

Artikel Riset

Potensi dan Pengaruh Batang Pisang Sebagai Media Filter Pada Pengolahan Air Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor

Yustika Kusumawardani^{1,*}), Sri Subekti¹, Soehartono²

¹) Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran, Jl. Banjarsari Barat No.1, Pedalangan, Semarang, Indonesia

²) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran, Jl. Banjarsari Barat No.1, Pedalangan, Semarang, Indonesia

*Penulis korespondensi, e-mail: yustika@unpand.ac.id

Abstrak

Air limbah pencucian kendaraan bermotor yang dibuang langsung ke badan air dapat meningkatkan kadar pencemaran. Pengolahan air limbah usaha pencucian motor skala kecil haruslah efisien, tidak memerlukan lahan luas, mudah dioperasikan serta ekonomis. Alternatif teknologi pengolahan air limbah untuk usaha pencucian motor skala kecil adalah menggunakan sistem filtrasi sederhana. Batang pisang dapat dimanfaatkan sebagai media penyaring. Penelitian sebelumnya menyebutkan batang pisang memiliki kandungan selulose serta memiliki kemampuan higroskopis tinggi. Kandungan selulosa yang tinggi memungkinkan potensi dijadikan sebagai media penyerap. Sifat higroskopis bermanfaat menyerap bahan kimia anorganik berbahaya. Penelitian dilakukan dengan membuat reaktor filtrasi menggunakan media filter batang pisang dengan variasi waktu tinggal dan ketebalan media filter. Pengujian sampel dilakukan dengan menganalisis parameter uji COD, TSS dan Deterjen. Hasil uji menunjukkan penurunan yang signifikan pada parameter TSS dan deterjen. Besarnya presentase penurunan tertinggi pada parameter TSS mencapai 91% dan deterjen 96%. Parameter COD mengalami penurunan saat perlakuan filtrasi secara langsung, namun kemudian meningkat seiring waktu tinggalnya. Hal tersebut karena pengaruh biologis batang pisang serta tingginya presentase bahan organik dan biomassa batang pisang. Dapat disimpulkan bahwa batang pisang berpotensi sebagai media filter pengolahan air limbah secara langsung dan hasilnya cukup efektif untuk menurunkan parameter TSS dan deterjen air limbah pencucian kendaraan bermotor.

Kata Kunci: air limbah; filtrasi; media filter; batang pisang;

Abstract

Wastewater vehicle washing that discharged directly into water bodies can increase pollution levels. Wastewater treatment of small-scale vehicle washing businesses must be efficient, no need large areas, easy to operate and economical. The alternative technology is using simple wastewater filtration system. Banana stems can be used for filter media. Previous studies mention banana stems have cellulose content and have high hygroscopic ability. High cellulose content allows the potential to be used as an absorbent

media. Hygroscopic properties are useful for absorbing harmful inorganic chemicals. The study was conducted by making a filtration reactor using banana stem filter media with a variation of residence time and filter media thickness. Sample testing by analyzing COD, TSS and Detergent parameters. The test results significant decrease in TSS and detergent parameters. The highest percentage decrease in TSS reached 91% and detergent 96%. COD decreased during the filtration treatment directly, but after that increased with the length of duration. This is due to biological influence and the high percentage of organic matter and biomass of banana stems. It can be concluded that the banana stem potential as a filter media for direct wastewater treatment and effective in reducing TSS and detergents for washing vehicles wastewater.

Keywords: wastewater; filtration; filter media; banana stem;

1. Pendahuluan

Menjamurnya jasa pencucian kendaraan bermotor dapat memperburuk kualitas lingkungan karena tidak adanya pengolahan air bekas pencucian melainkan langsung dibuang ke badan air penerima sehingga menyebabkan pencemaran. Air limbah pencucian kendaraan bermotor yang dibuang langsung ke badan air dalam jumlah besar dapat mengakibatkan kandungan TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan deterjen meningkat. Hasil pengukuran kadar COD air limbah dari jasa pencucian kendaraan bermotor dari penelitian sebelumnya mencapai 768 mg/l dan konsentrasi surfaktan mencapai 25,32 mg/l. Sedangkan angka yang diperbolehkan (baku mutu) untuk COD adalah sebesar 600 mg/l dan untuk parameter surfaktan adalah 15 mg/l (Chrisafitri & Karnaningroem, 2012).

