

EFEKTIVITAS SEMANGGI AIR (MARSILEA CRENATA) TERHADAP KADAR TSS PADA FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR

Hanasari Faida Pranama

Pendidikan Biologi, Fakultas PMIPA dan Teknologi Informasi, Universitas PGRI Semarang,
Indonesia

Devany England Filany

Pendidikan Biologi, Fakultas PMIPA dan Teknologi Informasi, Universitas PGRI Semarang,
Indonesia

Aulia Widiawati Fitriana Dewi

Pendidikan Biologi, Fakultas PMIPA dan Teknologi Informasi, Universitas PGRI Semarang,
Indonesia

Jian Tikasari

Pendidikan Biologi, Fakultas PMIPA dan Teknologi Informasi, Universitas PGRI Semarang,
Indonesia

Andien Narita Putri Warisman

Pendidikan Biologi, Fakultas PMIPA dan Teknologi Informasi, Universitas PGRI Semarang,
Indonesia

Faridatul Zuhriyah

Pendidikan Biologi, Fakultas PMIPA dan Teknologi Informasi, Universitas PGRI Semarang,
Indonesia

Endah Rita Sulistya Dewi

Pendidikan Biologi, Fakultas PMIPA dan Teknologi Informasi, Universitas PGRI Semarang,
Indonesia

Atip Nurwahyunani

Pendidikan Biologi, Fakultas PMIPA dan Teknologi Informasi, Universitas PGRI Semarang,
Indonesia

Corespondensi author email: atipnurwahyunan@upgris.ac.id

Abstract

*In Indonesia, the majority of small and medium enterprises do not have a good wastewater treatment system. This condition is very detrimental considering that wastewater that cannot be handled can pollute the environment. Industrial waste can be overcome by using the phytoremediation method, for example the use of water clover plants that have been planted in liquid waste can be a phytoremediator medium for the heavy metal Pb in industrial wastewater. The method used is a literature study with Indonesian language research journals in 2013-2023. An analytical research design with supporting data related to phytoremediation in water clover (*Marsilea crenata*) in journal searches with the help of the internet. Search keywords related to phytoremediation and water clover plants. The keyword "phytoremediation" is 2,650 journals. In a search with the keyword "Semanggi Water Plant" as many as 818 journals. The first topic is about the effective use of the water clover plant as a*

phytoremediation agent. The results of the study found that the Marsilea crenata plant has the potential to reduce metal levels, especially Pb. The second topic is about several types of plants that are effectively used as phytoremediation agents. There are 5 species of aquatic plants that have potential as water phytoremediation agents due to BOD agricultural waste. Phytoremediation in Semanggi Air (Marsilea crenata) has been shown to have integration and can be used to reduce TSS levels in tofu industrial wastewater. This is supported by several studies using water clover plants. Apart from using the water clover plant, this waste can also be phytoremediated using agents from water spinach, water jasmine, lotus, cat's tail (Typha latifolia), aquatic vegetation and floating aquatic plants.

Keywords: Phytoremediation, Water Clover, Industrial Waste.

Abstrak

Di Indonesia industri usaha kecil dan menengah mayoritas tidak memiliki sistem pengolahan air limbah yang baik. Kondisi tersebut sangat merugikan mengingat air limbah yang tidak dapat ditangani dapat mencemari lingkungan. Limbah industri dapat diatasi dengan menggunakan metode fitoremediasi, contohnya penggunaan tanaman semanggi air yang telah ditanam pada limbah cair dapat menjadi media fitoremediator terhadap logam berat Pb pada limbah cair industri. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan Jurnal penelitian berbahasa indonesia tahun 2013-2023. Rancangan penelitian analitik dengan data yang mendukung terkait fitoremediasi pada tanaman semanggi air (Marsilea crenata) dalam penelusuran jurnal dengan bantuan internet. Kata kunci penelusuran terkait fitoremediasi dan tanaman semanggi air. Kata kunci "Fitoremediasi" sebanyak 2.650 Jurnal. Pada Penelusuran dengan kata kunci "Tanaman Semanggi Air" sebanyak 818 jurnal. Pada topik pertama adalah tentang pemanfaatan tanaman semanggi air yang efektif sebagai agen fitoremediasi. Hasil penelitian yang didapatkan bahwa tanaman Marsilea crenata memiliki potensi dalam menurunkan kadar logam terutama Pb. Pada topik kedua adalah tentang beberapa macam tanaman yang efektif digunakan sebagai agen fitoremediasi. Terdapat 5 spesies tumbuhan akuatik yang berpotensi sebagai agen fitoremediasi perairan akibat limbah pertanian BOD. Fitoremediasi pada tanaman Semanggi Air (Marsilea crenata) terbukti memiliki integrasi dan dapat digunakan untuk menurunkan kadar TSS limbah cair industri tahu. Hal tersebut didukung oleh beberapa penelitian yang menggunakan tanaman semanggi air. Selain dengan menggunakan tanaman semanggi air, limbah tersebut juga dapat difitoremediasi dengan menggunakan agen tanaman kangkung, melati air, Lotus, ekor kucing (Typha latifolia), vegetasi akuatik dan tumbuhan akuatik mengapung.

