

Tahap Kualiti Air Tasik Bekas Lombong Bijih Timah Untuk Aktiviti Rekreasi Air di Bandaraya Ipoh, Perak

Water Quality Level of Former Tin Mining Lakes for Water-based Recreation in the Ipoh City, Perak

Wee Fhei Shiang*, Mohmadisa Hashim & Nasir Nayan
Jabatan Geografi & Alam Sekitar, Fakulti Sains Kemanusiaan,
Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900 Tanjong Malim, Perak.
*emel: shiang90@gmail.com

Received: 12 January 2018; Accepted: 11 July 2018; Published: 31 October 2018

Abstrak

Kajian tahap kualiti air tasik bekas lombong bijih timah bagi aktiviti rekreasi telah dilakukan di Ipoh yang melibatkan lima buah tasik iaitu di Gunung Lang, Taman Indah, Kampung Temiang, Lahat dan Kampung Tengku Hussein. Pemonitoran sampel air telah dilakukan selama 12 bulan bermula September 2015 hingga Ogos 2016. Parameter kualiti air yang diukur ialah pH, oksigen terlarut (DO), pepejal terampai (SS), permintaan oksigen biokimia (BOD), permintaan oksigen kimia (COD), nitrogen ammonia (NH₃N), *E. coli* dan logam berat plumbum (Pb), kuprum (Cu), zink (Zn) dan arsenik (As). Parameter kualiti air ini seterusnya dianalisis menggunakan Indeks Kualiti Air (IKA) daripada pihak Jabatan Alam Sekitar (JAS). Dapatan kajian menunjukkan kesemua tasik kajian sesuai dibangunkan aktiviti rekreasi air kerana majoriti bulan cerapan berada pada Kelas II. Nilai IKA secara keseluruhan adalah antara 76-92 peratus (Lahat), 71-86 peratus (Kampung Temiang), 67-90 peratus (Kampung Tengku Hussein), 77-85 peratus (Taman Indah) dan 83-95 peratus (Gunung Lang). Kesemua tasik didapati tidak melepasi tahap piawaian JAS bagi logam Pb. Sebahagian cerapan Tasik Lahat dan Taman Indah pula tercemar dengan logam As. Bagi logam Cu, hanya sebahagian cerapan di Lahat, Kampung Temiang dan Kampung Tengku Hussein menepati standard yang digariskan JAS. Logam Zn pula tidak dapat dikesan di Tasik Lahat dan Kampung Temiang manakala di tasik-tasik lain, nilainya masih terkawal. Pemonitoran dan pengurusan sumber air tasik oleh pihak Majlis Bandaraya Ipoh secara berterusan amatlah wajar agar kualiti air terus terpelihara dan selamat untuk aktiviti rekreasi air.

Kata Kunci kualiti air, bekas lombong, Bandaraya Ipoh, logam berat

Abstract

This study investigated the water quality of tin mining lake for recreational activities in Ipoh involving five lakes namely Gunung Lang, Taman Indah, Kampung Temiang, Lahat and Kampung Tengku Hussein. Observation and water sampling was carried out for 12 months starting September 2015 to August 2016. The parameters measured include pH, dissolved oxygen (DO), suspended solids (SS), biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), ammonia nitrogen (NH₃N), *E. coli* and heavy metals lead (Pb), copper (Cu), zinc (Zn) and arsenic (As). The water quality parameters were analyzed based on Water Quality Index (WQI) as determined by the Department of Environment (DOE). The findings show that the five former tin mine lake is suitable for the development of water-based recreation activities because the most of IKA are classified as Class II. Value of water quality index as a whole is between 76-92 percent (Lahat), 71-86 percent (Kampung Temiang) and 67-90 percent (Kampung Tengku Hussein), 77-85 percent (Taman Indah) and 83-95 percent (Gunung Lang). Majority of the observations found that all the lakes are polluted with Pb metal. Some observations for Taman Indah and Lahat Lakes also does not met the standards set for As. For Cu, only some observations in Lahat, Kampung Temiang and Kampung Tengku Hussein Lakes met the standards demanded by DOE. Zn was not detected around Lahat and Kampung Temiang Lakes while the other lakes is still at manageable level. Monitoring and management of lake water resources by the Ipoh City Council should be given attention to ensure that water quality is maintained and safe for water recreation activities.

Keywords water quality, ex-tin mining, Ipoh City, heavy metal

PENGENALAN

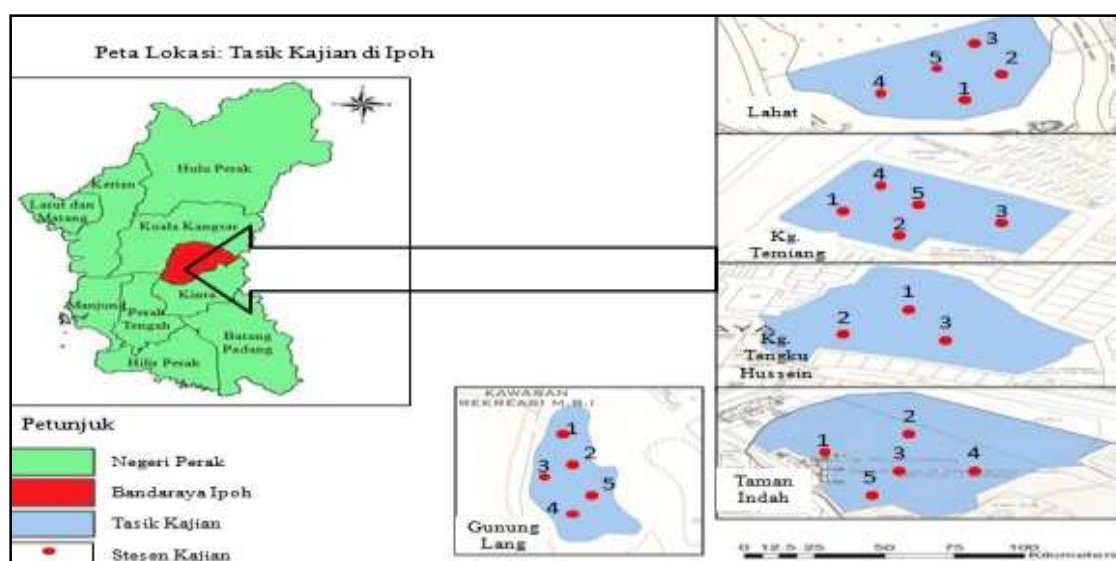
Malaysia pada sekitar abad ke-18 terkenal sebagai negara utama pengeluar hasil timah khususnya di Lembah Kinta dan Lembah Klang. Di Perak, perlombongan bijih timah mula diusahakan secara besar-besaran setelah timbunan bijih timah dijumpai pada tahun 1848. Kerancangan perlombongan bijih timah dikaitkan dengan perkembangan revolusi perindustrian, kemasukan buruh Cina, pemberian modal oleh pelabur asing, pengenalan kapal korek dan perkembangan sistem perhubungan. Kemelesetan ekonomi dunia pada tahun 1927 hingga 1930 telah memberikan kesan pada jualan bijih timah yang mana harganya kian merosot. Kerugian ini telah mengakibatkan pengusaha bijih timah menerima tempiasnya dan terpaksa menutup kawasan lombong (Muhamad Ismail, 2004; Yap, 2007).

Kewujudan tasik bekas lombong merupakan kesan yang nyata tinggalan aktiviti perlombongan (Yap, 2007). Desakan pembangunan dan peningkatan populasi penduduk menyebabkan keperluan terhadap guna tanah bagi penempatan, aktiviti ekonomi dan sosial bertambah dengan mendadak. Akibat permintaan yang tinggi terhadap aktiviti tersebut, maka berlakunya perubahan guna tanah yang ketara di Bandaraya Ipoh. Memandangkan tanah lombong merupakan jenis yang paling dominan di Ipoh, maka perubahan tanah bekas lombong kepada guna tanah baru adalah lebih ketara (Nasir et al., 2009).

Apabila menyentuh isu tebus guna tanah lombong, bukan semua pembangunan sesuai dilakukan terutamanya yang melibatkan tebus guna air tasik bagi tujuan rekreasi air. Pencemaran logam berat merupakan satu isu yang perlu dipandang serius. Muhamad Samudi et al. (2008) menjelaskan bahawa kesan aktiviti perlombongan dapat meningkatkan kepekatan logam berat dalam ekosistem. Oleh itu, kajian ini memberi fokus pada kesesuaian pembangunan tasik bekas lombong sebagai kawasan rekreasi air. Selain itu, aspek perubahan guna tanah yang mempengaruhi kualiti air tasik semasa juga dibincangkan.