Pengolahan air limbah usaha pencucian motor skala kecil haruslah efisien, tidak memerlukan lahan luas, mudah dioperasikan serta ekonomis. Alternatif teknologi pengolahan yang dapat diterapkan pada usaha pencucian motor tersebut yaitu pengolahan air limbah sistem filtrasi sederhana. Pada umumnya pembuatan media filter untuk menjernihkan air dapat menggunakan beberapa media seperti pasir silika, *manganese green sand*, zeolite, dan karbon aktif. Media filter penjernih air lainnya dapat berupa ijuk, arang, jerami dan bahan alam. Tanaman yang mempunyai xilem juga dapat digunakan sebagai media filter penjernih air. Peneliti dari MIT sebelumnya telah melakukan eksperimen dengan tanaman pinus putih dengan cara mengupas cabang tanaman tersebut, memasang pipa plastik dan memasang kran air ke atasnya. Air yang dituangkan ke dalam tabung akan melewati xilem berpori sehingga xilem akan menyerap kotoran, pewarna, bahkan bakteri (Boutilier dkk, 2012). Menurut Natanael & Sulaeman (2015), terdapat perbaikan kualitas air secara estetika pada air limbah yang telah dilakukan perendaman dalam media batang pisang selama 6 jam.

Pohon pisang adalah tanaman yang mudah didapat di Indonesia dan memiliki banyak manfaat. Pohon pisang hanya berbuah sekali saja. Setelah diambil buahnya batang pisang ditebang dan pada umumnya hanya dibiarkan begitu saja hingga membusuk. Hasil penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa pelepah atau batang pisang dapat dijadikan sebagai media penyaring karena memiliki kandungan selulosa serta kemampuan higroskopis yang tinggi. Kandungan selulosa yang tinggi pada batang pisang memungkinkan untuk dijadikan sebagai media penyerap. (Prabawati & Wijaya, 2008). Sifat higroskopis bermanfaat menyerap bahan-bahan kimia anorganik yang berbahaya di media air (Edahwati, 2012). Sistem berkas pembuluh pada batang pisang terdiri atas xilem dan floem yang tersusun tersebar (Intirolu, 2013). Diharapkan dengan penggunaan batang pisang tersebut akan mampu menetralkan limbah organik dan anorganik pada limbah air pencucian motor.

Air limbah jasa pencucian kendaraan bermotor pada umumnya mengandung kotoran (tanah/debu) yang menempel, busa dari detergen (*surfactant*) (Rusdi & Wardalia, 2016) dan COD (Chrisafitri & Karnaningroem, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi dan pengaruh penerapan media filter yang berasal dari batang pohon pisang pada pengolahan air limbah pencucian

motor terhadap penurunan parameter uji (COD, TSS dan Deterjen). Penggunaan media filter batang pisang memberikan alternatif penggunaan media filter dari bahan alam atau organik yang mudah dan murah untuk pengolahan air limbah pencucian kendaraan bermotor.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan membuat rangkaian reaktor filtrasi sederhana menggunakan media filter batang pisang dengan ketebalan 50 cm, 40 cm dan 30 cm. Sistem aliran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aliran *down flow* dengan susunan seperti pada **Gambar 1**. Pengambilan sampel air dilakukan secara langsung 0 hari, setelah perendaman 1 hari dan 3 hari. Pengujian sampel dilakukan dengan menganalisis penurunan parameter uji kandungan COD, TSS dan Deterjen. Analisis laboratorium terhadap parameter air limbah dilakukan berdasarkan analisis uji Standard Nasional Indonesia (SNI), yaitu untuk parameter TSS menggunakan SNI 06-6989-2004, COD menggunakan SNI 6989.73:2009 dan analisis deterjen sesuai SNI 06-6989.51-2005.



