

Pemberdayaan Masyarakat dalam Pemanfaatan Botol Bekas sebagai *Biofilter Septic Tank* di Desa Pecuk, Demak

Hermin Poedjiastoeti*, Kartono Wibowo, Prabowo Setiyawan

Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia

*Corresponding Author

Jl. Raya Kaligawe KM. 4 Semarang, Telp. (024)6583584 Fax. (024)6582455

E-mail: hermin@unissula.ac.id

Received:
25 November 2022

Revised:
30 August 2023

Accepted:
10 October 2023

Published:
30 November 2023

Abstrak

Desa Pecuk merupakan salah satu desa di Kecamatan Mijen Kabupaten Demak yang saat ini tidak luput mengalami permasalahan sampah terutama sampah plastik yang semakin meningkat dan belum dikelola dengan baik. Selain permasalahan sampah, Desa Pecuk berdasarkan data yang ada juga dihadapkan pada permasalahan pengelolaan air limbah. Langkah mereduksi atau pengurangan dampak negatif dari sampah plastik khususnya botol plastik bekas yaitu dengan mengembangkan berbagai jenis teknologi pemanfaatan botol plastik, diantaranya adalah penggunaan botol plastik sebagai media biofilter dalam pengolahan air limbah domestik. Terdapat penelitian terdahulu terkait pemanfaatan botol plastik sebagai biofilter. Botol plastik bekas dapat digunakan sebagai media biofilter dan memiliki kemampuan penyisihan TSS (total padatan tersuspensi), COD (jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan limbah yang terkandung dalam air) dan BOD (oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa – senyawa kimia) yang baik. Studi tersebut dimanfaatkan dalam pemberdayaan masyarakat di Desa Pecuk melalui tahapan persiapan dan pelaksanaan. Sosialisasi dilakukan di Desa Pecuk Kecamatan Mijen Kabupaten Demak menggunakan sampel dan penjelasan tentang pentingnya pengelolaan sampah dan limbah, nilai guna botol plastik bekas sebagai biofilter septic tank serta diakhiri dengan diskusi antara tim pengabdian masyarakat dan warga Desa Pecuk. Melalui kegiatan sosialisasi ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan warga tentang daur ulang sampah botol plastik melalui pembuatan biofilter tanki septic.

Kata kunci: Biofilter; botol bekas; limbah; *septic tank*

Abstract

Pecuk Village is one of the villages in Mijen District, Demak Regency which is currently experiencing waste problems, especially plastic waste, which is increasing and has not been managed well. Apart from the waste problem, Pecuk Village, based on existing data, is also faced with waste water management problems. Steps are being taken to decrease or mitigate the negative impact of plastic waste, particularly used plastic bottles, by creating various forms of technologies for using plastic bottles, such as the use of plastic bottles as biofilter material in household wastewater treatment. There has been previous study on the use of plastic bottles as biofilters. Used plastic bottles can be used as biofilter medium, removing TSS (total suspended solids), COD (the amount of oxygen needed to decompose all waste materials contained in water), and BOD (oxygen required by microorganisms to oxidize chemical compounds). Through the preparation and execution stages, this study was used to empower the people in Pecuk Village. The socialization took place in Pecuk Village, Mijen

District, Demak Regency, and included samples and explanations about the importance of waste management, as well as the value of using used plastic bottles as septic tank biofilters. It concluded with a discussion between the community service team and Pecuk Village residents. Residents can gain more insight and understanding about recycling plastic bottle waste by creating septic tank biofilters through this outreach program.

