

Journal Online Jaringan Pengajian Seni Bina (JOJAPS)

Rawatan Nilai pH Sungai Ayer Salak Menggunakan Kaedah Saluran Batu Kapur untuk Tujuan Pengairan

Siti Nur Farhana Binti Abdul Aziz^{a*}
Haliza Binti Ab. Karim^b

^aPoliteknik Melaka, Malaysia

^bPoliteknik Melaka, Malaysia

Abstrak

Sungai adalah satu sumber air yang penting dalam aktiviti manusia seharian terutamanya aktiviti pertanian. Salah satu kaedah bagi menyalurkan air ke kawasan pertanian adalah melalui kaedah pengairan. Pengawasan dan pemantauan terhadap kualiti air yang digunakan amat penting bagi memastikan pertumbuhan tanaman tidak terbantut. Pencemaran air hasil daripada aktiviti manusia perlu diberi perhatian bagi mengelakkan kehadiran bendasing dalam air yang boleh mengganggu pertumbuhan tanaman dan menyebabkan hasil keluaran produktiviti berkurangan. Kajian ini bertujuan untuk memperoleh kualiti Sungai Ayer Salak sedia ada yang digunakan untuk tujuan pengairan, pembinaan saluran batu kapur sebagai kaedah alternatif merawat nilai pH dan menguji keberkesanan saluran tersebut bagi mendapatkan nilai pH seperti kehendak piawaian Kualiti Air yang dikeluarkan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia. Pengambilan sampel air sebanyak 60L dilakukan pada stesen yang dipilih berdasarkan lokasinya yang terletak sebelum inlet kawasan pengairan tanaman di Sungai Ayer salak. Sampel air telah diambil pada 21/7/2019. Sampel air ini diuji untuk mendapatkan kualiti air Sungai Air salak sebelum digunakan untuk pertanian. Terdapat 3 parameter penting untuk pertanian yang dinilai semasa penilaian kualiti air iaitu pH, oksigen terlarut (DO) dan kekeruhan. Sampel ini kemudiannya disalurkan ke saluran batu kapur berskala makmal yang telah dibina. Batu kapur yang digunakan adalah batuan yang melepasi tapisan 10mm melalui sieve analysis. Jumlah keseluruhan batu kapur yang digunakan dalam kajian ini adalah sebanyak 10kg. Sampel air sungai yang diambil, dibawa ke makmal Politeknik Melaka bagi menjalankan kajian. Bacaan pH, oksigen terlarut dan kekeruhan di ambil pada setiap minit ke 30, 45 dan 60 minit. Bacaan yang direkodkan di analisa dengan menggunakan Microsoft excel dan graf diplotkan bagi menunjukkan keberkesanan saluran batu kapur dalam mengubah pH sampel air sesuai untuk kegunaan pertanian seperti yang ditetapkan dalam Standard Kualiti Air yang dikeluarkan oleh Jabatan Alam Sekitar 2015. Hasil kajian yang diperolehi menunjukkan saluran batu kapur berkesan untuk memperbaiki nilai pH mengikut piawaian yang ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia. pH yang bersesuaian untuk pengairan tanaman amat penting bagi memastikan tanaman dapat hidup dan membesar dengan baik. Seterusnya memberikan hasil yang lumayan kepada pengusaha tanaman. Walaupun begitu nilai kandungan oksigen dilihat terganggu dengan penggunaan saluran batu kapur ini.

© 2012 Published by JOJAPS Limited.

Kata kunci:: - pH, saluran batu kapur, pengairan

1.0 Pengenalan

Air yang berkualiti adalah satu keperluan bagi manusia menjalankan aktiviti seharian. Sebahagian besar sumber air yang digunakan di Malaysia adalah melalui sungai. Antara aktiviti manusia yang sangat memerlukan penggunaan sumber air adalah aktiviti pertanian kerana tanaman tidak dapat hidup jika tiada sumber air. Kualiti air sungai boleh merosot akibat dari pertumbuhan ekonomi dan pembangunan yang pesat di kawasan sekitarnya. Kemerosotan sumber air ini boleh menjejaskan pertumbuhan tanaman dan membahayakan hidupan laut seperti ikan dan tumbuhan air. Salah satu kaedah yang digunakan pengusaha tanaman dewasa ini bagi menyalurkan air ke kawasan pertanian adalah melalui kaedah pengairan dan sesetengah daripada pengusaha ini telah beralih kepada kaedah fertigasi (satu kaedah pemberian baja dan pengairan secara serentak).

