

ALTERNATIF PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI TEMPE DENGAN KOMBINASI METODE FILTRASI DAN FITOREMEDIASI

Silvi Wahyu Puspawati

Sekolah Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia

Salemba Raya No. 4, Kampus UI Salemba, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta

silviwahyup@gmail.com

ABSTRAK

ALTERNATIF PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI TEMPE DENGAN KOMBINASI METODE FILTRASI DAN FITOREMEDIASI. Tempe merupakan produk kedelai tradisional yang berasal dari Indonesia. Tempe memiliki peran penting dalam upaya meningkatkan gizi bagi masyarakat. Namun, pada proses pembuatan tempe ini akan menghasilkan limbah dari hasil perebusan, perendaman dan pencucian kedelai. Limbah ini akan memberi dampak negatif terhadap lingkungan dan perairan apabila hasil buangan limbahnya melebihi batas baku mutu kadar limbah yang telah ditetapkan oleh Pemerintah. Oleh karena itu dibutuhkan pengolahan air limbah tempe yang tepat. Pilihan metode pengolahan air limbah tempe tergantung pada sifat fisik, kimia, dan biologi. Metode filtrasi dan fitoremediasi adalah metode yang efektif dan mudah bagi para pelaku industri kecil untuk menolah limbahnya. Makalah ini akan mengulas aplikasi kombinasi metode filtrasi dan fitoremediasi dengan menggunakan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes Mart. Solms.*) serta kemampuannya dalam menurunkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah cair tempe.

kata kunci : Air limbah tempe, filtrasi dan fitoremediasi, BOD, COD, TSS

ABSTRACT

*ALTERNATIVE WASTE TREATMENT OF TEMPE INDUSTRIAL WITH COMBINATION METHOD OF FILTRATION AND PHYTOREMEDIATION. Tempe is a traditional soybean product from Indonesia. Tempe has an important role in efforts to improve nutrition for the community. However, in the process of making this tempe will produce waste from the boiling, soaking and washing soybeans. This waste will have a negative impact on the environment and waters If the waste disposal exceeds the waste quality standard determined by the Government. Therefore, proper tempe wastewater treatment is required. Alternative of wastewater treatment methods depends on physical, chemical, and biological characteristics. The method of filtration and phytoremediation is an effective and easy method for small industry actors to treat their waste. This paper will review the application of a combination of filtration and phoriemidiation methods using water hyacinth (*Eichhornia crassipes Mart. Solms.*) And its ability to reduce levels of Chemical Oxygen Demand (COD), Biochemical Oxygen Demand (BOD), and Total Suspended Solid (TSS) at wastewater of tempe.*

