

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA DENGAN FILTRASI *DOWNFLOW*

Elpan Saputra✉, Fajar Akbar , Miftah Chairani , Ridhayani Adiningsih 
Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Mamuju

ARTICLE INFO

Article history

Submitted : 2023-08-23

Revised : 2023-10-13

Accepted : 2023-10-29

Keywords:

*Processing of domestic liquid waste with filter media;
Downflow Filtration;
Filter Media*

Kata Kunci:

*Pengolahan limbah cair domestic dengan media filter;
Filtrasi Downflow;
Media Filter;*

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license:



ABSTRACT

Domestic liquid waste is one of the leftover materials from daily human activities that are produced all the time. The residual material is in the form of water that has been used from households including waste water from bathrooms, toilets, washing areas or cooking areas. If liquid waste contains hazardous materials and substances mixed directly with the environment, it will have an impact on decreasing environmental quality. One of the wastewater treatment systems that can be used is wastewater filtering using various types of materials, such as water hyacinth, used hoses, palm fiber and gravel. The system is considered quite effective because the inorganic materials used on average have the ability to reduce the levels of contaminants in wastewater, both through filtration and absorption processes.

This type of experimental research was carried out by downflow filtration, using water hyacinth, used hose, palm fiber, and gravel as the media. The results of the research carried out by the BOD parameter before being examined were 405 mg/l this exceeded the quality standard, after processing for 24 hour contact time, 25 hour contact time, 26 hour contact time it was still above the quality standard. do the COD parameter before carrying out the examination, which is 1049.1 mg/l this exceeds the quality standard, after processing for 24 hour contact time, 25 hour contact time, 26 hour contact time it is still above the quality standard. From the results of the initial pH measurement, a pH value of 5.9 was obtained which indicated that it still did not meet the established quality standards.

Conclusion from the research: Parameters of wastewater after processing still exceed the quality standard.

ABSTRAK

Limbah cair domestik merupakan salah satu bahan sisa dari aktivitas manusia sehari-hari yang dihasilkan sepanjang waktu. Bahan sisa tersebut berupa air yang telah digunakan yang berasal dari rumah tangga meliputi air buangan dari kamar mandi, WC, tempat cuci atau tempat memasak. Bila limbah cair mengandung bahan dan zat berbahaya bercampur langsung dengan lingkungan, maka akan berdampak menurunnya kualitas lingkungan. Salah satu sistem pengolahan air limbah yang dapat digunakan adalah penyaringan air limbah menggunakan berbagai jenis bahan, seperti eceng gondok, selang bekas, ijuk dan kerikil. Sistem tersebut dianggap cukup efektif karena bahan-bahan anorganik yang digunakan rata-rata memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar bahan pencemar didalam air limbah, baik melalui proses filtrasi maupun proses penyerapan.

Jenis penelitian eksperimen yang dilakukan dengan filtrasi *downflow*, dengan pemanfaatan eceng gondok, selang bekas, ijuk, dan kerikil sebagai medianya. Hasil penelitian yang dilakukan parameter BOD sebelum dilakukan pemeriksaan yaitu 405 mg/l hal

ini melebihi baku mutu, setelah dilakukan pengolahan untuk waktu kontak 24 jam, waktu kontak 25 jam, waktu kontak 26 jam masih diatas baku mutu. Hasil penelitian yang di lakukan parameter COD sebelum di lakukan pemeriksaan yaitu 1049,1 mg/l hal ini melebihi baku mutu, setelah dilakukan pengolahan untuk waktu kontak 24 jam, waktu kontak 25 jam, waktu kontak 26 jam masih diatas baku mutu. Dari hasil pengukuran pH awal diperoleh nilai pH sebesar 5,9 yang menunjukkan masih belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan .

Kesimpulan dari penelitian: Parameter air limbah setelah pengolahan masih melebihi baku mutu.

