



**EFEKTIVITAS FITOREMEDIASI TUMBUHAN SEMANGGI (*Marsilea crenata*)
DAN PAKIS LIDAH KOLAM (*Microsorium pteropus*) SEBAGAI PENGENDALIAN
PARTIKEL AIR LIMBAH TINJA DI IPLT SUPIT URANG KOTA MALANG**

SKRIPSI

Oleh:

DIYAH WARDA ZAKIA

21901061025



PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

TAHUN 2023



**EFEKTIVITAS FITOREMEDIASI TUMBUHAN SEMANGGI (*Marsilea crenata*)
DAN PAKIS LIDAH KOLAM (*Microsorium pteropus*) SEBAGAI PENGENDALIAN
PARTIKEL AIR LIMBAH TINJA DI IPLT SUPIT URANG KOTA MALANG**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana, (S-1)
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam
Malang**

Oleh:

DIYAH WARDA ZAKIA

21901061025



PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

TAHUN 2023

ABSTRAK

Diyah Warda Zakia. NPM. 21901061025. Efektivitas Fitoremediasi Tumbuhan Semanggi Air (*Marsilea crenata*) dan Pakis Lidah Kolam (*Microsorium pteropus*) Sebagai Pengendalian Partikel Air Limbah Tinja di IPLT Supit Urang Kota Malang

Dosen Pembimbing I : Hamdani Dwi Praseytyo, S.Si., M.Si

Dosen Pembimbing II : Dr. Husain Latuconsina, S.Pi., M.Si

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) merupakan sistem pengolahan air limbah setempat. Salah satu proses pengolahan air limbah tinja di IPLT Supit Urang menggunakan fitoremediasi. Penggunaan tumbuhan semanggi (*Marsilea crenata*) dan Pakis Lidah Kolam (*Microsorium pteropus*) sebagai agen fitoremediasi banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu yang mampu mereduksi beberapa air limbah tercemar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas tumbuhan Semanggi (*Marsilea crenata*) dan pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*) dalam mengendalikan partikel dalam proses pengolahan limbah yang lebih efisien di IPLT Supit Urang. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 4 perlakuan dengan 3 kali pengulangan dan diamati sebanyak 5 kali dalam waktu 5 minggu. Analisis statistik untuk mengetahui kemampuan setiap perlakuan dalam mengendalikan partikel air limbah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil nilai di setiap parameter dan perlakuannya. Tumbuhan semanggi dan pakis lidah mampu menurunkan kadar pencemar pada air limbah, tetapi tumbuhan pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*) lebih mampu menurunkan kadar pencemar. Waktu yang paling efektif dalam menurunkan kadar pencemar yaitu hari ke 7.

Kata kunci : Fitoremediasi, IPLT Supit Urang, Pakis Lidah Kolam (*Microsorium pteropus*), Semanggi air (*Marsilea crenata*)

ABSTRACT

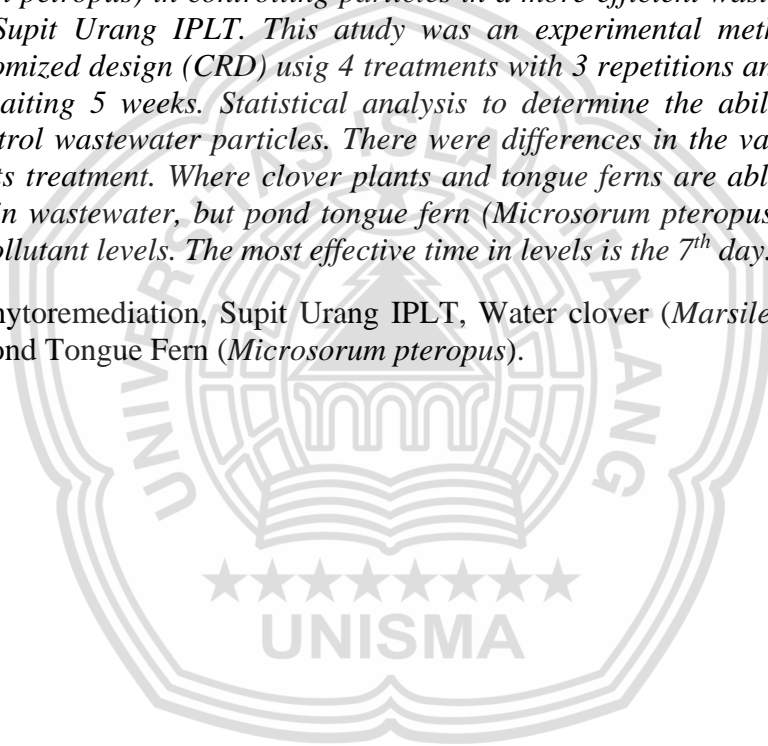
Diyah Warda Zakia. NPM. 21901061025. Effectiveness of Phytoremediation of Water Clover (*Marsilea crenata*) and Java Fern (*Microsorium pteropus*) as Control of Fecal Wastewater Particles at IPLT Supit Urang Malang City.