Keywords : wastewater tempe, filtration and phytoremediation, BOD, COD, TSS

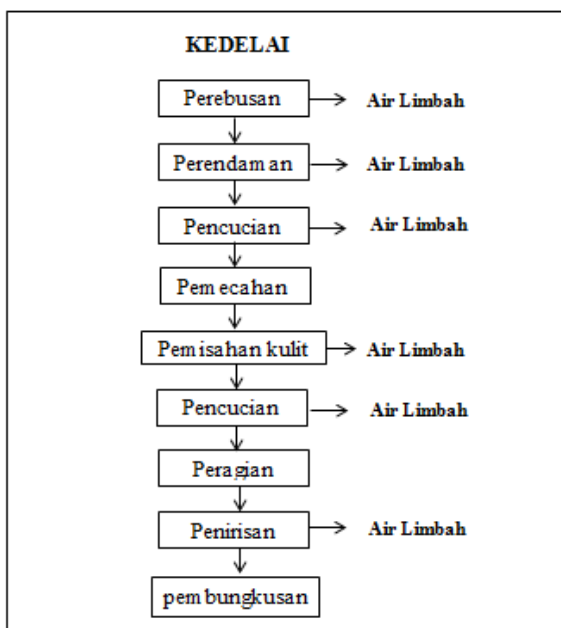
PENDAHULUAN

Tempe adalah produk kedelai tradisional yang berasal dari Indonesia. Tempe adalah makanan berprotein tinggi yang per unitnya lebih murah daripada sumber protein hewani lainnya seperti daging, susu dan telur. Tempe memiliki peran penting dalam upaya meningkatkan gizi bagi masyarakat, terutama untuk kelas menengah ke bawah. [1] Robert O 'Blake, Duta Besar AS untuk Indonesia, mengatakan bahwa 90% kedelai yang digunakan untuk tempe dan tahu bahan baku yang diimpor dari AS, Indonesia merupakan negara dengan pangsa pasar kedelai terbesar. Pada tahun 2013 nilai ekspor agrikultur Amerika ke Indonesia

mencapai US\$ 4,8 miliar. [2] Hal ini membuktikan bahwa tingginya kebutuhan kedelai di Indonesia. Sekitar 50% kedelai digunakan untuk membuat tempe dan 40% untuk membuat tahu. [3] Pada tahun 1988, perkiraan konsumsi kedelai untuk tempe adalah sekitar 764.000 MT yang merupakan konsumsi rata-rata per kapita 6,45 kg dan meningkat rata-rata 10% dalam lima tahun terakhir. [1]

Industri tempe merupakan industri kecil yang mampu menyerap sejumlah besar tenaga kerja baik yang terkait langsung dalam proses produksi maupun yang terkait dengan perdagangan bahan yang merupakan masukan

maupun produk hasil olahannya. Industri tempe memiliki peran yang sangat besar didalam usaha pemerataan kesempatan kerja, kesempatan usaha dan peningkatan pendapatan. Namun, seiring dengan perkembangannya industri tempe memiliki efek negatif pada lingkungan. Industri tempe akan menghasilkan aliran limbah dalam proses pembuatannya. Proses produksi tempe membutuhkan banyak air yang digunakan untuk perendaman, perebusan, pencucian dan pengelupasan kulit kedelai. Limbah yang diperoleh dari proses proses bisa berupa limbah cair atau padat. Dampak limbah padat terhadap lingkungan belum dirasakan, karena bisa dimanfaatkan sebagai makanan ternak, namun limbah cairnya mampu mengeluarkan bau dan saat dibuang langsung ke sungai akan mengakibatkan polusi. 100 kilogram kedelai bisa menghasilkan limbah hingga 2 m³. [4]



Gambar 1. Alur pembuatan tempe. [5]

Berdasarkan Gambar 1. Dapat terlihat bahwa proses produksi tempe menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang banyak. Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi dan terlarut yang akan mengalami perubahan fisik, kimia, dan biologi sehingga menghasilkan zat beracun apabila tidak diolah dengan baik serta dapat menciptakan media pertumbuhan bakteri. Bakteri dapat berupa kuman yang menyebabkan penyakit atau jenis

kuman lain yang berpotensi membahayakan manusia atau produktempe itu sendiri. Jika racun tetap berada dalam limbah, maka air limbah akan berubah warna menjadi hitam dan menghasilkan bau. Bau ini bisa menyebabkan penyakit saluran pernafasan, dan jika limbahnya menembus melalui tanah yang dekat dengan sumur air, sudah pasti sumur tidak bisa digunakan kembali. Limbah yang dibuang ke sungai akan mencemari sungai dan jika airnya digunakan, bisa menyebabkan diare dan penyakit lainnya (Nurhasan, 1991). Berikut kadar TSS, BOD, dan COD limbah tempe berdasarkan referensi

Tabel 1. Hasil Analisis Kandungan Limbah Cair Salah Satu Pabrik Tempe di Semarang. [6]

| Parameter Limbah | Konsentrasi Baku mutu air limbah (mg/L) | Konsentrasi air limbah (mg/L) |
|------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|
| TSS | 100 | 4.012 |
| BOD ₅ | 150 | 1.302,03 |
| COD | 300 | 4.188,27 |