Keywords: *Biofilter; used-bottles; waste; septic tank.*

PENDAHULUAN

Sampah plastik saat ini masih menjadi masalah terbesar di Indonesia. Dikutip dari Kementerian Kelautan dan Perikanan, Indonesia masuk urutan kedua penyumbang sampah plastik terbesar di dunia pada 2019 dengan 3,21 juta metrik ton per tahun. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton pertahun. Sebanyak 3,2 juta ton merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut (Basheera, 2015). Indonesia masuk dalam peringkat kedua dunia setelah Cina menghasilkan sampah plastik di perairan mencapai 187,2 juta ton. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menyebut total sampah nasional pada 2021 mencapai 68,5 juta ton, dan sebanyak 17% atau sekitar 11,6 juta ton, disumbang oleh sampah anorganik khususnya plastik. Permasalahan sampah plastik tersebut apabila semakin banyak jumlahnya di lingkungan maka akan berpotensi mencemari lingkungan. Mengingat bahwa sifat plastik akan terurai di tanah dalam waktu lebih dari 20 tahun bahkan dapat mencapai 100 tahun sehingga dapat menurunkan kesuburan tanah dan di perairan plastik akan sulit terurai (Horie et al., 1997).

Langkah mereduksi atau pengurangan dampak negatif dari sampah botol plastik bekas antara lain telah dikembangkan berbagai jenis teknologi pemanfaatan botol plastik, diantaranya adalah penggunaan botol plastik sebagai media biofilter dalam pengelolaan limbah cair domestik (air limbah hasil dari usaha dan atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama) (Putra, Y.E., Karnaningroem, 2016); (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016); Natsir, M.F., Amaludin, Liani, A.A, & Fahsa, 2019). Biofiltrasi merupakan salah satu proses pengolahan air limbah secara biologis yang pada prinsipnya melibatkan mikroba sebagai media penghancur bahan-bahan pencemar tertentu terutama senyawa organik dalam biofilm (Angreni et al., 2014). Biofilm adalah kumpulan sel mikroorganisme, khususnya bakteri, yang melekat di suatu permukaan dan diselubungi oleh pelekak karbohidrat yang dikeluarkan oleh bakteri (Ariani et al., 2014). Keunggulan biofilter anaerob-aerob dalam pengolahan air limbah di antaranya pengoperasiannya mudah, lumpur yang dihasilkan sedikit, dapat digunakan untuk pengolahan air limbah dengan konsentrasi zat organik rendah maupun tinggi dan tahan terhadap fluktuasi jumlah air limbah maupun konsentrasi (Ariani et al., 2014; Said & Yudo, 2018). Selain itu kriteria dalam penentuan media biofilter adalah inersitas tinggi, volume pori tinggi, luas permukaan besar, sifat hidrofilik, dll (Said, 2005). Beberapa sifat ini dapat ditemukan dalam botol plastik, sehingga diasumsikan bahwa botol plastik bekas dapat digunakan sebagai media biofilter dan memiliki kemampuan penyisihan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biological Oxygen Demand*) yang baik (Radityaningrum & Kusuma, 2017 ; (Purnaningtias et al., 2017).

Kabupaten Demak merupakan salah satu daerah yang mengalami permasalahan terkait sanitasi khususnya pengelolaan limbah domestik atau rumah tangga baik limbah cair maupun padat/sampah. Desa Pecuk merupakan salah satu desa di Kecamatan Mijen Kabupaten Demak yang tidak luput mengalami permasalahan sampah terutama sampah plastik yang semakin meningkat dan belum dikelola dengan baik. Pengelolaan sampah anorganik seperti plastik, botol bekas dan sejenisnya yang masih dapat dimanfaatkan atau bernilai jual selama ini ditampung di Bank Sampah, namun saat ini bank sampah sudah tidak aktif lagi, sehingga sampah anorganik

