

Tahap Kepekatan Logam Berat dalam Tasik Rekreasi di Taman Tasik Taiping, Perak

The Concentration Levels of Heavy Metals in the Recreational Lake, Taiping Lake Gardens, Perak

Nasir Nayan*, Mohmadisa Hashim, Yazid Saleh, Kamarul Ismail, Hanifah Mahat, Koh Liew See
Jabatan Geografi dan Alam Sekitar, Fakulti Sains Kemanusiaan,
Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900 Tanjong Malim, Perak.
*emel: nasir@fsk.upsi.edu.my

Abstract

This article will discuss about the concentration level of heavy metals in the recreational lake involving direct contact between water with people. It involves seven heavy metals such as zinc, iron, cadmium, magnesium, mercury, lead and copper. Water samples were collected from 22 stations from four pools at Taiping Lake Gardens. Primary data was used which involves observations of water samples in the field. Assessment of heavy metals concentration levels are based on the classification of the Water Quality Index from Department of Environment and Drinking Water Quality Standards from Ministry of Health Malaysia. Overall, the test results showed that the concentrations of heavy metals were below the standards that set by the Ministry of Health Malaysia and the Department of Environment except lead. There is also the concentration of heavy metals that exceed the standard at the time of observation with maxima value such as ferum (1.218 mg / l) and lead (1.075 mg / l). Taiping Lake Gardens is now becoming a tourist attraction because of water recreational activities. With these findings, hopefully it can help the Taiping Municipal Council to draw up water recreation activities at Taman Tasik Taiping with minimum risk.

Keywords recreational lake, heavy metals, lake water quality

Abstrak

Artikel ini akan membincangkan tentang kepekatan logam berat dalam tasik rekreasi yang melibatkan sentuhan secara langsung antara air dengan manusia. Ia melibatkan tujuh unsur logam berat iaitu zink, ferum, kadmium, magnesium, merkuri, plumbum dan kuprum. Kajian ini melibatkan sampel air dari 22 stesen kajian bagi empat buah kolam di Taman Tasik Taiping. Data primer telah digunakan iaitu melibatkan pencerapan sampel air di lapangan. Data primer kepekatan unsur logam diperoleh dengan pengambilan sampel air yang dibawa ke dalam makmal untuk ujian dalam makmal. Penilaian tahap kepekatan logam berat adalah berdasarkan pengelasan Indeks Kualiti Air daripada Jabatan Alam Sekitar dan Standard Kualiti Air Minum daripada Kementerian Kesihatan Malaysia. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan nilai kepekatan logam berat masih di bawah standard yang ditetapkan oleh Kementerian Kesihatan Malaysia dan Jabatan Alam Sekitar kecuali plumbum. Terdapat juga nilai kepekatan logam berat yang melebihi standard pada satu-satu masa cerapan dalam nilai maksimum iaitu ferum (1.218 mg/l) dan plumbum (1.075 mg/l). Taman Tasik Taiping kini kian menjadi tumpuan pelancong kerana adanya aktiviti rekreasi air. Dapatan ini diharapkan dapat membantu Majlis Perbandaran Taiping untuk merangka aktiviti rekreasi air di Taman Tasik Taiping dengan risiko paling minimum.

Kata kunci tasik rekreasi, logam berat, kualiti air tasik

PENGENALAN

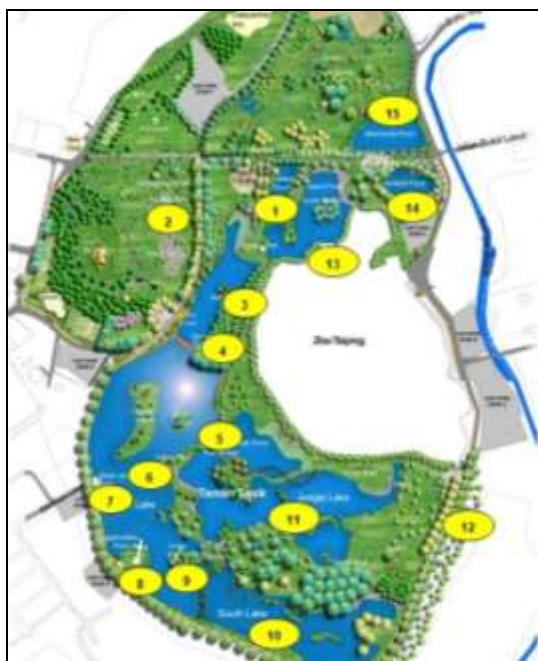
Kandungan logam berat dalam air semakin menjadi perhatian dalam kalangan masyarakat kerana sumbangannya dalam menentukan tahap kesihatan manusia. Terdapat sesetengah unsur logam berat yang berada dalam sistem badan manusia diperoleh dari air minuman atau sentuhan secara berterusan dan boleh menimbulkan komplikasi kepada kesihatan sekiranya konsentrasi yang tinggi. Logam berat adalah logam