Kata Kunci : Fitoremediasi, Semanggi Air, Limbah Industri

PENDAHULUAN

Industri tahu merupakan salah satu sektor penting dalam industri pangan yang memiliki peran besar dalam memenuhi kebutuhan protein manusia. Industri tahu telah berkontribusi dalam penyediaan pangan bergizi, penyerapan tenaga kerja, dan pengembangan ekonomi daerah, namun industri tahu juga berpotensi mencemari lingkungan karena industri ini menghasilkan limbah yang jumlahnya cukup besar. Limbah cair tahu mengandung zat organik yang dapat menyebabkan pesatnya pertumbuhan mikroba yang ada di dalam air (Musapana et al., 2020). Menurut (Ashraf et al., 2019) menyatakan bahwa ada sedikitnya 20 logam yang diklasifikasikan sebagai limbah beracun dengan separuhnya dilepaskan ke lingkungan yang akan menimbulkan risiko besar bagi kesehatan manusia. Pada umumnya, limbah cair industri tahu memiliki karakteristik berupa pH, TSS (Total Suspended Solids), amonia, minyak dan lemak, nitrit, serta nitrat yang tinggi. Menurut (Triyanta dkk.,

2019) menyatakan bahwa kadar TSS (Total Suspended Solid) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap secara langsung. Salah satu, tumbuhan yang dapat dimanfaatkan untuk menurunkan kadar logam berat pada suatu limbah adalah *Marsilea crenata* dan *Hydrilla verticillata* (Novi & Abdilah, 2017).

Pada umumnya tumbuhan air yang dapat mengakumulasi seperti logam berat maupun zat organik menggunakan cara menyimpan pada bagian organ tertentu tanaman atau berpotensi sebagai agen fitoremediasi, misalnya *Ipomea* sp, *Marsilea* sp. Dengan menggunakan metode fitoremediasi, tanaman kangkung air, genjer, dan semanggi yang telah ditanam dalam limbah cair dapat menjadi media fitoremediator terhadap logam berat Pb pada limbah cair industri (Jamil, 2015). Fitoremediasi merupakan suatu teknik dengan menggunakan tanaman dan mikroorganisme untuk membersihkan, mendegradasi, dan mendetoksifikasi pencemaran dalam lingkungan (Agusetyadedy et al., 2013; Rita Sulistya Dewi et al., 2021; Ulfah et al., 2021, 2022). Fitoremediasi adalah suatu teknik yang menjanjikan untuk mengatasi pencemaran dengan harga yang murah, efektif, dan dapat digunakan secara langsung di tempat yang tercemar dengan menggunakan pepohonan, tanaman pangan dan tanaman berbunga (Fahrudin, 2010; Siwiendrayanti, 2015; Windraswara, 2011). Menurut Aslam (2017) fitoremediasi (phytoremediation) suatu sistem dimana tanaman tertentu dalam media (tanah, koradan air) dapat mengubah zat kontaminan (pencemar) menjadi berkang atau tidak berbahaya bahkan bisa berubah menjadi bahan yang berguna secara ekonomi. Fitoremediasi memiliki keuntungan dibandingkan dengan proses yang lainnya karena biaya yang murah (Dewi et al., 2021).