Tabel 1 menunjukkan bahwa konsentrasi air limbah tempe melebihi standar mutu limbah yang disediakan oleh pemerintah. Oleh karena itu, dibutuhkan pengolahan untuk mengurangi tingkat limbah. Konsentrasi TSS dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan terhalangnya sinar matahari masuk ke perairan. Hal ini akan menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis dalam air sehingga kadar oksigennya berkurang di dalam air. Jika oksigen berkurang maka bakteri aerobik akan cepat mati dan bakteri anaerob mulai tumbuh. Hasil aktivitas anaerob inilah yang akan menyebabkan bau busuk tubuh air. Selain itu, angka COD adalah ukuran untuk pencemaran air oleh zat organik yang dapat dioksidasi secara alami melalui proses mikrobiologi dan mengakibatkan berkurangnya oksigen yang terlarut dalam air. TSS, BOD, COD yang tinggi menyebabkan ikan dan organisme lainnya mati.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menurunkan COD, BOD, TSS, dan menstabilkan pH seperti Pemanfaatan Koagulan Alternatif Asam Manir (*Tamarindusindica*) dengan efisiensi penyisihan BOD sebesar 82,62%, COD 81,72% dan TSS sebesar 76,47%. [7] Biofilter struktur sarang lebah dengan sistem kombinasi anaerob-aerob menghasilkan proses

Efisiensi dalam menurunkan nilai BOD sekitar 51 - 91% untuk waktu tinggal satu hari sampai 7 hari. [8] Namun kelemahan metode ini tidak mudah digunakan karena menggunakan bakteri. Metode yang mudah dan sederhana adalah filtrasi [9,10] dan fitoremediasi. [11,12,13] Oleh karena itu, studi ini akan mengulas mengenai kombinasi kedua metode tersebut. Tujuan ulasan mengenai pengolahan limbah cair temped adalah mengusulkan metode pengolahan air limbah yang efektif, mudah dan murah untuk industri kecil. Fokus penelitian yaitu membuat metode yang tepat untuk menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS dalam air limbah temped yang telah melampaui batas baku mutu. Metode yang akan dibahas pada studi ini yaitu dengan menggunakan kombinasi metode filtrasi dan fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok. [14]

TEORI

Metode fitoremediasi dengan Eceng Gondok

Fitoremediasi adalah pengurangan kontaminan berbahaya di lingkungan menjadi konsentrasi yang lebih aman dengan menggunakan tanaman hijau. [15,16,17] Fitoremediasi adalah sistem yang tanaman tertentu yang bekerja sama dengan mikroorganisme di media (tanah, karang dan air) yang dapat mengubah kontaminan (polutan / polutan) menjadi berkurang atau tidak berbahaya. [18] Metode fitoremediasi menurut banyak peneliti merupakan metode yang baru muncul, hemat biaya dan ramah lingkungan untuk rehabilitasi lingkungan yang tercemar. [16,19]

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes Mart. Solms.*), merupakan famili dari monocotyledonous *Pontederiaceae*. [20] Selama berabad-abad eceng gondok telah diaplikasikan sebagai tanaman hias oleh manusia karena penampilannya yang menarik. Eceng gondok juga diperkenalkan sebagai *macrophyte* akuatik invasif dan bebas-mengambang oleh banyak ahli botani. [21] Eceng gondok memiliki akar yang panjang yang umumnya tersuspensi dalam air. Struktur akar tanaman air pada khususnya eceng gondok dapat memberikan lingkungan yang sesuai bagi mikroorganisme aerobik agar berfungsi dalam sistem pembuangan

limbah. Mikroorganisme aerobik menggunakan bahan organik dan nutrisi yang ada pada air limbah dan mengubahnya menjadi senyawa anorganik, yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. [21] Eceng gondok telah banyak dipelajari pada skala laboratorium dan skala besar untuk menghilangkan bahan organik yang ada di air pembuangan dibandingkan dengan tanaman air lainnya. [22] Meskipun eceng gondok dikenal sebagai tanaman persisten di seluruh dunia, namun secara luas digunakan sebagai sumber utama pengelolaan limbah dan proses pertanian. [23] Berikut beberapa penelitian yang telah menggunakan metode fitoremediasi :