Supervisor I : Hamdani Dwi Prasetyo, S.Si., M.Si

Supervisor II : Dr Husain Latuconsina, S.Pi., M.Si

*The Fecal Sludge Treatment Plant (IPLT) is a local wastewater treatment system. One of the fecal wastewater treatment processes at IPLT Supit Urang uses phytoremediation. The use of clover plants (*Marsilea crenata*) and Pond Tongue Fern (*Microsorium pteropus*) as phytoremediation agents has been carried out by many previous studies which have been able to reduce some polluted wastewater. This study aims to determine the effectiveness of Cloverling (*Marsilea crenata*) and pond tongue fern (*Microsorium petropus*) in controlling particles in a more efficient waste treatment process at the Supit Urang IPLT. This atudy was an experimental method with a completely randomized design (CRD) usig 4 treatments with 3 repetitions and observed 5 times while waiting 5 weeks. Statistical analysis to determine the ability of each treatment to control wastewater particles. There were differences in the value of each parameter and its treatment. Where clover plants and tongue ferns are able to reduce pollutant levels in wastewater, but pond tongue fern (*Microsorium pteropus*) are more able to reduce pollutant levels. The most effective time in levels is the 7th day.*

Keywords : Phytoremediation, Supit Urang IPLT, Water clover (*Marsilea crenata*), Pond Tongue Fern (*Microsorium pteropus*).



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) merupakan sistem pengolahan air limbah setempat, sistem yang berkembang untuk menggantikan pendekatan sistem terpusat. IPLT adalah Instalasi pengolahan air limbah yang dirancang hanya mengolah lumpur tinja dari penduduk setempat yang diangkut dengan truk penyedot tinja (Wati, 2021). Penyedotan lumpur tinja disedot menggunakan tangki septik Warga dan IPAL Komunal yang dibawa menggunakan truk tinja yang nantinya akan masuk ke dalam Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04 Tahun 2017), pengolahan air limbah dibagi menjadi 2 sistem, yaitu sistem pengolahan air limbah domestik setempat dan sistem pengolahan air limbah domestik terpusat. IPLT Supit Urang Kota Malang adalah Instalasi Pengelolaan air limbah domestik setempat.

Berdasarkan Survei Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Supit Urang Kota Malang memiliki unit-unit yang beroperasi diantaranya yaitu, bak pengering lumpur, kolam pengumpul, kolam fakultatif, kolam *wetland*, hingga bak klorin. Hasil pengolahan IPLT Supit Urang dibuang ke badan air yaitu sungai brantas. Pada kolam *wetland* air limbah mengalami proses penyaringan dari beberapa kolam sebelumnya, yaitu kolam anaerobik, kolam fakultatif 1, kolam fakultatif 2, kolam fakultatif 3, kolam fakultatif 4, kolam fakultatif 5, kolam fakultatif 6, dan kolam maturasi sehingga air pada kolam *wetland* memiliki karakteristik warna yang bening dan tidak berbau (Rahmadani, 2022). Pada kolam *wetland* di tanam tumbuhan Bunga Tasbih (*Canna indica*) yang di mampu meremediasi zat-zat organik pada limbah sehingga mempercepat proses pengolahan atau disebut fitoremediasi. Fitoremediasi adalah teknik alternatif yang memanfaatkan kemampuan tumbuhan hidup untuk mengurangi volume, mobilitas, atau toksisitas kontaminasi dalam tanah, air atau media terkontaminasi lainnya (Sukono, dkk. 2020). Fitoremediasi menggunakan tanaman membantu membersihkan berbagai jenis polusi termasuk logam, pestisida, bahan peledak, dan minyak, dan tanaman dapat membantu mencegah angin, hujan, tanah, dan air membawa polutan dari lokasi ke area lain (Antonia, *et al.* 2017).

