

Eichhornia Crassipes dan Pistia Stratiotes Sebagai Agen Fitoremediasi dalam Rawatan Air Sisa Kumbahan

Nur Natasha Zainal, Nurul Izzati Salim, Nur Aina Syafiqah Mohamad Zamri, Hazirah Bujang*

Jabatan Kejuruteraan Awam, Pusat Pengajian Diploma

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Hab Pengajian Tinggi Pagoh, 84600, Pagoh, Johor, MALAYSIA

*Pengarang Utama: hazirahb@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/mari.2025.06.04.005>

Maklumat Artikel

Diserah: 01 September 2025

Diterima: 15 Oktober 2025

Diterbitkan: 01 Disember 2025

Kata Kunci

Eichhornia Crassipes, Pistia Stratiotes, air sisa kumbahan, fitoremediasi

Abstrak

Bahan pencemar yang ada dalam ekosistem akuatik akan memberikan impak yang negatif kepada alam sekitar dan organisma akuatik. Eichhornia Crassipes dan Pistia Stratiotes merupakan antara spesies yang mempunyai kadar pertumbuhan yang cepat dan mempunyai kemampuan untuk menyerap nutrien sekali gus menjadikan ia sesuai digunakan untuk merawat air sisa kumbahan melalui kaedah bioteknologi iaitu fitoremediasi. Kajian ini akan dijalankan untuk menentukan kadar kualiti air sisa kumbahan sebelum dan selepas rawatan yang menggunakan kaedah fitoremediasi. Selain itu, antara objektif lain kajian ini juga adalah untuk menilai keberkesanan Eichhornia Crassipes dan Pistia Stratiotes sebagai agen fitoremediasi bagi rawatan air sisa kumbahan. Sampel tumbuhan akuatik yang digunakan adalah berbeza berat iaitu 0, 10, 20 dan 30 g diuji untuk rawatan tersebut. Di samping itu, berat tumbuhan paling maksimum akan diuji melalui nilai paling optimum dalam menyingkirkan pepejal terampai ada akhir kajian, tumbuhan Pistia Stratiotes dan Eichhornia Crassipes pada berat 30 g menunjukkan peratusan penyingkiran yang paling tinggi bagi jumlah pepejal terampai dan nitrogen ammonia dengan kadar yang lebih cepat berbanding 10 dan 20 g bagi kedua-dua tumbuhan tersebut. Melalui kajian ini, dapat dikenal pasti bahawa Pistia Stratiotes dapat merawat air dengan baik berbanding Eichhornia Crassipes serta menunjukkan peningkatan bacaan melalui analisis data. Akhir sekali, pencemaran air dapat dicegah dengan mengamalkan konsep kelestarian dengan penggunaan bahan bebas kimia yang dapat memenuhi keperluan dan aspirasi manusia.

Keywords

Eichhornia Crassipes, Pistia Stratiotes, sewage wastewater, phytoremediation

Abstract

Pollutants in aquatic ecosystems will have a negative impact on the environment and aquatic organisms. Eichhornia Crassipes and Pistia Stratiotes are among the species that have a fast growth rate and have the ability to absorb nutrients thus making them suitable for treating sewage wastewater through the biotechnology method of phytoremediation. This study will be conducted to determine the level of sewage wastewater quality before and after treatment using phytoremediation methods. In addition, among other objectives of this study is also to evaluate the effectiveness of Eichhornia Crassipes and Pistia Stratiotes as phytoremediation agents for sewage wastewater treatment. Aquatic plant samples used are of different weights ie 0, 10, 20 and 30 g tested for the treatment. In addition, the maximum plant weight will be tested through the most optimal value in removing suspended solids. At the end of the study, Pistia Stratiotes and Eichhornia Crassipes plants at a weight of 30 g show the highest percentage removal of total suspended solids and ammonia nitrogen at a faster rate compared to 10 and 20 g for both plants. Through this study, it can be identified that Pistia Stratiotes can treat water well compared to Eichhornia Crassipes and show an increase in readings through data analysis. Finally, water pollution can be prevented by practicing the concept of sustainability with the use of chemical-free materials that can meet human needs and aspirations.

1. Pendahuluan

Air adalah sumber semula jadi yang paling penting selain daripada udara dan logam berat untuk semua hidupan dan bukan hidupan [1]. Peningkatan populasi manusia yang sangat tinggi dan pembangunan ekonomi yang sungguh pesat telah mengakibatkan peningkatan bekalan air dan permintaan untuk keperluan hidup, perindustrian serta pertanian [2]. Walaubagaimanapun, dalam menghadapi pertumbuhan populasi dan ekonomi yang pesat, sumber air semakin terdedah kepada pencemaran dan penurunan kualiti. Pada masa kini, banyak kes pencemaran air berlaku disebabkan air sisa yang terhasil daripada aktiviti manusia.