Metode Filtrasi

Filtrasi adalah sistem pengelolaan limbah yang merupakan proses pemisahan padatan dari cairan menggunakan media berpori untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan koloid sebanyak mungkin, dan zat lainnya. Tujuan filtrasi adalah untuk menghilangkan partikel tersuspensi dan koloid melalui penyaringan dengan media filter. [28] Media yang ideal untuk media filter adalah media yang memiliki luas permukaan yang besar per volume bak, murah, dan awet. Secara umum, bahan yang digunakan adalah granit dan potongan batu, karena biayanya murah, dan sebagai tempat mengisi biomassa. [29] Metode filtrasi yang digunakan pada studi ini menggunakan kerikil, ijuk, pasir kuarsa, zeolit, dan arang.

Pasir kuarsa mempunyai fungsi ampuh yaitu untuk menghilangkan sifat fisik seperti kekeruhan atau lumpur atau bau dengan mekanisme menyaring kotoran dan air, pemisah. Ijuk dapat digunakan sebagai agen yang dapat menurunkan kadar kekeruhan yang nantinya memberi efek penurunan pula pada kadar TSS, ijuk dan kerikil berfungsi sebagai media penyaring kotoran-kotoran halus. Arang tempurung kelapa juga mempunyai pengaruh dalam menurunkan kadar TSS pada proses penyaringan, hal ini dikarenakan arang batok kelapa tersebut mempunyai daya serap/adsorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap. [30] Zeolit dapat melepaskan molekul air dari dalam permukaan rongga yang menyebabkan medan listrik meluas kedalam rongga utama dan efektif berinteraksi dengan molekul yang diadsorpsi, sehingga zeolit dapat menyerap senyawa kimia seperti COD. [31]

Beberapa penelitian yang telah melakukan pengolahan limbah dengan metode filtrasi diantaranya:

Tabel 2. Penelitian dengan menggunakan metode fitoremediasi

| Penelitian | Hasil penelitian | Referensi |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Tanaman potensial penyerap | Penurunan BOD, COD, dan TSS berturut-turut sebesar 64; 67; 65% | [24] |
| Pemanfaatan eceng gondok dalam penyisihan logam berat Krom (Cr) | Penurunan kadar Cr sebesar 78,95% | [25] |
| Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman <i>Thypha Latifolia</i> Dengan Proses Fitoremediasi | Penurunan BOD 84,76% | [26] |
| Pemanfaatan Eceng Gondok (<i>Eichhornia Crassipes</i>) Sebagai Tumbuhan Fitoremediasi Dalam Proses Pengolahan Limbah Tambak Udang | Hasil penurunan kadar COD, TSS, dan amonia terlarut adalah 60,39%, 88,5% dan 16,48% | [27] |

Tabel 3. Penelitian dengan menggunakan metode filtrasi

| Penelitian | Hasil penelitian | Referensi |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Meminimalisir Kadar Detergen dengan Penambahan Koagulan dan Filtrasi Media Saring pada Limbah Kamar Mandi | Penurunan COD sebesar 75,43% | [31] |
| perencanaan bangunan pengelolaan limbah cair tahu | Kadar BOD 237,33 menjadi 175 mg/l; COD 530 menjadi 350 mg/l; TSS 496 menjadi 84,7 mg/l | [32] |
| Optimasi penurunan COD, BOD dan TSS limbah cair etanol dengan metode Multi Soil Layering (MSL) | Penurunan kadar COD, BOD, dan TSS berturut-turut adalah 80,85; 94,68; 83,99% dengan waktu 2 minggu | [33] |
| Pembuatan Alat Penyaringan Air Sederhana Dengan Metode Fisika | Semakin besar susunan pasir maka penjernihannya lebih bagus | [34] |
| Efektivitas filter bahan alami dalam perbaikan kualitas air masyarakat nelayan | Penurunan TSS sebesar 796 mg/l | [30] |
| pemanfaatan arang aktif limbah kulit kacang kedelai (<i>glycine max</i>) dalam meningkatkan kualitas limbah cair tahu” | Penurunan COD dan BOD sebesar 62,09% dan 23,25% | [35] |