yang mempunyai berat atom dan ketumpatan yang tinggi (>5 gram) serta toksik pada kepekatan yang rendah (Geoffrey, 1987). Kehadiran logam berat boleh wujud melalui pencemaran air, udara, sisa buangan industri, tanah, atau pun pengambilan makanan atau minuman yang tercemar. Sumber makanan seperti sayur-sayuran, bijirin, buah-buahan, makanan laut boleh menjadi tercemar dengan mengumpul unsur logam berat daripada sekitar tanah dan air. Pendedahan logam ini melalui pencemaran udara dan pencemaran air memberi ancaman kepada kesihatan manusia. Penggunaan kawasan bekas lombong berkemungkinan berbahaya kepada manusia kerana dikhuatiri masih terdapat sisa logam berat yang tidak diperlukan oleh tubuh (Mohd. Shuhaimi & Muhd. Barzani, 2005). Salah satu daripada elemen kualiti air adalah jumlah kepekatan unsur logam berat dalam air yang penting terhadap keseimbangan alam sekitar dan perkembangan ekologi (Mohamad Suhaily Yusri, 2005; Jamaluddin, 1995; Wan Ruslan et al., 2012; Nasir, N., Mohamad Suhaily Yusri, C.N., Mohmadisa, H., Mohd Hairy, I., Yazid, S., Azmi, A.B., & Zahid, M.S., 2012; Nasir, N., Mohamad Suhaily Yusri, C. N., Mohmadisa, H., Yazid, S., & Kamarul, I., 2014a; Nasir, N., Mohamad Suhaily Yusri, C.N., Mohmadisa, H., Yazid, S., Kamarul, I., & Nurhamizah, S., 2014b).

Penilaian kualiti air bagi tasik rekreasi sangat penting kerana tasik rekreasi merupakan tempat tumpuan masyarakat menjalankan aktiviti riadah (Nasir et al., 2014a). Jika kualiti air berada pada tahap sangat tercemar ia boleh menjejaskan kesihatan manusia dan hidupan akuatik yang dikategorikan sebagai pengguna dalam rantai makanan (Ahmad & Ahmad Badri, 1994). Tasik rekreasi boleh dikategorikan kepada tasik semula jadi dan tasik buatan manusia. Menurut JPBD (2005), kewujudan sebuah tempat rekreasi awam biasanya dipengaruhi oleh tebus guna tanah lombong kepada kawasan tanah lapang berair. Di Malaysia kebanyakan tempat rekreasi awam terhasil daripada peninggalan guna tanah lombong dan dibangunkan semula menjadi kawasan tasik rekreasi. Sebagai contoh, Taman Tasik Perdana, Taman Tasik Titiwangsa, Taman Tasik Permaisuri, Tasik The Mines, Tasik Rekreasi Subang Jaya dan tidak terkecuali Taman Tasik Taiping (The National Hydraulic Research Institute of Malaysia (NAHRIM), 2010). Sememangnya kawasan tasik merupakan kawasan tumpuan pengunjung tetapi pada masa yang sama terdapat juga tasik rekreasi yang tidak dikunjungi kerana pelbagai masalah seperti pencemaran bau dan warna, tiada kemudahan infrastruktur dan persekitaran tasik tidak selamat untuk sebarang aktiviti riadah. Namun begitu, perkara penting dalam menilai keadaan tasik adalah dari segi perubahan kualiti air. Hal ini kerana jika air tasik bersih ia sebagai satu jaminan keselamatan kepada pengguna. Jaminan kualiti air adalah berdasarkan kepada jumlah kandungan oksigen (DO) sebagai petunjuk kepada kelestarian tasik tersebut. DO di dalam badan air juga merupakan petunjuk kepada mutu kualiti air tercemar atau pun tidak. Selalunya jika kepekatan DO rendah di dalam air, ini menandakan wujud pencemaran organik (Ahmad & Ahmad Badri, 1994).

KAWASAN KAJIAN

Taman Tasik Taiping (TTT) terletak di kedudukan 4°51'18.99 Utara dan 100°44'52.09 Timur dari Bandar Taiping (Rajah 1). Bandar Taiping turut dikenali sebagai Bandar Warisan kerana pada kurun ke-19 faktor perkembangan bandar ini hasil daripada sektor perlombongan (Yazid, 2010). Oleh itu, kewujudan taman tasik ini merupakan sebuah taman warisan awam yang terawal hasil daripada peninggalan aktiviti lombong bijih timah dengan keluasan mencapai 62 hektar dan dibuka pada tahun 1880 (JPBD, 2000) dan taman tasik yang pertama dibina di Malaysia bagi tujuan memberi kemudahan rekreasi kepada komuniti yang tinggal di kawasan bandar. Menurut laporan Rancangan Kawasan Khas Warisan Bandar Taiping (2010), taman tasik ini merupakan sebuah legasi seni bina dan alam semula jadi yang telah meningkatkan kualiti persekitaran bandar serta menjadi tarikan pelancong kerana kualiti visual dan reka bentuk taman ini adalah taman kolonial atau lebih dikenali sebagai *borrowed landscape*. Manakala, menurut Norasikin et al. (2013), TTT ini mempunyai bentuk landskap unik dan identiti tersendiri yang mana keindahan reka bentuk tasik ini dikelilingi oleh deretan pokok jenis spesies *Samanea saman* yang membentuk *avenue* yang mencecah ke gigi air tasik dan berlatarbelakangkan pemandangan daripada Bukit Larut dan menawarkan aktiviti air seperti *Ferry*, *Swan Boat*, *Couple Boat*, kayak itik dan sampan. Dengan ini, aktiviti sebegini boleh menjejaskan kandungan perubahan kualiti air tasik dari segi parameter kimia, fizikal dan biologi serta peningkatan kepekatan logam berat seperti Zink (Zn), Kadmium (Cd), Ferum (Fe), Magnesium (Mg), Merkuri (Hg), Plumbum (Pb) dan Kuprum (Cu) (Nasir et al., 2014a). TTT terdiri daripada 15 bahagian kolam seperti pada Rajah 1 dan Jadual 1.