KAWASAN DAN METODOLOGI

Kajian ini melibatkan lima buah tasik bekas lombong iaitu di Gunung Lang, Taman Indah, Kg. Temiang, Lahat dan Kg. Tengku Hussein. Pemilihan tasik ini dikaitkan dengan aspek saiz dan juga ketersampaian ke kawasan tersebut. Tasik Gunung Lang yang telah dibangunkan sebagai kawasan rekreasi pula dijadikan panduan bagi pemantauan kualiti air tasik-tasik lain selain untuk menguji kualiti air tasik itu sendiri. Rajah 1 menunjukkan lokasi tasik berserta stesen pensampelan yang ditentukan. Sebanyak lima stesen pensampelan dipilih bagi setiap tasik kecuali Tasik Kg. Tengku Hussein yang hanya melibatkan tiga stesen pensampelan berikutan kekangan persekitaran. Pemilihan lokasi stesen pensampelan adalah berdasarkan pada jenis guna tanah kawasan persekitaran yang boleh menyumbang pada perubahan kualiti air. Jadual 1 pula menunjukkan saiz keluasan dan koordinat lokasi tasik yang dikaji. Pensampelan telah dijalankan selama 12 bulan bermula daripada September 2015 hingga Ogos 2016.



Rajah 1 Lokasi persampelan tasik kajian di Ipoh

Jadual 1 Keluasan dan kedudukan tasik kajian di Ipoh

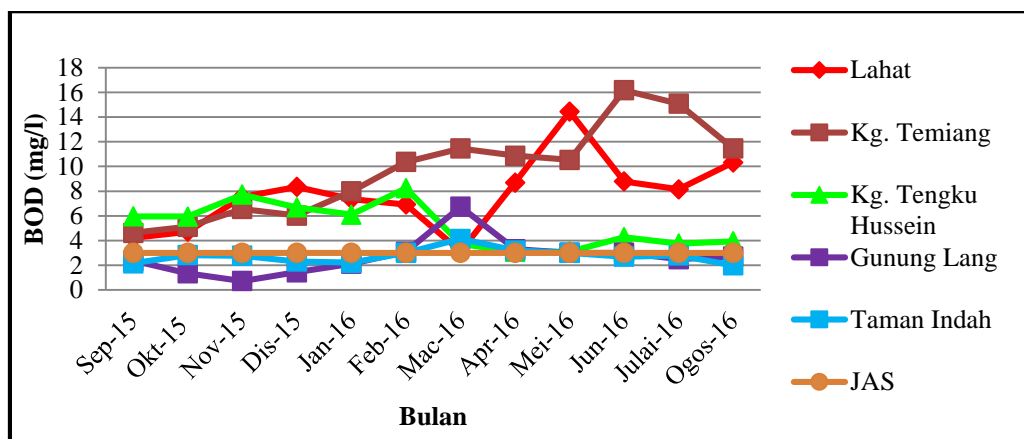
Tasik	Keluasan (km ²)	Kedudukan
Lahat	105.90	4°54`48.21, 101°03`69.61
Taman Indah	102.81	4°65`80.61, 101°16`31.84
Gunung Lang	46.72	4°62`58.47, 101°08`91.01
Kg. Tengku Hussein	31.78	4°61`41.50, 101°06`08.87
Kg. Temiang	18.03	4°57`94.59, 101°07`12.12

Parameter DO dan pH diukur secara in-situ menggunakan alat YSI Model 556 Multiparameter. Analisis makmal pula dilakukan bagi menganalisis parameter BOD, COD, NH₃N, SS, *E. coli* dan logam berat As, Cu, Pb serta Zn. Bagi tujuan ini, sampel air telah diambil pada kedalaman 1 meter daripada aras permukaan air. Teknik ini berpandu pada Environmental Analysis of Quebec (2009) yang menyatakan bahawa sampel air yang hendak dianalisis sifat kimianya perlu diambil pada kedalaman melebihi 30 cm daripada paras air. Botol sampel air seterusnya dilabelkan nombor dan nama stesen kajian. Semasa proses mengisi air dalam botol, perlu dipastikan bahawa botol tersebut bebas dari sebarang gelembung udara. Seterusnya botol dibalut dengan kertas aluminium dan diletakkan dalam kotak sejuk (*cool box*) yang berisi ais bagi tujuan pengawetan. Prosedur pengawetan yang digunakan adalah merujuk pada APHA et al. (2012). Data-data cerapan seterusnya dianalisis menggunakan piawaian Indeks Kualiti Air (IKA) daripada Jabatan Alam Sekitar (JAS) bagi menentukan status kualiti air sama ada dalam keadaan bersih atau tercemar. Kesesuaian penggunaan tasik bekas lombong sebagai kawasan rekreasi ditentukan dengan menggunakan analisis Interim Standard Kualiti Air Kebangsaan (INWQS). Bagi penggunaan tasik sebagai kawasan rekreasi, JAS (2015) telah menetapkan standard minimum kualiti air adalah pada Kelas IIB.

ANALISIS KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Analisis purata keseluruhan tasik bagi parameter BOD dipaparkan pada Rajah 2. Nilai BOD yang ditetapkan oleh JAS bagi Kelas IIB ialah 3 mg/l. Tasik Lahat, Kg. Temiang dan Kg. Tengku Hussein menunjukkan nilai yang melebihi Kelas II bagi kesemua stesen. Julat purata cerapan BOD Tasik Lahat adalah antara 4.22 mg/l hingga 14.43 mg/l. Peningkatan nilai BOD terutama pada bulan Mac hingga Mei 2016 dikaitkan dengan aktiviti penternakan ikan sangkar dan perlepasan sisa kumbahan yang seterusnya meningkatkan kadar bahan organik dalam tasik. Menurut Muhammad Taswin (2005) aktiviti penternakan ikan sangkar berpotensi meningkat kadar bahan organik dalam air yang seterusnya meninggikan nilai BOD.

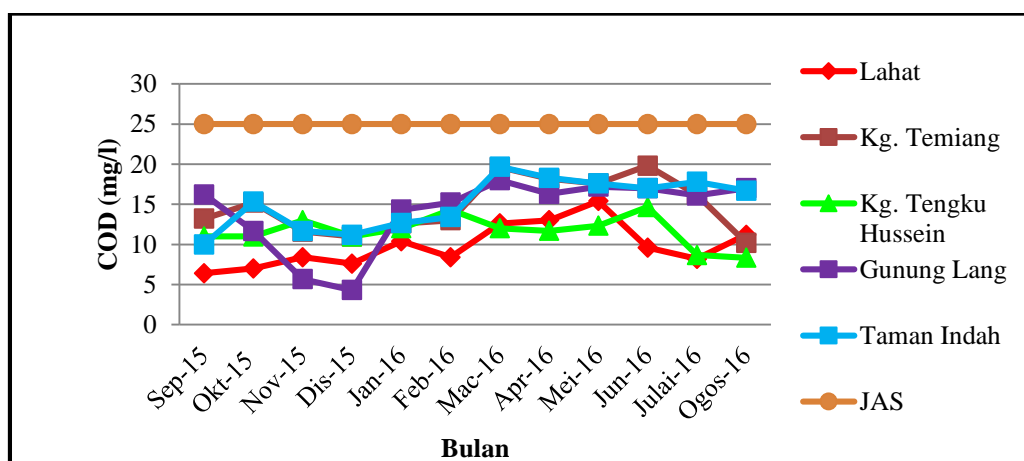
Di Tasik Kg. Temiang, purata nilai BOD adalah antara 4.62 mg/l hingga 16.17 mg/l. Situasi peningkatan nilai BOD ini dikaitkan dengan perlepasan sisa daripada restoran ke dalam tasik sehingga menyebabkan air kelihatan berminyak. Tasik Kg. Tengku Hussein menunjukkan nilai BOD antara 3.10 mg/l hingga 8.24 mg/l. Percampuran air sampah di tepi tasik dengan air menjadi punca nilai BOD tinggi terutamanya pada Februari 2016. Tasik Gunung Lang dan Tasik Taman Indah secara keseluruhannya menunjukkan nilai BOD yang masih menepati piawaian JAS kecuali pada Mac 2016. Di Gunung Lang, purata nilainya antara 0.73 mg/l hingga 6.74 mg/l. Di Taman Indah pula, purata nilai yang dicatat adalah sebanyak 2 mg/l hingga 4.13 mg/l sepanjang cerapan dijalankan. Peningkatan nilai BOD di kedua-dua tasik ini dapat dikaitkan dengan punca air larian permukaan yang membawa sedimen ke dalam tasik dan juga faktor penyaluran sisa domestik ke dalam tasik.