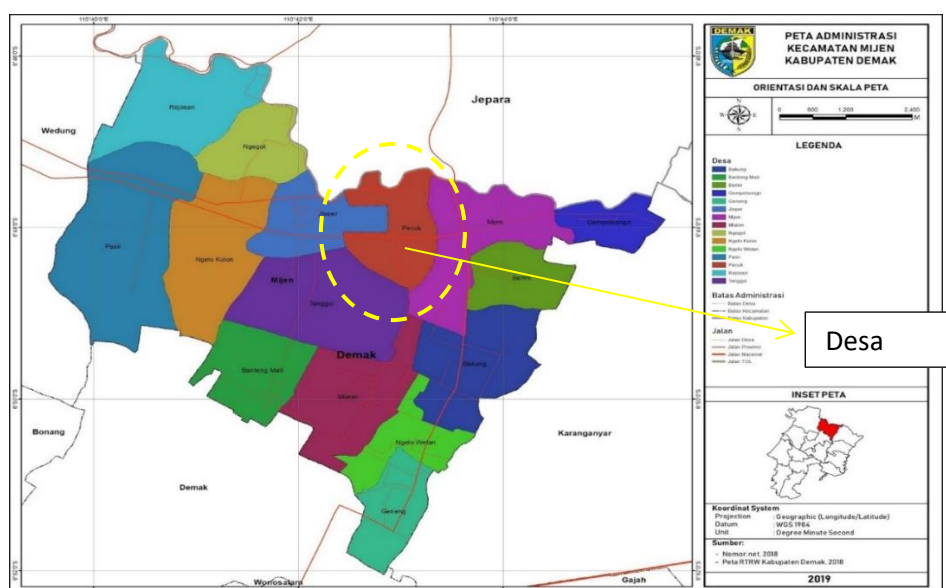
yang banyak dihasilkan oleh warga tidak dikelola. Selain permasalahan sampah, Desa Pecuk berdasarkan data yang ada juga dihadapkan pada permasalahan pengelolaan air limbah (Dinperkim Kabupaten Demak, 2021). Permasalahan terkait pengelolaan air limbah aspek teknis antara lain: cakupan cubluk /tangki septik tidak layak sebesar 20,88 %, dan pengelolaan aman limbah domestik hanya 4,14 %. Sementara untuk aspek non teknis adalah kesadaran masyarakat masih belum terbangun secara optimal, untuk turut serta dalam program pengelolaan air limbah domestik maupun pengelolaan sampah (Hardiyanti, 2021).

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan, maka Unissula menjalin kerjasama dengan mitra yaitu masyarakat Desa Pecuk Kecamatan Mijen Kabupaten Demak. Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan mengedukasi warga mengenai pentingnya mengelola sampah plastik, melalui upaya pengurangan limbah plastik bekas botol minuman menjadi benda yang lebih ekonomis serta dapat dimanfaatkan oleh semua kalangan masyarakat. Ide pemanfaatan limbah selanjutnya dituangkan dalam kegiatan sosialisasi dan pelatihan pemanfaatan botol bekas sebagai *biofilter septic tank*. Muatan program yang paling penting dalam program ini adalah memberikan pengetahuan mengenai pentingnya pengelolaan sampah dan limbah, manfaat filter pada *septic tank* dan cara membuat filter dengan menggunakan botol bekas.

METODE PELAKSANAAN

Lokasi Kegiatan

Lokasi kegiatan pengabdian masyarakat berada di Desa Pecuk, Kecamatan Mijen, Kabupaten Demak, yang memiliki luas wilayah 2,36 km² dengan penduduk sejumlah 2.742 jiwa. Desa Pecuk dibatasi oleh daratan, di sebelah utara berbatasan langsung dengan Kecamatan Welahan Kabupaten Jepara, sebelah timur berbatasan dengan Desa Mijen, di sebelah selatan berbatasan dengan Desa Tanggul dan sebelah barat berbatasan dengan Desa Jleper (Gambar 1). Jarak Desa Pecuk ke Ibukota Demak sekitar 19 km, sedangkan jarak ke Ibukota kecamatan sekitar 2 km (Kecamatan Mijen dalam Angka, 2021).



Gambar 1. Lokasi Kegiatan Sosialisasi (Desa Pecuk)

Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam kegiatan pengabdian masyarakat tentang pemanfaatan limbah botol plastik untuk pembuatan biofilter adalah sebagai berikut:



Botol plastik



Gunting



Cutter



Tali plastik

Gambar 2. Alat dan bahan

Khalayak Sasaran

Sasaran kegiatan ini adalah warga, pengurus RT dan RW, serta aparat pemerintah desa di Desa Pecuk, Kecamatan Mijen, Kabupaten Demak, yang mempunyai permasalahan terkait pengelolaan sampah plastik dan pengolahan air limbah domestik di desa tersebut. Selama ini air limbah warga desa langsung dibuang ke Sungai Wulan, sehingga warga desa memerlukan bantuan dalam mengelola air limbah domestiknya.