✉ **Corresponding Author:**

Elpan Saputra
Poltekkes Kemenkes Mamuju
Telp. 082393147518
Email: elpansaputra@poltekkesmamuju.ac.id

PENDAHULUAN

Kehidupan kita tidak bisa terlepas dari limbah, setiap hari aktivitas kita pasti menghasilkan limbah. Limbah terdiri dari limbah padat, limbah cair dan limbah bahan berbahaya dan beracun baik itu yang berasal dari aktivitas rumah tangga maupun industri. Dapat dilihat dari kasus jumlah limbah rumah tangga setiap harinya di Indonesia, 42,23% berasal dari aktivitas limbah rumah tangga (Ardiansyah et al., 2022).

Limbah cair domestik merupakan salah satu bahan sisa dari aktivitas manusia sehari-hari yang dihasilkan sepanjang waktu. Bahan sisa tersebut berupa air yang telah digunakan yang berasal dari rumah tangga meliputi air buangan dari kamar mandi, WC, tempat cuci atau tempat memasak (Artiyani & Firmansyah, 2016) . Bila limbah cair mengandung bahan dan zat berbahaya bercampur langsung dengan lingkungan, maka akan berdampak menurunnya kualitas lingkungan (Saputri, 2021).

Meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas rumah tangga menyebabkan volume limbah cair yang dihasilkan semakin meningkat, sehingga kemampuan lingkungan untuk menetralkan limbah cair semakin menurun. Limbah cair rumah tangga ini menimbulkan berbagai masalah, baik terhadap manusia maupun lingkungan itu sendiri (Saputri, 2021). Air limbah/air buangan dapat menimbulkan akibat-akibat yang besar dan penting terhadap lingkungan dan manusia, khususnya mengakibatkan suatu pencemaran dan penyakit-penyakit menular (Rayma, 2020).

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016, parameter air limbah domestik terdiri dari parameter *Biological Oxygen Demand (BOD)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Total Suspended Solid (TSS)*, *power of hydrogen (pH)*, *total coliform*, minyak dan lemak. (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor R: P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, 2016). Sisa buangan rumah tangga pada awalnya tidak menimbulkan masalah karena dapat dibuang ke lingkungan dengan aman. Hal ini dimungkinkan karena jumlah dan kadar limbah yang dibuang relatif kecil, sehingga lingkungan masih dapat menetralkannya secara alami (Saputri, 2021).

Ketika limbah terus dibuang ke lingkungan dalam jumlah yang sangat besar, maka akan menimbulkan permasalahan yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan hidup (Filliazati et al., 2013). Selain itu, bahan organik yang terkandung dalam limbah domestik juga dapat menyebabkan perubahan warna, rasa dan bau yang tidak sedap. Sehingga perlu dilakukannya pengolahan limbah domestik agar tidak berdampak pada penurunan kualitas lingkungan itu sendiri. Metode alternatif yang dapat dilakukan dalam pengolahan limbah cair adalah menggunakan metode filtrasi (Saputri, 2021).

Filtrasi merupakan sistem pengolahan dan pembersihan partikel padat dari suatu fluida dengan melewatkannya pada medium penyaringan, atau septum, dimana zat padat itu tertahan (Kusuma P, 2018). Pada proses pengolahan air limbah, filtrasi bertujuan untuk untuk menghilangkan partikel yang tersuspensi dan koloidal dengan cara menyaringnya dengan media filter (Artiyani & Firmansyah, 2016).

Filtrasi dengan aliran *down flow* merupakan aliran filter yang melewati media filter dari atas menuju ke bawah. Sistem ini sering dipakai karena tidak perlu mengatur tekanan seperti pada sistem *up*

flow. Pencucian media filter pada sistem ini dilakukan secara manual dengan tenaga manusia (Zahro, 2020). Salah satu sistem pengolahan air limbah yang dapat digunakan adalah penyaringan air limbah menggunakan berbagai jenis bahan, seperti kerikil, arang, zeolit dan pasir. Sistem tersebut dianggap cukup efektif karena bahan-bahan anorganik yang digunakan rata-rata memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar bahan pencemar di dalam air limbah, baik melalui proses filtrasi maupun proses penyerapan.