* Siti Nur Farhana Abdul Aziz. Tel.: +0197000820; fax: 063376001

E-mail address: farhana@polimelaka.edu.my

Kerajaan Malaysia melalui Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani menyasarkan sebanyak 20 peratus penduduk bandar di Malaysia akan terlibat dalam pelaksanaan Kempen Pertanian Bandar (Jabatan Pertanian Negeri Melaka, 2019). Galakan ini bertujuan untuk menjimatkan kos perbelanjaan dapur dalam masa yang sama mendapat sumber makanan yang selamat dan terjamin.

1.1 Permasalahan Kajian

Punca utama pencemaran air di Malaysia boleh dikategorikan kepada dua iaitu punca titik (point source) dan punca serakan (non-point source). Pencemaran punca titik adalah berpunca daripada pelepasan bahan pencemar atau efluen daripada paip, longkang atau saluran yang memasuki badan air secara terus (Jabatan Alam Sekitar Malaysia, 2012). Sumber bahan pencemar ini termasuklah efluen dari sektor industry, loji rawatan kumbahan dan ladang ternakan. Sementara itu pencemaran punca serakan adalah daripada punca tidak bertitik yang berkait dengan resapan dan tidak mempunyai pelepasan tertentu contohnya aktiviti pertanian dan air larian permukaan (Hua, 2015).

Salah satu parameter kualiti air yang boleh diukur bagi mengetahui kemerosotan nilai kualiti air ialah parameter kimia. pH merupakan antara parameter yang terkandung dalam parameter kimia. Perubahan nilai pH adalah antara salah satu keadaan yang boleh menyebabkan kemerosotan kualiti air seterusnya memberi kesan buruk kepada tanaman. Perbandingan tanaman yang disalurkan air dengan pH 7.0, 26.78% dan 27.82% pengurangan ditemui pada diameter dan berat bunga yang disalurkan dengan air yang mempunyai pH 4.0 (Daqiu Zhao, 2013). Laporan Kualiti Alam Sekeliling, 2016 menyatakan bahawa perubahan nilai pH dan suhu air menunjukkan potensi kehadiran ammonia dalam badan air.

1.2 Objektif kajian

Kajian ini dijalankan bagi memenuhi beberapa objektif:

- 1) Menentukan kualiti Sungai Ayer Salak, Melaka.
- 2) Menghasilkan saluran batu kapur berskala makmal untuk tujuan pengujian sampel
- 3) Menganalisa sampel air Sungai Ayer Salak Melaka menggunakan saluran batu kapur.

1.3 Skop Kajian

Kajian ini hanya memfokuskan kepada kualiti air yang digunakan untuk tujuan pengairan. Lokasi kawasan yang dipilih adalah Sungai Ayer Salak kerana nilai pH yang diperolehi semasa tinjauan awal adalah bersifat asid dan sangat tidak sesuai dengan pertanian. Terdapat tiga parameter yang diuji melalui kajian ini iaitu pH, Kekeruhan (turbidity) dan Oksigen Terlarut (dissolved oxygen). Ketiga-tiga parameter ini merupakan tiga parameter yang boleh memberi kesan negatif kepada tanaman. Sampel air diambil pada inlet satu kawasan yang berhampiran dengan pintu tali air kawasan tanaman yang berada di Sungai Ayer Salak.

1.4 Kepentingan Kajian

Keperluan kualiti air yang baik untuk pengairan adalah amat penting kepada pengusaha tanaman bagi menjimatkan kos pengairan. Kualiti air yang tidak baik boleh menyebabkan produktiviti berkurangan. Ini akan mengakibatkan kerugian kepada pengusaha tanaman. Ada juga pengusaha yang terpaksa menggunakan bekalan air mentah secara terus (direct) dan memerlukan perbelanjaan kos utiliti yang tinggi akibat daripada kualiti air sungai yang tidak sesuai digunakan untuk tanaman mereka.

2.0 Kajian Literatur

Pencemaran sungai boleh memberi impak yang buruk kepada banyak faktor. Masalah pencemaran air sungai merupakan isu yang sering diperkatakan dewasa ini. Ini disebabkan berlakunya pembuangan kumbahan dari proses perbandaran dan perindustrian ke sistem akuatik tersebut dan menyebabkankualiti air merosot (Suratman, Awang, Ling, & Mohd Tahir, 2009).