Oleh itu, kita perlulah memastikan bekalan air yang selamat dan berkualiti dengan kaedah rawatan air yang penting iaitu kaedah fitoremediasi bagi menjadi keutamaan yang kritikal untuk kesejahteraan masyarakat. Fitoremediasi dianggap sebagai pendekatan yang cekap kerana ia merupakan kaedah penyelesaian yang mesra alam dan kos efektif untuk pemulihan dan pengurangan pemanasan global dengan menggunakan penyerapan karbon [3]. Hal ini memberikan kesan yang besar terhadap kesihatan manusia, tumbuhan-tumbuhan, haiwan-haiwan dan semua hidupan di atas bumi ini. Jelas sekali bahawa penurunan kapasiti produktif ekosistem tersebut mempunyai implikasi yang tidak sihat untuk pembangunan insan dan kesejahteraan semua spesies hidupan [4].

Di samping itu, teknologi hijau ini dapat digunakan sebagai keupayaan semula jadi tumbuhan untuk memecahkan, menyerap, memetabolismekan atau menyahtoksik bahan pencemar yang terdapat dalam air sisa. Teknologi ini adalah teknologi yang baik dan beberapa kajian yang telah dijalankan membuktikan bahawa ia adalah kaedah yang berkesan untuk merawat air sisa [5]. Rawatan fitoremediasi ini menggunakan tumbuhan akuatik berupaya daripada segi biologinya untuk menyerap logam berat dan nutrien yang terdapat dalam air sisa serta memperbaiki tahap kualiti air [6]. Terdapat banyak tumbuhan yang boleh dijadikan sebagai agen fitoremediasi seperti *Salvinia molesta*, *Pistia stratiotes*, *Azolla pinnata* dan *Hydrilla verticillate* [7]. Tumbuhan yang dipilih untuk kajian kes ini ialah *Eichhornia Crassipes* dan *Pistia Stratiotes*.

Kajian ini bertujuan untuk mengukur parameter Jumlah Pepejal Terampai dan Nitrogen Ammonia dalam 4 keadaan yang berbeza jisim bagi tumbuhan *Eichhornia Crassipes* dan *Pistia Stratiotes*. Nitrogen Ammonia merupakan sejenis bahan pencemar kimia yang kerap terdapat dalam air sisa. Ia terhasil daripada pelbagai aktiviti manusia seperti pertanian, pengeluaran industri dan sistem pembuangan kumbahan. Selain itu, kehadirannya dalam air boleh menyebabkan masalah kesihatan dan alam sekitar. Nitrogen Ammonia adalah sumber nutrien bagi tumbuhan dan alga yang boleh menyebabkan pertumbuhan berlebihan alga dalam persekitaran akuatik, menyebabkan eutrofikasi. Eutrofikasi boleh mengurangkan oksigen terlarut dalam air, menyebabkan kematian ikan dan gangguan kepada ekosistem akuatik. Oleh itu, kawalan dan pengurangan kandungan Nitrogen Ammonia dalam air adalah penting untuk memastikan kualiti air yang baik dan keselamatan hidupan akuatik. Ini boleh membawa kepada penurunan kualiti air, mempengaruhi hidupan akuatik dan mengganggu kehidupan akuatik dan persekitaran air tawar. Selain itu, Jumlah Pepejal Terampai yang tinggi juga boleh meningkatkan keperluan pengolahan air sebelum ia boleh digunakan untuk tujuan domestik ataupun industri. Oleh itu, mengawal dan