Selang bekas, ijuk dan kerikil belum pernah digunakan dalam pembangunan pengolahan limbah domestik, khususnya untuk pengolahan limbah domestik dengan parameter BOD, COD, dan pH yang diamati. Media dan sistem filtrasi tersebut ternyata efektif, sehingga peneliti tertarik untuk memanfaatkan eceng gondok dengan media selang bekas, ijuk, dan kerikil untuk membuat alat pembuangan limbah cair rumah tangga. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui efektivitas sistem pengolahan limbah cair rumah tangga dengan menggunakan filtrasi *downflow*

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian eksperimen yang dilakukan dengan filtrasi *downflow*, dengan menggunakan media eceng gondok, selang bekas, ijuk, dan kerikil.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Poltekkes Kemenkes Mamuju. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Mei 2023

Subjek

Subjek dalam penelitian ini adalah limbah cair rumah tangga yang dilakukan proses filtrasi dengan menggunakan alat *downflow filter*.

Prosedur Kerja

1. Prosedur kerja

a. Desain Reaktor Filtrasi *Downflow* (Saputri, 2021)

Desain reaktor filtrasi *downflow* menggunakan *autocad* dengan tinggi bak penampung yaitu 35 cm. Ukuran ini sesuai dengan jenis galon yang akan dijadikan sebagai bak penampung dan bak filtrasi dalam penelitian ini. Adapun ukuran penyangga pada bak penampung yaitu 15 cm, ukuran ini memudahkan air limbah pada bak penampung mengalir menggunakan sistem *down flow* menuju bak penampung filtrasi dan pipa tempat keluar nya air memiliki diameter $\frac{3}{4}$ inc dengan panjang 5 cm. Adapun bak yang di gunakan yakni 5, Selanjutnya, air akan diambil pada pipa outlet yang berada di bak filtrasi.

b. Prosedur kerja pembuatan media (Saputri, 2021)

- 1) Air limbah rumah tangga yang akan diolah ditampung dalam jerigen sebanyak 3 liter.
- 2) Disediakan media filter yang akan digunakan seperti eceng gondok, selang bekas, ijuk, dan kerikil
- 3) Filtrasi *downflow* dirancang menggunakan galon dengan tinggi 35 cm yang disesuaikan dengan jenis dan ukuran galon yang digunakan, dengan lubang keluaran berukuran $\frac{3}{4}$ inci dan panjang 5 cm.
- 4) Media filter yang telah direncanakan disusun secara vertikal dengan ketebalan media yang direncanakan setinggi 5 cm, 10 cm, 15 cm (Izarna, 2022). Lapisan penyaringan pertama terdiri dari empat bak yaitu bak pertama menggunakan eceng gondok, bak kedua menggunakan selang bekas dan bak ke empat menggunakan kerikil dan ijuk.
- 5) Limbah rumah tangga dimasukkan ke dalam unit filtrasi yang telah dirancang

Pengolahan dan Analisis Data

1. Pengolahan data

Metode pengolahan data yang digunakan yaitu :

- a. Observasi, yaitu peneliti melakukan pengamatan langsung pada obyek peneliti (limbah domestik perumahan) untuk memperoleh gambaran awal tentang situasi dan kondisi air limbah. Peneliti juga melakukan pengamatan langsung pada sistem filtrasi yang di buat.
- b. Uji laboratorium, yaitu peneliti melakukan pengambilan sampel air limbah sebelum dan sesudah melewati sistem filtrasi *downflow* buatan sebanyak 3 kali pengulangan pengambilan sampel dalam satu hari.

2. Analisis Data.

Data dari hasil pemeriksaan konsentrasi kualitas air limbah yang bersumber dari rumah tangga sebelum dan sesudah melewati sistem filtrasi downflow buatan meliputi BOD, COD, dan pH, kemudian disajikan dalam bentuk tabel yang selanjutnya akan dianalisis secara deskriptif yaitu membuat interpretasi dan deskriptif dari data yang diperoleh Observasi, yaitu peneliti melakukan pengamatan langsung pada obyek.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Parameter BOD, COD

	Sebelum	Lama waktu kontak 24 jam (01:10 WITA)	Lama waktu kontak 25 jam (02:10 WITA)	Lama waktu kontak 26 jam (03:10 WITA)	Rata rata
BOD	405	388,75	454,29	521,68	1016,5
COD	1049,1	1143,76	1306,25	986	2479,5

Sumber : data primer (2023)

Hasil pemeriksaan parameter BOD sebelum 405 mg/L, setelah 1 (388,75 mg/L), setelah 2 (454,29 mg/L), setelah 3 (521,68 mg/L). Hasil pemeriksaan parameter COD sebelum 1049,1 mg/L, setelah 1 (1143,76 mg/L), setelah 2 (1306,25 mg/L), setelah 3 (986 mg/L).