Sangat banyak macam tumbuhan terutama tumbuhan air digunakan sebagai agen fitoremediasi untuk menurunkan kadar pencemar air limbah. Seperti eceng gondok dan

lembang sebagai penanganan air limbah laboratorium pada penelitian Novita dkk (2020) menunjukkan bahwa penanganan 2 tanaman ini efisien mereduksi polutan. Kemudian terdapat tumbuhan Kiapu pada penelitian Cahyanto dkk. (2018) yang menunjukkan hasil tumbuhan tersebut memiliki nilai efektif yang tinggi untuk menurunkan kandungan Cr dalam air limbah pencelupan batik. Tumbuhan kangkung air mampu menurunkan kadar timbal (Pb) pada air limbah batik. Tanaman kiambang air juga mampu mereduksi berat Cu logam pada air limbah industri pada penelitian Baroroh dkk. (2018) tumbuhan air lainnya sangat banyak dimanfaatkan untuk mereduksi air limbah air limbah lainnya

Penggunaan tumbuhan semanggi air sebagai agen fitoremediasi banyak dilakukan oleh penelitian penelitian terdahulu. Tumbuhan semanggi air (*Marsilea crenata*) mampu menyerap LAS detergen yang terdapat pada penelitian (Rulitasari, dkk, 2020) yang dimana LAS detergen merupakan polutan terbesar di perairan yang menyebabkan rendahnya ketersediaan oksigen terlarut dalam perairan. Efektivitas semanggi air dalam menurunkan kadar TSS air limbah tahu juga ditunjukkan pada penelitian (Musapana dkk 2020) yang dimana limbah cair tahu mengandung zat organik yang dapat menyebabkan pesatnya pertumbuhan mikroba di perairan. Umumnya tumbuhan air yang mampu mengakumulasi logam-logam berat yang telah disebutkan di atas maupun zat organik dengan cara menyimpan pada bagian organ tertentu pada tanaman akan berpotensi sebagai agen fitoremediasi. Penelitian (Lan, 2019) menyatakan tumbuhan pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*) mampu mentolerir 500 mM Cd (Kadmium) dalam larutan tanpa mempengaruhi pertumbuhan pakis lidah kolam dan dapat mengakumulasi lebih dari 100 mg/kg Cd (Kadmium) pada jaringan, kadmium atau Cd ini adalah satu logam berat yang terdapat pada perairan. Hal ini menunjukkan tumbuhan ini berpotensi besar sebagai akumulator.

Lumpur tinja merupakan sumber pencemar yang terdiri dari padatan terlarut dalam air dan sebagian besar mengandung material organik dan logam berat, sehingga sangat beresiko mencemari air tanah apabila langsung dibuang tanpa adanya pengolahan, salah satunya dengan fitoremediasi, fitoremediator yang digunakan di kolam *wetland* IPLT Supit Urang adalah Bunga Tasbih (*Canna indica*) dengan waktu pemisahan kurang lebih 14 hari untuk layak dibuang di badan air sungai Brantas. Permasalahan yang dihadapi oleh IPLT Supit Urang secara umum bermasalah pada aspek waktu pengolahan lumpur tinja.

IPLT Supit Urang belum pernah memanfaatkan tumbuhan Semanggi air (*Marsilea crenata*) dan Pakis Lidah Kolam (*Microsorium pteropus*), sehingga penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui efektivitas tumbuhan Semanggi (*Marsilea crenata*) dan pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*) dalam mengendalikan partikel dalam proses pengolahan limbah yang lebih efisien di IPLT Supit Urang.

1.2 Rumusan Masalah

Terdapat beberapa rumusan masalah dalam penelitian sebagai berikut:

1. Apakah tumbuhan Semanggi (*Marsilea crenata*), Pakis Lidah Kolam (*Microsorium pteropus*) dan kombinasi keduanya efektif dalam menurunkan kadar pencemar pada air limbah tinja di IPLT Supit Urang?
2. Apakah ada perbedaan efektivitas dari tumbuhan Semanggi (*Marsilea crenata*), tumbuhan Pakis Lidah Kolam (*Microsorium pteropus*), dan kombinasi keduanya dalam mengendalikan partikel pada air limbah tinja di IPLT Supit Urang?
3. Berapa lama waktu paling efektif bagi tumbuhan Semanggi (*Marsilea crenata*), Pakis Lidah Kolam (*Microsorium pteropus*), dan kombinasi keduanya dalam menurunkan kadar pencemar pada air limbah tinja di IPLT Supit Urang?

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka terdapat beberapa tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menguji Keefektifan tumbuhan Semanggi (*Marsilea crenata*), Pakis Lidah Kolam (*Microsorium pteropus*), dan kombinasi keduanya dalam menurunkan kadar pencemar pada air limbah tinja di IPLT Supit Urang
2. Membandingkan efektivitas tumbuhan semanggi (*Marsilea crenata*), Pakis Lidah Kolam (*Microsorium pteropus*), dan kombinasi keduanya dalam mengendalikan partikel air limbah tinja di IPLT Supit Urang
3. Mengestimasi durasi waktu yang paling efektif dari proses fitoremediasi oleh tumbuhan Semanggi (*Marsilea crenata*), Pakis Lidah Kolam (*Microsorium pteropus*) dan kombinasi keduanya dalam menurunkan kadar pencemar pada air limbah tinja di IPLT Supit Urang.