Metode Pengabdian

Metode pelaksanaan sosialisasi ini meliputi: 1) melakukan kegiatan survei lapangan untuk menggali permasalahan di lokasi mitra khususnya terkait dengan pengelolaan sampah plastik (botol plastik), 2) melakukan penentuan tema atau materi sosialisasi yang akan diberikan berdasarkan hasil survei lapangan yang telah dilakukan, 3) melaksanakan sosialisasi dengan presentasi materi tentang pengelolaan sampah dan pemanfaatan botol plastik bekas untuk biofilter tangki septik, dan 4) kegiatan sosialisasi dilaksanakan sebagai tahap awal dengan tujuan memberikan pemahaman tentang sanitasi dan pengelolaan lingkungan khususnya pengelolaan sampah. Materi penyuluhan antara lain: a. Pemahaman mengenai rumah sehat khususnya menjelaskan mengenai fungsi dari septik tank yang ada dirumah b. perlunya mengelola sampah, perubahan cara pandang terhadap sampah yang dapat menghasilkan nilai guna dan c. pemanfaatan botol plastik sebagai biofilter tangki septik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Program Pengabdian Masyarakat dengan tema “Pemanfaatan Botol Air Mineral Bekas untuk Biofilter Rumah Bakteri Tangki Septik” dilaksanakan sebagai upaya meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan limbah botol plastik. Kegiatan ini juga diharapkan dapat membangkitkan ide kreatif dalam pemanfaatan botol plastik menjadi produk yang lebih bermanfaat, salah satunya adalah sebagai biofilter rumah bakteri untuk tangki septik.

Survei dan Pemetaan masalah

Kegiatan survei lapangan dilaksanakan untuk mengamati kondisi sanitasi lingkungan dan menggali permasalahan di lokasi mitra. Tabel 1 berikut menggambarkan luas wilayah Desa Pecuk yaitu sebesar 236 Ha terdiri atas 3 dusun, dengan jumlah penduduk 2.742 jiwa.

Tabel 1. Kondisi Wilayah dan Kependudukan Desa Pecuk

No.	Keterangan	Satuan	Nilai
1.	Luas Wilayah	Hektar	236
2.	Jumlah Penduduk	Jiwa	2.742
3.	Jumlah Penduduk Laki-Laki	Jiwa	1.399
4.	Jumlah Penduduk Perempuan	Jiwa	1.343
5.	Jumlah Dusun		3
6.	Jumlah Rukun Warga		3
7.	Jumlah Rukun Tetangga (RT)		11

Sumber: Kecamatan Mijen dalam Angka, 2021

Selanjutnya dilakukan pemetaan masalah sanitasi lingkungan serta observasi kepada masyarakat yang ada di Desa Pecuk. Permasalahan yang muncul dan belum ditangani adalah permasalahan meningkatnya sampah plastik khususnya botol plastik bekas air minum dalam kemasan. Selain itu masyarakat juga mempunyai permasalahan terkait pengelolaan air limbah domestik yang aman. Data dari dinas terkait (Dinas Kesehatan Kabupaten Demak) menyebutkan Di Desa Pecuk rumah yang memenuhi syarat kesehatan sebesar 58% dengan jumlah pemanfaatan jamban yang memenuhi syarat kesehatan sebesar 63,33% dan rumah dengan SPAL (saluran pembuangan air limbah) yang memenuhi syarat kesehatan sebesar 20,88%. Tahap selanjutnya tim pengabdian mendiskusikan hasil pengumpulan data awal untuk menentukan jenis kegiatan pengabdian di lokasi mitra terkait pemberdayaan masyarakat dalam bidang sanitasi lingkungan.