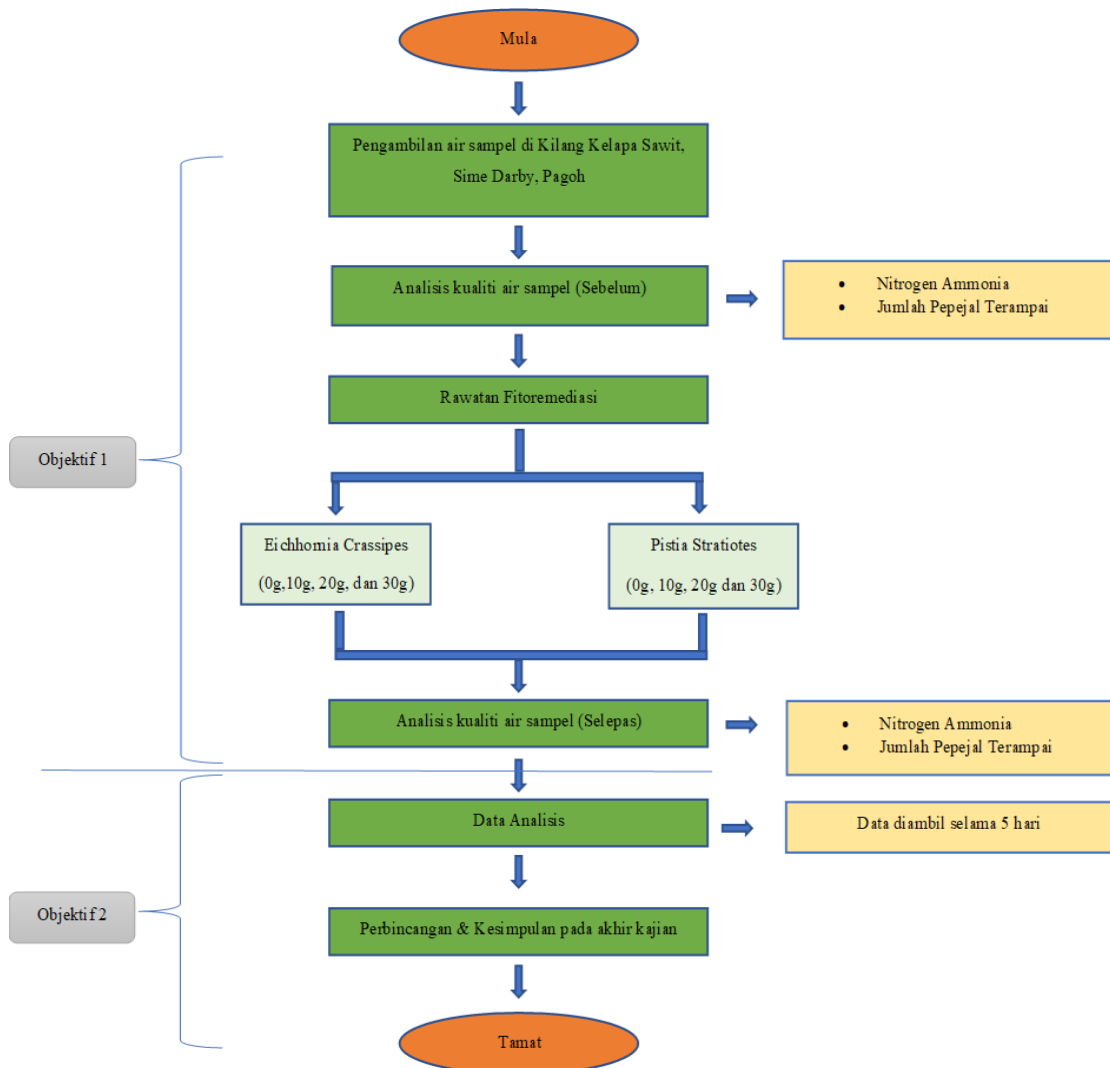
mengurangkan Jumlah Pepejal Terampai dalam air adalah penting untuk memastikan kualiti air yang baik dan kelestarian alam sekitar. Kesimpulannya, tujuan kajian ini dilakukan adalah untuk menilai keberkesanan *Eichhornia Crassipes* dan *Pistia Stratiotes* sebagai agen fitoremediasi bagi rawatan air sisa kumbahan [8].

2. Bahan dan Kaedah

Bahagian bahan dan kaedah atau dikenali sebagai metodologi merupakan salah satu perincian yang menerangkan tentang proses sebelum dan selepas, yang melibatkan air sampel yang diambil dari Kilang Kelapa Sawit, Sime Darby, Pagoh. Bahagian ini akan menerangkan dengan lebih mendalam tentang proses-proses yang akan dijalankan. Selain itu, bahagian ini bertujuan untuk menunjukkan kebolehkesanan kaedah fitoremediasi yang digunakan dalam ujian yang dijalankan.

2.1 Bahan

Dalam bahagian ini, bahan yang dipilih untuk digunakan bagi menjalankan ujian terhadap air sampel mestilah sesuai dan berkaitan dengan ujian yang dijalankan. Dalam ujian ini, antara bahan yang digunakan adalah tumbuhan *Eichhornia Crassipes* dan *Pistia Stratiotes* bagi melihat kebolehkesannya untuk merawat air sisa kumbahan yang diambil dari Kilang Kelapa Sawit, Sime Darby. Rajah 1 menggambarkan carta alir kajian yang dikaji.