METODOLOGI

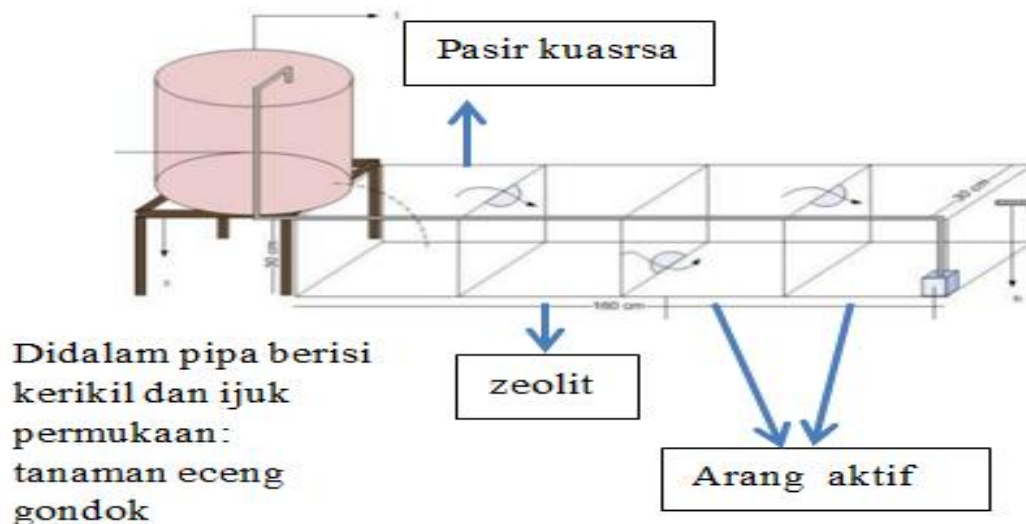
Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan antara lain wadah penampung berukuran 200 liter, pipa, ember plastik berukuran sedang sebanyak 4 buah dan pendukung lainnya. Bahan yang digunakan adalah sampel limbah cair tempe, eceng gondok yang telah di aklimatisasi 2 minggu serta media filter berupa kerikil, ijuk, pasir silika, arang tempurung kelapa, zeolit.

Rancangan Reaktor Sederhana

Reaktor dirancang dengan menggunakan bak penampung terbuat dari bahan plastik dengan volume 200 liter. Penggunaan bak tersebut dikarenakan tahan karat, tahan

perubahan suhu dan harganya lebih murah dibanding dengan bahan lainnya. Limbah dari bak penampung dikeluarkan melalui pipa PVC yang disambung pada bagian bawah bak penampung. Lubang untuk aliran ember plastik dibuat dengan aliran upflow (aliran dari atas ke bawah). [36] Pada kotak pertama sampai keempat akan dibuat kombinasi metode filtrasi dan fitoremediasi dengan menggunakan pasir kuarsa (40 cm), zeolit (40 cm) dan arang (40 cm) [37] serta tanaman eceng gondok untuk dipermukaan atasnya. Dengan menggunakan zeolit 40 cm telah menurunkan kadar TSS sebesar 86.64% (90 menit) dan COD 85.53% (120 menit). [38] Berikut desain reaktor sederhana untuk pengolahan limbah cair tempe:



Gambar 2. Desain Sistem Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetlands*)
(Novita E & Wahyuningsih S, 2015)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS

Berdasarkan referensi [14] hasil pengukuran konsentrasi BOD akan menunjukkan perlakuan kombinasi metode filtrasi dan fitoremediasi memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap penurunan konsentrasi BOD air limbah. Hal ini membuktikan bahwa

kombinasi metode filtrasi dan fitoremediasi dengan menggunakan 1 eceng gondok dapat menurunkan konsentrasi BOD air limbah. BOD dengan hasil terbaik dengan efektifitas penurunan sebesar 59,84% dengan waktu kontak optimum adalah 10 hari. Berdasarkan referensi lainnya menggunakan 2 eceng gondok [12], menunjukkan bahwa persentase penurunan BOD sebesar 84,48% dengan waktu kontak optimum

adalah 6 hari. Hasil penyaringan yang dilanjutkan dengan perlakuan bioremediasi dengan menggunakan tumbuhan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dengan perlakuan selama 5 hari. Hasil bioremediasi tersebut ternyata menghasilkan penurunan BOD sebesar 98,9 %. [39] Perbedaan ulasan dengan penelitian terdahulu adalah desain reaktornya yang mencoba menggabungkan kedua metode tersebut secara bersamaan dengan dibuat secara sederhana. Berdasarkan referensi tersebut, hipotesis penelitian adalah kombinasi metode ini efektif untuk penurunan kadar BOD.

Berdasarkan referensi [14], hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada pengaruh yang sangat nyata terhadap kombinasi filtrasi dan fitoremediasi untuk menurunkan konsentrasi COD air limbah. Penurunan konsentrasi COD dengan hasil terbaik terjadi pada hari ke 15 dengan penurunan efektifitas 4866,99 mg / L dan efisiensi sebesar 91,32%. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya adalah desain rancangan reaktornya sehingga diharapkan akan memiliki waktu pengolahan yang lebih cepat. Jadi hipotesis persentase penurunan COD pada limbah cair tempe akan menunjukkan sekitar 90%.

Berdasarkan referensi [14], Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada pengaruh kombinasi filtrasi dan fitoremediasi terhadap penurunan konsentrasi air limbah TSS. Penurunan konsentrasi TSS dengan hasil terbaik terjadi pada hari ke 15 dengan penurunan efektifitas 140,62 mg / L dan efisiensi 60,61%. Berdasarkan referensi lain hasil penurunan kadar TSS menggunakan metode filtrasi sebesar 83,05 sedangkan proses filtrasi yang dilanjutkan dengan metode fitoremediasi menunjukkan penurunan TSS sebesar 97,8%. [39] Hal ini menunjukkan bahwa persentase penurunan dalam penelitian ini diharapkan akan berkisar antara 80-90% sehingga air pengolahan dapat digunakan kembali, seperti untuk mencuci kedelai.

KESIMPULAN

Kombinasi metode filtrasi dan fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok diharapkan dapat memperbaiki kualitas air limbah tempe dan sesuai dengan standar baku

mutu sehingga air limbah aman untuk dibuang ke lingkungan ataupun digunakan kembali. Dalam pengolahan air limbah tempe, waktu retensi yang diperoleh berbeda antara COD, BOD, dan TSS. Selain itu, jumlah eceng gondok yang digunakan akan mempengaruhi nilai efisiensi pengolahan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Shurtleff. W & Aoyagi. A. *History of Tempeh and Tempeh Products*, Soyinfo Center. USA (2011).
2. M.S Permana, 2014., Amerika: Indonesia Importir Kedelai Terbesar. <http://www.bisnis.tempo.com>. Diakses pada tanggal 26 September 2016.
3. Badan Standardisasi Nasional. 2012., Tempe: Persembahan Indonesia untuk Dunia, Jakarta. <http://www.bsn.go.id>. Diakses pada tanggal 26 September 2016.
4. Nurhasan, P. Penanganan air limbah pabrik tahu –tempe, Bintari: Yayasan Bina Karya Lestari.(1991).
5. N.I Said dan A. Herlambang, *Teknologi Pengolahan Limbah Tahu Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta(2003).
6. Erry Wiryani, *Analisis Kandungan Limbah Cair Pabrik Tempe*. Lab. Ekologi Dan Biosistemik Jur. Biologi F MIPA. UNDIP Semarang(2007).
7. G. I. Ramadhani and A. Moesriati, *Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica) sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Menurunkan Kadar COD dan BOD dengan Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Tempe*. *Jurnal Teknik ITS*, 2(1), (2013) D22-D26.
8. A.Herlambang, *Pengaruh Pemakaian Biofilter Struktur Sarang Tawon Pada Pengolahan limbah Organik Sitem Kombinasi Anaerob-Aerob* (studi Kasus: Limbah Tahu Dan Tempe). *Jurnal Teknologi Lingkungan*(2011) 2(1).
9. A. Artiyani, *Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Up Flow dengan Media Pasir Zeolit dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat dan Deterjen Air Limbah Domestik*. *Jurnal Industri Inovatif* (2016)6(1).