Pencemaran air secara terus masih boleh dikawal dan diuruskan bagi mengawal kualiti air supaya sentiasa mematuhi piawaian yang ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia. Secara naturalnya air sungai akan mengalir dari suatu tempat ke suatu tempat yang lain dan ini akan memberi kesan yang lebih buruk jika pencemaran tersebut juga ikut mengalir bersama. Walaupun badan air mampu melakukan proses cuci-diri secara semulajadi, tetapi dengan kemasukan bahan pencemar secara terus menyukarkan proses ini untuk berjalan dengan baik.

Pencemaran sungai secara tidak langsung seperti kemasukan efluen dari kawasan penternakan amat sukar dikawal dan dipantau bagi mengelakkan perkara ini berlaku. Hal ini menyebabkan kualiti air sungai merosot akibat perbuatan manusia yang hanya mementingkan diri sendiri. Isu pencemaran air sebenarnya sudah lama wujud seiring dengan proses pembangunan negara. Pada peringkat awal pembangunan, pencemaran daripada sektor pertanian khususnya kilang memproses kelapa sawit dan getah mendominasi pencemaran air di Malaysia (Abdullah & Saad, 2002).

Jabatan Alam Sekitar Malaysia telah menggariskan beberapa keperluan piawaian yang perlu dipatuhi oleh pihak-pihak berkepentingan bagi mengelakkan kemerosotan kualiti air (Jabatan Alam Sekitar Malaysia, 2005). Piawaian ini menggariskan keperluan nilai-nilai selamat bagi parameter-parameter penting untuk 5 tujuan yang berbeza. Piawaian ini dapat dilihat pada jadual 1 seperti berikut.

Jadual 1 Pengelasan kualiti air berdasarkan klasifikasi WQI

PARAMETER	UNIT	KELAS				
		I	II	III	IV	V
NH ₃ -N	mg/l	<0.1	0.1-0.3	0.3-0.9	0.9-2.7	>2.7
BOD	mg/l	<1	1-3	3-6	6-12	>12
COD	mg/l	<10	10-25	25-50	50-100	>100
DO	mg/l	<7	5-7	3-5	1-3	<1
pH	-	<7	6-7	5-6	<5	>5
SS	mg/l	<25	25-20	50-150	150-300	>300
WQI	-	<92.7	76.5-92.7	51.9-76.5	31.0-51.9	<31.0

Sistem pengurusan sungai terhadap kualiti air di Malaysia dikawal dan dipantau oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) di mana ianya merupakan sebuah jabatan yang bertanggungjawab memperkenalkan jadual bagi pengelasan sungai-sungai di Malaysia. Jadual 2 menunjukkan klasifikasi sungai-sungai mengikut piawai kualiti air sungai di Malaysia berasaskan jenis penggunaan.

Jadual 2 Pengklasifikasian kualiti air sungai di Malaysia berasaskan INQWS

KELAS	PENGGUNAAN
I	Kualiti air semulajadi yang baik. Bekalan Air I – tiada rawatan yang diperlukan, kecuali dengan proses pembasmian kuman. Perikanan I – kehidupan air yang sensitif
II A	Bekalan Air II – rawatan ringan diperlukan. Perikanan II - kehidupan air yang sensitif.
II B	Penggunaan rekreasi dengan penyentuhan badan.
III	Bekalan Air III – Rawatan sepenuhnya patut dilakukan.
IV	Pengairan.
V	Tidak sesuai untuk aktiviti yang disebutkan di atas.