Rajah 1 Lokasi untuk 15 nama bahagian kolam sekitar TTT

Sumber: JPBD (2000)

Jadual 1 Senarai nama 15 bahagian kolam yang terdapat di TTT

Lokasi	Nama Kolam	Nama Kolam (Majlis Perbandaran Taiping - MPT)
1	Oblong Pond	-
2	Lotus Bay dan West Lake	-
3	Bamboo Point	-
4	Seven Sister Point	West Lake
5	Red Bridge	Swan Pond
6	Lotus Bay dan West Lake	West Lake
7	Silver Jubilee Jetty	West Lake
8	Bourgenvilla Point	West Lake
9	Turtle Bay/ Turtle Point	West Lake
10	South Lake	South Lake
11	Jungle Lake	Jungle Lake
12	The Green Belt	-
13	Central Jungle	-
14	Taiping Jubilee Memorial Pavilion	-
15	Alamanda Pond	-

Sumber: JPBD (2000)

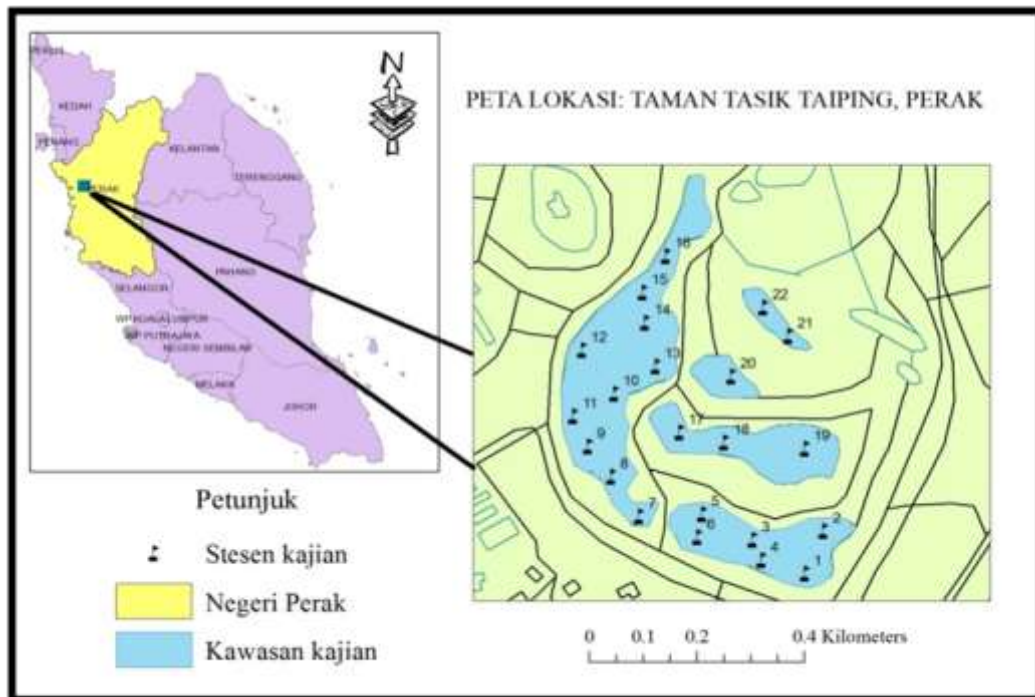
DATA DAN METODOLOGI

Data yang digunakan dalam penyelidikan ini adalah data primer dan sekunder serta metod kajian yang digunakan seperti tinjauan awal, kajian lapangan dan analisis makmal.

Data

Kajian ini melibatkan data primer dan data sekunder. Data primer bagi kajian ini dijalankan di lapangan atau pun pengukuran *insitu* yang melibatkan 22 stesen (Rajah 2) untuk empat buah kolam iaitu kolam A (stesen: 1,2,3,4,5 & 6), kolam B (stesen: 7,8,9,10,11,12,13,14,15,& 16), kolam C (stesen: 17,18 & 19) dan kolam D (stesen: 20, 21 & 22). Pemilihan ujian kepekatan logam berat dijalankan di empat buah kolam, di mana kolam ini merupakan kawasan tumpuan pengunjung menjalankan aktiviti rekreasi dan

sukan air. Pengukuran kepekatan logam berat bagi kedudukan 22 stesen titik pensampelan ditentukan secara rawak iaitu di bahagian tepi dan tengah tasik. Kedudukan bacaan untuk setiap stesen diperoleh dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS). Teknik bacaan kepekatan logam berat direkod sebanyak tiga kali menggunakan pensampelan air dan dibawa ke makmal untuk ujian dan dipuratakan kesemua bacaan untuk mendapatkan nilai kepekatan logam berat dalam bentuk milligram per liter (mg/l). Sampel air dikutip daripada stesen dan disimpan dalam bekas ais sebelum ujian makmal dilakukan. Jangka masa kutipan sampel dijalankan seawal pagi iaitu bermula dari 8 pagi hingga 11 pagi. Tujuan kutipan sampel air dijalankan seawal pagi adalah untuk mendapatkan bacaan yang tepat sebelum cuaca di kawasan tasik berubah panas kerana suhu sesebuah kawasan mampu mempengaruhi unsur yang terdapat dalam badan air.