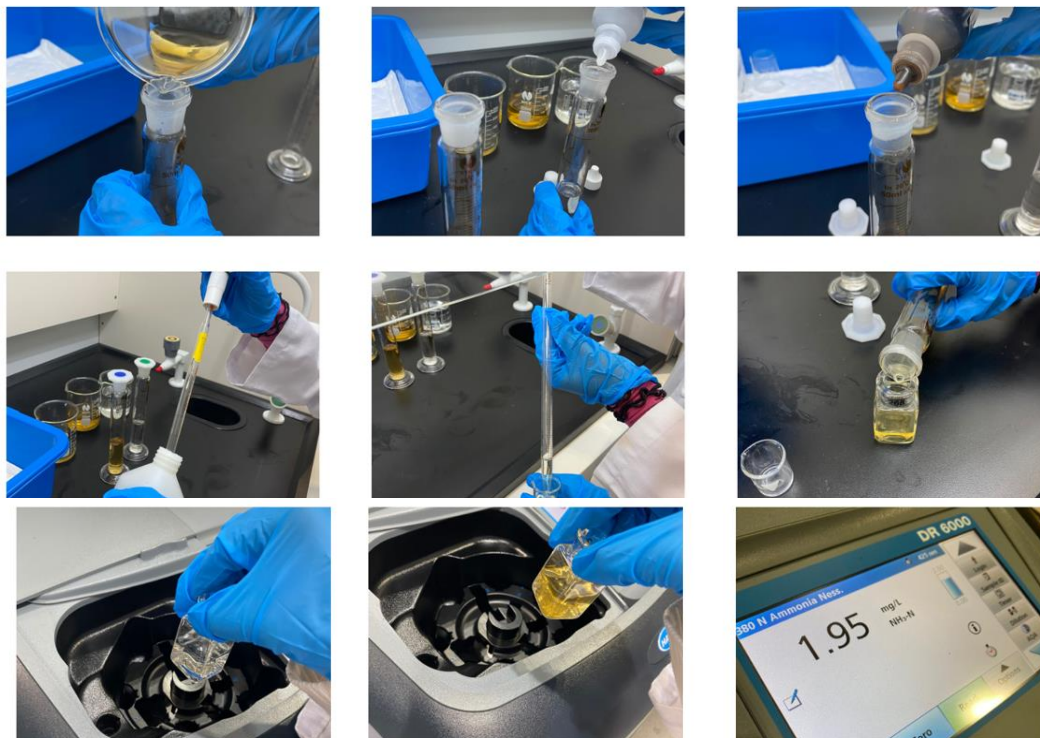
Rajah 1 Carta Alir Kajian Penyelidikan

2.2 Kaedah

Kaedah fitoremediasi adalah satu teknik rawatan air yang menggunakan tumbuhan untuk menyingkirkan bahan pencemar dari air sisa kumbahan. Tumbuhan seperti *Eichhornia Crassipes* dan *Pistia Stratiotes* digunakan kerana kemampuannya menyerap nutrien dengan cepat dan mengurangkan penggunaan bahan kimia yang berbahaya. Kaedah ini bukan sahaja membantu memulihkan kualiti air secara semulajadi tetapi juga menyokong konsep kelestarian untuk memenuhi keperluan dan aspirasi manusia. Pengurusan yang efektif dan penggunaan kaedah fitoremediasi adalah penting untuk menangani masalah kekurangan air bersih dan pencemaran air yang semakin kritikal.

2.2.1 Nitrogen Ammonia

Ujian penentuan jumlah Nitrogen Ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) dengan menggunakan kaedah *Nessler Method* dalam sampel air dan melibatkan beberapa Langkah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2 di bawah. Pertama, sampel air dan air ternyahion dimasukkan ke dalam silinder pembancuh. Kemudian, Mineral Stabilizer dan Agen Penyerakan Alkohol Polivinil ditambahkan ke dalam setiap silinder. Reagen Nessler kemudian dimasukkan ke dalam setiap silinder, diikuti dengan pencampuran. Selepas satu minit, sel kosong dikosongkan dan di-zero. Sampel air kemudian dimasukkan ke dalam sel sampel untuk pengukuran. Hasilnya ditunjukkan dalam $\text{mg/L NH}_3\text{-N}$. Tiga bacaan akan diambil dan purata bacaan akan direkodkan. Hasil data Nitrogen Ammonia pada hari kelima akan dibahagikan dengan bacaan awal dan di darabkan dengan 100% untuk memperolehi peratusan penurunan setiap gram tumbuhan fitoremediasi bagi setiap sampel.