Semanggi Air (*Marsilea crenata*) merupakan salah satu tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai agen fitoremediasi. *M. crenata* merupakan tumbuhan air yang banyak terdapat di lingkungan air tawar seperti, sawah, kolam, danau, dan sungai. Sebagian penelitian menunjukkan kemampuan tumbuhan *M. crenata* dalam menyerap logam berat yang ada dalam lingkungan. Kemampuan tumbuhan *M. crenata* dalam menyerap logam berat didukung oleh penelitian (Rachmadiarti & Trimulyono, 2019) tumbuhan *M. crenata* yang berada pada lahan basah Benowo, Surabaya mampu bertahan hidup pada habitat tercemar logam berat Pb yang berasal dari limbah domestik dari limbah industri maupun limbah rumah tangga. Oleh karena itu, dalam penelitian ini penulis bermaksud membahas integrasi fitoremediasi pada tanaman Semanggi Air (*Marsilea crenata*) dan penerapannya untuk menurunkan kadar TSS limbah cair industri tahu.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah studi literature dengan Jurnal penelitian berbahasa indonesia tahun 2013-2023 dengan rancangan penelitian analitik dengan data yang mendukung terkait fitoremediasi pada tanaman semanggi air (*Marsilea crenata*) dalam penelusuran jurnal dengan bantuan internet dengan kata kunci terkait fitoremediasi, tanaman semanggi air. Penelusuran jurnal pada literature review ini hasil penelusuran google scholar dengan kata kunci "Fitoremediasi" sebanyak 2.650 Jurnal. Pada Penelusuran dengan kata kunci "Tanaman Semanggi Air" sebanyak 818 jurnal. Jurnal. Dengan meninjau judul dan abstrak, artikel yang dipilih akan diperiksa oleh peneliti untuk menentukan apakah artikel tersebut cocok untuk tujuan penelitian, dari jumlah tersebut hanya sekitar 15 artikel yang dianggap relevan (Nurwahyunani, 2021; Rusdiyana et al., 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Temuan

Penelitian ini didasarkan pada artikel yang mengkaji kegiatan penelitian tentang fitoremediasi pada tanaman Semanggi Air (*Marsilea crenata*) yang diterbitkan pada periode 2013-2023. Berdasarkan hasil review artikel yang telah dilakukan, maka dapat dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Detail artikel terpilih

Penulis	Judul	Jurnal
Dwi Rulitasari, Fida Rachmadiarti (2020)	Semanggi Air (<i>Marsilea crenata</i>) Sebagai Agen Fitoremediasi LAS Detergen	-
Siti Musapana, Endah Rita Sulistya Dewi, Rivanna Citraning Rahayu (2020)	Efektivitas Semanggi Air (<i>Marsilea Crenata</i>) Terhadap Kadar Tss Pada Fitoremediasi Limbah Cair Tahu	Florea : Jurnal Biologi dan Pembelajarannya, 7 (2), 2020, 92-97
Ida Ayu Widhiantari, Sirajuddin Haji Abdullah, Baiq Purwasetyanegari (2023)	Pemanfaatan Eceng Gondok (<i>Eichhornia Crassipes</i>) Dan Semanggi Air (<i>Marsilea Crenata</i>) Dalam Pengujian Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Metode Fitoremediasi	Jurnal Pertanian Agros Vol. 25 No. 2, April 2023: 1244-1259
Cory Novi, Nurullah Asep Abdillah (2017)	Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Dari Limbah Cair Industri Kertas Dengan Pemanfaatan <i>Marsilea crenata</i> dan <i>Hydrilla verticillata</i>	J. Sci. Phar Vol. 03 No. 2 November 2017
Iin Inayatun Nadhifah, Putri Fajarwati, Eka Sulistiowati (2016)	Fitoremediasi Dengan Wetland System Menggunakan <i>Eichhornia Crassipes</i> , <i>Limnocharis Flava</i> , Dan <i>Marsilea Crenata</i> Untuk Mengolah Air Limbah Domestik	-
Ahmad Qamarudin Jamil, Rahayu Sri, Ellyke (2015)	Perbedaan Penyerapan Logam Pb Pada Limbah Cair Antara Tanaman Kangkung Air (<i>Ipomoea aquatic forsk</i>), Genjer (<i>Limnocharis flava</i>), Dan Semanggi (<i>Marsilea drummondii L</i>)	-
Handani Dwi Prasetyo, Afida Fajar N, Anindya Amelia K, Yuni Nazirah, Viska P, Nurina Hapsari L (2022)	Pemanfaatan <i>Salvinia molesta</i> , <i>Marsilea crenata</i> dan <i>Azolla pinnata</i> Sebagai Agent Fitoremediasi Insektisida Diazinon	Journal of Biotropical Research and Nature Technology Volume 1 Issue 1 (2022)