Rajah 2 Lokasi stesen pencerapan

Analisis Data

Sampel air yang dibawa seterusnya diuji kepekatan logam berat dengan menggunakan re-agen atau bahan uji seperti kalium permanganat (*potassium permanganate*), manganum sulfat (manganese sulphate), natrium hidroksida (*sodium hydroxide*), logam (*metals*), asid nitrik (*nitric acid*), asid hidroklorik (*hydrochloric acid*), 8-hidroksikuinolina (8-hydroxyquinoline) dan kloroform (chloroform) dengan penilaian mengikut jumlah ppm re-agen terbabit iaitu 5, 10 dan 15 ppm. Seterusnya sediakan air sampel untuk diuji menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrometer* (ASS) *Perkin Elmer model 3300* dengan nyalaan gabungan udara-asetilena. Paparan analisis logam berat pula melibatkan statistik deskriptif sahaja yang meliputi nilai maksimum, nilai minimum dan purata nilai setiap logam berat. Kemudian teknik interpolasi digunakan bagi menganggarkan kepekatan setiap logam berat bagi semua kolam. Penilaian hasil ujian kepekatan logam berat dilakukan berdasarkan Pengelasan Indeks Kualiti Air (IKA) yang telah ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) dan Standard Kualiti Air Minum yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM).

DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Terdapat tujuh (7) parameter logam berat yang digunakan yang merangkumi iaitu zink (Zn), ferum (Fe), plumbum (Pb), kuprum (Cu), kadmium (Cd), merkuri (Hg) dan magnesium (Mg). Jadual 2 menunjukkan nilai kepekatan bagi semua logam berat yang telah dicerap dan dianalisis mengikut stesen.

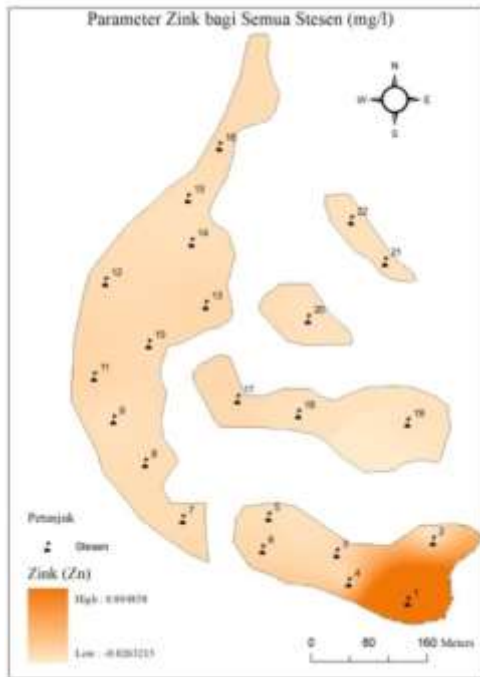
Jadual 2 Kepekatan logam berat di TTT

Stesen	Zink (Zn)	Ferum (Fe)	Kadmium (Cd)	Magnesium (Mg)	Merkuri (Hg)	Plumbum (Pb)	Kuprum (Cu)
1	0.906	0.175	0.171	3.235	ND	0.472	0.044
2	0.007	0.146	0.071	0.905	ND	0.306	0.013
3	0.032	0.235	0.068	0.607	ND	0.207	0.001
4	0.036	0.176	0.079	0.664	ND	0.188	ND
5	0.013	0.292	0.063	0.608	ND	0.458	ND
6	0.031	0.312	ND	0.576	ND	0.209	ND
7	0.016	0.56	ND	0.563	ND	0.16	ND
8	0.018	0.505	0.001	0.565	ND	0.289	ND
9	ND	0.652	0.002	0.609	ND	0.229	ND
10	0.018	0.624	ND	0.48	ND	1.075	ND
11	0.04	0.636	ND	0.484	ND	0.127	ND
12	0.019	0.602	0.011	0.495	ND	0.358	ND
13	0.037	0.828	ND	0.475	ND	0.376	ND
14	0.006	0.679	ND	0.536	ND	0.035	ND
15	0.002	0.593	ND	0.487	ND	0.113	ND
16	0.021	0.634	ND	0.51	ND	0.085	ND
17	0.028	1.056	ND	0.554	ND	0.061	ND
18	ND	1.157	ND	0.639	ND	0.295	ND
19	ND	1.218	ND	0.654	ND	0.006	ND
20	ND	0.893	ND	0.713	ND	0.006	ND
21	ND	0.858	ND	0.443	ND	ND	ND
22	ND	0.761	ND	0.418	ND	ND	ND
Purata	0.077	0.618	0.058	0.692	ND	0.253	0.019
Maks	0.906	1.218	0.171	3.235	ND	1.075	0.044
Min	0.002	0.146	0.001	0.418	ND	0.006	0.001
KKM	3.000	1.000	0.000			0.050	0.02-1.0
JAS	5	1	0.01			0.05	0.02-1.0

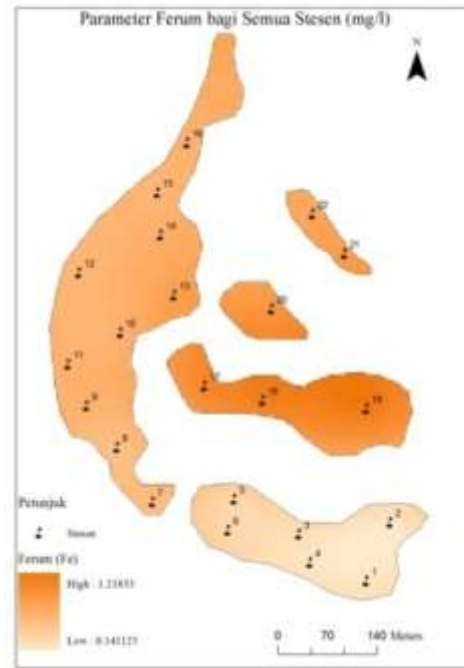
Petunjuk:

ND: *Not Detected***Zink (Zn)**

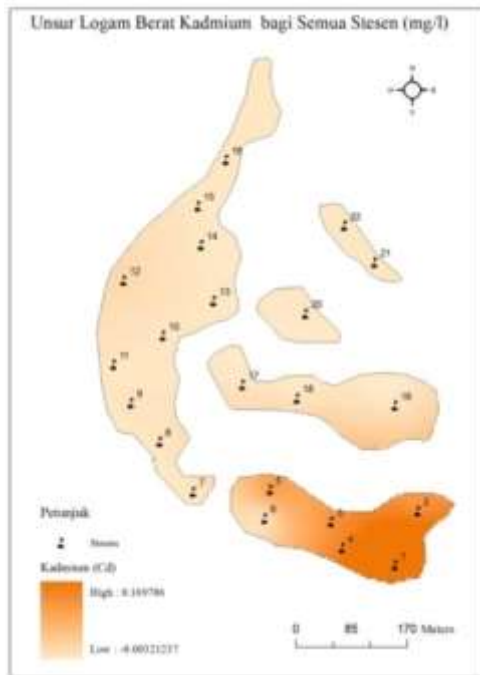
Unsur logam berat Zn merupakan unsur terpenting dalam pemakanan manusia dan juga merupakan keperluan harian yang perlu diambil dengan kadar sehingga 4-10 mg bergantung kepada umur dan jantina. Pengambilan Zn berpanjangan dan dalam kadar yang banyak amnya tidak membawa kesan buruk yang ketara. Walau bagaimanapun KKM memberi nasihat pengambilan Zn ini tidak melebihi 3 mg/l bagi air minuma berbanding 5 mg/l oleh JAS. Nilai Zn paling tinggi adalah 0.906 mg/l iaitu di Stesen 1 dan nilai terendah adalah 0.002 mg/l di Stesen 15 seperti dalam Rajah 3(a). Keseluruhannya kepekatan logam berat Zn di seluruh TTT adalah pada peringkat rendah dan tidak memberi kesan kepada manusia yang bersentuhan dengan air. Kawasan liputan yang mempunyai kadar kepekatan Zn yang tinggi boleh dilihat dalam kolam bahagian selatan TTT seperti dalam Rajah 3(a).



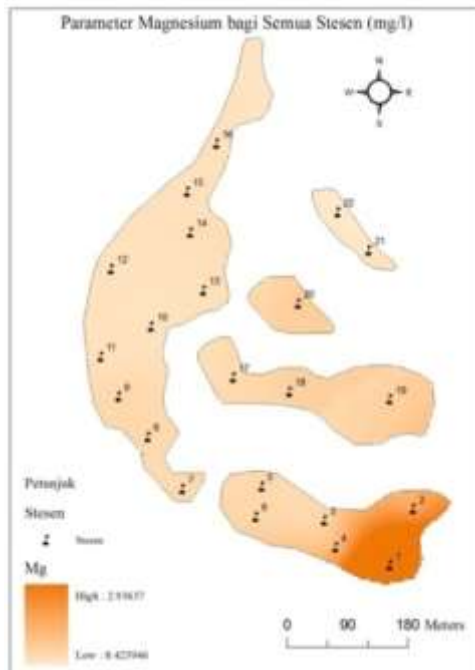
(a) Zn



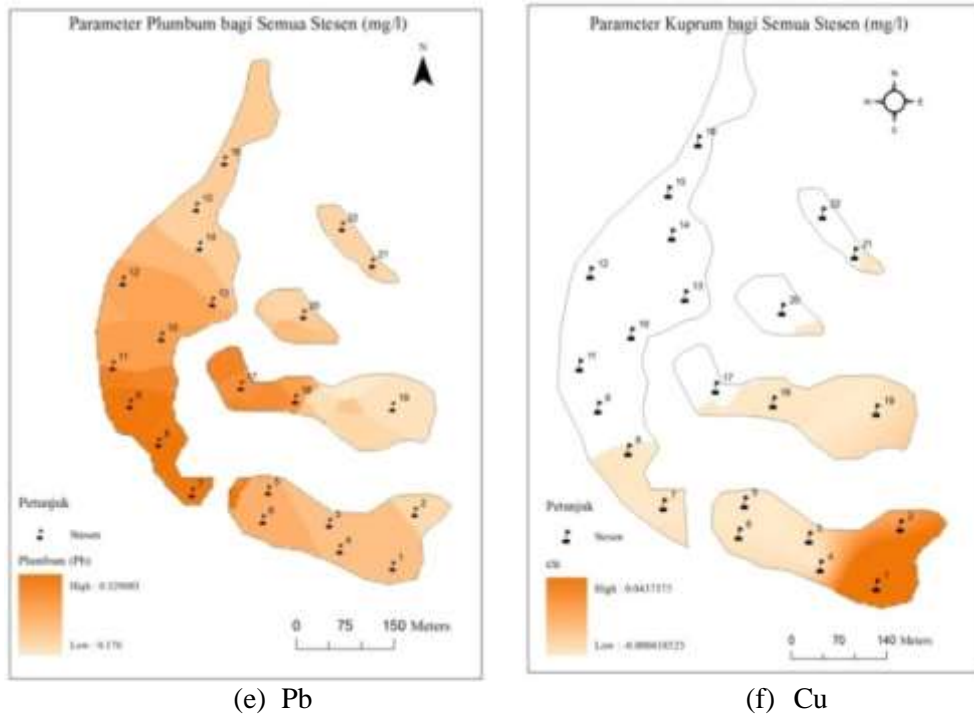
(b) Fe



(c) Cd



(d) Mg



Rajah 3 Kawasan kepekatan logam berat di TTT

Ferum (Fe)