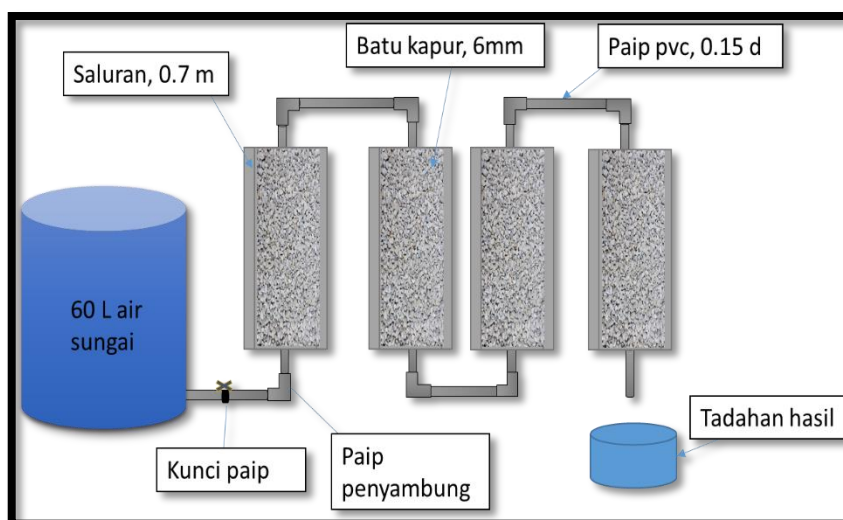
Pengairan ialah kaedah pengaliran air di dalam tanah secara buatan yang bertujuan membantu pertumbuhan hasil tanaman, termasuk melindungi tanaman daripada fros, menindas pertumbuhan rumpai dalam ladang bijiran dan membantu membantutkan pengukuhan tanah. Berbeza pula untuk pertanian yang hanya bergantung pada curahan hujan terus yang dikenali sebagai pertanian tanah kering atau suapan hujan. Sistem pengairan juga digunakan untuk penindasan habuk, pembuangan kumbahan, dan perlombongan. Pengairan sering dikaji bersama penyaliran, iaitu pemindahan air permukaan atau bawah permukaan dari kawasan tertentu secara semula jadi.

Air yang bersih diperlukan untuk tujuan pengairan agar tanaman-tanaman yang terhasil berkualiti dan tidak tercemar. Apabila air di dalam sistem pengairan ini bersih, pengusaha tanaman tidak lagi perlu membayar kos utiliti atau memperuntukkan wang untuk pembelian peralatan rawatan. Saluran batu kapur terbuka adalah kaedah rawatan pasif yang paling mudah. Saluran batu kapur terbuka dibina dalam dua cara. Dalam kaedah pertama, parit saluran dibina dan batu kapur disusun ke dalam saluran tersebut lalu air yang tercemar dialirkan ke dalam saluran tersebut. Kaedah lain terdiri daripada meletakkan serpihan batu kapur secara langsung dalam aliran tercemar. Penempatan batu kapur akan menambah kealkalian air dan akan meninggikan nilai pH. Ianya amat sesuai untuk pencemaran air sungai yang keasidannya tinggi.

3.0 Metodologi

Pengambilan sampel air sebanyak 60L dilakukan pada setiap 1 stesen yang dipilih berdasarkan lokasinya yang terletak sebelum inlet kawasan pengairan tanaman di Sungai Ayer Salak. Sampel air telah diambil pada 21/7/2019. Sampel air ini diuji untuk mendapatkan kualiti air Sungai Ayer Salak sebelum digunakan untuk pertanian. Terdapat 3 parameter penting untuk pertanian yang dinilai semasa penilaian kualiti air iaitu pH, oksigen terlarut (DO) dan kekeruhan.

Sampel ini kemudiannya disalurkan ke saluran batu kapur berskala makmal yang telah dibina seperti rajah 1. Saluran ini dihubungkan melalui satu inlet sampel air berisipadu 60L dan disalurkan kepada 4 saluran bersambung dengan panjang setiap satu sebanyak 0.7m dan mempunyai kedalaman 0.14m. Batu kapur yang digunakan adalah batuan yang melepasi tapisan 10mm melalui *sieve analysis*. Jumlah keseluruhan batu kapur yang digunakan dalam kajian ini adalah sebanyak 10kg.



Rajah 1 Rajah skematik Saluran Batu Kapur skala makmal yang digunakan

Sampel air sungai yang diambil, dibawa ke makmal Politeknik Melaka bagi menjalankan kajian. Bacaan pH, oksigen terlarut dan kekeruhan di ambil pada setiap minit ke 30, 45 dan 60 minit. Bacaan ini diambil sebanyak 3 kali bagi memperoleh bacaan yang lebih jitu. Bacaan yang direkodkan di analisa dengan menggunakan *Microsoft excel* dan graf diplotkan bagi menunjukkan keberkesanan saluran batu kapur dalam mengubah pH sampel air sesuai untuk kegunaan pertanian seperti yang ditetapkan dalam Standard Kualiti Air yang dikeluarkan oleh Jabatan Alam Sekitar 2015.