Gambar 1. Konfigurasi Reaktor Uji

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan prinsip filtrasi dengan variasi ketebalan dan lama waktu tinggal. Penentuan ketebalan media filter didasarkan pada hasil penelitian sebelumnya yang sejenis. Menurut Saumi & Purnomo (2018), ketebalan media yang digunakan dalam pengolahan limbah kawasan industri dibuat berbeda yaitu 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, dan 50 cm sedangkan yang paling efektif untuk menurunkan kadar air limbah yaitu ketebalan 50 cm.

Penentuan waktu tinggal 0, 1, dan 3 hari dilakukan untuk melihat perbedaan pengaruh filtrasi menggunakan batang pisang baik secara langsung maupun setelah perendaman selama 3 hari. Berdasarkan penelitian Rodiyanti dkk (2014) pengolahan limbah cair tahu dengan biofilter menggunakan variasi waktu 0 jam hingga 48 jam atau 0 sampai 4 hari. Batang pisang sebagai bahan organik juga memiliki karakteristik biologis yang akan berpengaruh terhadap proses filtrasi air limbah tersebut.

3.1. Karakteristik Air Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor

Air limbah pencucian kendaraan bermotor memiliki karakteristik berbau sabun dan berwarna keruh. Air limbah diambil langsung dari saluran pembuangan tempat usaha pencucian kendaraan bermotor yang langsung mengalir ke saluran air di depan lokasi usaha dengan menggunakan jerigen. Limbah cair yang dihasilkan dari usaha pencucian kendaraan bermotor pada umumnya mengandung deterjen dan bahan limbah lain yang berbahaya bagi lingkungan (Mustofa, 2013). Karakteristik air limbah uji dari tempat pencucian kendaraan bermotor sebelum diolah terdapat pada **Tabel 1**.

Berdasarkan data hasil penelitian pada Tabel 1, kualitas air limbah pencucian kendaraan bermotor tersebut perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang langsung ke badan air, karena dari hasil pengujian konsentrasi beberapa parameter baku mutu air limbah masih di atas baku mutu yang diperbolehkan menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Tabel 1 Karakteristik Air Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor

Parameter	Satuan	Hasil Pengujian	Nilai Ambang Batas
TSS	mg/l	692	30
COD	mg/l	282	100
Deterjen / (MBAS)	mg/l	4,58	5

Semakin tinggi kandungan bahan pencemar yang terkandung dalam air, maka jumlah oksigen terlarut dalam air tersebut akan semakin menurun. Hal ini dapat menyebabkan biota yang hidup di perairan mengalami kekurangan oksigen, dan berakibat menurunnya daya hidup biota tersebut, sehingga mengakibatkan rusaknya keseimbangan lingkungan perairan (Rusdi & Wardalia, 2016). Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengolahan terhadap air limbah pencucian kendaraan bermotor agar lebih aman untuk dibuang ke badan air dan tidak mencemari lingkungan perairan di sekitarnya.

3.2. Pengaruh Media Filter Batang Pisang Terhadap Parameter TSS

Menurut SNI 06-6989.3-2004 Padatan Tersuspensi Total atau *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2µm atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. TSS terdiri dari pasir halus, lumpur serta jasad-jasad renik. Penyebab adanya TSS dalam perairan yang utama adalah akibat dari erosi tanah atau kikisan tanah yang terbawa ke dalam badan air. Tingginya konsentrasi TSS pada air akan menghambat penetrasi cahaya ke dalam air sehingga mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis (Effendi, 2003). Data hasil penelitian menunjukkan konsentrasi TSS pada sampel air limbah pencucian kendaraan bermotor setelah melalui media filter batang pisang dengan variasi ketebalan dan waktu tinggal ditunjukkan pada **Tabel 2**.

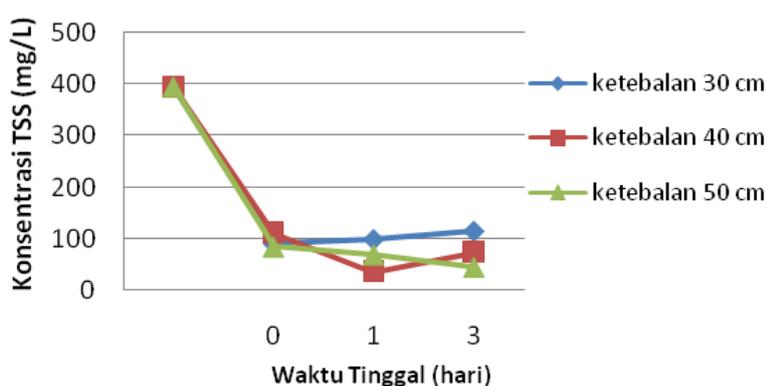
Tabel 2 Konsentrasi (mg/L) dan Persentase Penurunan TSS setelah Filtrasi