Fe merupakan salah satu logam berat yang diperlukan dalam sistem biologi dengan kepekatan rendah. Jika tubuh badan manusia mendapat pendedahan unsur ini secara berlebihan ianya akan memudaratkan manusia. Sungguhpun logam ini hadir di persekitaran setempat secara semula jadi tetapi kehadiran kandungan logam berat ini selalunya datang daripada aktiviti pembuangan sisa industri yang berasaskan besi dan sisa buangan itu disalurkan terus ke dalam sungai/takungan. Nilai kepekatan Fe dalam badan air untuk aktiviti sukan air yang ditetapkan JAS dan KKM pada nilai 1 mg/l sahaja. Dapatan kajian menunjukkan untuk kualiti air tasik boleh dikelaskan kepada sederhana tercemar dengan kandungan Fe. Berdasarkan Rajah 3(b) menunjukkan kepekatan kandungan Fe lebih tertumpu di bahagian Kolam C yang melibatkan Stesen 17, Stesen 18 dan Stesen 19. Manakala, tumpuan yang sangat diberi perhatian adalah di Kolam B. Menerusi kaedah interpolasi ini mendapat Kolam B berada pada tahap sederhana tercemar dengan kepekatan kandungan Fe. Nilai minimum Fe yang diperolehi adalah 1.218 mg/l iaitu di Stesen 19 dan nilai minimum pula sebanyak 0.175 mg/l.

Kadmium (Cd)

Berdasarkan analisis ujian unsur Cd untuk taman tasik adalah baik dan memuaskan tetapi menghadapi sedikit pencemaran iaitu di Kolam A dengan nilai bacaan tertinggi yang diperolehi adalah 0.171 mg/l di Stesen 1 dan untuk nilai terendah adalah 0.00 mg/l seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3(c). Kepekatan Cd untuk Kelas IIB yang ditetapkan oleh JAS adalah 0.01 mg/l dan mengikut KKM mendapati air tasik ini agak tercemar dengan logam berat Cd. Had piawai yang telah ditetapkan oleh KKM untuk nilai minimum adalah 0.00 mg/l dan nilai maksimum 0.0003 mg/l. Berdasarkan Jadual 2 kandungan Cd paling tinggi adalah 0.171 mg/l iaitu di Stesen 1 dan nilai terendah adalah di Stesen 8 sebanyak 0.001 mg/l. Rajah 3(c) menunjukkan anggaran kepekatan Cd yang banyak tertumpu kepada bahagian selatan TTT. Kolam ini juga pada masa kini telah digunakan untuk pelbagai aktiviti riadah dan MPT perlu membuat penilaian berterusan dan pengurangan kepekatan Cd di dalam kolam mini.

Magnesium (Mg)

Kepekatan logam berat bagi unsur Mg menunjukkan nilai yang tertinggi berbanding dengan unsur-unsur logam berat yang lain iaitu 3.235 mg/l di Stesen 1 dan nilai terendah adalah 0.48 mg/l seperti dalam Jadual 2. Keseluruhan kawasan taman tasik ini menunjukkan kualiti air tercemar dengan unsur logam

berat Mg. Berdasarkan Rajah 3(d) untuk ketetapan badan air tawar bagi tujuan aktiviti rekreasi seharusnya bebas daripada kepekatan unsur Mg yang tinggi. Kehadiran kepekatan unsur Mg yang tinggi ini berkemungkinan dipengaruhi oleh peninggalan sisa-sisa timah yang masih lagi tertinggal di dalam tasik lombong ini. Mg berada dalam kategori air keras yang merujuk kepada kepekatan Mg dalam air. Ketinggian kepekatan Mg tidak memberi risiko kepada kesihatan cumanya ia akan memberi masalah dalam pembersihan kerana semakin tinggi nilai kepekatan Mg maka semakin banyaklah penggunaan sabun dan pembersih untuk pembersihan seperti untuk mandi (Skipton & Dvorak, 2009). Kebanyakan daripada penumpuan kepekatan Mg adalah lebih kepada kolam di kawasan selatan TTT seperti dalam Rajah 3(d).

Merkuri (Hg)

Hg atau pun raksa adalah unsur kimia dalam kelompok golongan logam transisi yang berwarna keperakan dan merupakan satu daripada lima unsur bersama cesium, francium, galium dan brom. Pencemaran Hg berpunca daripada kegiatan gunung berapi atau rembesan air bawah tanah. Kandungan Hg sangat mudah meresap ke dalam plankton dan memiliki keupayaan larutan yang tinggi dalam tubuh haiwan akuatik. Hg boleh mendatangkan penyakit yang berbahaya kepada kesihatan manusia seperti mengganggu sistem pusat saraf dan menyebabkan kerosakan otak. Berdasarkan hasil ujian kualiti air untuk parameter Hg menunjukkan tasik ini tidak tercemar dengan kepekatan merkuri atau pun berstatus tidak terdapat *Not Detected* unsur logam berat daripada Hg seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2. Ketidakujudan unsur merkuri ini adalah satu petanda yang baik kepada industri pelancongan di TTT dan ini boleh dijadikan sebagai satu bahan untuk menarik pelancong ke TTT.