1.4 Batasan Masalah

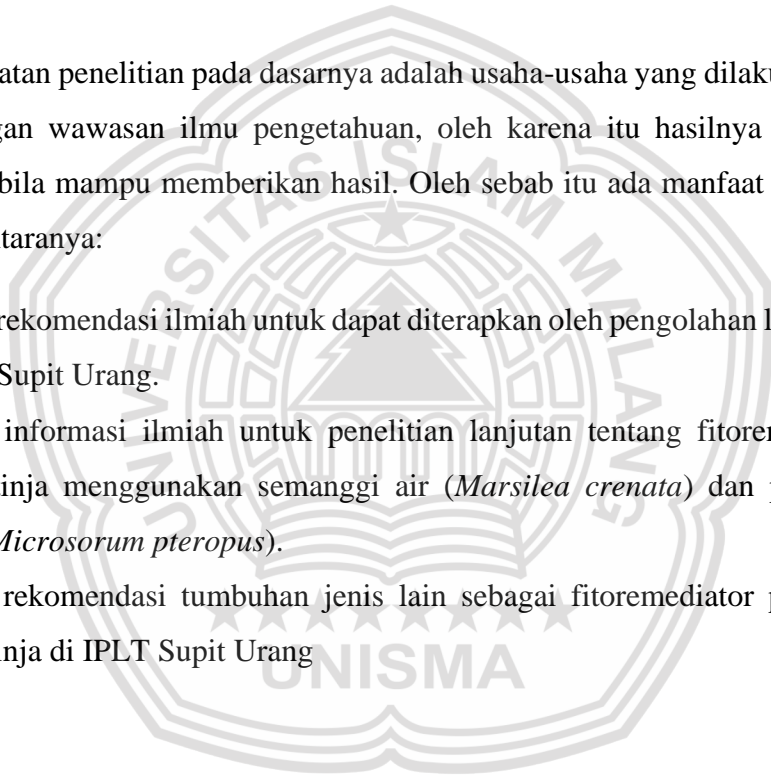
Adapun pembatasan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Pengambilan sampel dilakukan pada kolam fakultatif 3 untuk membantu percepatan fitoremediasi air limbah tinja yang akan dibuang ke lingkungan.
2. Parameter yang di uji dalam penelitian ini adalah Turbiditas, TSS, TDS, EC, DO, pH, dan Suhu.
3. Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah waktu pengamatan pada hari ke-0, 7, 14, 21, 28. Dan variable dalam penelitian ini adalah jenis tumbuhan yang digunakan.

1.5 Manfaat

Kegiatan penelitian pada dasarnya adalah usaha-usaha yang dilakukan dalam pengembangan wawasan ilmu pengetahuan, oleh karena itu hasilnya akan lebih berguna apabila mampu memberikan hasil. Oleh sebab itu ada manfaat yang dapat diambil diantaranya:

1. Sebagai rekomendasi ilmiah untuk dapat diterapkan oleh pengolahan limbah tinja di IPLT Supit Urang.
2. Sebagai informasi ilmiah untuk penelitian lanjutan tentang fitoremediasi air limbah tinja menggunakan semanggi air (*Marsilea crenata*) dan pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*).
3. Sebagai rekomendasi tumbuhan jenis lain sebagai fitoremediator pengolahan limbah tinja di IPLT Supit Urang



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan terdapat beberapa kesimpulan:

1. Tumbuhan semanggi (*Marsilea crenata*) dan pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*) mampu menurunkan kadar pencemar pada air limbah tinja di IPLT supit urang.
2. Berdasarkan hasil nilai pemangatom pada parameter TDS, EC, DO, Turbiditas, dan TSS. tumbuhan yang lebih efektif dan lebih mampu mengendalikan partikel air limbah tinja di IPLT supit urang yaitu tumbuhan pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*).
3. Hasil dan pembahasan menunjukkan waktu yang paling efektif dari proses fitoremediasi dalam menurunkan kadar pencemar pada air limbah tinja di IPLT supit urang adalah hari 7.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, ada beberapa saran yang dapat diajukan oleh penulis:

1. Penelitian ini hanya menggunakan 2 macam fitoremediator tumbuhan yaitu tumbuhan semanggi (*Marsilea crenata*) dan tumbuhan pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*) untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan lebih banyak jenis tumbuhan lainya sebagai fitoremediator air limbah tinja di IPLT supit urang.
2. Berdasarkan hasil penelitian waktu yang paling efektif adalah waktu minggu pertama atau hari ke 7, untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan dengan perlakuan waktu per hari untuk melihat keefektifan dan kemampuan tumbuhan dalam waktu yang lebih cepat.
3. Tumbuhan Pakis lidah kolam adalah tumbuhan yang direkomendasikan kepada pengolahan limbah tinja di IPLT Supit Urang untuk mengendalikan beberapa parameter di kolam Fakultatif 3 .