4.0 Data Analisis dan Perbincangan

Bacaan awal diambil secara in-situ untuk sampel kajian. Bacaan ujikaji sampel bagi nilai pH, kekeruhan dan oksigen terlarut ditunjukkan dalam jadual 2.

Jadual 2 Nilai pH, kekeruhan dan oksigen terlarut asal bagi titik kajian

Ujikaji	pH	Kekeruhan (NTU)	Oksigen Terlarut (mg/L)
1	2.83	9.48	7.6
2	2.78	9.45	
3	2.76	9.22	
PURATA	2.79	9.38	

Berdasarkan bacaan awalan yang diambil untuk ketiga-tiga stesen didapati keadaan asal sampel air adalah bersifat asid. Nilai pH yang direkodkan ini adalah sangat tidak sesuai untuk pertumbuhan tanaman kerana nilai pH yang digariskan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia untuk kelas iv-pengairan adalah >5. Walaubagaimanapun nilai kekeruhan dan kadar oksigen terlarut yang dicatatkan melalui penilaian in-situ adalah baik iaitu 9.38NTU dan 7.6mg/L masing-masing. Nilai kekeruhan sampel air yang diperolehi adalah sesuai untuk tanaman dimana ianya jauh dari paras bahaya iaitu 1000NTU. Bacaan oksigen terlarut juga mematuhi Piawaian kualiti Air Sungai iaitu melebihi julat 1-3mg/L.

Bagi tempoh 30 minit, 45 minit dan 60 minit ujikaji, kadar alir bagi ketiga-tiga stesen direkodkan terlebih dahulu. Bacaan ini diperolehi dengan merekodkan masa yang diperlukan oleh 1000mL isipadu air yang keluar dari saluran batu kapur yang digunakan. Nilai pH, kekeruhan dan oksigen terlarut direkodkan untuk stesen 1 dan masing-masing ditunjukkan dalam jadual 3, 4 dan 5.

Jadual 3 Nilai pH, kekeruhan dan oksigen terlarut untuk 30 minit

Kadaralir : $1.79 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$

Ujikaji	pH	Kekeruhan (NTU)	Oksigen Terlarut (mg/L)
1	7.03	5.38	7.5
2	7.05	5.38	
3	7.03	5.45	
PURATA	7.04	5.40	

Jadual 4 Nilai pH, kekeruhan dan oksigen terlarut untuk 45 minit

Kadaralir : $4.50 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$

Ujikaji	pH	Kekeruhan (NTU)	Oksigen Terlarut (mg/L)
1	7.29	5.37	6.7
2	7.26	5.57	
3	7.27	5.63	
PURATA	7.27	5.52	

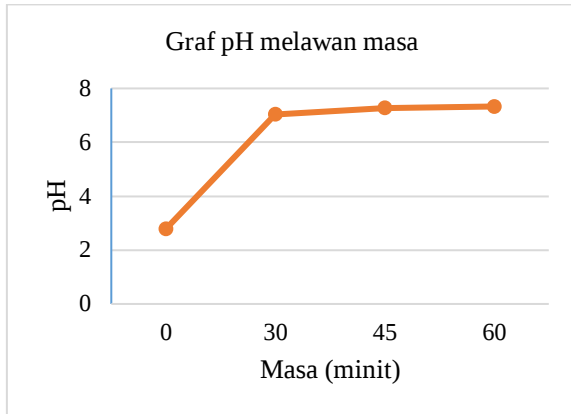
Jadual 5 Nilai pH, kekeruhan dan oksigen terlarut untuk 60 minit

Kadaralir : $4.44 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$

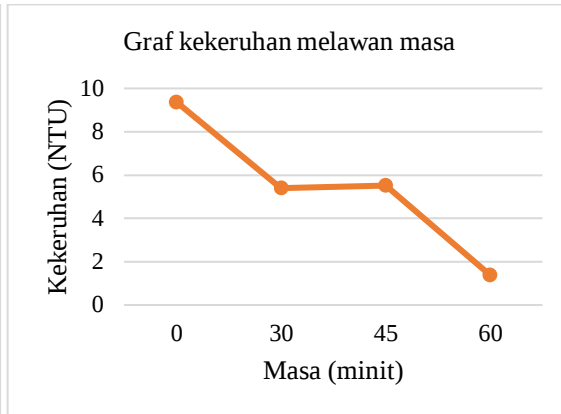
Ujikaji	pH	Kekeruhan (NTU)	Oksigen Terlarut (mg/L)
1	7.35	1.43	3.4
2	7.32	1.42	
3	7.32	1.30	
PURATA	7.33	1.38	