Penentuan Tema

Pada saat mengunjungi Kantor Desa Pecuk dalam rangka permohonan izin pengabdian, tim menjelaskan latar belakang, tujuan dan manfaat kegiatan pengabdian kepada staf desa. Setelah mendengar pemaparan tim pengabdian, staf Desa Pecuk menyambut dengan antusias kegiatan pengabdian tersebut karena sejalan dengan salah satu program desa adalah meningkatkan kebersihan dan kesehatan lingkungan, khususnya dalam pengelolaan sampah di sekitar lingkungan rumah. Dalam kesempatan ini juga dilakukan penandatanganan pernyataan kesediaan pihak Desa Pecuk sebagai mitra kegiatan Pengabdian Masyarakat.

Kegiatan Sosialisasi

Kegiatan sosialisasi dilakukan dengan melibatkan Kepala Desa Pecuk, perangkat Desa Pecuk, Badan Permusyawaratan Daerah (BPD), serta warga Desa Pecuk. Dalam kegiatan ini diawali dengan sambutan Kepala Desa Pecuk dan perwakilan Unissula, dilanjutkan dengan penyampaian materi, yaitu terkait dengan pengelolaan sampah dan masalah sanitasi yang baik.

Kegiatan pengabdian ini fokus pada bagaimana pemanfaatan limbah botol plastik sebagai biofilter tangki septik. Materi awal, tim menyampaikan tentang pengertian dan jenis sampah, informasi mengenai bahaya sampah bagi kesehatan, perilaku membuang sampah yang benar serta dampak pencemaran dan kerusakan lingkungan akibat sampah terutama limbah plastik. Materi selanjutnya adalah terkait dengan pengertian, fungsi dan kegunaan tangki septik. Disampaikan bahwa tangki septik adalah tempat penampungan kotoran sebelum menjadi sedimen melalui proses penguraian oleh bakteri. Sebagai tempat penampungan bila isinya bertambah terus tentu ada saatnya menjadi penuh, ketika sudah penuh itu kita akan membutuhkan jasa sedot atau jasa kurus agar isi septic tank kembali kosong. Sanitasi yang jelek atau tangki septik yang tidak standar serta tidak dilakukan pengelolaan yang baik dapat mengakibatkan pencemaran di lingkungan dan sebagai sumber penyakit. Salah satu ciri tangki septik yang baik adalah yang dilengkapi dengan sistem penyaringan air limbah, sehingga harapannya air limbah yang telah melalui filtrasi

(penyaringan) yang akan dibuang tidak akan mencemari lingkungan. Penjelasan mengenai bagaimana membuat tangki septi yang baik juga dilakukan dengan menunjukkan video mengenai *septic tank* yang ideal menurut peraturan pemerintah Indonesia.



Gambar 3. Kegiatan sosialisasi pemanfaatan botol bekas sebagai biofilter *septic tank*

Materi selanjutnya yang disampaikan dalam kegiatan sosialisasi adalah penggunaan botol plastik bekas untuk media tumbuhnya bakteri. Beberapa kriteria yang dapat dipenuhi dalam menentukan media biofilter menurut (Said, 2005), adalah bahan yang dapat digunakan sebagai media biofilter memiliki kriteria tertentu seperti inersitas tinggi, fraksi volume rongga tinggi, luas permukaan yang besar, bersifat hidrofilik, dan sebagainya. Beberapa sifat-sifat ini dapat ditemukan dalam botol plastik bekas sehingga diharapkan botol plastik bekas mampu dimanfaatkan sebagai media biofilter dan memiliki kemampuan penghilangan COD dan BOD yang tinggi (Khalil et al., 2021). Demi mengurangi dampak negatif dari sampah botol plastik bekas berbagai jenis teknologi pemanfaatan botol plastik dikembangkan, diantaranya adalah penggunaan botol plastik sebagai media biofilter.