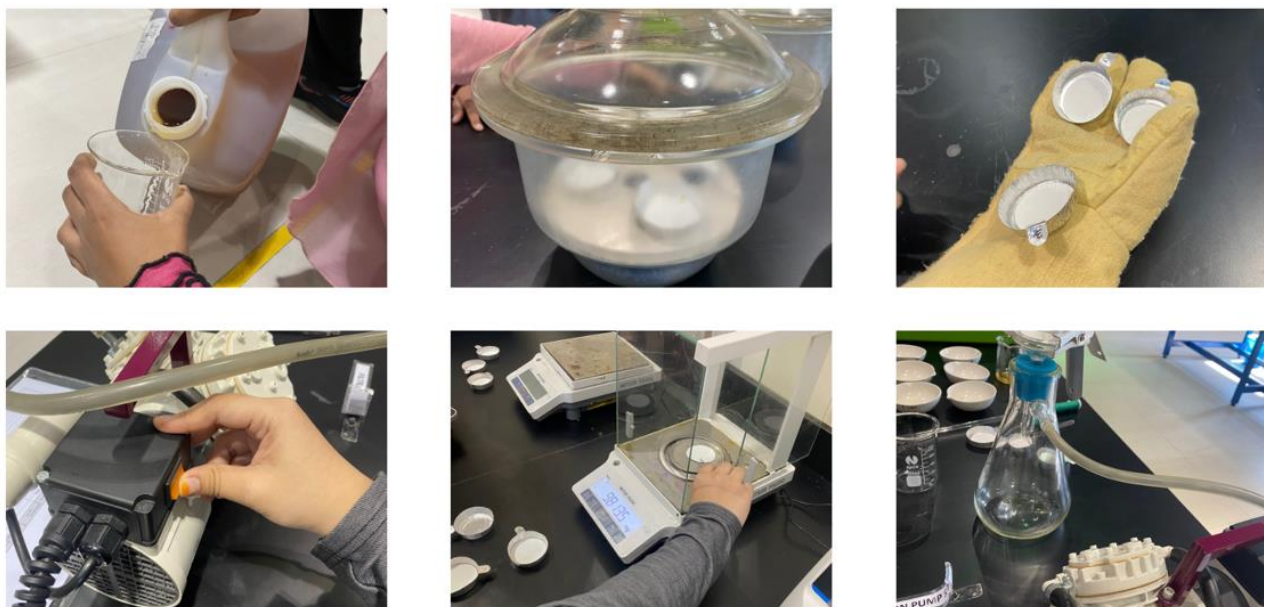


Rajah 2 Prosedur ujikaji Nitrogen Ammonia

2.2.2 Jumlah Pepejal Terampai

Ujian jumlah pepejal terampai dilakukan dengan langkah-langkah yang terperinci seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3 di bawah. Pertama, kertas turas diletakkan dalam desikator untuk menyerap lembapan. Kemudian, timbang dan bacaan direkod. Seterusnya, cakera penapis diletakkan pada tapak dan disekat pada corong untuk mengalirkan sampel air. Pam vakum dihidupkan untuk menyingkirkan kesan air, sementara kertas turas dikeringkan dalam ketuhar pengeringan pada suhu 103 hingga 105°C selama 1 jam. Setelah itu, kertas turas dikeluarkan, disejukkan dalam desikator, dan ditimbang semula untuk mengira berat pepejal. Jumlah Pepejal Terampai adalah ukuran bagi jumlah bahan padat yang terapung dalam air dan tidak larut secara menyeluruh. Jumlah Pepejal Terampai dihitung dengan menolak berat penapis selepas penapisan dengan berat sebelum

penapisan dan hasilnya dibahagikan dengan isipadu sampel air. Tiga data akan dikira bagi setiap sampel seterusnya purata data akan direkodkan. Data Jumlah Pepejal Terampai hari kelima dibahagi dengan bacaan awal dan hasilnya didarab dengan 100% untuk mendapatkan peratusan penurunan setiap gram tumbuhan fitoremediasi bagi setiap sampel. Bahan-bahan ini boleh termasuk debu, tanah, lumpur, sisa organik, dan bahan-bahan buangan industri. Kekurangan Jumlah Pepejal Terampai dalam air boleh menyebabkan kekeruhan air, menghalang sinar matahari daripada menembusi air dan mengganggu proses fotosintesis tumbuhan akuatik.



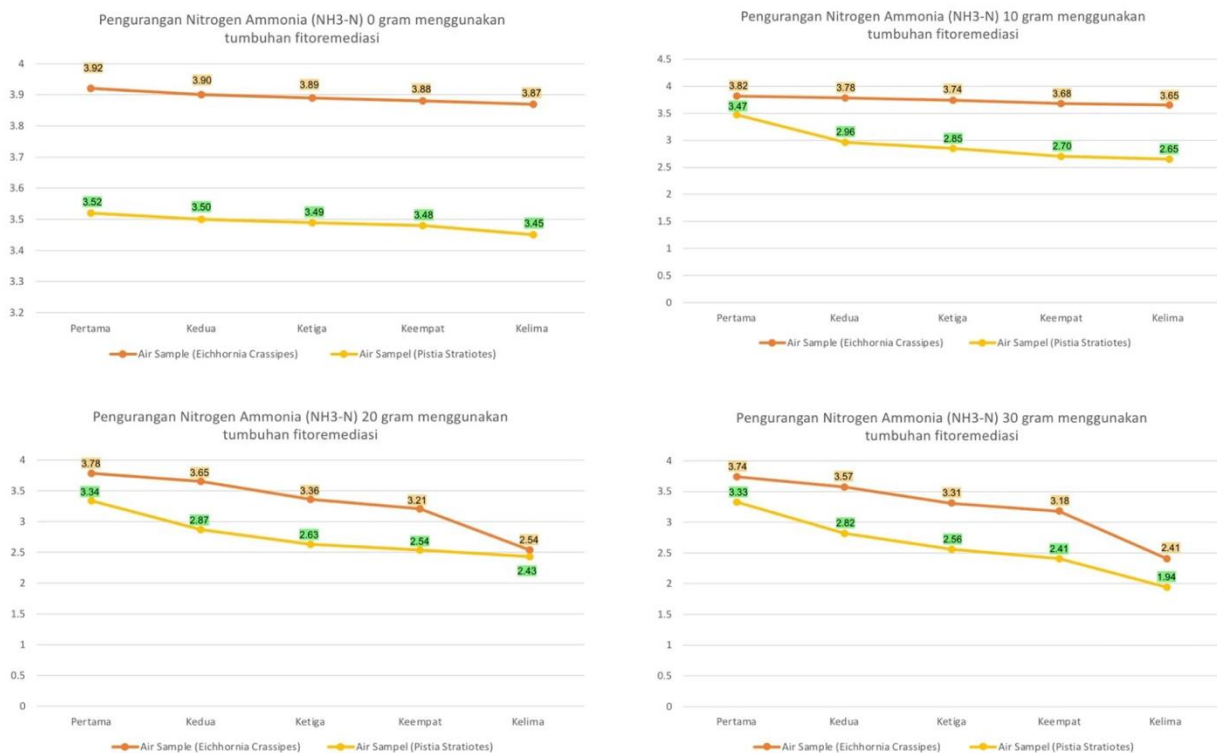
Rajah 3 Prosedur ujikaji Jumlah Pepejal Terampai