Rajah 2 Parameter BOD

Bagi parameter COD, JAS telah menetapkan aras minimum kualiti air bagi Kelas IIB ialah sebanyak 25 mg/l. Analisis nilai COD bagi kesemua tasik dipaparkan pada Rajah 3. Secara keseluruhannya semua cerapan masih menepati piawaian Kelas II yang ditetapkan oleh JAS. Di Lahat, purata nilai COD yang dicatatkan ialah 6.4 mg/l hingga 15.4 mg/l. Peningkatan nilai COD secara drastik pada Mei 2016 adalah berpunca daripada penternakan akuakultur di samping kemasukan sisa kumbahan melalui saluran inlet. Bagi Tasik Kg. Temiang, purata nilai cerapan COD adalah antara 10.2 mg/l hingga 19.80 mg/l. Peningkatan parameter COD dapat dikesan pada bulan Jun 2016 yang dapat dikaitkan dengan pelepasan sisa-sisa daripada restoran dan pembuangan sampah ke dalam tasik. Hal ini secara tidak langsungnya meningkatkan permintaan bekalan oksigen bagi mengurai sisa-sisa restoran dan sampah-sarap.

Tasik Kg. Tengku Hussein menunjukkan nilai purata sebanyak 8.33 mg/l hingga 14.67 mg/l. Nilai COD yang tinggi sekitar bulan Jun 2016 dikaitkan dengan dengan aktiviti penternakan ikan sangkar yang sedang giat dijalankan. Parameter COD di Gunung Lang pula mencatat nilai antara 0.73 mg/l hingga 6.74 mg/l. Nilai COD didapati meningkat secara drastik antara Disember 2015 hingga Januari 2016 disebabkan oleh kurangnya kerja-kerja penyelenggaraan tasik dilakukan akibat daripada proses penambahbaikan kawasan jeti pada waktu tersebut. Selain itu, faktor penyaluran sisa kumbahan ke dalam tasik turut menyumbang kepada peningkatan nilai COD. Cerapan di Tasik Taman Indah pula mendapati purata nilai COD adalah antara 2.0 mg/l hingga 4.13 mg/l. Parameter tersebut dikesan tinggi sekitar Mac hingga Ogos 2016 yang berpunca daripada penyaluran sisa kumbahan domestik ke dalam tasik selain faktor pembuangan sampah daripada kawasan perumahan di sekitarnya.

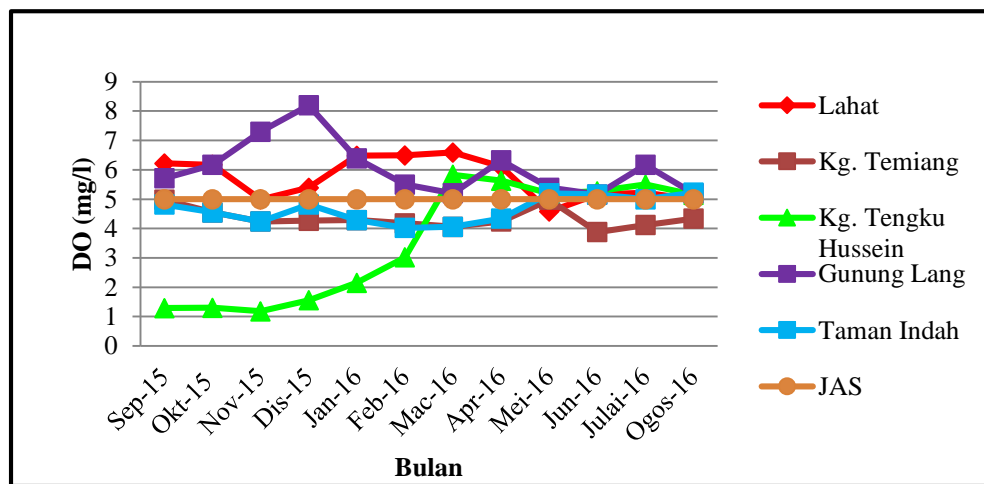


Rajah 3 Parameter COD

Analisis parameter DO ditunjukkan pada Rajah 4 bagi kesemua tasik cerapan. JAS menetapkan aras DO bagi Kelas IIB ialah 5 mg/l. Nilai DO yang rendah dalam kandungan air dapat memberikan gambaran persekitaran yang terjejas. Menurut Premlata (2009), hubungan DO dengan badan air dapat memberikan informasi secara terus tentang aktiviti bakteria, fotosintesis, nutrien dan stratifikasi. Purata cerapan DO di Tasik Lahat adalah antara 4.58 mg/l hingga 6.59 mg/l. Penurunan nilai DO pada bulan Mei 2016 dapat

dikaitkan dengan faktor perlepasan kumbahan dan perlepasan benih ikan ke dalam sangkar yang seterusnya meningkatkan kadar bahan organik dalam air. Di Tasik Kg. Temiang pula, purata nilai DO yang dicatat antara 3.88 mg/l hingga 4.98 mg/l dan kesemua cerapan berada pada Kelas III. Faktor utama yang menyebabkan kemerosotan kualiti air di Kg. Temiang ialah perlepasan sisa kumbahan daripada restoran.

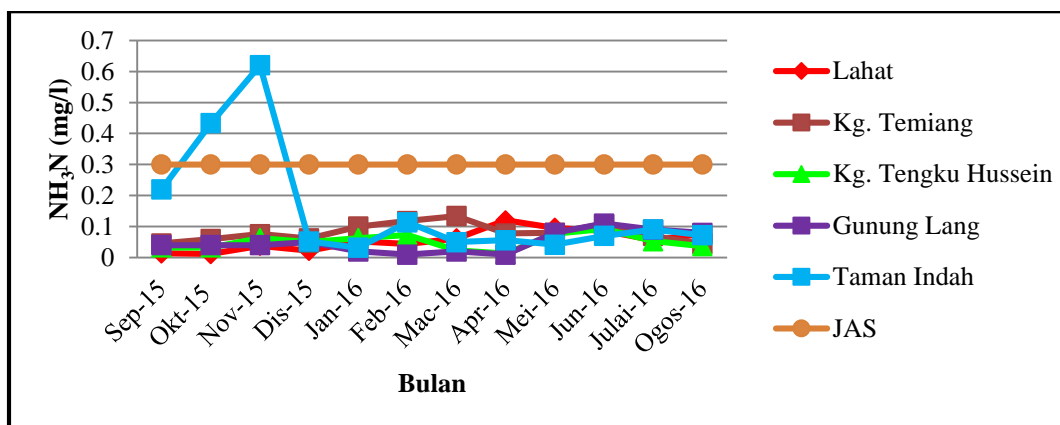
Tasik Kg. Tengku Hussein secara puratanya bagi kesemua cerapan menunjukkan nilai antara 1.29 mg/l hingga 5.83 mg/l. Hanya cerapan pada bulan Mac hingga Ogos 2016 menepati standard JAS bagi Kelas II. Situasi ini dapat dikaitkan dengan kewujudan spesies tumbuhan keladi bunting (*Eichhornia crassipes*) yang menutupi kawasan permukaan air dan menghalang penembusan cahaya matahari ke dalam air yang seterusnya menjejaskan proses fotosintesis tumbuhan dan alga air. Kesannya ia akan mengurangkan pengeluaran oksigen oleh tumbuhan dalam air (Villamagna & Murphy, 2010). Purata nilai DO di Gunung Lang melepasi tahap minimum yang ditetapkan oleh JAS bagi kesemua cerapan yang membuktikan tiadanya pencemaran yang menjejaskan DO dalam air. Bagi Tasik Taman Indah, nilai purata cerapan antara 4.02 mg/l hingga 5.22 mg/l. Cerapan antara bulan September 2015 hingga April 2016 menunjukkan nilai DO yang tidak menepati piawaian Kelas II JAS. Keadaan ini berpunca daripada terdapatnya perlepasan sisa kumbahan daripada kawasan perumahan yang menurunkan nilai DO. Pertambahan kadar pencemaran dalam air akan meningkatkan proses penguraian yang menggunakan oksigen terlarut dan seterusnya mengurangkan kandungan DO dalam air (Lim et al., 2001; Mazlin et al., 2001).



Rajah 4 Parameter DO

Rajah 5 memaparkan analisis purata parameter NH_3N bagi tasik kajian di Ipoh. JAS menetapkan tahap Kelas IIB bagi parameter ini adalah antara 0.1 mg/l hingga 0.3 mg/l. Secara ringkasnya, kesemua tasik cerapan menunjukkan nilai yang menepati piawaian yang ditetapkan kecuali bagi Tasik Taman Indah pada Oktober dan November 2015. Parameter NH_3N di Tasik Lahat ialah antara 0.012 mg/l hingga 0.12 mg/l. Peningkatan nilai NH_3N pada bulan April 2016 adalah disebabkan oleh perlepasan sisa kumbahan petempatan di Stesen 2. Namun begitu, secara keseluruhan air tasik masih tidak dicemari dengan parameter NH_3N . Perkara ini membuktikan bahawa sisa-sisa kumbahan tersebut telah dirawat terlebih dahulu sebelum disalurkan ke dalam tasik. Di Tasik Kg. Temiang pula, purata cerapan bagi parameter NH_3N ialah antara 0.044 mg/l hingga 0.012 mg/l. Dapat dirumuskan bahawa sisa kumbahan daripada restoran yang disalurkan ke dalam tasik khususnya di Stesen 1 tidak meningkatkan nilai parameter NH_3N secara drastik.