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Shafy, H.I., & Mansour, M.S. 2016. A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: source, environmental impact, effect on human health and remediation. *Egyptian Journal of Petroleum*, 25(1), 107-123.
- Adawiyah,R. 2017. Uji Kualitas Air Sungai Bengawanrejo Dea Bojoasri Kecamatan Kalitengah Kabupaten Lamongan. *Skripsi*. Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang.
- Adeyemo. A. A., Ademola A. Ojediran, Oluwaseum O. Ojediran, Emmanuel I. Unabonah, and Samson O. 2020. *Removal of suspended Particles in Wastewater by a Combined System of Moringa oleifera Seed and Activated Carbon. Journal of Environmental Engineering.*
- Afiyah, N., Sa'adah, L., Handayani, P. P., & Laelasari, I. 2020. Identifikasi Biodiversitas Tumbuhan Pada Lingkungan Akuatik di Sungai Kabupaten Jepara. *Journal Of Biology Education*, 3(1), 32-43.
- Ahada, A. H. U. 2018. *Efek Pemberian Ekstrak Daun Semanggi Air (Masilea Crenata) Pada Tikus Putih (Rattus Norvegicus) Betina Terhadap Kadar Serum Glutamic Oxaloacetyl Transaminase (Sgot) Dan Serum Glutamic Piruvyc Transaminase (Sgpt) Serta Histopatologi Hepar* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Al Kholif, M., Istaharoh, I., Sutrisno, J., & Widyastuti, S. 2021. Penerapan Teknologi Fitoremediasi untuk Menghilangkan Kadar COD dan TSS pada Air Buangan Industri Tahu. *Al-Ard J. Tek. Lingkung.*, 6(2), 77-85.
- Al Rahmat, F., Sunarya, U., & Tulloh, R. 2018. Prototipe Robot Kapal Pengukur Tingkat PH dan Turbiditas Air Berbasis Metode Modified Fuzzy. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 14(1), 43-50.
- Alya, F. 2022. Pengaruh Waktu Kontak dan Bobot Biomassa Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Terhadap Penurunan Kadar Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah Rumah Sakit dengan Metode Fitoremediasi. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 4(2), 1-8.

- Andika, B., Wahyuningsih, P., & Fajri, R. 2020. Penentuan nilai BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah di pusat penelitian kelapa sawit (PPKS) Medan. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 2(1), 14-22.
- Andriani Y., Heru. A. S., M. Thohawi. E. P., Tri W., Lestari R., Kuntari. I. Fitormediasi Limbah Cair dengan Menggunakan Tumbuhan Semanggi (*Marsilea crenata* Presl). *Jurnal Pertanian Tropik. Vol. 3 No.2. 2020*.
- Antoniadis, V., Levizou, E., Shaheen, S. M., Ok, Y. S., Sebastian, A., Baum, C., Prasad, M. N. V., Wenzel, W. W., & Rinklebe, J. 2017. Trace elements in the soil-plant interface: Phytoavailability, translocation, and phytoremediation—A review. *Earth-Science Reviews*, 171(June), 621–645. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.06.005>
- Anwariani, D. 2019. Pengaruh Air Limbah Domestik Terhadap Kualitas Sungai.
- Bija, S., Yulma, Y., Aldian, A., & Akbar, A. 2019. Analisa Perubahan Turbiditas Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Kitosan Dari Limbah Sisik Ikan Bandeng. *Jurnal Harpodon Borneo*, 12(1), 42-47.
- Chen, X., Liu, Y., Zhang, J., dan Lu, X. 2020. The effects of Different Vegetation on the Phytoremediation of Urban Polluted Water. *Journal of Physics: Conference Series*, 1482, 042012.
- Dennerle Plant. 2022. *Microsorium pteropus*. Tersedia pada: <https://dennerleplants.com/>. Diakses pada tanggal 08 Desember 2022.
- Dhote, P., Mishra, S., & Mishra, V. 2017. Heavy Metal Accumulation and Tolerance of Ferns in Relation to Phytoremediation. In *Phytoremediation* (pp. 31-50). Springer, Chan. Doi: 10.1007/978-3-319-72371-6-2.
- Fadzry, N., Hidayat, H., & Eniati, E. 2020. Analysis of COD, BOD and DO Levels in Wastewater Treatment Instalation (IPAL) at Balai Pengelolaan Infrastruktur Air Limbah dan Air Minum Perkotaan Dinas PUP-ESDM Yogyakarta. *INDONESIAN JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH*, 80-89.

