

## PEMANFAATAN LIMBAH CUCIAN SEBAGAI SUMBER FOSFAT RAMAH LINGKUNGAN TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN

### UTILIZATION OF LAUNDRY WASTE AS AN ECO-FRIENDLY SOURCE OF PHOSPHATE FOR PLANTS GROWTH

Rahmat Dwi Aprian<sup>\*1</sup>, Fadarina<sup>1</sup>, Indah Purnamasari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang, Sumatera Selatan 30139

Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918

E-mail : [\\*rahmatdwi24@gmail.com](mailto:rahmatdwi24@gmail.com)

#### ABSTRACT

*The use of detergent in washing activities is increasing in line with the population growth rate every year. Laundry waste generated by the use of detergents contains active ingredients which are harmful to the health of living things and can damage the environment and cause eutrophication. One method of processing that can be used to treat laundry waste is by using activated carbon as an adsorbent. This study aims to determine the best conditions for treating laundry waste using activated carbon and to be able to utilize laundry waste as a source of phosphate for plant growth. Laundry waste is treated with the addition of activated carbon as much as 5, 10, 15 and 20 grams per one liter of laundry waste with a variation of time 20, 40 and 60 minutes and a constant stirring speed at 200 rpm. The parameters analyzed were pH, COD, BOD, phosphate concentration and the effect on the growth of chili plants observed for 9 weeks. The results showed that the pH level remained constant at a value of 7, and the BOD, COD and phosphate concentrations decreased to 53.6, 227.3 and 0.178 mg/L, respectively. The adsorption isotherm model is closer to the Freundlich isotherm model with  $R^2$  value of 0.9835-0.9998. And there is no significant effect on the provision of laundry waste after treatment on the growth of the tested plants.*

*Keywords: Laundry Waste, Activated Carbon, Adsorption.*

#### 1. PENDAHULUAN

Industri cucian saat ini berkembang secara pesat dan perkembangan industri ini perlu mendapat perhatian karena pada umumnya para pelaku industri cucian membuang langsung limbah sisa produksinya ke selokan atau badan air tanpa pengolahan terlebih dulu (Kokasih dkk., 2017). Hal ini dapat mencemari lingkungan dan menyebabkan terjadinya eutrofikasi. Eutrofikasi merupakan suatu kondisi dimana badan air menjadi kaya akan nutrisi terlarut sehingga menyebabkan menurunnya oksigen terlarut serta kemampuan daya dukung badan air terhadap biota air (Kurniati, 2008). Hasil analisis kimiawi limbah cucian menunjukkan bahwa nilai pH, fosfat, COD, dan BOD lebih besar dari nilai ambang batas yang sudah ditentukan. Hasil penelitian dari Kusuma, dkk. (2019) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa limbah cucian mempunyai nilai pH, fosfat, COD, serta BOD berturut-turut sebesar 9, 38,24 mg/L, 910,5 mg/L dan 441 mg/L, sehingga jika limbah cucian langsung dibuang ke perairan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan terganggunya ekosistem perairan. Baku mutu air limbah cucian berdasarkan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 8 Tahun 2012 dapat dilihat pada Tabel 1. Salah satu

teknik pengolahan yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar polutan air limbah cucian adalah dengan cara penyerapan/adsorpsi.

Adsorpsi adalah proses penyerapan zat terlarut (*solute*) dari fluida ke permukaan aktif padatan. Fenomena ini terjadi karena terdapat gaya-gaya yang tidak seimbang pada batas antar permukaan. Adanya gaya ini menyebabkan padatan cenderung menarik molekul-molekul yang lain yang bersentuhan dengan permukaan padatan. Hal yang paling penting di dalam proses adsorpsi adalah pemilihan jenis adsorben yang baik. Salah satu adsorben yang secara umum digunakan dalam proses adsorpsi adalah karbon aktif. Menurut Adiastruti dkk. (2018), penggunaan karbon aktif berpengaruh secara nyata dalam penurunan polutan pada limbah cucian.

Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cucian

Parameter	Satuan	Baku Mutu
BOD	mg/L	Maks. 75
COD	mg/L	Maks. 180
Fosfat	mg/L	Maks. 2
pH	-	6-9
Surfaktan	mg/L	-

Sumber : Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No.8 Tahun 2012

Gaya tarik menarik dari suatu padatan dibedakan menjadi dua jenis, yaitu gaya fisika yang

menghasilkan adsorpsi fisika dan gaya kimia yang menghasilkan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika biasanya berlangsung pada temperatur rendah, jumlah zat yang terjerap semakin kecil dengan naiknya temperatur. Adsorpsi fisika menghasilkan ikatan yang lemah pada permukaan adsorben dan bersifat *reversible*, sehingga substansi yang sudah terikat tersebut relatif mudah dilepaskan kembali dengan cara menurunkan tekanan gas atau konsentrasi zat terlarut. Akibat lemahnya ikatan yang terbentuk, proses desorpsi (pelepasan kembali zat yang terserap) dimungkinkan terjadi pada temperatur yang sama (Udyani dan Wulandari, 2014).