Berdasarkan bacaan yang direkodkan untuk 3 tempoh masa yang berbeza, graf pada rajah 2, menunjukkan nilai pH semakin meningkat apabila melalui saluran batu kapur sehingga minit yang ke-60. Bacaan yang diperolehi pada minit ke 30 ialah 7.04. Nilai ujikaji awalan ini telah melepasi paras bahaya nilai pH iaitu >5. Peningkatan ini menunjukkan perubahan nilai pH yang baik kerana melepasi standard kualiti air yang ditetapkan untuk tujuan pengairan.

Walaupun begitu keberkesanan penggunaan saluran batu kapur perlu mengambilkira beberapa faktor antaranya bacaan awal nilai pH dan saiz batu kapur yang digunakan. Aris, A., Mokhtar, N., & Muslim, R. (2007) mengatakan untuk saiz batu kapur yang berbeza akan memberikan perubahan nilai pH dalam tempoh yang berbeza. Perubahan nilai kekeruhan juga bertambah baik selepas melalui saluran batu kapur selama 60 minit. Ini menunjukkan keberkesanan saluran batu kapur yang digunakan bagi menambahbaik kualiti air bersesuaian dengan kegunaan air tersebut untuk pengairan.

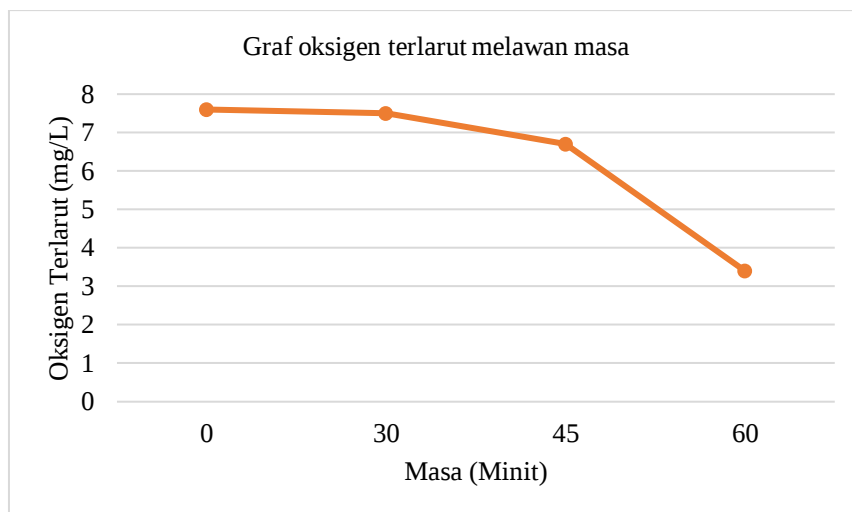


Rajah 2 Graf pH melawan masa



Rajah 3 Graf kekeruhan melawan masa

Walaubagaimanapun, penggunaan saluran batu kapur ini dilihat mampu memberi kesan yang tidak baik kepada kandungan oksigen terlarut kerana nilainya semakin rendah apabila digunakan dalam tempoh yang lebih lama. Dapatan ini boleh dilihat melalui Graf oksigen terlarut melawan masa seperti yang ditunjukkan dalam rajah 4 di bawah.



Rajah 4 Graf oksigen terlarut melawan masa

Kandungan Oksigen Terlarut amat penting bagi pertumbuhan dan fungsi sel tanaman. Jika kandungan oksigen tidak mencukupi pada bahagian akar tanaman, tanaman tersebut berpotensi untuk mengalami hipoksi dan boleh menjurus kepada anoksi dan tanaman boleh mati (Brian, Putra, Rogomulyo, & Kastono, 2017). Kadar penurunan oksigen terlarut sampel air menggunakan saluran batu kapur ini menurun dari kadar 7.6mg/L kepada 3.4 mg/L. Walaupun, nilai oksigen terlarut masih dalam julat piawaian yang ditetapkan, iaitu antara 1-3mg/L, penurunan kandungan oksigen terlarut ini perlu diberi perhatian semasa menggunakan saluran batu kapur.