Plumbum (Pb)

Pb merupakan unsur logam berat yang terhasil daripada keluaran semula jadi yang banyak terdapat di dalam kerak bumi. Ia juga boleh didapati di dalam air, tanah dan tumbuh-tumbuhan. Di antara tiga sumber ini, unsur Pb paling mudah ditemui dalam tanah dan juga air. Kehadiran logam berat Pb sebenarnya tidak diperlukan oleh tubuh badan manusia. Jika ditinjau dari sudut biologi, Pb sebenarnya tidak mendatangkan sebarang faedah dalam tubuh walaupun pada kepekatan yang rendah. Sebaliknya Pb akan memindahkan atau menggantikan logam-logam lain daripada tapak ikatan di sel tertentu yang akhirnya menyebabkan berbagai-bagai kesan biokimia. Disebabkan oleh unsur Pb boleh mendatangkan masalah kepada kesihatan, KKM telah menetapkan kandungan Pb dalam badan air adalah 0.00 mg/l – 0.05 mg/l. Manakala, jia mengikut garis panduan oleh JAS untuk unsur logam Pb yang diperlukan adalah 0.05 mg/l bagi Kelas IIB. Oleh itu, dapatan ujian unsur Pb untuk kualiti air tasik ini berada pada tahap tercemar dengan kepekatan kandungan Pb. Berdasarkan Rajah 3(e) dan Jadual 2 mendapati nilai kepekatan nilai Pb paling tinggi adalah 0.472 mg/l iaitu di Stesen 1 dan nilai Pb paling rendah adalah 0.006 mg/l (Stesen 20 dan Stesen 21). Rajah 3(d) juga menunjukkan serakan peramalan Pb tinggi di Kolam B iaitu kolam yang menjadi tumpuan pengunjung dalam menjalankan aktiviti sukan air dan hanya sebahagian kecil serakan kepekatan Pb di bahagian Kolam C serta Kolam A.

Kuprum (Cu)

Cu merupakan salah satu komponen logam berat yang diperlukan dalam tubuh badan manusia. Pengambilan Cu dalam makanan seharian adalah penting bertujuan untuk pembentukan hemoglobin darah. Cu boleh didapati dengan memakan daging, ikan dan juga sayuran hijau. Walaupun Cu penting pada manusia tetapi pengambilan yang berlebihan boleh memudaratkan kesihatan. Penyakit seperti kerosakan paru-paru, barah paru-paru, tuberkulosis, kehilangan berat badan dan anemia merupakan permasalahan yang berlaku ekoran daripada pendedahan atau pengambilan Cu secara berlebihan. Memandangkan Cu penting dalam sistem tubuh badan manusia KKM dan JAS telah menetapkan piawai kandungan Cu bagi badan air yang menawarkan aktiviti sukan air adalah 0.02 mg/l hingga 1 mg/l. Berdasarkan Rajah 3(f) dan Jadual 2 menunjukkan nilai Cu paling tinggi adalah 0.044 mg/l iaitu di Stesen 1 dan nilai terendah adalah 0.001 mg/l. Kepekatan logam berat Cu lebih tertumpu di bahagian Kolam A sahaja dan di kolam-kolam lain kepekatan Cu berstatus *Not Detected*. Dapatan menunjukkan kualiti air tasik ini bebas daripada kepekatan kandungan Cu yang tinggi dan membolehkan aktiviti sukan air dilaksanakan.

Terdapat sebilangan logam berat seperti Hg, Pb dan Arsenik (As) yang boleh mendatangkan bahaya kepada tubuh badan manusia jika diambil secara berlebihan (PSR, 2013). Pendedahan kepada logam berat menyebabkan kesan kesihatan yang serius, termasuk mengganggu sistem tumbesaran manusia, kanser, kerosakan organ, kerosakan sistem saraf, dan dalam kes-kes yang melampau sehingga boleh membawa maut atau kematian. Pendedahan kepada sesetengah logam seperti Hg dan Pb juga boleh mengganggu sistem ketahanan diri seseorang, di mana sistem imun seseorang menyerang sel-sel sendiri dan mudah mendapat penyakit sendi seperti artritis reumatoid, penyakit buah pinggang, sistem peredaran darah, dan sistem saraf. Seterusnya, menurut Pierzynski et al. (1994), logam berat mempunyai hubungan yang rapat dengan keasidan di mana kelarutan logam tinggi di dalam pH yang rendah.

Kegiatan aktiviti perlombongan boleh menyebabkan kehadiran logam berat di dalam persekitaran dan bekas lombong boleh menyebabkan terbentuknya "*acid mine drainage water*". Dalam kejadian ini, peningkatan aras logam berat adalah meningkat khususnya logam berat seperti Zn, Cu, Pb, Cd dan Cr akan mengalami peningkatan kepekatan. Logam-logam berat ini akan memasuki sungai atau tasik dan kemudiannya akan mengalir ke laut. Akibat daripada proses pemindahan logam berat dari suatu tempat ke tempat yang lain adalah dipengaruhi oleh proses sedimentasi atau proses biologi. Kebiasaannya, kesan pencemaran air dapat dikesan pada jarak tidak lebih daripada 10 km dari punca pencemar, akan tetapi kesan sampingannya boleh merebak sehingga ke 100 km daripada punca pencemaran.