Tabel 2 Hasil Parameter pH Sebelum dan Sesudah

No	Kode	Hasil Uji
1	Sebelum	5,7
2	Sesudah	5,9

Sumber : data primer (2023)

Dari tabel 2 dapat diketahui bahwa hasil pemeriksaan parameter pH sebelum 5,7 setelah 5,9.

PEMBAHASAN

1. Parameter BOD

Berdasarkan hasil penelitian yang di lakukan parameter BOD sebelum di lakukan pemeriksaan yaitu 405 mg/l hal ini melebihi baku mutu air limbah domestik 30 mg/l, setelah di lakukan pengolahan untuk waktu kontak 24 jam, waktu kontak 25 jam, dan waktu kontak 26 jam masih diatas baku mutu BOD yaitu 30 mg/l.

Salah satu penyebab filtrasi ini kurang efektif yaitu ketebalan media yang digunakan masih kurang dengan penggunaan eceng gondok 10 buah masing masing berat 0.055 kg yang mempengaruhi volume dari sistem filtrasi, Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Rukmi et al., 2013) berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa semakin banyak eceng gondok maka kadar deterjen juga semakin turun begitu juga pada kadar BOD dan COD, hal ini dapat ditunjukkan dengan lebih besarnya kandungan deterjen, BOD, dan COD yang dapat diturunkan dibandingkan air limbah *laundry* tanpa adanya eceng gondok.

Penggunaan media pengganti sarang tawon yaitu selang plastik yang tidak memenuhi media sehingga air limbah tidak tersaring dengan baik dan waktu kontak yang masih sangat kurang yaitu waktu kontak selama 24 jam, hal ini mempengaruhi kemampuan media dalam melakukan filtrasi air limbah, menurut (Izarna, 2022) waktu kontak dan ketebalan media berpengaruh terhadap penurunan kadar polutan dalam air limbah. semakin lama waktu kontak pada proses filtrasi maka penempelan dan penyerapan partikel akan berlangsung lebih baik sehingga dapat menurunkan kadar BOD.

Debit yang terlalu besar akan mencegah filter berfungsi secara efektif. Proses penyaringan tidak berjalan dengan sempurna karena air mengalir terlalu cepat melalui celah antar partikel media pasir. Hal ini mengakibatkan berkurangnya waktu kontak antara permukaan partikel media filter dan air yang akan disaring. Laju aliran yang terlalu tinggi melalui celah antar partikel akan

menyebabkan partikel partikel yang terlalu halus yang tersaring akan lolos. Ketebalan media akan menentukan durasi aliran dan kapasitas filtrasi (Ronny & Saleh, 2018).

Faktor kegagalan dari penelitian ini yakni terjadinya kesalahan pada prosedur kerja sehingga menyebabkan ke tidak efektifan sistem filtrasi dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan pH. Kadar BOD mengalami penurunan dikarenakan semakin berkurang bahan organik yang terlarut dalam air maka semakin banyak pula oksigen yang terlarut dalam air tersebut. Di samping itu, bakteri yang terdapat pada air limbah domestik menempel pada dinding permukaan adsorben dan mendegradasi bahan organik yang menurunkan kadar BOD. Penurunan kadar BOD yang terjadi diduga karena pengaruh penggunaan dari beberapa media, persentase penurunan kadar BOD yang tinggi disebabkan oleh waktu kontak dan ketebalan media yang digunakan.