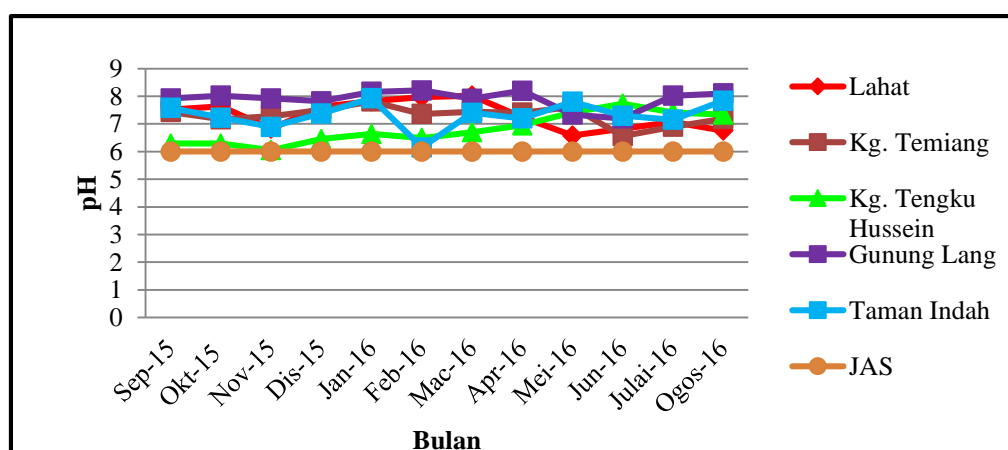
Bagi tasik di Kg. Tengku Hussein, purata nilai cerapan NH_3N adalah antara 0.013 mg/l hingga 0.093 mg/l. Di Gunung Lang, purata nilai yang dicatatkan adalah antara 0.01 mg/l hingga 0.11 mg/l. Situasi ini menunjukkan aktiviti yang dijalankan di persekitaran tasik Kg. Tengku Hussein dan Gunung Lang tidak meningkatkan nilai NH_3N dan masih berada dalam keadaan terkawal. Bagi Tasik Taman Indah, nilai puratanya adalah antara 0.05 mg/l hingga 0.62 mg/l. Cerapan pada Oktober 2015 (0.433 mg/l) dan November 2015 (0.62 mg/l) adalah melepasi piawaian JAS bagi Kelas II. Keadaan ini dapat dikaitkan dengan terdapatnya saluran inlet yang melepaskan sisa kumbahan daripada kawasan perumahan ke dalam tasik yang seterusnya meninggikan nilai NH_3N . Pertambahan penduduk di persekitaran badan air dapat meningkatkan kepekatan NH_3N melalui perlepasan sisa kumbahan domestik ke dalam air (Lim et al., 2001; Mazlin et al., 2001; Suhaimi et al., 2005).



Rajah 5 Parameter NH₃N

Parameter pH bagi tasik kajian ditunjukkan pada Rajah 6. Bagi piawaian JAS Kelas IIB, nilai pH yang ditetapkan dalam kandungan air adalah antara 6 hingga 7. Semua cerapan menunjukkan nilai yang melebihi 6 yang bermaksud kualiti air dari segi nilai pH adalah baik. Purata julat parameter pH di Tasik Lahat ialah antara 6.58 hingga 8.02. Kebanyakan bulan cerapan berada dalam Kelas I kecuali bulan Jun dan Ogos 2016 yang tergolong pada Kelas II. Di Tasik Kg. Temiang pula, purata cerapan bulanan ialah 6.56 hingga 7.81. Bulan Jun 2016 menunjukkan kualiti air tasik sedikit berasid dengan nilai 6.56 yang berpunca daripada pertambahan perlepasan sisa-sisa restoran ke dalam tasik. Namun begitu, keseluruhannya kualiti air dari segi nilai pH masih dalam keadaan terkawal. Purata cerapan bagi Tasik Kg. Tengku Hussein pula antara 6.05 hingga 7.73. Nilai pH yang rendah antara bulan September 2015 hingga Januari 2016 dikaitkan dengan kehadiran spesies tumbuhan *Eichhornia crassipes* yang menghadkan aktiviti fotosintesis bagi tumbuhan dalam tasik. Kesannya, kepekatan oksigen terlarut dalam air terjejas dan menurunkan nilai pH. Perkara ini disokong oleh Ahmad dan Lai (2001) yang mana pereputan tumbuhan air bukan sahaja dapat mempengaruhi nilai bacaan pH air malah ia turut menyebabkan air menjadi berasid.

Menurut Mahmud (2005), nilai pH sering kali dipengaruhi oleh kepekatan oksigen terlarut dan aktiviti fotosintesis dalam badan air. Kerancakan aktiviti fotosintesis secara tidak langsungnya akan meningkatkan nilai pH dan juga DO dalam air. Di Gunung Lang, purata nilai pH adalah antara 7.2 hingga 8.21. Kualiti air dari segi pH di tasik tersebut adalah baik disebabkan adanya penyelenggaraan berkala daripada pihak Majlis Bandar raya Ipoh (MBI). Purata nilai pH Tasik Taman Indah menunjukkan julat antara 6.15 hingga 7.93. Walaupun secara mata kasarnya didapati wujud elemen yang mencemarkan tasik iaitu melalui penyaluran sisa kumbahan domestik ke dalam air, namun ia masih berada pada tahap terkawal dan tidak menjejaskan nilai pH air.

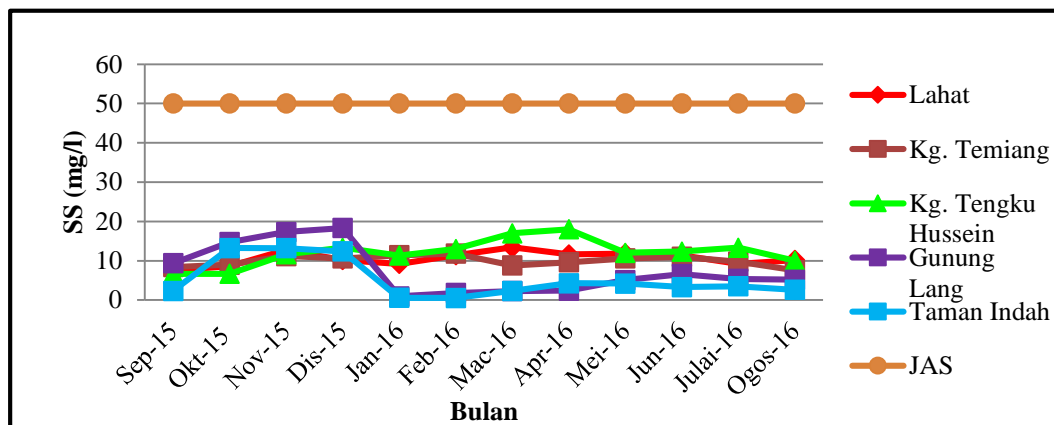


Rajah 6 Parameter pH

Analisis parameter SS selama 12 bulan ditunjukkan pada Rajah 7. Bagi tujuan rekreasi, JAS menetapkan bahawa parameter SS pada Kelas IIB dengan nilai antara 25 mg/l hingga 50 mg/l. Secara kasarnya, kesemua tasik yang dikaji menepati piawaian SS yang ditetapkan oleh JAS. Julat parameter SS

di Tasik Lahat ialah antara 7.6 mg/l hingga 13.40 mg/l. Kenaikan nilai SS secara amnya dikaitkan faktor hakisan yang berpunca daripada pembangunan perumahan selain aspek sisa kumbahan yang disalurkan. Menurut Mahmud (2005), nilai SS yang rendah khususnya di tasik dapat dikaitkan dengan proses pemendakan zarah terampai sebaik masuk ke dalam jasad air berikutan permukaan air kurang bergelora. Bagi situasi di Tasik Kg. Temiang pula, purata keseluruhan nilai SS ialah antara 7.6 mg/l hingga 11.8 mg/l. Nilai SS yang tinggi terutamanya di Stesen 1 dan Stesen 2 dapat dikaitkan dengan struktur tanahnya yang agak curam dan kurangnya tumbuh penutup bumi di kawasan persekitaran. Keadaan ini menggalakkan proses hakisan untuk berlaku dengan kemasukan air larian permukaan dengan hebat terutamanya pada musim hujan. Menurut Wan Ruslan et al. (2013), kadar luahan yang tinggi dapat meningkatkan kepekatan sedimen dalam air yang seterusnya mempengaruhi kualiti badan air tersebut.