Ketebalan Media Filter	Waktu Tinggal		
	0 hari	1 hari	3 hari
30 cm	90	98	114
40 cm	112	36	74
50 cm	85	70	46
% Penurunan TSS			
30 cm	77%	75%	71%
40 cm	72%	91%	81%
50 cm	78%	82%	88%

Data hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa terjadi penurunan yang cukup signifikan pada parameter TSS. Walaupun data pengukuran bervariasi namun hasil analisis konsentrasinya cenderung

turun. Besarnya penurunan parameter TSS mencapai rentang 71% hingga 91 %. Kekeruhan di dalam air disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti zat organik, lumpur, lempung, plankton, serta zat-zat halus lainnya. Kekeruhan air baku berpengaruh terhadap kinerja unit saringan (Tyagiz dkk, 2009).

Hasil analisis data penelitian sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 2**, menggambarkan penurunan parameter TSS terjadi secara merata di semua variabel ketebalan media filter dengan rata-rata presentase penurunan terbesar pada ketebalan 50 cm. Sehingga semakin tebal media filter batang pisang semakin baik pula untuk penurunan parameter TSS. Kemudian data presentase penurunan parameter TSS menurut waktu tinggalnya menunjukkan bahwa lama waktu tinggal selama 1 hari memberikan presentase penurunan parameter TSS yang paling besar yaitu rata-rata sebesar 83%. Pelepah atau batang pisang dapat dijadikan sebagai media penyaring karena memiliki kandungan selulose serta kemampuan higroskopis tinggi. Kandungan selulosa yang tinggi memungkinkan untuk dijadikan sebagai media penyerap (Nugroho dkk, 2015). Sifat higroskopis dari batang pisang berfungsi untuk menyerap bahan-bahan kimia anorganik yang berbahaya di media air (Edahwati L, 2012). Batang pisang juga memiliki sistem berkas pembuluh yang terdiri dari pembuluh floem dan xilem yang tersusun tersebar (Intiro, 2013). Oleh sebab itu pengotor dari limbah pencucian kendaraan bermotor yang pada umumnya berupa padatan terlarut (TSS) dapat tersaring melalui sistem pembuluh-pembuluh pada batang pisang tersebut.



Gambar 2. Penurunan Konsentrasi TSS (mg/L)

3.3. Pengaruh Media Filter Batang Pisang terhadap Parameter COD

COD (*Chemical Oxygen Demand*) atau KOK (Kebutuhan Oksigen Kimiawi) adalah jumlah (mg) oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam 1 liter air dengan menggunakan oksidator kalium dikromat selama 2 jam pada suhu 150°C (Pranata, 2012).

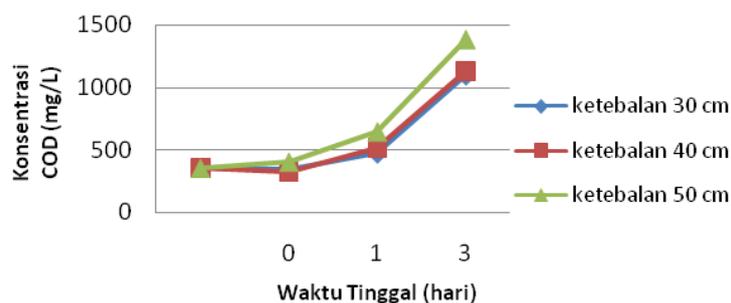
Tabel 3 Konsentrasi COD hasil Filtrasi (mg/L)

Ketebalan Media Filter	Waktu Tinggal		
	0 hari	1 hari	3 hari
30 cm	341	467	1095
40 cm	324	515	1127
50 cm	402	644	1384