3. Hasil Dapatan dan Perbincangan

Dalam bab ini, akan dibincangkan hasil kajian yang telah dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan sampel air sisa dari Kilang Kelapa Sawit (KKS) Sime Darby Pagoh. Tujuan melakukan eksperimen ini adalah untuk menentukan kualiti air sisa dan juga untuk menentukan kecekapan dan prestasi *Eichhornia Crassipes* dan *Pistia Stratiotes* sebagai agen fitoremediasi. Terdapat dua parameter yang telah diuji iaitu Nitrogen Ammonia dan Jumlah Pepejal Terampai. Dari data tersebut, graf telah digariskan dengan menggunakan program Microsoft Excel bagi memudahkan penganalisan data bahagian hasil dapatan dengan mencorakkan penurunan setiap bacaan bagi berat yang diuji. Perbincangan dalam kajian merupakan titik tolak penting bagi menerangkan hasil dapatan kajian serta menganalisis implikasinya. Dalam hasil perbincangan, data yang diperolehi daripada eksperimen atau kajian termasuklah angka-angka, graf dan hasil-hasil analisis statistik. Selain itu, perbincangan pula merupakan bahagian di mana memberikan tafsiran dan penjelasan yang lebih mendalam terhadap hasil dapatan tersebut. Selain itu, dalam hasil dapatan dan perbincangan akan membincangkan implikasi hasil kajian terhadap teori-teori sedia ada, mencari sebab-sebab di sebaliknya hasil yang diperolehi, serta menyentuh soal kepentingan hasil-hasil tersebut kepada bidang penyelidikan. Bagi menyampaikan hasil dapatan dan perbincangan dengan lebih tepat dan mendalam perlulah merangkumi analisis yang teliti dan menyeluruh serta mengaitkan temuan-temuan dengan konteks penyelidikan secara terperinci.

3.1 Nitrogen Ammonia

Rajah 4 menunjukkan kadar pengurangan Nitrogen Ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) 0, 10, 20 dan 30 gram menggunakan tumbuhan fitoremediasi iaitu *Eichhornia Crassipes* dan *Pistia Stratiotes*. Rajah 4 menunjukkan penurunan data yang diringkaskan menggunakan graf. Secara keseleruhannya, data dikenalpasti melalui perbezaan peratusan pengurangan yang diambil bagi setiap berat bagi kedua-dua tumbuhan selama tempoh 5 hari. Peratusan pengurangan Nitrogen Ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) bagi 0 gram untuk tumbuhan *Eichhornia Crassipes* ialah sebanyak 3.25% manakala bagi tumbuhan *Pistia Stratiotes* ialah sebanyak 4.17%. Selain itu, peratusan pengurangan Nitrogen Ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) bagi 10 gram untuk tumbuhan *Eichhornia Crassipes* ialah sebanyak 8.75% manakala bagi tumbuhan *Pistia Stratiotes* ialah sebanyak 26.39%. Seterusnya, peratusan pengurangan Nitrogen Ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) bagi 20 gram pula ialah untuk tumbuhan *Eichhornia Crassipes* ialah sebanyak 36.5 % manakala bagi tumbuhan *Pistia Stratiotes* ialah sebanyak 32.5%. Di samping itu, peratusan pengurangan Nitrogen Ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) bagi 30 gram untuk tumbuhan *Eichhornia Crassipes* ialah sebanyak 39.75 % manakala bagi tumbuhan *Pistia Stratiotes* ialah sebanyak 46.11%. Oleh itu, peratusan data yang diperoleh ini menunjukkan kadar penurunan yang ketara bagi setiap jisim. Akhir sekali, data yang direkodkan telah menunjukkan bahawa peratusan pengurangan yang tertinggi Nitrogen Ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) ialah bagi berat 30 gram bagi kedua-dua tumbuhan tersebut dan tumbuhan *Pistia Stratiotes* juga merukan tumbuhan yang lebih baik daripada kebanyakan tumbuhan lain dalam kecekapan penyingkiran nutrien. Hal ini dapat disimpulkan dengan, semakin bertambah berat tumbuhan fitoremediasi yang digunakan terhadap air sampel, semakin berkurang bacaan akhir Nitrogen Ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$).