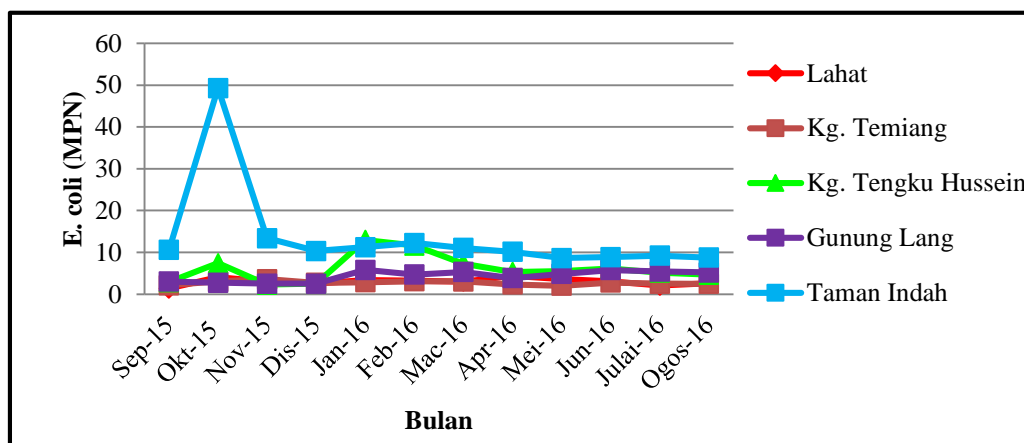
Di Tasik Kg. Tengku Hussein, purata cerapan SS yang dicatatkan ialah antara 6.67 mg/l hingga 18.0 mg/l. Peningkatan nilai SS antara bulan Februari hingga April 2016 dapat dikaitkan dengan kerja-kerja pembersihan kawasan persekitaran tasik bagi tujuan pembangunan. Proses pembangunan ini secara tidak langsungnya menyebabkan kawasan tepi tasik digondolkan dan terdedah pada agen hakisan. Menurut Muhammad Barzani et al. (2008), nilai SS akan meningkat dari musim kering ke musim basah. Kejadian hujan pula boleh memburukkan lagi keadaan dengan meningkatkan kadar hakisan tebing. Air larian permukaan semasa hujan akan membawa partikel-partikel tanah masuk ke dalam badan air yang seterusnya menyebabkan kekeruhan. Nilai kekeruhan yang tinggi secara tidak langsungnya memberikan gambaran SS yang tinggi dalam kandungan air. Tasik Gunung Lang menunjukkan purata parameter SS antara 5.16 mg/l hingga 8.2 mg/l. Situasi SS dikesan meningkat antara Oktober hingga Disember 2015 disebabkan oleh kerja menaik taraf kawasan jeti. Secara tidak langsungnya, keadaan ini menyebabkan berlakunya hakisan tanah di bahagian tepi tasik berikutan musim hujan pada waktu tersebut. Di Taman Indah pula, purata SS adalah antara 4.02 hingga 5.22. Tidak wujud peningkatan SS secara ketara di tasik ini berikutan persekitarannya yang ditumbuhi dengan pokok renek yang bertindak mengurangkan impak hakisan semasa hari hujan. Situasi ini dijelaskan dalam kajian Mohamad Adam et al. (2014) yang mana jenis tanah berumput mampu meningkatkan kadar penyusupan air hujan dan seterusnya mengurangkan kadar larian air permukaan ke dalam kawasan badan air.



Rajah 7 Parameter SS

Paparan cerapan parameter *E. coli* ditunjukkan pada Rajah 8. JAS telah menetapkan standard piawaian bagi parameter *E. coli* dalam air tidak melebihi 5000 MPN/ 100 ml bagi Kelas IIB. Kesemua cerapan didapati masih berada pada paras piawaian yang ditetapkan. Perkara ini membuktikan bahawa badan air yang dikaji tidak tercemar dengan *E. coli*. Nilai purata cerapan bulanan parameter *E. coli* di Tasik Lahat ialah antara 1.38 MPN hingga 4.4 MPN. Peningkatan nilai parameter ini terutamanya pada Stesen 2 adalah berpunca daripada perlepasan sisa kumbahan dan juga aktiviti penternakan ikan sangkar. Namun begitu, angka tersebut masih berada di bawah paras yang ditetapkan. Perkara ini juga membuktikan bahawa sisa kumbahan yang dilepaskan sudah melepasi proses tapisan sebelum disalurkan ke dalam tasik. Bagi Tasik Kg. Temiang, purata nilai cerapannya ialah antara 2.02 MPN hingga 3.58 MPN. Faktor persekitaran seperti air larian permukaan semasa hujan dikaitkan dengan kehadiran nilai *E. coli* di kawasan tersebut. Perkara ini disokong oleh kajian Nor Adilah et al. (2017) yang mana jumlah hujan yang tinggi mampu mempengaruhi bacaan SS dan juga kadar kekeruhan badan air.

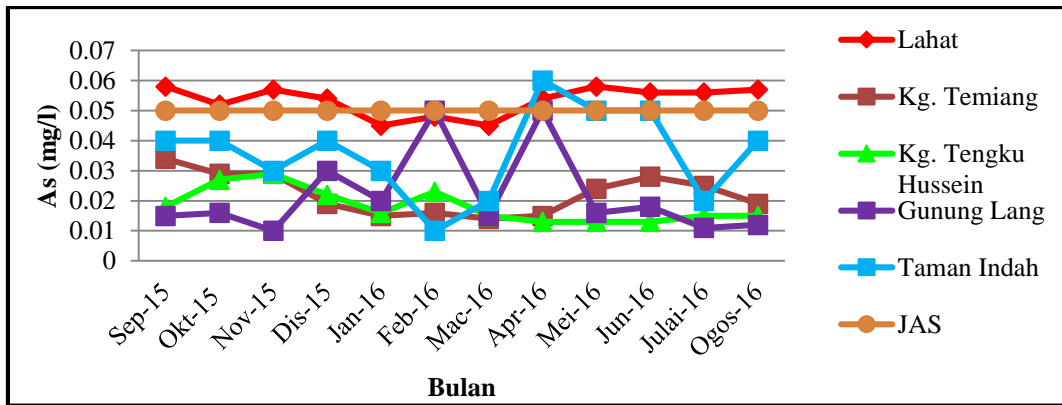
Bagi situasi *E. coli* di Tasik Kg. Tengku Hussein pula, purata cerapan bulanan berada dalam lingkungan 2.3 MPN hingga 12.96 MPN. Pola parameter *E. coli* didapati meningkat dengan mendadak antara bulan Disember 2015 hingga Januari 2016. Keadaan ini berpunca daripada proses pembersihan sampah di sekitar tasik yang secara tidak langsungnya menyebabkan air kotoran sampah bercampur dengan air tasik. Namun begitu, nilai tersebut kian menurun selepas persekitaran tasik dibersihkan. Bacaan *E. coli* secara puratanya di Gunung Lang adalah antara 2.5 MPN hingga 5.8 MPN. Nilai tersebut masih terkawal walaupun terdapatnya perlepasan sisa kumbahan domestik ke dalam tasik. Perkara ini membuktikan air yang dilepaskan sudah ditapis terlebih dahulu. Di Taman Indah, purata *E. coli* yang dikesan berada dalam lingkungan 8.64 MPN hingga 49.3 MPN. Terdapat peningkatan mendadak antara September hingga Oktober 2015 berikutan tasik ini masih belum dibangunkan. Oleh itu, penyelenggaraan tasik terutamanya dari segi penyaluran sisa kumbahan adalah masih berada pada tahap yang rendah. Angka tersebut dikesan menurun pada bulan berikutnya dan berada pada keadaan terkawal.