Pengukuran COD dilakukan sebanyak 3 kali yaitu secara langsung (0 hari), 1 hari dan 3 hari. Pengambilan sampel sebanyak 9 kali dilakukan pada masing-masing variabel ketebalan media filter 50 cm, 40 cm dan 30 cm. Kebutuhan COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang tidak dapat didegradasi secara biologis (*non-biodegradable*) menjadi CO₂ dan H₂O. Berkurangnya bahan organik hasil oksidasi COD secara tidak langsung mengindikasikan jumlah atau kadar konsentrasi bahan

organik yang terkandung dalam perairan (Effendi, 2003). Data hasil penelitian konsentrasi COD pada sampel air limbah pencucian kendaraan bermotor setelah melalui media filter batang pisang dengan variasi ketebalan dan waktu tinggal ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Analisis hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi COD pada awal sampling turun sebesar 4-8% namun setelah itu pada variabel selama 1 hari dan 3 hari mengalami kenaikan. Semakin tebal media filter yang digunakan justru membuat konsentrasi COD juga menjadi semakin tinggi. Hal tersebut dikarena pengaruh proses biologis dari batang pisang itu sendiri. Menurut Santi (2012), susunan kimiawi dalam batang pisang meliputi pH cairan 6,74%, bau 1,40%, warna 1,50%, protein 4,77%, bahan kering 30,85%, bahan organik 76,76%, kecernaan bahan kering 46,53%, kecernaan bahan organik 43,91%, jamur 1,00%, tekstur 1,0%, dan kadar abu batang pisang sebanyak 25,12%. Tingginya persentase bahan organik dalam batang pisang tersebut juga turut mempengaruhi meningkatnya kadar COD pada limbah.



Gambar 3. Konsentrasi COD (mg/L)

Hasil penelitian menunjukkan semakin tebal variabel media filter batang pisang semakin besar pula nilai konsentrasi COD yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan kandungan batang pisang yang pada umumnya memiliki biomassa yang tinggi. Hasil penelitian Fahrurozi dkk (2010), menyebutkan pada tanaman *Pistia stratiotes L*, biomassa yang tinggi maka suplai oksigen tinggi sehingga mengalami penurunan pada persentase turunnya COD. Tingginya kadar COD pada limbah disebabkan banyaknya zat-zat organik dan anorganik yang terkandung pada limbah. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa tingginya kadar COD pada limbah sebanding dengan banyaknya zat pencemar yang terdapat pada limbah tersebut (Silalahi, 2019). Pengukuran COD dilakukan karena dalam bahan organik sering ditemukan bahan yang tidak terurai secara biologis dan hanya dapat diuraikan secara kimiawi (Yudo, 2010). Secara umum angka kandungan COD yang tinggi menandakan bahwa semakin besar tingkat pencemaran yang terjadi (Yudo, 2007).

Tabel 4. Konsentrasi (mg/L) dan Persentase Penurunan Deterjen setelah Filtrasi

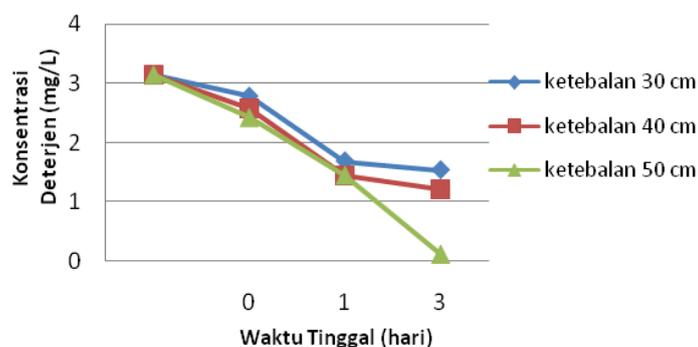
Ketebalan Media Filter	Waktu Tinggal		
	0 hari	1 hari	3 hari
30 cm	2,78	1,69	1,92
40 cm	2,58	1,45	1,22
50 cm	2,42	1,45	0,12
	Persentase Penurunan Konsentrasi Deterjen		
30 cm	11%	46%	39%
40 cm	18%	54%	61%
50 cm	23%	54%	96%

3.4. Pengaruh Media Filter Batang Pisang Terhadap Parameter Deterjen

Deterjen merupakan salah satu polutan pencemar badan air yang harus dihilangkan atau diminimalisir penggunaannya. Data hasil penelitian konsentrasi deterjen pada sampel air limbah

pencucian kendaraan bermotor setelah melalui media filter batang pisang dengan variasi ketebalan dan waktu tinggal ditunjukkan pada **Tabel 4**.