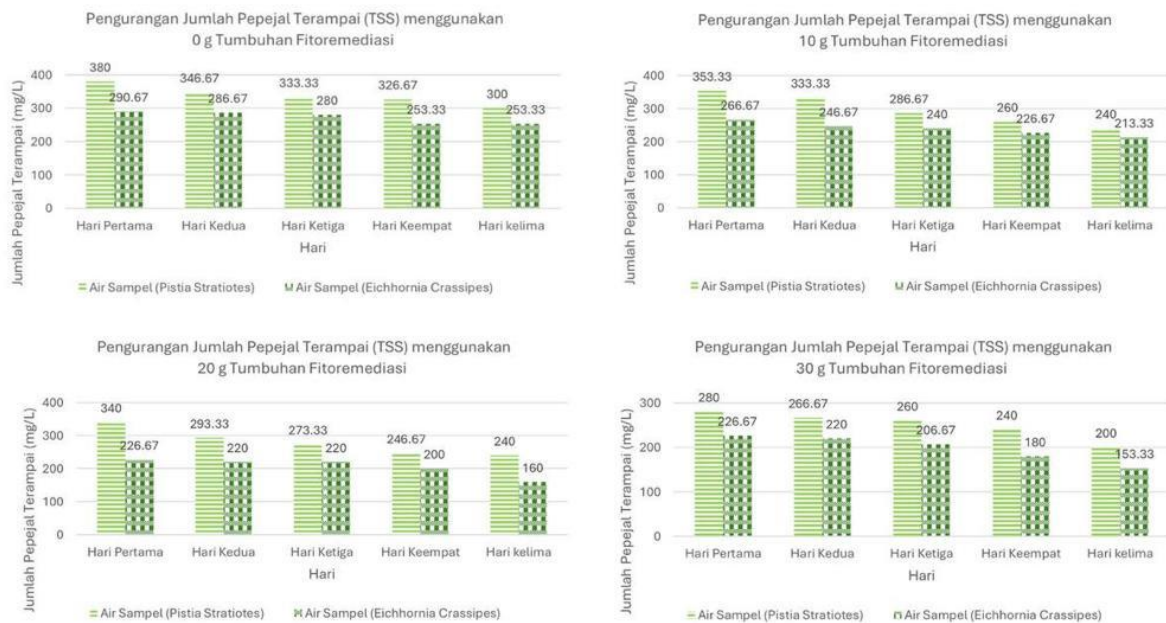


Rajah 4 Pengurangan Nitrogen Ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) 0, 10, 20, 30 -gram menggunakan tumbuhan fitoremediasi

3.2 Jumlah Pepejal Terampai

Rajah 5 menunjukkan kadar pengurangan jumlah pepejal terampai (TSS) bagi 0, 10, 20 dan 30 gram menggunakan tumbuhan fitoremediasi iaitu *Eichhornia Crassipes* dan *Pistia Stratiotes*. Rajah 5 menunjukkan penurunan data yang diringkaskan menggunakan carta bar. Secara keseleruhannya, data dikenalpasti melalui perbezaan peratusan pengurangan yang diambil bagi setiap berat bagi kedua-dua tumbuhan selama tempoh 5 hari. Peratusan pengurangan jumlah pepejal terampai (TSS) bagi 0 gram tumbuhan *Eichhornia Crassipes* ialah 22.45% manakala bagi tumbuhan *Pistia Stratiotes* pula ialah 31.08%. Selain itu, peratusan pengurangan jumlah pepejal

terampai (TSS) bagi 10 gram tumbuhan *Eichhornia Crassipes* ialah 34.70% manakala bagi tumbuhan *Pistia Stratiotes* pula ialah 51.35%. Seterusnya, peratusan pengurangan jumlah pepejal terampai (TSS) bagi 20 gram tumbuhan *Eichhornia Crassipes* pula ialah 51% manakala bagi tumbuhan *Pistia Stratiotes* pula ialah 51.35%. Di samping itu, peratusan pengurangan jumlah pepejal terampai (TSS) bagi 30 gram tumbuhan *Eichhornia Crassipes* ialah 53.06% manakala bagi tumbuhan *Pistia Stratiotes* pula ialah 59.46%. Akhir sekali, data yang direkodkan telah menunjukkan bahawa peratusan pengurangan yang tertinggi jumlah pepejal terampai (TSS) ialah bagi berat 30 gram bagi kedua-dua tumbuhan tersebut dan keputusan ini juga disokong oleh kajian lepas yang menunjukkan bahawa *Pistia stratiotes* dapat meningkatkan kejernihan air dengan memerangkap pepejal terampai dalam akar [10]. Hal ini dapat disimpulkan dengan, semakin bertambah berat tumbuhan fitoremediasi yang digunakan terhadap air sampel, semakin berkurang bacaan akhir bagi jumlah pepejal terampai (TSS).