Rajah 8 Parameter *E. coli*

Cerapan purata parameter As ditunjukkan pada Rajah 9. Garis panduan bagi parameter arsenik dalam air yang ditetapkan oleh JAS adalah 0.05 mg/l (Kelas IIB). WHO (2011) menyatakan bahawa logam ini tidak membawa sebarang manfaat pada kesihatan manusia. Pendedahan secara berterusan terhadap logam ini akan meningkatkan risiko terhadap jangkitan kanser (Mohd Noor, 1998). Hasil purata nilai As di Tasik Lahat ialah antara 0.045 mg/l hingga 0.058 mg/l. Hanya cerapan pada bulan Februari dan Mac 2016 menunjukkan kesemua stesen cerapannya berada pada Kelas II. Pencerapan kepekatan logam As dalam air tasik khususnya pada Stesen 3 dan Stesen 4 adalah relatifnya tinggi, namun nilai tersebut kian menurun berbanding cerapan kali pertama. Menurut Mahmud (2005), kehadiran logam As dalam tasik dapat dikaitkan dengan proses luluhawa batuan dan mineral pada kepekatan yang rendah manakala pada kepekatan yang tinggi pula, ia mungkin berpunca daripada aktiviti perindustrian dan perumahan di kawasan persekitaran. Daripada kesemua bulan cerapan, didapati purata nilai As di Tasik Kg. Temiang ialah antara 0.014 mg/l hingga 0.034 mg/l. Kesemua cerapan bulanan berada pada Kelas II. Pola kepekatan As dalam tasik dikesan semakin menurun antara bulan September 2015 hingga Mac 2016. Trend tersebut dilihat meningkat sedikit selepas Mac 2016 hingga Jun 2016, namun kembali menurun hingga Ogos 2016. Perkara ini membuktikan bahawa pola kepekatan As dalam tasik adalah tidak konsisten dari segi kewujudannya.

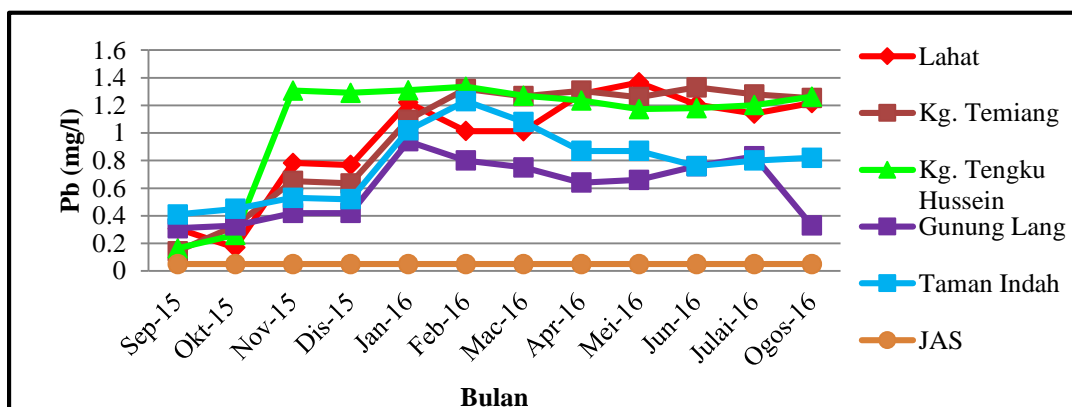
Situasi yang berlainan pula dikesan di Tasik Kg. Tengku Hussein yang mana purata nilai kepekatan As ialah antara 0.013 mg/l hingga 0.029 mg/l. Merujuk pada pola pergerakan kepekatan As pada Rajah 9, nilai tersebut didapati kian menurun dari awal cerapan hingga Ogos 2016. Parameter As yang dikesan di Gunung Lang pula antara 0.01 mg/l hingga 0.05 mg/l. Bagi Tasik Taman Indah, nilai yang dikesan ialah antara 0.01 mg/l hingga 0.06 mg/l. Kedua-dua tasik iaitu di Gunung Lang dan Taman Indah menunjukkan pola yang tidak konsisten sepanjang cerapan dijalankan. Kesemua cerapan menunjukkan nilai yang masih menepati piawaian JAS bagi Tasik Gunung Lang tetapi sebaliknya bagi Tasik Taman Indah yang mana nilainya melepasi aras yang ditetapkan JAS bagi Kelas II dengan nilai 0.06 mg/l pada April 2016.



Rajah 9 Parameter As

Cerapan logam Pb secara puratanya ditunjukkan pada Rajah 10 bagi kesemua cerapan. Bagi aras Kelas IIB, kehadiran Pb seharusnya berada dalam lingkungan 0.05 mg/l berdasarkan piawaian JAS. Pendedahan pada logam ini walaupun pada kadar yang rendah turut boleh menyebabkan pelbagai masalah kesihatan. Sumber utama Pb dapat ditemui dalam cat dan juga bahan-bahan paip (U. S. Environmental Protection Agency, 2014). Ringkasnya, kesemua cerapan menunjukkan kualiti air tercemar dengan logam Pb dan berada pada Kelas III. Keadaan ini bermakna kualiti air tasik telah melebihi paras minimum kesesuaian sentuhan badan dengan air iaitu pada Kelas II. Secara puratanya kehadiran logam Pb dalam Tasik Lahat ialah antara nilai 0.17 mg/l hingga 1.366 mg/l. Berdasarkan Rajah 10, didapati wujudnya pencemaran logam Pb yang ketara dengan peningkatan nilainya dari Oktober 2015 hingga Mac 2016. Di Tasik Kg. Temiang, purata nilai Pb ialah 0.143 mg/l hingga 1.330 mg/l pada Jun 2016. Tasik ini didapati tercemar dengan logam Pb dengan peningkatan nilai Pb secara mendadak dari bulan September 2015 hingga Februari 2016.

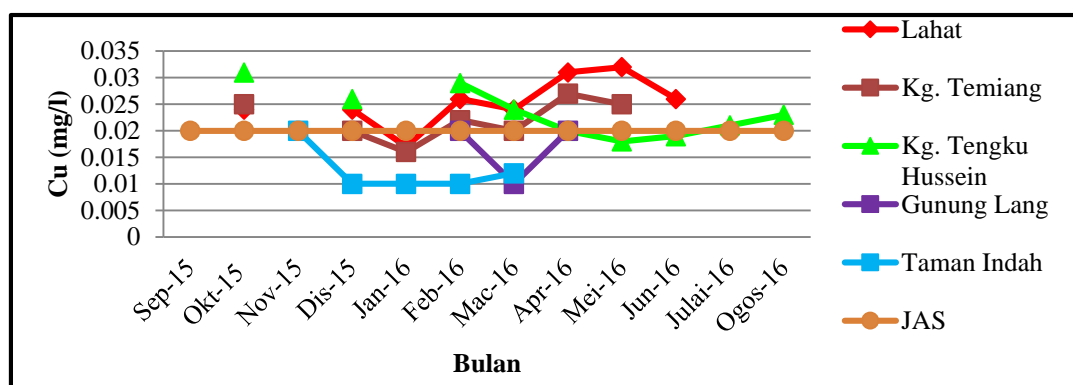
Situasi yang tidak jauh berbeza dapat dilihat di Tasik Kg. Tengku Hussein yang mana purata kepekatan Pb ialah antara 0.164 mg/l hingga 1.335 mg/l. Merujuk Rajah 10, tasik ini juga berada dalam keadaan yang cemar dengan peningkatan kepekatan logam Pb secara drastik antara bulan Oktober hingga November 2015. Nilai tersebut dilihat berterusan kekal pada aras yang tinggi pada bulan November 2015 hingga Ogos 2016. Di Gunung Lang, purata cerapan ialah antara 0.31 mg/l hingga 0.94 mg/l. Kehadiran logam Pb di tasik ini didapati menurun antara Julai hingga 2016, namun ia masih melebihi paras Kelas II. Purata nilai Pb di Taman Indah yang dicatatkan adalah antara 0.41 mg/l hingga 1.23 mg/l. Situasi yang sama dapat dilihat yang mana nilai tersebut kian menurun antara Februari hingga Ogos 2016. Pemantauan berterusan bagi kesemua tasik amat perlu bagi mengurangkan kepekatan logam Pb dalam air supaya aktiviti rekreasi air dapat dibangunkan.