Endah Rita Sulistya Dewi, Fretty Anandita Normala, Maria Ulfah (2021)	Respon <i>Typha latifolia</i> terhadap Penurunan Kadar BOD dan COD pada Fitoremediasi Limbah Cair Tahu	-
Agus Riyadi, Neni Mulyani, Mukti Malik	Penurunan Kadar Bod, Cod Dan Tss Dalam Pengolahan Limbah Cair Domestik (<i>Grey Water</i>) Menggunakan Metode Aerasi Dan Fitoremediasi Tanaman Genjer (<i>Limnocharis Flava</i>)	JURNAL ILMU LINGKUNGAN
Dwi Puspitasari & Rony Irawanto	Fitoremediasi Limbah Domestik Dengan Tumbuhan Akuatik Mengapung Di Kebun Raya Purwodadi	-
Adelia Dwi Susanto, Deandrasari Malikha Gresiyanti, Catherine Berliana Wijaya, dkk (2021)	Kemampuan Melati Air (<i>Echinodorus palaefolius</i>) sebagai Agen Fitoremediasi <i>Linear Alkybenzene Sulphonate (LAS)</i> Deterjen	-
Imbar Agusetyadevy, Sri Sumiyati, Endro Sutrisno (2013)	Fitoremediasi Limbah Yang Mengandung Timbal (Pb) Dan Kromium (Cr) Dengan Menggunakan Kangkung Air (<i>Ipomoea aquatica</i>)	-
Imroatul Hasanah, Sinta Dewi Nur Aini, Lamdari Sulistyani, Eko Retno Mulyaningrum (2021)	Studi Tanaman Akuatik di Desa Rowosari yang Berpotensi sebagai Agen Fitoremediasi Pencemaran Air dalam Menurunkan Kadar BOD	-
Rita Novitasari, Dyah Ayu Widayastuti, Atip Nurwahyunani (2021)	Kemampuan Tanaman Lotus (<i>Nelumbo nucifera</i>) dalam Menurunkan Kadar Fosfat pada Fitoremediasi Limbah Domestik <i>Grey Water</i>	-
Catur Retnaningdyah & Endang Arisoesilaningsih (2018)	Efektivitas Proses Fitoremediasi Air Irrigasi Tercemar Bahan Organik melalui Sistem <i>Batch Culture</i> menggunakan Hidromakrofita Lokal	Jurnal Biologi Indonesia 14 (1): 33-41 (2018)

Berbagai dampak fitoremediasi telah dirasakan di berbagai kalangan masyarakat khususnya dalam pengendalian polutan pada air. Di Indonesia industri usaha kecil dan menengah mayoritas tidak memiliki sistem pengolahan air limbah yang kurang baik. Kondisi tersebut sangat merugikan mengingat air limbah yang tidak diolah dapat mencemari lingkungan seperti sungai dan bahkan air sumur gali warga sekitar (Rizza, 2013). Melihat permasalahan tersebut, perlu dilakukan upaya untuk menangani air limbah domestik terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran air.

Analisis/Diskusi

Pada topik pertama adalah tentang pemanfaatan tanaman semanggi air yang efektif sebagai agen fitoremediasi.

Penelitian yang telah dilakukan oleh (Rulitasari & Rachmadiarti, 2020) semanggi air dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi LAS detergen. Pada penelitian ini menghasilkan adanya pengaruh konsentrasi LAS detergen dan lama waktu kontak *M. crenata* dengan media tanam terhadap penurunan kadar LAS detergen pada media tanam dan biomassa basah tumbuhan *M. crenata*. Perlakuan konsentrasi LAS detergen 30 ppm dan lama waktu kontak 10 hari paling optimal dalam menurunkan kadar LAS detergen dengan sisa LAS detergen dalam media tanam sebesar 3,51 ppm dan biomassa basah akhir yang semakin menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi LAS detergen dan meningkat seiring semakin lama waktu kontak.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Musapana et al., 2020) menghasilkan Tanaman semanggi air (*Marsilea crenata*) efektif sebagai agen fitoremediasi terhadap penurunan kadar TSS pada limbah cair tahu dengan 0 gram, 25 gram, 50 gram, 75 gram. Pada penelitian lainnya (Widhiantari et al., 2023) Fitoremediator yang digunakan adalah tanaman *Eichhornia crassipes* dan *Marsilea crenata*. Berat tanaman berpengaruh terhadap penurunan COD, BOD, TSS, penetrasi pH, dan efektivitas metode fitoremediasi. Variasi pada berat tanaman (50 g, 75 g, dan 100 g). Parameter kualitas air yang diamati terdiri dari COD, BOD, TSS, pH, menunjukkan, efektivitas fitoremediasi paling optimal terjadi pada perlakuan W4 (50 g semanggi air) pada hari ke-20.