Terjadinya penurunan nilai BOD terkait dengan sifat eceng gondok yang sangat efektif menurunkan nilai BOD. Terjadinya penurunan yang sangat nyata ini dikarenakan eceng gondok memiliki kemampuan ganda yakni menyerap berbagai bahan organik dalam bentuk ion hasil pemecahan mikroorganisme dan juga membebaskan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk proses oksidasi mikroorganisme pengurai. Oleh sebab itu, semakin banyak dan semakin lama waktu kontak eceng gondok, maka dalam batas-batas tertentu akan semakin banyak jumlah bahan organik dalam bentuk ion yang diserap sehingga berpengaruh pada tingkat penurunan BOD (Rukmi et al., 2013).

2. Parameter COD

Berdasarkan hasil penelitian yang di lakukan parameter COD sebelum di lakukan pemeriksaan yaitu 1049,1 mg/l hal ini melebihi baku mutu air limbah domestik 100 mg/l, setelah di lakukan pengolahan untuk waktu kontak 24 jam, waktu kontak 25 jam, waktu kontak 26 jam masih diatas baku mutu.

Menurut (Suligundi, 2013), berkurangnya kemampuan dari *activated carbon* disebabkan pori-pori pada permukaan karbon tertutup oleh molekul yang telah diserap. Pengaruh terhadap efisiensi penurunan dan kenaikan kadar COD terjadi dikarenakan ada berapa faktor lain yang menyebabkan nilai hasil uji laboratorium fluktuasi yaitu ukuran diameter media filter, diameter media filter juga berpengaruh pada seberapa baik COD diserap olehnya. Berdasarkan penelitian sebelumnya menyatakan bahwa proses *adsorpsi* dapat berjalan lebih lancar jika luas permukaan adsorben lebih kecil dari total luas permukaannya sehingga proses *adsorpsi* dapat berjalan dengan lebih baik (Pontiani et al., 2023)

Dalam penelitian ini digunakan waktu kontak pada media selama 24 jam dengan debit aliran air dalam filtrasi yaitu 0,016 liter/detik sehingga berpengaruh terhadap ke efektifan filtrasi dalam menurunkan kada BOD hal ini sejalan dengan penelitian (Ronny & Saleh, 2018) yang mengatakan faktor yang mempengaruhi proses filtrasi pada multimedia filter yakni waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi, waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik dan padatan terlarut akan teradsorpsi dengan baik jika waktu kontakannya semakin lama dengan aliran air yang lambat.

Bahan organik yang terdapat dalam air limbah dapat disisihkan dengan adanya kandungan daya serap pada media karbon aktif dan zeolit (Saputri, 2021). Penurunan kadar COD ini diduga karena adanya penambahan media filter seperti eceng gondok, selang plastik, kerikil, dan ijuk. Hal ini di ungkapkan juga oleh (Izarna, 2022), penggunaan media filter karbon aktif dan zeolit dapat menyerap polutan yang terkandung di dalam air limbah domestik sehingga dapat menurunkan kadar COD.

Tanaman akan menghasilkan eksudat yang akan meningkatkan limbah biodegradable di dalam air sehingga limbah yang awalnya beracun akan berubah menjadi limbah biodegradable. Banyak faktor yang dapat dikaitkan dengan penurunan BOD dan COD. Kemampuan untuk mengangkut oksigen dari bagian udara ke bagian yang terendam adalah fitur unik dari tanaman air. Oksigen yang diangkut kemudian akan secara signifikan meningkatkan kandungan oksigen air. Oksigen yang diangkut ke zona akar juga berperan penting dalam mendukung pertumbuhan bakteri aerob yang tumbuh subur di zona akar dan karbon dalam air limbah akan terdegradasi selanjutnya. Selanjutnya, padatan tersuspensi yang lebih tinggi dalam limbah dapat bertindak sebagai substrat tambahan untuk aktivitas mikroba pada akar tanaman air (Kiptiah et al., 2022).