- Fatimah, A., Lestari, W. P., & Setyorini, D. 2018. Kejenuhan dalam Fitoremediasi. *Jurnal Pendidikan Ilmiah*. Vol 10. No.3.
- Gouveia, E.R., Faria, A.F., de Lima, A.L.L., & Barros Neto, E.L. 2017. Evaluation of the use of organic water for phytoremediation of domestic sewage sludge. *Journal of Environmental Management*, 196,88-95.
- Hadatu, T. 2020. Alternatif Revitalisasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Supit Urang Kota Malang. *Jurnal Purifikasi*, 20(1), 40-53.
- Hidayati, R. K., Rachmadiarti, F., & Rahayu, Y. S. 2017. Profil Protein Semanggi Air (*Marsilea crenata*) yang Ditanam pada Kombinasi Media Tanam Lumpur Lapindo dan Tanah Alfisol. *Jurnal LenteraBio*, 6(1), 16-22.
- Husaain, A., Hussain, M., dan Hussain, F. 2019 Phytoremediation of water Pollution: A Review of Research. *Journal of Chemical Society of Pakistan*, 41(5), 892-902.
- KARIMAH, M. S. 2016. Uji Aktivitas Analgesik Ekstrak Etanol 80% Daun *Marsilea renata* Presl. Dengan Metode Geliat Pada Mencit. *Skripsi (Doctoral dissertation, Universitas Airlangga)*.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4/PRT/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- Korajkic, A., McMinn, B., Herrmann, M. P., Sivaganesan, M., Kelty, C. A., Clinton, P., ... & Shanks, O. C. 2020. Viral and bacterial fecal indicators in untreated wastewater across the contiguous United States exhibit geospatial trends. *Applied and Environmental Microbiology*, 86(8), e02967-19.
- Kospa, H. S. D., & Rahmadi, R. 2019. Pengaruh perilaku masyarakat terhadap kualitas air di Sungai Sekanak Kota Palembang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 212-221.
- Kuppusamy, S., Thavamani, P., Venkateswarlu, K., Lee, Y.B., Naidu, R., & Megharaj, M. 2017. Remediation approaches for polycyclic aromatic hydrocarbons

(PAHs) contaminated soils: Technological constrains, emerging trends and future directions. *Chemosphere*, 168, 944-968.

Kurniawan, T.A., Asmara, T.C., & Sunoko, H.R. 2019. The performance of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) for phytoremediation of textile wastewater. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(3), 2355-2363.

Kurniawan, T.A., dan Widyatmoko, A. 2018. The Role of Phytoremediation in Improving Water Quality. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013, 012115.

Kusniawati, E., & Budiman, H. 2020. Analisa Sifat Air Injeksi Berdasarkan Parameter pH, TSS, TDS, DO dan Kesadahan. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 11(02), 9-21.

Kustiyaningsih, E., & Irawanto, R. 2020. Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) Dalam Fitoremediasi Deterjen Dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia*. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(1), 143-148.

Lan, X. Y., He, Q. S., Yang, B., Yan, Y. Y., Li, X. Y., & Xu, F. L. 2020. Influence of Cd exposure on H⁺ and Cd²⁺ fluxes in the leaf, stem and root of a novel aquatic hyperaccumulator-*Microsorium pteropus*. *Chemosphere*, 249, 126552.

Lan, X. Y., Yan, Y. Y., Yang, B., Li, X. Y., & Xu, F. L. 2019. Subcellular distribution of cadmium in a novel potential aquatic hyperaccumulator-*Microsorium pteropus*. *Environmental pollution*, 248, 1020-1027.

Latuconsina, H., & Prasetyo, H. D. 2022. Analisis Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Perairan Sungai Patrean Kabupaten Sumenep. *AQUACOASTMARINE: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 1(2), 76-84.

Lee, C. H., Kim, D. k., & Park, J.S. (2018). Evaluation of dissolved oxygen production and nutrisi removal of *Scirpus validus* on an artificial wetland. *Journal of Environmental Management*, 222, 120-126.

Li, W., Zhang, J., Wu, Y., Zhang, L., & Zhao, Y. 2018. Water hyacinth and water clover for nutrisi removal in surface flow constructed wetland treating secondary

effluent. *Water Science and Technology*, 77(4), 1152-1159. DOI: 10.2166/swt.2018.014.

Liu, Y., Yang, J., Luo, C., & Wang, L. 2019. The effect of pH on the growth and removal performance of *limncharis flava* in vertical flow constructed wetland. *Water Science Tecnology*, 79(2), 242-251.

Ma'arif, B., Muti'ah, R., Suryadinata, A., Nashichuddin, A., & Karawid, G. E. 2020. Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Hg, dan Pb Daun Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) di Desa Semen, Kecamatan Pagu, Kabupaten Kediri. *Journal of Islamic Pharmacy*, 5(2), 53-56.