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Novi & Abdilah, 2017) melakukan uji fitoremediasi *Marsilea crenata* dilakukan dengan 75 gr berat basah dan 5 liter limbah (air sumur sebagai kontrol) pada reaktor dengan interval waktu (hari) 5, 10 dan 15. Hal ini dilakukan untuk membuktikan kemampuan dalam meremediasi limbah. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa tanaman *Marsilea crenata* dan *Hydrilla verticillata* memiliki potensi dalam menurunkan kadar logam terutama Pb.

Penelitian pendukung lainnya (Nadhifah et al., 2019) Tanaman *Marsilea crenata* (semanggi) efektif sebagai agen fitoremediator dengan wetland system dalam pengolahan air limbah domestik. Namun, keefektifan ketiga tanaman tersebut berbeda-beda tergantung pada perlakuan dari variasi berupa air limbah rumah tangga dari sungai Gajah Wong Yogyakarta, air, tanah sawah (wetland).

Dikuatkan dengan penelitian oleh (Jamil, 2015) yang menyatakan Pencemaran lingkungan berupa limbah yang dihasilkan oleh industri menimbulkan pencemaran bagi lingkungan. Tindakan pemulihan perlu dilakukan agar tanah/perairan yang tercemar dapat digunakan kembali dengan aman, salah satunya adalah fitoremediasi. Semanggi air adalah tumbuhan air yang memiliki keunikan dalam mengolah limbah organik dan kemampuannya dalam menyerap logam berat tidak diragukan lagi. Tanaman air meremediasi polutan organik melalui tiga cara, yaitu menyerap secara langsung bahan kontaminan, mengakumulasi metabolisme non fitotoksik ke sel-sel tanaman, dan melepaskan eksudat dan enzim yang dapat menstimulasi aktivitas mikroba, serta menyerap mineral pada daerah rizosfer.

Penelitian oleh (Prasetyo et al., 2022) yaitu kombinasi tanaman *Salvinia molesta*, *Marsilea crenata* dan *Azolla pinnata* Sebagai Agent Fitoremediasi Insektisida Diazinon. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa Fitoremediasi yang digunakan dalam penelitian dapat digunakan untuk

menurunkan bahan organik di dalam limbah cair. Data yang diperoleh menunjukkan semakin tinggi konsentrasi larutan, maka akan semakin cepat terjadinya layu pada ketiga jenis tanaman, namun tanaman belum mati. Perlakuan yang mengalami penurunan nilai TDS adalah pada konsentrasi 2 ml, karena berkurangnya senyawa organik yang semakin tinggi konsentrasi pestisida maka semakin tinggi juga nilai TDS.

Pada topik kedua adalah tentang beberapa macam tanaman yang efektif digunakan sebagai agen fitoremediasi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Dewi et al., 2021) yang meneliti tentang tanaman *Typha latifolia* untuk penurunan kadar BOD dan COD pada fitoremediasi limbah cair tahu, hasil penelitian tersebut menghasilkan bahwa Tanaman *Typha latifolia* efektif dan memiliki potensi sebagai agen fitoremediasi terhadap penurunan kadar BOD limbah cair industri tahu dengan persentase penurunan tertinggi terdapat pada perlakuan 4 (jumlah tanaman *Typha latifolia* 4 rumpun) diperoleh hasil 72%.

Penelitian oleh (Riyadi et al., 2022) Penurunan Kadar Bod, Cod Dan Tss Dalam Pengolahan Limbah Cair Domestik (Grey Water) Menggunakan Metode Fitoremediasi Tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan nilai TSS dengan metode fitoremediasi pada air limbah domestik. Hal ini disebabkan karena tanaman genjer memiliki akar serabut yang dapat menjadi tempat menempelnya koloid yang melayang di air.