Rajah 10 Parameter Pb

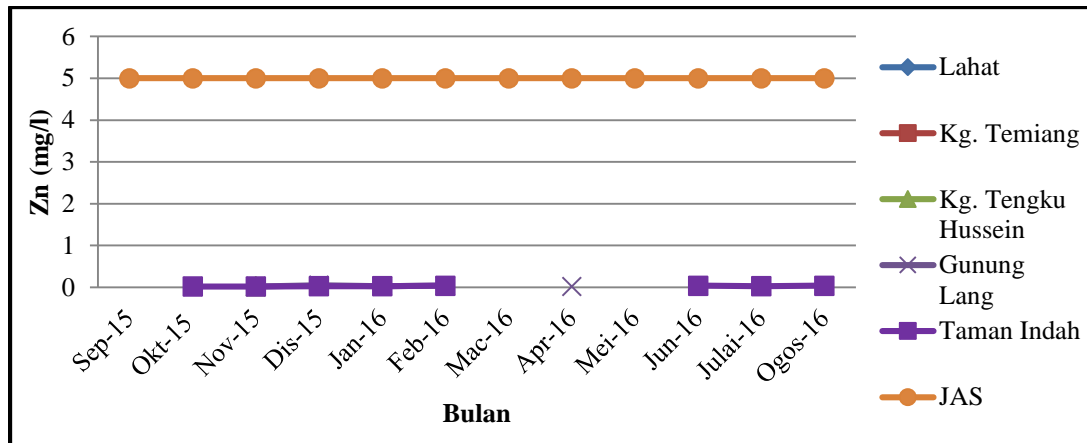
Parameter logam Cu pula ditunjukkan pada Rajah 11 bagi kesemua tasik. Menurut WHO (2004), pendedahan pada logam Cu secara berterusan pada dos yang tinggi iaitu antara 4 hingga 400 mg boleh menyebabkan pendarahan dan kerosakan buah pinggang. Bagi logam ini, JAS menetapkan nilai maksimum yang sepatutnya berada dalam kandungan air adalah sebanyak 0.02 mg/l iaitu pada Kelas IIB. Logam Cu tidak dikesan wujud secara berterusan dalam air bagi kesemua tasik yang dikaji. Purata cerapan bulanan bagi kepekatan Cu di Tasik Lahat ialah antara 0.017 mg/l hingga 0.032 mg/l. Kewujudan logam ini tidak dapat dikesan pada Julai dan Ogos 2016. Pemantauan berkala masih diperlukan bagi memastikan nilai Cu di tasik berada dalam keadaan terkawal. Situasi yang sama dikesan pada Tasik Kg. Temiang yang mana kehadiran logam Cu dalam air turut tidak dikesan wujud secara berterusan. Purata cerapan ialah antara 0.016 mg/l hingga 0.027 mg/l. Parameter ini tidak dapat dikesan pada semua stesen pada bulan September 2015, November 2015, Jun 2016, Julai 2016 dan Ogos 2016.

Di Tasik Kg. Tengku Hussein, purata kepekatan Cu ialah antara 0.018 mg/l hingga 0.031 mg/l. Logam ini tidak dapat dikesan pada bulan September 2015, November 2015 dan Januari 2016. Berdasarkan Rajah 10, nilai parameter Cu didapati mengalami penurunan dari segi kuantitinya dan meningkat semula dalam kadar yang rendah antara Jun hingga Ogos 2016. Bagi Tasik Gunung Lang dan Taman Indah, kesemua bulan cerapan menunjukkan parameter Cu menepati piawaian yang ditetapkan JAS. Keadaan ini menunjukkan bahawa air tersebut selamat untuk digunakan bagi rekreasi air. Kedua-dua tasik ini mencatat purata nilai Cu antara 0.01 mg/l hingga 0.02 mg/l.



Rajah 11 Parameter Cu

Paparan analisis logam Zn ditunjukkan pada Rajah 12 untuk kesemua cerapan. Zn merupakan logam yang bersifat lembut, mudah terlarut dan senang bertindak balas dengan bahan-bahan bukan organik daripada industri. Logam ini banyak digunakan dalam pembuatan aloi, keluli dan besi (Mohd Noor, 1998). Pengambilan logam ini pada kadar yang berlebihan pula akan mendatangkan kesan sampingan. Antara kesan yang dapat dikenal pasti adalah muntah, cirit-birit, keracunan dan kekejangan (WHO, 2003). Berdasarkan standard piawaian kualiti air JAS, nilai maksimum yang ditetapkan bagi kehadiran parameter Zn dalam kandungan air adalah 5 mg/l (Kelas II). Secara keseluruhannya, logam Zn tidak dapat dikesan kewujudannya bagi kesemua bulan cerapan di Tasik Lahat dan Tasik Kg. Temiang. Hal ini membuktikan bahawa tidak wujud sebarang pencemaran Zn di tasik tersebut. Bagi Tasik Kg. Tengku Hussein pula, logam ini hanya dapat dikesan wujud pada bulan November 2015 sahaja dengan kepekatan 0.03 mg/l di Stesen 2. Di Gunung Lang, kepekatan logam ini didapati antara 0.02 mg/l hingga 0.05 mg/l. Bagi Taman Indah pula, nilai yang dikesan adalah antara 0.02 mg/l hingga 0.04 mg/l. Walaupun kehadiran logam Zn dikesan di Tasik Kg. Tengku Hussein, Gunung Lang dan Taman Indah, namun nilai tersebut adalah terkawal dan tidak melebihi paras Kelas II.



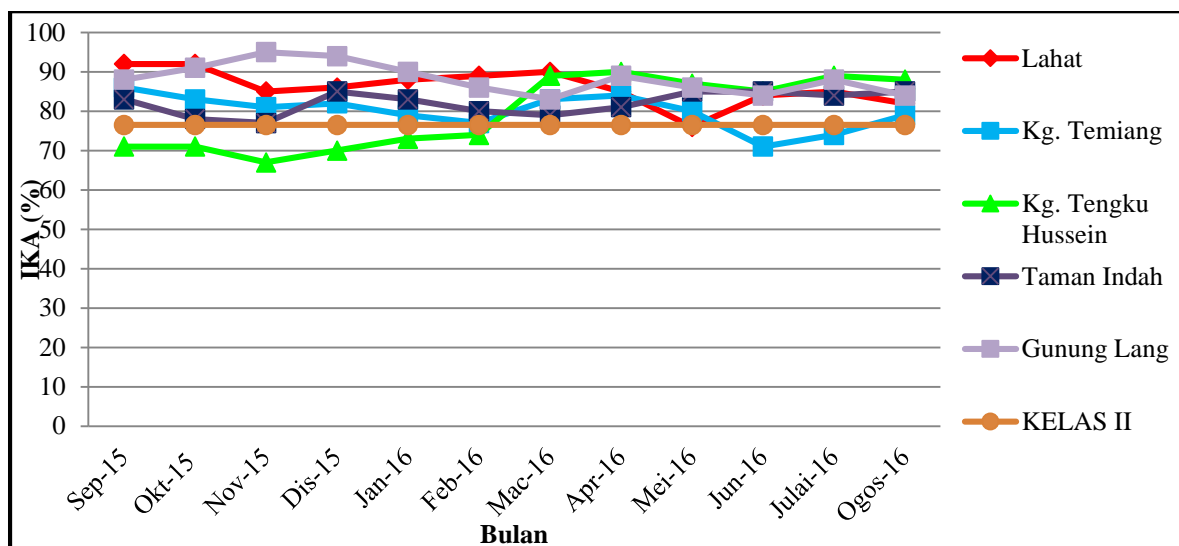
Rajah 12 Parameter Zn

Paparan nilai IKA secara keseluruhannya bagi kesemua tasik kajian dipaparkan pada Rajah 13. Pengukuran nilai IKA yang semakin meningkat membawa maksud kualiti air semakin baik dan juga sebaliknya. Di Tasik Lahat, nilai IKA minimum ialah 76 peratus pada Mei 2016, manakala nilai maksimum pula 92 peratus bagi bulan September dan Oktober 2015. Rata-rata cerapan mencatatkan kualiti air pada Kelas II kecuali pada Mei 2016 yang berada pada Kelas III. Trend pergerakan nilai IKA di tasik ini adalah tidak konsisten sepanjang bulan. Terdapat dua kali penurunan nilai IKA yang ketara iaitu pada November 2015 yang dapat dikaitkan dengan kemasukan saluran kumbahan ke dalam tasik dan juga bulan Mei 2015 yang berpunca daripada aktiviti penternakan ikan sangkar. Secara keseluruhannya, kualiti air mengalami penurunan sebanyak 0.11 peratus antara September 2015 (92 peratus) hingga Ogos 2016 (82 peratus).

Pola nilai IKA Tasik Kg. Temiang pula menunjukkan minimum pada bulan Jun 2016 dengan nilai 71 peratus manakala nilai maksimum pula pada bulan September 2015 sebanyak 86 peratus. Kesemua bulan cerapan melepasi aras Kelas II kecuali pada bulan Jun dan Julai 2016 yang berada dalam lingkungan Kelas III. Penurunan kualiti air secara ketara pada bulan tersebut disebabkan tasik tersebut dijadikan medium untuk penyaluran sisa-sisa daripada restoran berhampiran. Kajian selama 12 bulan juga mendapati kualiti air tasik tersebut turut terjejas. Hal ini dibuktikan dengan penurunan nilai IKA sebanyak 0.08 peratus antara September 2015 (86 peratus) hingga Ogos 2016 (79 peratus).