10. U. B. L. Utami, and R.Nurmasari, *Pengolahan limbah cair sasirangan secara filtasi melalui pemanfaatan arang kayu ulin sebagai adsorben*. Jurnal Sains MIPA Universitas Lampung (2012) 5(3).
11. R. Nurkemalasari, *Fitoremediasi Limbah Cair Tapioka dengan menggunakan Tumbuhan Kangkung Air (Ipomoea aquatica)*. Reka Lingkungan (2013) 1(2).
12. D. F. Sitompul, *Pengolahan Limbah Cair Hotel Aston Braga City Walk dengan Proses Fitoremediasi menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok*. Reka Lingkungan (2013) 1(2).
13. R. Wandhana, *Pengolahan Air Limbah Laundry Secara Alami (Fitoremediasi) Dengan Tanaman Kayu Apu (Pistia Stratiotes)*. Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Pembanguna Vasten (2013).
14. U. Santos, E. S. Mahreda, F. Shadiq and D.Biyatmoko, *Pengolahan Limbah Cair Sasirangan Melalui Kombinasi Metode Filtrasi dan Fitoremediasi Sistem Lahan Basah Buatan Menggunakan Tumbuhan Air yang Berbeda*. EnviroScientiae 10(3) (2014). 157-170.
15. BE.Pivetz, Ground water issue: phytoremediation of contaminated soil and ground water at hazardous waste sites. United States Environmental Protection Agency(2001). EPA/540/S-01/500.
16. S. Sharma, B. Singh, VK. Manchanda, *Phytoremediation: role of terrestrial plants and aquatic macrophytes in the remediation of radionuclides and heavy metal contaminated soil and water*. Environ Sci Pollut Res 22(2) (2014) 946–962.
17. Emmanuel D, Elsie U, Patience, *A Phytoremediation of xylene polluted environment, using a macrophyte Commelina benghalensis L*. Asian J Plant Sci Res 4(3) (2014) 1–4.
18. Mahendra Dewi, N. L. P., Mahendra, M. S., & Suyasa, I. W, *Pengembangan Fitoremediasi Untuk Meningkatkan Kualitas Air Limbah Hasil Pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah Suwung*. Ecotrophic: Journal of Environmental Science, 8(1) (2014) 54-61.
19. Sood A, Uniyal PL, Prasanna R, Ahluwalia AS, *Phytoremediation potential of aquatic macrophyte, Azolla*. Ambio (2012) 41:122–137
20. Patel, S., Threats, management and envisaged utilizations of aquatic weed Eichhornia crassipes: an overview. Rev. Environ. Sci. Biotechnol. 11 (2012) 249–259
21. Gopal, B., (1987). Aquatic Plant Studies 1. WaterHyacinth. Elsevier, Oxford, p. 471
22. Costa, R.H.R., Bavaresco, A.S.L., Medri, W., Philippi, L.S., (2000). Tertiary treatment of piggery wastes in water hyacinth ponds. Water Sci. Technol. 4, 211e214.
23. A. Malik, Environmental challenge vis-a-vis opportunity: the case of water hyacinth. Environ Int (2007)33:122–138.
24. Tjokrokusumo, W. 2003. Tanaman Potensial Penyerap Studi Kasus Di Pulau Batam .J. Tek.Ling. P3TL-BPPT.4(2):8-15).
25. Sumiyati. S and Hadiwidodo. M, Pemanfaatan eceng gondok dalam penyisihan logam berat Krom (Cr) pada limbah elektroplating, Teknik – Vol. 28 No. 1 (2007) ISSN 0852-1697.
26. D.A. Disyamto, S. Elystia and I. Andesgur, *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman Thypha Latifolia Dengan Proses Fitoremediasi*, JOM FTEKNIK Volume 1 No. 2 (2014).
27. A.I. Alfarokhi, *Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Sebagai Tumbuhan Fitoremediasi Dalam Proses Pengolahan Limbah Tambak Udang Vannamei*, Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta (2016).
28. N. I. Said, *Pengolahan Air Limbah Tangga Skala Individual*. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya (2005).
29. Eddy and Metcalf. (2003). Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse, Revised by Geo Tchobanoglous. Tata Mc Graw-Hil Publising Company LTD. New Delhi.
30. W. Adi,, S.P. Sari and Umroh, *Efektivitas Filter Bahan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Masyarakat Nelayan Wilayah Pesisir Kabupaten Bangka*, AKUATIK-Jurnal Sumberdaya Perairan Volume 8. Nomor. 2. (2014) ISSN 1978 -1652.Haderiah and N.U.