Penelitian oleh (Puspitasari & Irawanto, 2016) yaitu Fitoremediasi limbah domestik dengan tumbuhan akuatik mengapung. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penyusutan level air terbesar terjadi pada *Pistia stratiotes* dikarenakan untuk pertumbuhan dan evapotranspirasi, meskipun berat basah terbesar, yaitu *Salvinia natans* yang beradaptasi pada limbah dan tidak mengganggu produktivitasnya. Secara keseluruhan pertumbuhan pada media perlakuan lebih tinggi dibandingkan media terkontrol dikarenakan limbah domestik mengandung bahan organik yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan akuatik untuk pertumbuhannya.

Pada penelitian lainnya, (Dwi Susanto et al., 2021) yang meneliti tentang tanaman melati air sebagai agen fitoremediasi. Penelitian ini menghasilkan bahwa melati air (*Echinodorus palaefolius*) mampu meningkatkan kualitas air pada akhir fitoremediasi yaitu dengan menurunkan pH, suhu, BOD, serta kadar LAS secara signifikan dari 20 ppm menjadi 0,078 ppm. Kualitas air hasil fitoremediasi dengan Melati air menunjukkan lebih baik dibanding kontrol (tanpa menggunakan melati air) serta telah memenuhi standar baku mutu air.

Penelitian pendukung lainnya, ((Agusetyadevy et al., 2013)) yaitu tanaman kangkung sebagai fitoremediasi limbah yang mengandung timbal dan kromium, menghasilkan bahwa tanaman kangkung dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi, dengan berat basah kangkung air yang optimum untuk menurunkan konsentrasi timbal dan kromium adalah 100 gram sedangkan lama waktu yang optimum kangkung air untuk menurunkan konsentrasi adalah selama 12 hari.

Penelitian lainnya oleh (Hasanah et al., 2021) Untuk membuktikan vegetasi akuatik yang berpotensi sebagai agen fitoremediasi terkait kemampuan daya serap tumbuhan dalam menyerap pencemaran air. Terdapat 5 spesies tumbuhan akuatik yang berpotensi sebagai agen fitoremediasi perairan akibat limbah pertanian BOD yang ditinjau berdasarkan studi literatur yaitu *Eichhornia*

crassipes, *Limnocharis flava* (L.) Buchenau, *Pistia stratiotes* L., *Phragmites karka*, *Ipomoea aquatica* forssk.

Penelitian lainnya oleh (Novitasari et al., 2021) yaitu mengenai Kemampuan Tanaman Lotus (*Nelumbo nucifera*) dalam Menurunkan Kadar Fosfat pada Fitoremediasi Limbah Domestik Grey Water. Penelitian ini menghasilkan Tanaman Lotus (*Nelumbo nucifera*) mampu dalam menurunkan kadar Fosfat pada fitoremediasi limbah domestik grey water yang dibuktikan dengan persentase penurunan kadar Fosfat 0 %, 61 %, 78 % dan 90 % dengan nilai Fosfat 20,19; 7,82; 4,44 dan 1,97 mg/L. Semakin tinggi biomassa Tanaman Lotus maka kemampuan dalam menurunkan kadar Fosfat akan meningkat.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Retnaningdyah & Arisoesilaningsih, 2018) tentang efektivitas proses fitoremediasi air irigasi tercemar bahan organik melalui sistem *batch culture* menggunakan hidromakrofita lokal. Perlakuan berupa jenis hidromakrofita yang digunakan untuk proses fitoremediasi model *batch culture system* meliputi lima kelompok hidromakrofita yaitu *emergent* (*Scirpus* sp., *Acorus calamus*, *Marsilea crenata*), *floating leaf macrophytes* (*Ipomoea aquatica*, *Azolla* sp.), *submerged* (*Valisneria* sp., *Hydrilla verticillata*), di dapatkan hasil proses fitoremediasi yang dilakukan secara *batch culture* melalui penanaman hidromakrofita baik berupa *emergent*, *submerged*, *floating leaf* ataupun polikultur ketiganya selama enam hari, telah mampu meningkatkan kualitas air dengan menurunkan padatan tersuspensi yang tercermin dari penurunan TSS dan turbiditas, menurunkan tingkat pencemaran bahan organik yang tercermin dari penurunan TOM, BOD dan bikarbonat, serta menurunkan residu pupuk sintetik pemicu eutrofikasi tercermin dari penurunan nitrat dan fosfat terlarut. Proses fitoremediasi selama enam hari pada semua perlakuan masih belum mampu meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air serta belum mampu menurunkan konduktivitas dan TDS secara signifikan. Hidromakrofita *submerged* dan polikultur lebih efektif melakukan proses fitoremediasi dibandingkan dengan perlakuan lain.