Data hasil penelitian pada **Tabel 4** menunjukkan bahwa terjadi penurunan yang sangat signifikan pada parameter deterjen. Besarnya penurunan parameter deterjen tersebut hingga 96%. Bahan kimia yang terkandung dalam deterjen dapat menimbulkan dampak negatif baik terhadap kesehatan maupun lingkungan. Dua bahan terpenting dari pembentuk deterjen diantaranya adalah surfaktan dan *builders*, dimana kedua bahan tersebut diidentifikasi mempunyai pengaruh langsung dan tidak langsung terhadap manusia dan lingkungan (Setyobudiarso & Yuwono, 2014).



Gambar 4. Penurunan Konsentrasi Deterjen (mg/L)

Hasil analisis data yang ditunjukkan pada **Gambar 4** menggambarkan bahwa konsentrasi deterjen semakin lama waktu tinggalnya akan semakin menurun konsentrasinya. Hasil penurunan konsentrasi parameter deterjen terbaik mencapai 91%. Semakin tebal variasi ketebalan media filter batang pisang juga memperbesar penurunan konsentrasinya. Penyaringan air limbah menggunakan media filter batang pisang juga berpengaruh dalam mengurangi kontaminasi deterjen. Deterjen sebagai molekul melekat pada permukaan dan pori-pori dari pembuluh batang pisang. Batang pisang memiliki struktur material yang berpori atau berlubang yang cukup luas dan beragam bentuknya sehingga dapat menerima atau menyaring molekul pengotor baik besar maupun kecil. Permukaan serta struktur dari batang pisang mampu menarik molekul organik tersebut. Menurut Yudo (2018), deterjen memiliki kemampuan dalam melarutkan bahan bersifat karsinogen sehingga deterjen sangat berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan. Selain gangguan terhadap masalah kesehatan, kandungan deterjen dalam air minum akan menimbulkan bau dan rasa tidak enak.

4. Kesimpulan

Batang pisang mempunyai potensi dalam pengolahan air limbah kendaraan bermotor, dimana dengan penggunaan batang pisang sebagai media filter dapat menurunkan parameter pengotor TSS dan deterjen. Presentase penurunan parameter tertinggi pada TSS mencapai 91% dan deterjen 96%. Namun penggunaan batang pisang tidak berpengaruh positif terhadap penurunan COD pada air limbah kendaraan bermotor. Semakin tebal media filter dari batang pisang yang digunakan justru membuat konsentrasi COD menjadi semakin tinggi. Hal tersebut karena pengaruh proses biologis dari batang pisang dan tingginya persentase bahan organik serta biomassa dalam batang pisang. Penggunaan media filter batang pisang secara langsung (kontinyu) tanpa perendaman dalam waktu yang lama dapat memberikan alternatif teknologi pengolahan air limbah menggunakan media filter dari bahan alam atau bahan organik yang mudah dan murah untuk pengolahan air limbah pencucian kendaraan bermotor.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi Pendidikan Tinggi atas bantuan dana yang diberikan melalui program Hibah Penelitian Dosen Pemula Tahun Anggaran 2018 Tahun Pelaksanaan 2019 dengan nomor kontrak Penelitian 017/L6/Ak/Sp2h/Penelitian/2019 antara

Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi (LLDIKTI) Wilayah VI Jawa Tengah dengan LPPM Universitas Pandanaran dan Ketua Penelitian sehingga pelaksanaan penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