Marantiah, D. 2019. Penentuan Beberapa Parameter Mutu Air Limbah Domestik di Instalasi Pengolahan Air Limbah Perusahaan Daerah Air Minum Tirtanadi Cemara Medan. *Tugas Akhir*. Program Studi D3 Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Mohapatra, S., Dhal, N.K., & Thatoi, H. 2016. Phytoremediation of heavy metal contaminated soils by wetland plant: a riview on progress and challenges. *Ecological Engineering*, 98, 420-443.

Musapana, S., Dewi, E. R. S., & Rahayu, R. C. 2020. Efektivitas Semanggi air (*Marsilea crenata*) Terhadap Kadar TSS Pada Fitoremediasi Limbah Cair Tahu. *Florea: Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 7(2), 92-97.

Nopilda, L. 2019, July. Pemanfaatan Arang Kayu Gelam Sebagai Adsorben Untuk Meningkatkan Kualitas Air Limbah Zat Warna Kain Jumputan Di Sentra Industri Kampung Kain Kelurahan Tuan Kentang Kecamatan Seberang Ulu 1 Kertapati Kota Palembang. In *PROSIDING SEMINAR NASIONAL PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS PGRI PALEMBANG*.

Novita, E., Hermawan, A. A. G., & Wahyuningsih, S. 2019. Komparasi proses fitoremediasi limbah cair pembuatan tempe menggunakan tiga jenis tanaman air. *Jurnal Agroteknologi*, 13(01), 16-24.

Nurdiana D, 2013. Inventarisasi tumbuhan air di Kebun Raya Cibodas. *Depik*, 2 (1):6–9.

- Pane, Y., Suhelmi, S., & Sembiring, D. S. P. S. 2020. Analisa Penentuan Kualitas Air untuk Masyarakat Dalam Kegiatan Industri di Pabrik Sarung Tangan Namorambe. *Jesya (Jurnal Ekonomi dan Ekonomi Syariah)*, 3(2), 471-478.
- Prasetyo, H. D., Nazirah, Y., Viska, P., & Hapsari, N. 2022. Pemanfaatan *Salvinia molesta*, *Marsilea crenata* dan *Azolla pinnata* Sebagai Agent Fitoremediasi Insektisida Diazinon.
- Prastiwi, E. A. 2020. Peran Tumbuhan Akuatik Sebagai Fitoremediasi Melalui Pemantauan Kualitas Air di Kebun Raya Purwodadi. In *SEMINAR NASIONAL BIOLOGI 2019 (IP2B III)*.
- Pratama, I. A., Hariyadi, H., Wirasatriya, A., Maslukah, L., & Yusuf, M. 2021. Validasi Pengukuran Turbiditas dan Material Padatan Tersuspensi di Banjir Kanal Barat, Semarang dengan Menggunakan Smartphone. *Indonesian Journal of Oceanography [May]*, 3(02ISSN), 2714-8726.
- Putri, R. A., Hidayat, N., & Sugiharto, R. 2018. The ability of *Marsilea crenata* in reducing nitrate and phosphate concentration in domestic wastewater. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 195(1), 012041.
- Rahmadani, A. F. 2022. Analisis Kualitas Air Pra dan Pasca pengolahan Pada Kolam Pengumpul dan Kolam Wetland di Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Supit Urang Kota Malang. *Laporan Praktek Kerja Lapang Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang*.
- Rahman, A., Astuti, L. P., Warsa, A., & Sentosa, A. A. 2021. Prediksi Tingkat Kekeruhan (Turbiditas) Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2A di Waduk Jatiluhur, Jawa Barat. *JURNAL SUMBER DAYA AIR*, 17(2), 59-68.
- Ratnadewi, D., Susilaningih, D., & Soemarno. 2019. The effectiveness of water clover (*Marsilea quadrifolia*) for phytoremediation og river watrer in Indonesia. *Journal Environmental Science and Pollution Research*.
- Raza, A., Habib, M., Kakavand, S. N., Zahid, Z., Zahra, N., Sharif, R., & Hasanuzzaman, M. 2020. Phytoremediation of cadmium: physiological, biochemical, and molecular mechanisms. *Biology*, 9(7), 177.