Rajah 5 Pengurangan Jumlah Pepejal Terampai menggunakan 0,10, 20 & 30 g tumbuhan fitoremediasi

Kesimpulan

Kesimpulan kajian terhadap Nitrogen Ammonia dan Jumlah Pepejal Terampai menunjukkan kepentingan pengukuran kedua-dua parameter ini dalam menilai kualiti air. Kandungan nitrogen ammonia memberi gambaran terhadap tahap pencemaran air dan kesihatan ekosistem akuatik, sementara jumlah pepejal terampai memberikan petunjuk kepada pencemaran fizikal air. Dengan memantau dan mengukur kedua-dua parameter ini, kita dapat menilai kesan pencemaran terhadap persekitaran air dan mengambil langkah-langkah pemulihan yang sesuai, menjaga kelestarian sumber air dan kesihatan ekosistem akuatik.

Penghargaan

Penyelidikan ini disokong oleh Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM) melalui Tahap 1 (vot Q863).

Konflik Kepentingan

Penulis mengisytiharkan bahawa tiada percanggahan kepentingan mengenai penerbitan kertas itu.

Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas kerja seperti berikut: **konsep dan reka bentuk kajian, pengumpulan data, draf manuskrip, penyediaan draf manuskrip:** Nur Natasha, Nurul Izzati, Nur Aina Syafiqah, Hazirah Bujang. Semua pengarang menyemak keputusan dan meluluskan versi akhir manuskrip.

Rujukan

- [1] A. S. I. Syaiffudin and M. E. Toriman, "Penilaian indeks kualiti air Alur Ilmu UKM, Sub Lembangan Sungai Langat (Assessment of water quality index at Alur Ilmu, UKM Sub-Cathment of Langat River)," *Geografia*, vol. 16, no. 1, 2020.
- [2] M. M. Hanafiah, N. H. S. M. Mohamad, and N. I. H. A. Aziz, "Salvinia molesta dan Pistia stratiotes sebagai agen fitoremediasi dalam rawatan air sisa kumbahan," *Sains Malaysian*, vol. 47, no. 8, pp. 1625-1634, 2018.
- [3] A. Mojiri, J. L. Zhou, H. Ratnaweera, A. Ohashi, N. Ozaki, T. Kindaichi and H. Asakura, "Treatment of landfill leachate with different techniques: an overview," *Water Reuse*, vol. 11, no. 1, pp. 66-96, 2021.
- [4] N. Ma'arof, and A. K. Hua, "Kualiti Air Sungai UTM : Satu penilaian awal berpandukan enam parameter Indeks Kualiti Air (Water quality of UTM River: A preliminary assessment based on six parameters of Water Quality Index)," *Geografia*, vol. 11, no. 1, 2015.
- [5] S. Rezania, M. Ponraj, A. Talaiekhosani, S. E. Mohamad, M. F. M. Din, S. M. Taib, and F. M. Sairan, "Perspectives of phytoremediation using water hyacinth for removal of heavy metals, organic and inorganic pollutants in wastewater," *Journal of environmental management*, vol. 163, pp. 125-133, 2015.
- [6] N. B. Baharim, Z. Yusop, I. Yusoff, W. Z. W. M. Tahir, M. Askari, Z. Othman, and M. Z. Abidin, "The relationship between heavy metals and trophic properties in Sembrong Lake, Johor," *Sains Malaysiana*, vol. 45, no. 1, pp. 43-53, 2016.
- [7] Y.S. Ng, and D.J.C. Chan, "Wastewater phytoremediation by *Salvinia molesta*," *Journal of Water Process Engineering*, vol. 15, no. 107-115, 2016.
- [8] J. Jubaidi, I. Maulana, and A. I. Saputra, "Fitoremediasi Cod Dan Tss Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipess*) Dan Kiambang (*Salvinia Molesta*) Pada Limbah Laundry," *Jurnal Sanitasi Profesional Indonesia*, vol. 3, no. 2, pp. 63-71, 2022.
- [9] Q. Lu, Z. L. He, D. A. Graetz, P. J. Stoffella, and X. Yang, "Phytoremediation to remove nutrients and improve eutrophic stormwaters using water lettuce (*Pistia stratiotes* L.)," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 17, pp. 84-96, 2010.
- [10] T. Fonkou, P. Agendia, I. Kengne, A. Akoa, and J. Nya, "Potentials of water lettuce (*Pistia stratiotes*) in domestic sewage treatment with macrophytic lagoon systems in Cameroon," In *Proceedings of International Symposium on Environmental Pollution Control and Waste management*, pp. 709-714, January 2002.