5.0 Cadangan dan kesimpulan

Hasil kajian yang diperolehi menunjukkan saluran batu kapur berkesan untuk memperbaiki nilai pH mengikut piawaian yang ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia. pH yang bersesuaian untuk pengairan tanaman amat penting bagi memastikan tanaman dapat hidup dan membesar dengan baik. Dengan penggunaan Saluran Batu Kapur, nilai pH sampel air yang diuji berubah dari keadaan berasid kepada keadaan neutral dimana nilai bacaan awal yang dicatatkan ialah 2.79 (bersifat asid) meningkat kepada 7.04, 7.27 dan 7.33 apabila melalui saluran batu kapur untuk tempoh 30 minit, 45 minit dan 60 minit. Nilai pH ini sesuai digunakan untuk pengairan tanaman kerana nilai yang diperolehi melebihi julat yang ditentukan oleh piawaian Indeks Kualiti Air iaiti melebihi nilai 5. Secara tidak langsung saluran batu kapur mampu memberikan hasil yang lumayan kepada pengusaha tanaman dengan pengawalan kualiti air yang digunakan. Walaupun begitu nilai kandungan oksigen dilihat terganggu dengan penggunaan saluran batu kapur ini. Sebagai cadangan untuk kajian akan datang boleh menentukan tempoh masa yang optimum untuk penggunaan saluran batu kapur bagi memperoleh nilai pH dan oksigen terlarut yang sesuai digunakan untuk pengairan. Lokasi penempatan saluran batu kapur di tapak tanaman juga boleh dikaji bagi mendapatkan keberkesanan penggunaan saluran batu kapur.

Rujukan

- Abdullah , M., & Saad, S. (2002). Impak Pembangunan Terhadap Kualiti Air di Hilir Sungai Kerian, Perak. *Seminar Kebangsaan Sains Teknologi dan Sains Sosial*, 1-10.
- Al-Badaii, F., Othman, M., & Gasim, M. (2013). Water Quality Assessment of the Semenyih River, selangor, Malaysia. *Journal of Chemistry*, 1-10.
- Aris, A., Mokhtar, N., & Muslim, R. (2007). Treatment of acidic water from Bekok River using open limestone channel. *Water Science & Technology: Water Supply Vol. 7*, 65-71.
- Brian , K., Putra, E., Rogomulyo, R., & Kastono, D. (2017). Pengaruh Pengayaan Oksigen dan Kalsium terhadap Pertumbuhan Akar dan Hasil Selada Keriting (*Lactuca sativa L.*) pada Hidroponik Rakit Apung. *Vegetalika*, (pp. 14-27).
- Cravotta , C., & Trahan, M. (1996). Limestone Drains to Increase pH and Remove Dissolved Metals from an Acidic Coal-Mine Discharge in Pennsylvania. *Journal American Society of Mining and Reclamation*.
- Daqiu Zhao, Z. H. (2013). Effects of pH in irrigation water on plant growth and flower quality in herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.). *Scientia Horticulturae*, 45-53.
- Hua, A. K. (2015). Kualiti Sumber Air di Malaysia : Satu Analisis. *Geografia Online Malaysia Journal of Society and Space*, (pp. 98-108). Malaysia.
- Jabatan Alam Sekitar Malaysia (2012) Malaysia Environmental Quality Report. Ministry of Natural Resources and Environment.
- Kementerian Tenaga, Sains, Teknologi, Alam Sekitar dan Perubahan Iklim Malaysia. (2019). Standard dan Indeks Kualiti Air Tanah Malaysia. Jabatan Alam Sekitar, (pp. 1-17). Malaysia.
- Standard Methods for the examination of Water and Wastewater (1999). *American Public Health Association/ American Water Work Association/ Water Environment Federation, Washington DC, USA*
- Suratman, S., Awang, M., Ling, L. A., & Mohd Tahir, N. (2009). Kajian Indeks Kualiti Air di Lembangan Sungai Paka, Terengganu. *Sains Malaysiana* (pp. 125-131). Bangi, Malaysia: journalarticle.ukm.my.