- Dewi, *Meminimalisir Kadar Detergen dengan Penambahan Koagulan dan Filtrasi Media Saring pada Limbah Kamar Mandi*, HIGIENE VOL 1, NO. 1 (2015) ISSN : 2443—1141.
31. E. Rolia and Y. Amran, *Perencanaan Bangunan Pengolahan Limbah Cair Pada Pabrik Tahu Di Kelurahan Mulyojati 16 c kota Metro*, TAPAK Vol. 5 No. 1 (2015)ISSN 2089-2098
32. Irmanto, Suyata and Zufahair, *Optimasi Penurunan COD, BOD, dan TSS Limbah Cair Industri Etanol (vinasse) PSA Paliman dengan Metode Multi Soil Layering (MSL)*, Jurnal Ilmiah Kimia Molekul (2013) 131-141.
33. R. Gusdi, H. Wita and U. Septiana, *Pembuatan Alat Penyaringan Air Sederhana Dengan Metode Fisika*. Jurnal Nasional Ecopedon JNEP Vol. 4 No.1 (2017) 19–21.
34. N.S. Laras, Yuliani and H. Fitrihidajati, *Pemanfaatan Arang Aktif Limbah Kulit Kacang Kedelai (Glycine max) dalam Meningkatkan Kualitas Limbah Cair Tahu*, LenteraBio Vol. 4 No. 1, (2015) 72–76.
35. E. Novita and S. Wahyuningsih, *Teknologi Penanganan Limbah Cair Untuk Mewujudkan Lingkungan Perkebunan Kopi Rakyat yang Sehat dan Berkelanjutan*. Laporan Akhir Penelitian Strategi Nasional. Universitas Jember.(2015).
36. Rahmah and S.A. Mulasari, *Pengaruh Metode Koagulasi, Sedimentasi dan Variasi Filtrasi terhadap Penurunan Kadar TSS, COD dan Warna pada Limbah Cair Batik*, Chemica Volume 2, Nomor 1, (2015), 7-12.
37. H. Sisyanreswari, W. Oktiawan and A. Rezagama, *Penurunan TSS, COD, DAN Fosfat pada Limbah Laundry Menggunakan Koagulan Tawas dan Media Zeolit*, Jurnal Teknik Lingkungan Vol 3, No 4 (2014).
38. E. Nilasari, M. Faizal and Suheryanto, *Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga dengan Menggunakan Proses Gabungan Saringan Bertingkat dan Bioremediasi Eceng Gondok (Eichornia crassipes)*, (Studi Kasus di perumahan Griya Mitra 2, Palembang), Jurnal Penelitian Sains Volume 18 Nomor 1 (2016)18102-8, 18102-1