pengorekan dan pembuangan tanah (Kovacic et al. 2006). Walaupun tanah bencha buatan dapat mengurangkan bahan pencemaran dan enapan berlebihan, faktor seperti banjir dan penyekatan aliran oleh bendasing boleh mengurangkan keupayaan tanah bencha buatan (Shutes 2001). Manakala, pemantauan tanah bencha buatan merupakan kemestian untuk membuktikan sama ada keadaan ekosistem yang diwujudkan itu berfungsi seperti ekosistem tanah bencha semulajadi (Campbell et al. 2000). Oleh itu, antara perkara yang boleh disemak semula adalah mekanisme penguatkuasaan bagi memantau dan menguatkuasakan kawalan pencemaran air dan juga

pewujudan sistem pengurusan kawasan tadahan secara bersepadu di Kawasan Tadahan Utara Putrajaya bagi memastikan Tasik dan Tanah Bencah Putrajaya terus berfungsi di tahap optimum.

KESIMPULAN

Hasil analisis data kualiti air mendapati konflik pentadbiran yang dilihat boleh memberi kesan kepada sistem Tanah Bencah Putrajaya ialah isu air kumbahan dan limbahan. Pemantauan dan pengawasan kualiti air harus dipertingkatkan agar tahap kualiti air yang memasuki tanah bencah dapat dicapai bagi mengelakkan pertikaian tentang kesan pencemaran yang ketara ke atas Tasik dan Tanah Bencah Putrajaya. Pihak berkepentingan atau tuan tanah juga harus dimaklumkan tentang kepentingan dan nilai tanah bencah ini dengan sentiasa melibatkan mereka di dalam sistem pengurusan sedia ada. Untuk tujuan ini, pihak sekretariat perlu memainkan dan menjalankan peranan mereka secara berkesan.

PENGHARGAAN

Sekalung penghargaan kepada Bahagian Alam Sekitar, Tasik dan 'Wetland', Jabatan Perancangan Bandar, Perbadanan Putrajaya dan juga LESTARI, Universiti Kebangsaan Malaysia.

PENAFIAN

Pandangan, pemerhatian, perbincangan dan apa-apa pernyataan mengenai pihak yang berkepentingan di dalam kawasan tadahan tasik dan tanah bencah Putrajaya adalah hasil pemerhatian dan pendapat para pengarang dan tidak menggambarkan pendapat dan pendirian pihak Perbadanan Putrajaya. Pihak Perbadanan Putrajaya tidak bertanggungjawab di atas setiap pernyataan tersebut.

RUJUKAN

Akashah Majizat. 2008. Pengalaman Pengurusan Tasik. Kertas kerja Bengkel Pembangunan Pelan Strategik Bagi Pengurusan Lembangan Tasik Bersepadu. Anjuran Perbadanan Putrajaya. Putrajaya 7-8 Julai.

APHA 2005. *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater; 21st Edition*. American Public Health Association. Washington D.C.

Campbell, D.A., Cole, C.A. & Brooks, R.P. 2000. A comparison of created and natural wetlands in Pennsylvania, USA. *Journal of Wetlands Ecology and Management* 10: 41-29.

Finlayson, M. & Moser, M. 1991. *Wetlands*. Oxford: Facts on File.

Global Water Partnership. 2000. Integrated Water Resources and Management. http://gwpforum.netmasters05.nl/en/content/whyandhow_en.html (22 Jun 2005).

Gottschall, N., Boutin, C., Crolla, A., Kinsley, C. & Champagne, P. 2005. The role of plants in the removal of nutrients at a constructed wetlands treating agricultural (dairy) wastewater, Ontario, Canada. *Journal of Ecological Engineering* 29(2): 154-163.

Institut Penyelidikan Hidraulik Kebangsaan Malaysia (NAHRIM) 2000. Catchment Development and Management Plan for Putrajaya Lake (CDMPPL). Volume 1 and 2: Main Report and Sectoral Report.

Kovacic, D.A., Twait, R.M., Wallace, M.P. & Bowling J.M. 2006. Use of created wetlands to improve water quality in the Midwest-Lake Bloomington case study. *Journal of Ecological Engineering* 28(3): 258-270.

Mitsch, W.J. & Gosselink, J.G. 1993. *Wetland Second Edition*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Shutes, R.B.E. 2001. Artificial wetlands and water quality improvement. *Journal of Environmental International* 26: 441-447.

Wetlands International-Malaysia (WI-M) 2001. *Putrajaya Wetland-A Guide to the Nature Interpretation Centre*. Perbadanan Putrajaya.

World Health Organization-Global Environmental Monitoring System (WHO-GEMS) 1987. *Water Operation Guide*. WHO.

Institut Alam Sekitar Dan Pembangunan (LESTARI)
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor D.E.
Malaysia

*Corresponding author; email: joy@ukm.my

Diserahkan: 5 November 2009

Diterima: 29 November 2010