Eceng gondok menetralsir bahan pencemar melalui akarnya yang lebat, kemudian bahan pencemar diserap untuk digunakan dalam proses metabolismenya. Selain itu bahan pencemar

tersebut juga dapat disimpan dalam organ akar, umbi atau daunnya serta dapat menyerap kelebihan unsur hara di dalam air yang menyebabkan pencemar (Nugroho, 2021)

3. Parameter pH

Dari hasil pengukuran pH awal pada Tabel gambar 4.2 diperoleh nilai pH sebesar 5,9 yang menunjukkan masih belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016 tentang baku mutu untuk air limbah domestik. Nilai pH sebelum dan sesudah pengolahan tidak banyak berubah, dikatakan nilai pH air limbah tidak naik menjadi 7 (netral) setelah dilakukan pengukuran karena tingginya kandungan bahan organik pada air limbah rumah tangga. Pengukuran pH sebelum dan sesudah perlakuan dengan media zeolit dan karbon aktif juga tidak mempengaruhi perubahan pH. Sehingga hal ini menunjukkan bahwa perlakuan tidak mempengaruhi pH air (Izarna, 2022).

Tingginya nilai pH menunjukkan bahwa air limbah tersebut bersifat basa. Hal ini dikarenakan tingginya penggunaan sabun atau deterjen pada saat mencuci kendaraan. pH sangat berperan dalam menyatakan kualitas perairan bagi makhluk hidup. Apabila kondisi perairan memiliki pH yang bersifat asam atau basa yang tinggi maka akan menyebabkan terjadinya gangguan pada respirasi makhluk hidup (Meri et al., 2022).

Penggunaan air dengan derajat keasaman dibawah nilai ambang batas dapat meningkatkan korosif pada peralatan rumah tangga yang terbuat dari logam, menimbulkan rasa tidak nyaman dan akan mengakibatkan beberapa bahan kimia yang terkandung dalam air dapat menjadi racun dan mengganggu kesehatan (Husaini et al., 2020).

Nilai pH yang cenderung basa dapat disebabkan oleh banyaknya zat-zat yang bersifat basa yang terdapat pada sabun, shampoo, dan deterjen yang sering digunakan dalam aktivitas sehari-hari. Penambahan aerasi pada sistem menyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam air limbah meningkat. Oksigen terlarut kemudian dimanfaatkan mikroorganisme untuk respirasi dan dihasilkan CO₂. Karbon dioksida yang terlarut dalam air kemudian akan mengalami reaksi kesetimbangan menghasilkan ion OH penyebab meningkatnya nilai pH. Semakin rendah konsentrasi karbon monoksida, pH perairan semakin tinggi. Rendahnya kandungan karbon monoksida berarti menunjukkan tingginya kandungan oksigen, begitu pula sebaliknya (Maharani et al., 2021).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang di ambil dari penelitian ini adalah parameter air limbah domestik belum memenuhi baku mutu yang telah di tetapkan. Diharapkan adanya penelitian lanjutan dengan unit filtrasi dalam skala besar atau penambahan reaktor filtrasi ganda dan penambahan ketebalan variasi media, memperhatikan laju aliran filtrasi dan waktu kontak media agar kadar parameter yang diukur dapat memenuhi standar baku mutu. Diharapkan adanya penelitian lanjutan dengan menggunakan media atau limbah yang berbeda dari penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, M., Deswalita, A. F., & Taai, D. (2022). Perlindungan Lingkungan Hidup Terhadap Dampak Pengelolaan Limbah Rumah Tangga. *Prosiding National Conference for Community Service Project (NaCosPro)*, 4(1), 56–62. <http://journal.uib.ac.id/index.php/nacospro%0D>
- Artiyani, A., & Firmansyah, N. H. (2016). Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Up Flow Dengan Media Pasir Zeolit Dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Dan Deterjen Air Limbah Domestik. *Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 6(1), 8–15. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/industri/article/view/914>
- Filliazati, M., Apriani, I., & Zahara Anita, T. (2013). Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang. *Jurnal Program Studi Teknik Lingkungan*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v1i1.4028>
- Husaini, A., Yenni, M., & Wuni, C. (2020). Efektivitas Metode Filtrasi Dan Adsorpsi Dalam Menurunkan Kesadahan Air Sumur Di Kecamatan Kota Baru Kota Jambi. *Jurnal Formil (Forum Ilmiah) Kesmas Respati*, 5(2), 91. <https://formilkesmas.respati.ac.id/index.php/formil/article/view/323>
- Izarna, S. R. (2022). *Uji Unit Filtrasi Sederhana Dalam Menurunkan Parameter Kualitas Air Limbah Cair Rumah Makan*.
- Kiptiah, M., Ghani Ilmannafian, A., Darmawan, Mi., Teknologi Industri Pertanian, J., Negeri Tanah