- Riani, E., Johari, H. S., & Cordova, M. R. 2017. Bioakumulasi logam berat kadmium dan timbal pada Kerang Kapak-Kapak di Kepulauan Seribu. *Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(1), 131-142.
- Rulitasari, D., & Rachmadiarti, F. 2020. Semangi Air (*Marsilea crenata*) Sebagai Agen Fitoremediasi LAS Detergen. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 9(2), 99-104
- Sa'idi, M. M. 2020. Analisis Parameter Kualitas Air Minum (pH, ORP, TDS, DO, dan Kadar Garam Pada Produk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK).
- Safitri, D. 2022. Keterkaitan Tingkat Efektivitas Metode Fitoremediasi terhadap Tingkat Pertumbuhan Media Eceng Gondok pada Limbah Cair Cr6+. *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(3), 1435-1445.
- Saha, P., Shinde, O., & Sarkar, S. 2017. Phytoremediation of industrial mines wastewater using water hyacinth. *International journal of phytoremediation*, 19(1), 87-96.
- Solehah, S., & Fitrihidajati, H. (2021). Keanekaragaman Tumbuhan Akuatik di Sungai Sadar Mojokerto sebagai Indikator Logam Berat Pb. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(2), 165-175.
- Sripinyowanich, S., Kil, E. J., Petchsri, S., Jo, Y., Choi, H., Cho, W. K., & Lee, S. 2021. De Novo Transcriptome Assembly of Two Microsorium Fern Species Identifies Enzymes Required for Two Upstream Pathways of Phytoecdysteroids. *International journal of molecular sciences*, 22(4), 2085.
- Srivastava, S., Thakur, S., & Singh, A. 2017. Phytoremediation potential of aquatic macrophytes for removal of heavy metals from industrial effluent: A review. *Journal of environmental Management*, 193, 196-208.
- Sukono, G. A. B., Hikmawan, F. R., Evitasari, D. S., & Satriawan, D. 2020. Mekanisme Fitoremediasi. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2(02).

- Surya, M. I., & Sari, S. P. 2021. Phytoremediation: A Review of Its Application in soil Remediation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1830(1), 012106.
- Susanthi, D., Purwanto, M. Y., & Suprihatin, S. 2018. Evaluasi pengolahan air limbah domestik dengan IPAL komunal di Kota Bogor. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 229-238.
- Ullah, H., Nafees, M., & Ikram, M. 2019. Phytoremediation: A sustainable approach for heavy metal contaminated soils and plant. In *Environmental Sustainability*.
- Umar, M., Abdullahi, U. S., & Faruq, U. Z. 2019. Assessment of water quality parameter and their health implication in selected boreholes in Yola, Adamawa State, Nigeria. *Journal of environmental health science & engineering*, 17(2), 515-524.
- Vijay R, Nidhi Chauhan, and Garima K. 2018. Phytoremediation of wastewater using aquatic macrophytes, *Pistia stractiotes* and *Microsorium pteropus*: A comparative study. *Journal of Environmental Management*.
- Wahyuni K.D., Marini. S., Nur. R. W., Ni Made. A. W., Dwi A., Dinar. A. P., Sustrisno., Panjaitan. N. A. Phytoremediation of Dairy Wastewater by *Microsorium pteropus* and *Psitia Stratiotes*. *Journal Bioscience Research*, Vol. 12, No. 1, 2021.
- Wang, X., Chen, Y., Chen, G., & Guo, W. 2019. Phytoremediation of heavy metal contaminated soils: principles, methods, and applications, *Science of The Total Environment*, 651,2188-2206.
- Wang, Y., Huang, X., Zhang, L., Chen, J., & Li,X. 2018. Effect of temperature on the removal of petroleum hydrocarbons by *Salix babylonical* L. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(17). 16417-16425.
- Wati, S. M. 2021. *Optimalisasi layanan lumpur tinja terjadwal (LLTT) IPLT Supit Urang Kota Malang* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya).
- Wu, S., Gu, X., Li, Y., Li, J., & Wang, Z. 2019. Effect of different plant species and seasons on nitrogen removal in a horizontal subsurface flow constructed wetland. *Ecological Engineering*, 131, 8-16.

- Wu, Z., Greaves, J., Arp, L., Stone, D., & Bibby, K. 2020. Comparative fate of CrAssphage with culturable and molecular fecal pollution indicators during activated sludge wastewater treatment. *Environment International*, 136, 105452.
- Wulandari, D., & Herumurti, W. 2017. Pemisahan Padatan Lumpur Tinja pada Unit Solid Separation Chamber (SSC). *Jurnal Purifikasi*, 87-93
- Yamin, M., Kadarini, T., & Solichah, L. 2019. Perbanyak Tanaman Hias Air *Microsorium pteropus* Melalui Kultur Kantong Spora Pada Berbagai Substrat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 14(4), 253-260.
- Yuliani, L., & Hidayat, N. (2-19). Phytoremediation of textile wastewater using *Marsilea crenata*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 546(1), 012019.
- Zhu, H., Zhang, Q., Zhang, Y., & Guo, X. 2019. Effect of pH on nitrate removal and microbial communities in constructed wetlands. *Ecological Engineering*, 136, 1-8.