KESIMPULAN

Fitoremediasi pada tanaman Semanggi Air (*Marsilea crenata*) terbukti memiliki integrasi dan dapat digunakan untuk menurunkan kadar TSS limbah cair industri tahu. Hal tersebut didukung oleh beberapa penelitian yang menggunakan tanaman semanggi air. Dalam penelitiannya, semanggi air juga dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi limbah domestik, dan limbah organik. Yang diantaranya mengandung kadar BOD, COD, TSS, LAS, dan logam Pb.

Selain dengan menggunakan tanaman semanggi air, Limbah limbah tersebut juga dapat difitoremediasi dengan menggunakan agen tanaman kangkung, melati air, Lotus, ekor kucing (*Typha latifolia*), vegetasi akuatik (*Eichhornia crassipes*, *Limnocharis flava* (L.) Buchenau, *Pistia stratiotes* L., *Phragmites karka*, *Ipomoea aquatica* forssk), dan tumbuhan akuatik mengapung yaitu (*Salvinia natans*, *Lemna minor* dan *Pistia stratiotes*).

DAFTAR PUSTAKA

- Ashraf, S., Ali, Q., Zahir, Z. A., Ashraf, S., & Asghar, H. N. (2019). Phytoremediation: Environmentally sustainable way for reclamation of heavy metal polluted soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 174 (February), 714–727. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.02.06>
- Aslam, A. F. (2017). Fitoremediasi Air Limbah Tahu dengan Media Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*) pada Reaktor Paralel. Skripsi.
- Agusetyadevy, I., Sumiyati, S., & Sutrisno, E. (2013). FITOREMEDIASI LIMBAH YANG MENGANDUNG TIMBAL (Pb) DAN KROMIUM (Cr) DENGAN MENGGUNAKAN KANGKUNG AIR (*Ipomoea aquatica*). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(2), 1–8. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/tlingkungan/article/view/2713>
- Dewi, E. R. S., Normala, F. A., & Ulfah, M. (2021). Respon *Typha latifolia* terhadap penurunan kadar BOD dan COD pada fitoremediasi limbah cair tahu. SEMINAR NASIONAL VI Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, 252–255.
- Dwi Susanto, A., Malikha Gresiyanti, D., Berliana Wijaya, C., Zakky Mubarak, M., Rachmadiarti, F., Fitrihidajati, H., Leilani Eka Putri, I., Biologi, J., Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F., Negeri Surabaya, U., Negeri Padang Jl Ketintang, U., Gayungan, K., Surabaya, K., & Timur, J. (2021). Prosiding SEMNAS BIO 2021 Kemampuan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) sebagai Agen Fitoremediasi Linear Alkybenzene Sulphonate (LAS) Deterjen. Prosiding SEMNAS BIO, 72, 845–856.
- Hasanah, I., Aini, S. D. N., Sulistyani, L., & ... (2021). Studi Tanaman Akuatik di Desa Rowosari yang Berpotensi sebagai Agen Fitoremediasi Pencemaran Air dalam Menurunkan Kadar BOD. ... Nasional Sains & ..., 193–196.
- Jamil, A. Q. (2015). Perbedaan penyerapan logam Pb pada limbah cair antara tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica* forsk), genjer (*Limnocharis flava*), dan semanggi (*Marsilea drummondii* L). Artikel Ilmiah Hasil Penelitian, 66(April), 1-7.
- 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. <https://doi.org/10.25273/florea.v7i2.7645>
- Nadhifah, I. I., Fajarwati, P., & Sulistiyowati, E. (2019). FITOREMEDIASI DENGAN WETLAND SYSTEM MENGGUNAKAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*), GENJER (*Limnocharis flava*), DAN SEMANGGI (*Marsilea crenata*) UNTUK MENGOLAH AIR LIMBAH DOMESTIK. Al-Kauniyah: Jurnal Biologi, 12(1), 38–45. <https://doi.org/10.15408/kauniyah.v12i1.7792>
- Novi, C., & Abdilah, N. A. (2017). Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Dari Limbah Cair Industri Kertas Dengan Pemanfaatan *Marsilea crenata* Dan *Hydrilla verticillata*. *J. Schi. Phar*, 03(02), 29–33.
- Novitasari, R., Widystuti, D. A., & Nurwahyunani, A. (2021). Kemampuan Tanaman Lotus (*Nelumbo nucifera*) dalam Menurunkan Kadar Fosfat pada Fitoremediasi Limbah Domestik Grey Water. Seminar Nasional Sains & Enterpreneurship, 1(1), 207–213.