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, kepekatan logam berat dalam air di TTT berada pada keadaan belum tercemar teruk. Namun, pencemaran air yang lebih teruk akan berlaku sekiranya aktiviti-aktiviti pembangunan seperti pembinaan perumahan, perindustrian, perhotelan dan rekreasi dijalankan sekitar kawasan berdekatan dengan taman tasik ini. Pemantauan secara berterusan serta perancangan pembangunan sekitar kawasan tasik seharusnya dikaji semula oleh pihak MPT jika memberi kesan buruk ke atas status kualiti air tasik dalam jangka masa yang panjang. Di samping itu, pihak MPT hendaklah menjaga kepelbagaian biologi yang terdapat di dalam tasik ini untuk keperluan generasi akan datang dengan mengambil kira aspek kualiti air tasik ini kekal bersih dan membolehkan aktiviti sukan berasaskan air dapat dijalankan mengikut permintaan pengunjung. Seterusnya, kajian ini memberi manfaat kepada penjagaan awal tahap kemerosotan kualiti air berdasarkan peningkatan kepekatan logam berat sangat tercemar. Dengan menggunakan kaedah ini, pengawalan kepekatan logam berat bagi keseluruhan kawasan tasik rekreasi ini mampu dikawal selia secara berperingkat dan mengenal pasti perkaitan dengan punca pencemar.

PENGHARGAAN

Penghargaan terima kasih kepada Pusat Pengurusan dan Inovasi (RMIC) Universiti Pendidikan Sultan Idris dan Kementerian Pengajian Tinggi kerana menyediakan geran bagi menjalankan penyelidikan di bawah Dana Pembudayaan Penyelidikan (RAGS) kod: 2013-0025-108-72 untuk tujuan penyelidikan yang dijalankan dalam artikel ini.

RUJUKAN

- Ahmad, I., & Ahmad Badri, M. (1994). *Ekologi air tawar*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Geoffrey, M. (1987). *Pollution threat of heavy metal in aquatic environment*. London: Elsevier Applied Science.
- Jamaluddin, M.J. (1995). Kualiti alam sekitar. Dalam Hairi, A. (Ed.). *Titian warna sejarah pembangunan dan perubahan citra Kuala Lumpur*. Kuala Lumpur: Penerbit Sejarah.
- JPBD (Jabatan Perancangan Bandar dan Desa) (2000). *Draf rancangan struktur negeri Perak 2000–2020*. Ipoh: Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Perak Darul Ridzuan.
- JPBD (Jabatan Perancangan Bandar dan Desa) (2005). *Garis panduan dan piawaian perancangan kawasan tasik*. Kuala Lumpur: Penerbit Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan.
- Mohamad Suhaily Yusri, C.N. (2005). Kepentingan dan kepenggunaan prinsip asas ekologi dalam memelihara dan memulihara alam sekitar. Dalam Mohmadisa, H., & Mohamad Suhaily Yusri, C.N. (Eds.). *Pembangunan dan alam sekitar* (hlm.57-70). Tanjong Malim: Penerbit Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Mohd. Shuhaimi, O., & Muhd. Barzani, G. (2005). Kepekatan logam berat dalam air di lembangan sungai Semenyih, Selangor. *Sains Malaysiana*, 34(2), 45-50.

- NAHRIM (The National Hydraulic Research Institute of Malaysia) (2010). Managing lakes and their basins for sustainable use in Malaysia. *Lake brief Report Series No.1*.
- Nasir, N., Mohamad Suhaily Yusri, C. N., Mohmadisa, H., Yazid, S., & Kamarul, I. (2014a). *Analisis kualiti air tasik di negeri Perak bagi aktiviti rekreasi sukan air*. Laporan Penyelidikan Universiti Pendidikan Sultan Idris. Tidak Diterbitkan.
- Nasir, N., Mohamad Suhaily Yusri, C.N., Mohmadisa, H., Yazid, S., Kamarul, I., & Nurhamizah, S. (2014b). Pemetaan kepekatan oksigen terlarut dalam Tasik Rekreasi Taman Tasik Taiping, Perak. *International Journal of Environment, Society and Space*, 2(2), 75-82.
- Nasir, N., Mohamad Suhaily Yusri, C.N., Mohmadisa, H., Mohd Hairry, I., Yazid, S., Azmi, A.B., & Zahid, M.S. (2012). Sebaran kualiti air untuk aktiviti rekreasi sukan air di Tasik YDP, Slim River, Perak. Dalam Haliza, A.R. (pnyt). *Isu persekitaran dan kesihatan di Malaysia*. Batu Pahat: Universiti Tun Hussien Onn.
- Skipton, S.O., & Dvorak, B.I. (2009). *Drinking water: Hard water (calcium and magnesium)*. University of Nebraska-Lincoln: United States.
- Norasikin, H., Dasimah, O., Norizan, M.A., & Siti Nabilah, M.S. (2013). Taman Tasik Taiping: Kajian terhadap kesedaran dan kesediaan pengguna terhadap pengiktirafan Tasik Warisan Dunia (UNESCO). Dalam *Prosiding Persidangan Kebangsaan Geografi & Alam Sekitar Kali Ke-4* (hlmn. 603-611).
- Pierzynski, G. M., J. T. Sims, & G. F. Vance. (1994). *Soils and environmental quality*. Boca Raton, F.L.: Lewis Publ.
- PSR (Physicians for Sosial Responsibility) (2013). *Physicians for sosial responsibility annual report 2013*. Physicians for Sosial Responsibility: Washington.
- Rancangan Kawasan Khas Kawasan Warisan Bandar Taiping (2012). Diambil daripada http://epublisiti.townplan.gov.my/muat_turun/Status%20Kemajuan%20Rancangan%20Kawasan%20Khas_Jun2012.pdf (27 April 2013).
- Wan Ruslan, I., Mohamad Adam, O., Sumayyah Aimi, M. N., Muhamadin, L., & Mohamad Nasir, A. R. (2012). Penilaian kualiti air sungai-sungai di Pulau Pangkor, Perak. *Malaysian Journal of Environmental Management*, 13(1), 81-93.
- Yazid, S. (2010). *Pengenalan pemuliharaan bandar*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.