Gambar 4. Peragaan pembuatan biofilter *septic tank*

Tahap selanjutnya ditunjukkan sampel atau contoh biofilter dari botol plastik bekas serta dilakukan penyuluhan mengenai pemanfaatan barang bekas ini yang dapat digunakan kembali sebagai biofilter *septic tank* sehingga memiliki nilai guna yang tinggi untuk lingkungan. Adapun cara pembuatan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Botol plastik di potong bagian atas dan bawahnya,
- b. Botol yang sudah dipotong sebagian untuk wadah filter berbentuk silinder dan sebagian dilipat sebagai filter.
- c. Kemudian dilipat dan dimasukkan kedalam botol bentuk silinder dengan beberapa lapisan.

d. Lalu botol-botol yang sudah dibentuk dirangkai dan diikat untuk menjadi filter.



Gambar 5. Alat dan Bahan (botol bekas) serta rangkaian biofilter.

Pada akhir sosialisasi ditunjukkan video demonstrasi pembuatan biofilter *septic tank* dari botol bekas ini serta praktek pembuatan biofilter berbahan botol bekas. Sesi tanya jawab dan diskusi dengan masyarakat dilakukan sebagai sarana tukar pikiran dan pendapat agar tujuan maupun sasaran kegiatan pemberdayaan masyarakat dapat dilaksanakan. Melalui respon yang diberikan oleh masyarakat, harapannya masyarakat dapat mengetahui dan memahami bagaimana pemanfaatan kembali sampah botol bekas sebagai suatu hal yang memiliki nilai guna tinggi di Desa Pecuk. Kegiatan ditutup dengan melakukan foto bersama pihak-pihak yang terkait dalam Desa Pecuk ini (Tim Unissula dan warga Desa Pecuk).

Evaluasi

Secara umum kegiatan pengabdian masyarakat ini telah berhasil dilaksanakan jika dilihat dari indikator input, proses dan output. Indikator input di antaranya tersedianya sumber daya pelaksanaan yang terdiri tenaga pelaksana, dana, metode, bahan/media. Selain itu, kegiatan pengabdian masyarakat ini bermanfaat untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat dalam mengelola sampah botol plastik dan meningkatkan kualitas sanitasi lingkungan melalui pengelolaan limbah cair tangki septik.

Hasil evaluasi kegiatan Pengabdian Masyarakat ini berdasarkan hasil proses tanya jawab dan diskusi yang telah dilakukan sebelumnya, menilai bahwa pengetahuan pemanfaatan kembali sampah (daur ulang sampah) masih rendah. Hal ini menggambarkan kondisi di lapangan, bahwa masyarakat belum memiliki pengetahuan dan keterampilan untuk memanfaatkan sampah botol plastik untuk biofilter tangki septik yang memiliki nilai guna tinggi. Selain dapat mengolah limbah cair domestik, pembuatan biofilter juga dapat bernilai ekonomi (nilai jual 1 m³ produk biofilter berkisar Rp. 1,6 - 1,9 juta). Secara keseluruhan kegiatan Pengabdian Masyarakat ini direspon positif oleh masyarakat Desa Pecuk Kecamatan Mijen Kabupaten Demak. Hal ini terlihat dari antusias dan semangat mereka dalam mengikuti sosialisasi dan pelatihan ini dari awal sampai akhir.



Gambar 6. Foto Bersama Tim Pengabdian Masyarakat Unissula, Perangkat, Warga Desa Pecuk

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilaksanakan dengan tema pemberdayaan masyarakat dalam pemanfaatan botol plastik untuk biofilter tangki septik, maka terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan. *Pertama*, sebagian masyarakat belum mengetahui bahwa sampah yang selama ini dipandang sebagai sesuatu yang tidak berguna, tetapi melalui kegiatan sosialisasi ini dapat memberi pencerahan tentang cara pandang baru terhadap sampah yang ternyata dapat dimanfaatkan kembali dan bernilai ekonomi. *Kedua*, melalui kegiatan sosialisasi ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan warga tentang daur ulang sampah botol plastik melalui pembuatan biofilter tangki septik yang dapat diterapkan dalam rangka pengelolaan air limbah domestik dalam skala rumah tangga.