Situasi yang berbeza dapat dikesan pada nilai IKA Tasik Kg. Tengku Hussein. Walaupun nilai IKA pada tasik tidak konsisten tetapi secara kasarnya kualiti air didapati bertambah baik. Nilai minimum yang dicatatkan ialah 67 peratus pada November 2015 manakala nilai maksimum pula sejumlah 90 peratus pada April 2016. Pada awal bulan cerapan, kualiti air tergolong pada Kelas III bagi bulan September 2015 hingga Februari 2016. Namun begitu, kualiti air semakin bertambah baik pada bulan berikutnya yang mana kualiti airnya meningkat kepada Kelas II. Keadaan ini dapat dikaitkan dengan kerja-kerja pembersihan kawasan persekitaran tasik bagi tujuan pembangunan. Secara keseluruhannya, nilai IKA tasik ini telah meningkat sebanyak 0.24 peratus daripada September 2015 (71 peratus) hingga Ogos 2016 (88 peratus).

Nilai IKA bagi Tasik Gunung Lang pula menunjukkan kualiti air berada pada keadaan baik dan melepasi aras Kelas II. Nilai minimum dicatatkan pada bulan Mac 2016 sebanyak 83 peratus, manakala nilai maksimum pula pada November 2015 sebanyak 95 peratus. Penjagaan rapi dan penyelenggaraan berkala oleh MBI terhadap kawasan rekreasi ini telah mengurangkan kadar pencemaran jasad air. Situasi yang hampir sama bagi nilai IKA Tasik Taman Indah yang mana kualiti airnya berada pada tahap Kelas II bagi kesemua bulan cerapan. Nilai minimum ialah sebanyak 77 peratus pada November 2015 dan nilai maksimum pula sebanyak 85 peratus pada Disember 2015, Mei 2016, Jun 2016 dan Ogos 2016. Pemonitoran berkala terhadap kualiti air tasik masih diperlukan berikutan terdapatnya beberapa parameter berada pada tahap yang agak tercemar. Walaupun begitu, tasik ini masih sesuai digunakan untuk aktiviti rekreasi air.



Rajah 13 IKA Tasik Lahat, Kg. Temiang, Kg. Tengku Hussein, Taman Indah dan Gunung Lang

KESIMPULAN

Kesedaran menjaga kualiti air tasik perlu diterapkan dalam minda masyarakat kerana ia bukan sekadar tugas pihak berkuasa sahaja malahan turut menjadi tanggungjawab semua penduduk. Kelestarian pembangunan juga penting bagi memastikan aspek persekitaran khususnya sistem hidrologi berada dalam situasi yang terkawal. Dapatan kajian secara keseluruhannya menunjukkan tahap kualiti air berbeza bagi setiap bulan yang dikaji. Begitu juga bagi parameter yang dianalisis yang mana terdapatnya perbezaan nilai cerapan bagi setiap bulan. Rata-rata bulan cerapan mendapati kesemua tasik adalah sesuai untuk dibangunkan bagi aktiviti rekreasi air. Pemonitoran berkala sebagaimana yang dilakukan oleh pihak MBI terhadap Tasik Gunung Lang amatlah diperlukan bagi memastikan kualiti air tasik-tasik lain terus berada pada keadaan terkawal. Pengkalan dan penambahbaikan kualiti air tasik amat penting agar ia dapat digunakan secara menyeluruh bukan sahaja bagi generasi hari ini malahan untuk masa hadapan.

PENGHARGAAN

Penyelidikan ini dibiayai oleh Geran Penyelidikan Universiti Pendidikan Sultan Idris (2015-0113-106-01).

RUJUKAN

- Ahmad Abas, K. & Lai M.H. (2001). Analisis kandungan logam berat di dalam air dan tisu ikan di Tasik Chini. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 7(1), 273-279.
- American Water Works Association & Water Environment Federation. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (Rice, E.W., Baird, R.B., Eaton, A.D. & Clesceri, L.S., Ed.). Washington, D.C.: APHA, the American Water Works Association & the Water Environment Federation.
- Environmental Analysis of Quebec. (2009). *Methods for taking, preserving and analyzing samples to monitor the water quality of pools and other artificial reservoirs*. Diperoleh pada Jun 15, 2015 daripada http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/piscines_bassinsart_en.pdf.
- Jabatan Alam Sekitar. (2015). *Laporan Kualiti Alam Sekeliling Malaysia 2014*. Putrajaya: Kementerian Sumber Asli & Alam Sekitar.
- Lim S.H., Abdullah Samat & Mohd. Rozali, O. (2001). Kesihatan ekosistem Sungai Labu dari aspek kualiti airnya. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 7(1), 157-168.
- Mahmud. (2005). *Kajian penspesiesan dan ketoksikan logam dalam sistem akuatik tasik bekas lombong bijih timah menggunakan model unjuran*. (Tesis Doktor PhD). Universiti Teknologi Malaysia- Johor. (Tidak diterbitkan)
- Mazlin, M., Ismail, B. & Ng, C.H. (2001). Pengelasan kualiti air 1998: Dari pantai ke Kuala Linggi. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 6(1), 178-187.
- Mohamad Adam, O., Zullyadini, A. R. & Wan Ruslan, I. (2014). Sediment and nutrient concentration from different land use and land cover of Bukit Merah Reservoir (BMR) Catchment, Perak, Malaysia. *Geografi* 2(2), 52-65.
- Mohd Noor, R. (1998). *Logam berat di alam sekitar: Punca dan kesan pencemaran*. Shah Alam: Percetakan ITM.

- Muhamad Ismail, A. (2004). *Pembangunan Malaysia dahulu hingga kini*. Selangor: Pustaka Mawar.
- Muhamad Samudi, Y, Norlaili, A. K., Redzuwan, Y. & Amran, A. M. (2008). Kandungan logam berat dan radionuklid tabii dalam ikan, air, tumbuhan dan sedimen di bekas tasik lombong. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 12(1), 172-178.
- Muhammad Barzani, G., Mohd Ekhwan, T., Ahmad Abas, Mir Sujaul, I. & Tan, C.C. (2008). Water quality of several feeder rivers between two seasons in Tasik Chini, Pahang. *Sains Malaysiana*, 37, 313-321.
- Muhammad Taswin, M. (2005). *Impact of organic pollution from fish operation to the carrying capacity coastal environment*. (Tesis PhD). Institut Pertanian Bogor- Indonesia. (Tidak diterbitkan)
- Nasir, N., Mohmadisa, H., Mohd Hairy, I. & Mohamad Suhaily Yusri, C. N. (2009). Perubahan gunatanah dan tahap kualiti air sungai di Bandaraya Ipoh, Perak. *Malaysian Journal of Environmental Management*, 10(2), 115–134.
- Nor Adilah, A., Masitah, Z., Noor Musfirah, M., Sumayyah Aimi, M. N. & Wan Ruslan, I. (2007). Kualiti air dan nutrien di tanah benchah BIOECODS, Kampus Kejuruteraan Universiti Sains Malaysia, Nibong Tebal, Pulau Pinang. *Geografi*, 5(2), 1-12.
- Premlata, V. (2009). Multivariant analysis of drinking water quality parameters of Lake Pichhola in Udaipur, India. *Journal Biological Forum*, 1(2), 97-102.
- Suhaimi, S., Asmadi, A. & Lo, T. T. (2005). Penilaian indeks kualiti air di Lembangan Sungai Ibai, Terengganu. *Sains Malaysiana*, 34(2), 55-59.
- United States Environmental Protection Agency. (2014). *Basic information about lead in drinking water*. Diperoleh pada Februari 10, 2015 daripada <http://water.epa.gov/drink/contaminants/basicinformation/lead.cfm>.
- Villamagna, A. & Murphy, B. (2010). Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): A review. *Freshwater Biology*, 55(2), 282–298.
- Wan Ruslan, I., Salleh, B. & Zullyadini, A. R. (2013). Sediment and nutrient export by water from an agricultural catchment: An analysis of hysteresis patterns in the Upper Relau River, Penang. *Geografi*, 1(1), 74-101.
- World Health Organization. (2003). *Zinc in drinking water*. Diperoleh pada Jun 23, 2015 daripada http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/zinc.pdf.
- World Health Organization.(2004). *Copper in drinking water*. Diperoleh pada Jun 23, 2015 daripada http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/copper.pdf.
- World Health Organization. (2011). *Arsenic in drinking water*. Diperoleh pada Jun 23, 2015 daripada http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/arsenic.pdf.
- Yap Keam, M. (2007). *Tin mining in Malaysia- Is there any revival?* Diperoleh pada Julai 6, 2013 daripada [http://dSPACE.unimap.edu.my/dSPACE/bitstream/123456789/15965/1/feature% 20tin%20mining%205pp.pdf](http://dSPACE.unimap.edu.my/dSPACE/bitstream/123456789/15965/1/feature%20tin%20mining%205pp.pdf).