- Nurwahyunani, A. (2021). LITERATURE REVIEW: A STEM APPROACH TO IMPROVING THE QUALITY OF SCIENCE LEARNING IN INDONESIA. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*. <https://doi.org/10.17478/jegys.853203>
- Prasetyo, H. D., N, A. F., K, A. A., Nazirah, Y., & Viska, P. (2022). Pemanfaatan *Salvinia molesta*, *Marsilea crenata* dan *Azolla pinnata* Sebagai Agent Fitoremediasi Insektisida Diazinon. *Biotropical Research and Nature Technology*, 1(1), 7–13.
- Puspitasari, D., & Irawanto, R. (2016). Fitoremediasi Limbah Domestik Dengan Tumbuhan Akuatik Mengapung Di Kebun Raya Purwodadi. Prosiding Seminar Nasional FTP UB ..., 1(January), 1–11.
- Rachmadiarti, F., & Trimulyono, G. (2019). Phytoremediation Capability of Water Clover (*Marsilea Crenata* (L). Presl.) in Synthetic Pb Solution. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(4), 9609–9619. https://doi.org/10.15666/aeer/1704_96099619
- Retnaningdyah, C., & Arisoesilaningsih, E. (2018). Efektivitas Proses Fitoremediasi Air Irrigasi Tercemar Bahan Organik melalui Sistem Batch Culture menggunakan Hidromakrofita Lokal. *Jurnal Biologi Indonesia*, 14(1), 33–41. <https://doi.org/10.47349/jbi/14012018/33>
- Rita Sulistya Dewi, E., Anandita Normala, F., & Ulfah, M. (2021). Respon *Typha latifolia* terhadap penurunan kadar BOD dan COD pada fitoremediasi limbah cair tahu. <http://research-report.umm.ac.id/index.php/psnpb/article/view/4759/4299>
- Riyadi, A., Mulyani, N., & Malik, M. (2022). PENURUNAN KADAR BOD , COD DAN TSS DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DOMESTIK (GREY WATER) MENGGUNAKAN METODE AERASI DAN FITOREMEDIASI TANAMAN GENJER (*LIMNOCHARIS FLAVA*). xx(x), 1–8.
- Rulitasari, D., & Rachmadiarti, F. (2020). Semanggi Air (*Marsilea crenata*) Sebagai Agen Fitoremediasi LAS Detergen *Marsilea crenata* As a Detergent LAS Phytoremediation Agent. *Lentera Bio*, 9(2), 99–104.
- Rusdiyana, Nurwahyunani, A., & Marianti, A. (2021). Analisis Peran Petani dalam Konservasi Lahan Pertanian Berbasis Kearifan Lokal. *Indonesian Journal of Conservation*, 10(1), 42–47. <https://doi.org/10.15294/ijc.v10i1.31056>
- Ulfah, M., Asmaranty, D., & Nurwahyunani, A. (2021). THE PHYTOREMEDIATION POTENTIAL OF LOTUS: DEGRADATION BOD AND COD LIQUID COFFEE WASTE (Issue 2).
- Ulfah, M., Nurussalma, S., & Minarti, I. B. (2022). PHYTOREMEDIATION POTENTIAL OF *Salvinia molesta* FOR ORGANIC MATTER COFFEE LIQUID WASTE. *BIOEDUKASI*, 20(1), 26. <https://doi.org/10.19184/bioedu.v20i1.30460>
- Widhiantari, I. A., Abdullah, S. H., & Purwasetyanegari, B. (2023). (*Marsilea crenata*) IN TESTING THE EFFECTIVENESS OF TOFU INDUSTRIAL LIQUID. 25(2), 1244–1259.