Daftar Pustaka

- Boutilier, M. S., Lee, J., Chambers, V., Venkatesh, V., and Karnik, R. 2014. Water Filtration using Plant Xylem. *PloS one*, 9(2), e89934.
- Chrisafitri, A., dan Karnaningroem, N. 2012. Pengolahan Air Limbah Pencucian Mobil dengan Reaktor Saringan Pasir Lambat dan Karbon Aktif. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVI*, 14.
- Edahwati, L. 2012. Sulphate Potasium Extraction from Banana Stem Ash with Bleaching Earth Waste Liquid. *Teknik Kimia*, 4(2). UPN Veteran. Jawa Timur.
- Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius
- Fachrurrozi, M., Utami, L. B., and Suryani, D. 2010. Pengaruh Variasi Biomassa Pistia Stratiotes I. terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. *Jurnal Kes Mas*. 4(1) Universitas Ahmad Dahlan.
- Intiro, I. A. 2013. Kandungan Protein, Level Triptofan, dan Aktivitas Enzim Dehidrogenase pada Setiap Tingkat Kematangan Buah Pisang Ambon (*Musa paradisiaca* var. *sapientum*). Skripsi. Universitas Lampung.
- Mustafa, D. 2013. Dampak Kimia Usaha Pencucian Kendaraan Bermotor. Dalam *Seminar Nasional FMIPA – Universitas Terbuka*, Jakarta.
- Natanael, C. L., dan Sulaeman, A. P. 2015. Respon Air Olahan Limbah Cantinamipa dengan Perendaman Batang Pisang dan Ampas Teh Terhadap Tanaman Mangkokan. *Chimica et Natura Acta*, 3(1). Universitas Padjajaran.
- Nugroho, R. A. 2014. Ipteks Bagi Masyarakat Pondok Modern Gontor Putri 3 dalam Memanfaatkan Buangan Air Wudhu Santri untuk Budidaya Lele Dumbo dalam Terpal, Upaya Menuju Pesantren Berbasis Kewirausahaan. *Jurnal Info* 17(2). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.
- Prabawati, S. Y., dan Wijaya, A. G. 2008. Pemanfaatan Sekam Padi dan Pelepah Pohon Pisang Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Kertas Berkualitas. *Aplikasia*, IX, (1), 44-56. UIN Sunan Kalijaga.
- Pranata, W. 2012. *BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah*. Malang: UB Press
- Rodiyanti, S. T., dan Haryono, N. 2014. Kinetika Filtrasi Limbah Cair Industri Tahu dengan Menggunakan Metode Biofilter Media Zeolit Biofiltration Kinetics Of Tofu Industry Wastewater Using Of Zeolite Medium. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(3), 239-244.
- Rusdi dan Wardalia. 2016. Pengolahan Limbah Jasa Pencucian Kendaraan dengan Metode Koagulasi-Flokulasi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”* ISSN 1693-4393 Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia Yogyakarta, 17 Maret 2016 Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN “Veteran” Yogyakarta G7 – 1
- Santi, R. K., Fatmasari, D., Widyawati, S. D., dan Suprayogi, W. P. S. 2012. Kualitas dan Nilai Kecernaan In Vitro Silase Batang Pisang (*Musa paradisiaca*) dengan Penambahan Beberapa Akselerator. *Tropical Animal Husbandry*, 1(1), 15-23.
- Saumi, A. R., dan Purnomo, Y. S. 2018. Penurunan BOD₅ dan Fenol Limbah Kawasan Industri dengan Ketebalan Media Tricking Filter Bervariasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 8(2), 119.
- Setyobudiarso, H., dan Yuwono, E. 2014. Rancang Bangun Alat Penjernih Air Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Media Penyaring Kombinasi Pasir-Arang Aktif. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*.
- Silalahi, I. V. 2019. Analisa Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) pada Limbah Cair Domestik Secara Titrimetri di PT. Shafera Enviro Laboratorium. Tugas Akhir. Universitas Sumatera Utara.

- Tyagiz, V. K., Abid, A. K., Kazmi, A.A., Indu, M., and Chopra, A.K. 2009, Slow Sand Filtration of UASB Reactor Effluent: A Promising Post Treatment Technique. *Desalination*, 249, 571-576.
- Yudo, S. (2010). Kondisi Kualitas Air Sungai Ciliwung Di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau Dari Paramater Organik, Amoniak, Fosfat, Deterjen Dan Bakteri Coli. *Jurnal Air Indonesia*, 6(1).
- Yudo, S. (2007). Kondisi Pencemaran Teluk Jakarta. *Jurnal Hidrosfir Indonesia*, BPPT.