- Laut, P., Yani, J. A., Panggung, D., Pelaihari, K., Tanah Laut, K., & Selatan, K. (2022). *Pengaruh Fitoremediasi dengan Kombinasi Tanaman pada Kadar BOD dan COD Limbah Sasirangan Effect of Phytoremediation with Plant Combination on BOD and COD Levels of Sasirangan Waste*. 9(1), 72–80. <https://jtai.politala.ac.id/index.php/JTAI/article/view/158>
- Kusuma P, C. (2018). Pengaruh Waktu Pengadukan Dan Pengambilan Sampel Larutan Caco3 4% Terhadap Jumlah Endapan Pada Alat Filter Press Citra. *Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta*, 2(1), 1–13. <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/JIP/article/view/1349/1061>
- Maharani, P. F., Sasmita, A., & Asmura, J. (2021). Pengaruh PH Terhadap Evesiensi Air Limbah Grey Water Dengan Media Honeycomb. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, 30(3), 186–189. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/view/29896>
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor R: P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia 1 (2016). https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/5/170314114854P.68_BAKU_MUTU_LIMBAH_DOMESTIK.pdf
- Meri, S., Aida, N., & Rahman, A. (2022). Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan Menjadi Air Bersih Dengan Metode Filtrasi Multimedia Menggunakan Aliran Upflow. *Lingkar : Journal of Environmental Engineering*, 3(1), 17–31. <https://doi.org/10.22373/ljee.v3i1.1925>
- Nugroho, P. A. (2021). *Efektivitas Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) sebagai Fitoremediator Logam Krom Heksavalen (Cr6+) pada Limbah Cair Industri Batik di Yogyakarta*. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/56727>
- Pontiani, I., Purnaini, R., & Widha Nugraheni, P. (2023). Penurunan Parameter Pencemar Limbah Laundry Menggunakan Filter Arang Cangkang Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(1), 073. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v11i1.59352>
- Rayma, S. T. (2020). Dampak Limbah Domestik Terhadap Kondisi Lingkungan (Studi Kasus Pada Pinggiran Kali Krukut Tanah Abang Jakarta Pusat) [ISLAM NEGERI SYARIF HIDAYATULLAH JAKARTA]. In *FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SYARIF HIDAYATULLAH JAKARTA*. https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/51392/1/SKRIPSI_FIX_WATERMARK.pdf
- Ronny, & Saleh, M. (2018). Penurunan Kadar COD dengan Metode Filtrasi Multimedia Filter pada Air Limbah Laundry. *Jurnal Penelitian*, 4(1), 51. <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/higiene/article/view/5839>
- Rukmi, D., Ulyke, U., & Pujiati, R. (2013). Efektifitas Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) dalam Menurunkan Kadar Deterjen, BOD, dan COD pada Air Limbah Laundry (Study di Laundry X di Kelurahan Jember Kecamatan Patrang Kabupaten Jember). In *Ikesma* (Vol. 9, Issue 1). <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/59381>
- Saputri, R. R. (2021). *Pengolahan Limbah Rumah Tangga (Grey Water) Dengan Sistem Filtrasi Upflow Menggunakan Filter Multimedia*.
- Suligundi, B. T. (2013). Penurunan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) Pada Limbah Cair Karet Dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Yang Dilanjutkan Dengan Reaktor Activated Carbon. *Jurnal Teknik Sipil Untan*, 13, 29–44. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtsuntan/article/view/1628>
- Zahro, S. F. (2020). *Rancang bangun filter limbah cair laundry skala rumah tangga dengan menggunakan multimedia filter*. http://digilib.uinsa.ac.id/42438/2/Septi_Fatimatus_Zahro_H75216069.pdf