Saran

Perlu tindak lanjut berupa pelatihan dan pendampingan tentang pengelolaan sampah dan limbah, khususnya botol plastik menjadi produk yang bernilai ekonomi lebih tinggi atau menjadi lebih bermanfaat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah membantu kegiatan pemberdayaan masyarakat ini serta Masyarakat Desa Pecuk, Kecamatan Mijen, Kabupaten Demak yang telah berkontribusi.

DAFTAR PUSTAKA

- Angraeni, W. G., Suyasa, I. B., & Wahyu Dwijani, S. (2014). Pengaruh perlakuan biofiltrasi ekosistem buatan terhadap penurunan Cod, Nitrat, dan Ph air limbah pencucian rumput aut. *Jurnal kimia*, 8(1), 97-103. <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2014.v08.i01.p16>
- Ariani, W., Sumiyati, S., & Wardhana, I. W. (2014). *Studi Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Cair Rumah Makan dengan Teknologi Biofilm Anaerob-Aerob Menggunakan Media Bioring Susunan Random (Studi Kasus: Rumah Makan Bakso Krebo Banyumanik)* (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Basheera, G. (2015). *Company Pro Le Company Pro Le. May*, 1–4.
- Dinperkim Kabupaten Demak. (2021). Materi Teknis Raperda Pencegahan Dan Peningkatan Kualitas Perumahan Kumuh dan Permukiman Kumuh. *Dinperkim Kabupaten Demak*.

- Hardiyanti, K. (2021). Evaluasi Kebijakan pengelolaan Sampah Di Kabupaten Demak. *Jurnal Administrasi Publik*, 11(2). <https://doi.org/10.31506/jap.v11i2.8342>
- Horie, Y., Chervenak, R. P., Wolf, R., Gerritsen, M. E., Anderson, D. C., Komatsu, S., & Granger, D. N. (1997). Lymphocytes mediate TNF-alpha-induced endothelial cell adhesion molecule expression: studies on SCID and RAG-1 mutant mice. *Journal of Immunology (Baltimore, Md.: 1950)*, 159(10), 5053–5062.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). Peraturan Menteri LHK No.68 th 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. *Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan*, 68, 1–13.
- Khalil, F. I., Abdullah, S. H., Sumarsono, J., Priyati, A., & Setiawati, D. A. (2021). Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Sebagai Media. *Jurnal Abdi Mas TPB*, 3(1), 40–48. www.abdimastpb.unram.ac.id
- Natsir, M.F., Amaludin, Liani, A.A., & Fahsa, A. D. (2019). Analisis kualitas BOD, COD, dan TSS limbah cair domestik (grey water) pada rumah tangga di Kabupaten Maros 2021. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1(2), 1–16. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jnik/article/view/14668>
- Purnaningtias, A., Afiuddin, A. E., & Dewi, T. U. (2017). Pemanfaatan Botol Plastik Bekas sebagai Biofilter Aerobik dalam Penurunan Konsentrasi COD , BOD pada Air Limbah Laboratorium Kesehatan. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology Program*, 2623, 51–56.
- Putra, Y.E., Karnaningroem, N. (2016). *Upaya Peningkatan Kualitas Air Sungai dengan Menggunakan Biofilter Bermedia Botol Plastik Bekas Minuman Probiotik*.
- Radityaningrum, A. D., & Kusuma, M. N. (2017). Perbandingan Kinerja Media Biofilter Anaerobic Biofilter Dalam Penurunan Tss, Bod, Cod Pada Grey Water. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 3(2), 25–34. <https://doi.org/10.20527/jukung.v3i2.4024>
- Said, N. I. (2005). Aplikasi bio-ball untuk media biofilter studi kasus pengolahan air limbah pencucian jeans. *Jurnal Air Indonesia*, 1(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v1i1.2276>
- Said, N. I., & Yudo, S. (2018). Rancang Bangun Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Hewan (Rph) Ayam Dengan Proses Biofilter. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v2i1.2294>