Adsorpsi kimia berlangsung dengan melibatkan ikatan koordinasi dari hasil penggunaan pasangan elektron secara bersama-sama oleh adsorben dan adsorbat. Pada adsorpsi jenis ini dihasilkan panas yang tinggi, yaitu mendekati harga untuk terjadinya ikatan kimia. Besarnya energi yang terlibat menyebabkan adsorbat sangat sukar dilepaskan kembali, dan banyaknya substansi yang teradsorpsi merupakan fungsi dari tekanan, konsentrasi serta temperatur (Udyani dan Wulandari, 2014).

## 2. METODE PENELITIAN

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cucian, karbon aktif dan aquadest. Sementara alat yang digunakan adalah seperangkat gelas merk *pyrex* dan *hot plate*.

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu metode eksperimental. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap 2 faktorial yaitu faktor massa adsorben dengan variasi 5, 10, 15 dan 20 g dan waktu kontak dengan variasi 20, 40 dan 60 menit. Analisa pada sampel dilakukan sebelum dan setelah perlakuan. Analisa meliputi analisa COD menggunakan metode uji SNI 6989.73:2019, analisa BOD menggunakan metode uji SNI 6989.72:2009, analisa pH menggunakan kertas pH dan analisa fosfat menggunakan metode uji SNI 06.6989.31-2005. Salah satu sampel air limbah laundry yang setelah diberikan perlakuan akan disiramkan ke tanaman cabai secara berkala dan diamati selama 9 minggu untuk melihat pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sampel awal pada air limbah cucian terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sampel Awal

Keterangan	Parameter Uji (mg/L)			
	pH	Fosfat	COD	BOD
Sampel Awal	7	0,224	827,3	147,8
Baku Mutu	6-9	Max. 2	Max. 180	Max. 75

Berdasarkan nilai parameter air limbah pada sampel awal dapat diketahui bahwa nilai COD dan BOD jauh lebih tinggi dari nilai yang telah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No.8 Tahun

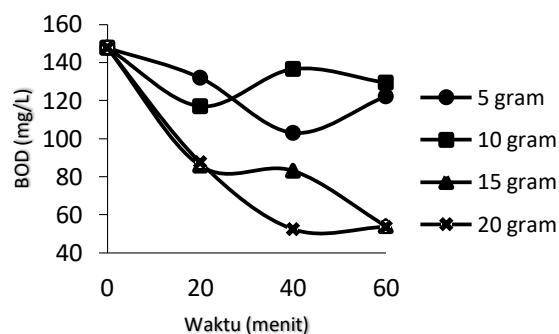
2012. Sedangkan nilai pH dan fosfat sudah termasuk ke dalam standar baku mutu yang berlaku.

### 3.1 Pengaruh Massa Adsorben dan Waktu Adsorpsi terhadap Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH limbah cucian sebelum dan setelah perlakuan menunjukkan pada nilai 7. Tidak terjadi perubahan nilai pH pada variasi berat adsorben karbon aktif 5-20 gram. Nilai pH menunjukkan telah sesuai dengan baku mutu yang berlaku yaitu 6-9.

### 3.2 Pengaruh Massa Adsorben dan Waktu Adsorpsi terhadap BOD

Menurut Adiaastuti dkk. (2018), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan bahan organik yang relatif mudah dirombak dalam kondisi aerobik. Tingginya nilai BOD menunjukkan tingginya tingkat pencemaran bahan organik pada air limbah, dengan demikian kadar BOD berbanding lurus dengan pencemaran bahan organik dalam badan air.

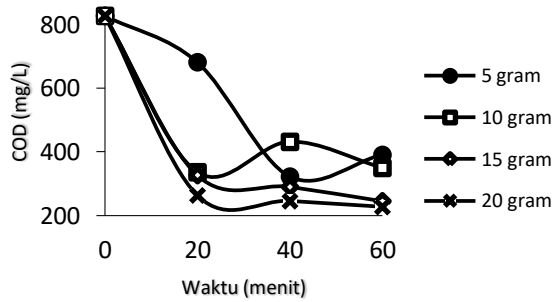


Gambar 1. Pengaruh Massa Adsorben dan Waktu Adsorpsi terhadap BOD

Berdasarkan Gambar 1 terlihat penggunaan karbon aktif secara nyata dapat menurunkan angka BOD dari 147,8 mg/L hingga 53,6 mg/L pada penambahan karbon aktif 20 gram dengan waktu adsorpsi 60 menit. Penambahan karbon aktif sebesar 15 gram selama 60 menit dan 20 gram selama 40 hingga 60 menit dapat menurunkan nilai BOD sampai di bawah baku mutu yang berlaku yaitu 75 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa dibutuhkan setidaknya penambahan karbon aktif sebanyak 15 gram dengan pengadukan selama 1 jam untuk dapat menurunkan kadar BOD pada 1 liter volume limbah cucian hingga di bawah baku mutu.

### 3.3 Pengaruh Massa Adsorben dan Waktu Adsorpsi terhadap COD

Menurut Mulia (2005), air limbah yang langsung dibuang dapat menyebabkan kehidupan di dalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu karena tingginya nilai COD dan adakalanya air limbah juga meresap ke dalam air tanah sehingga dapat mencemari air tanah.

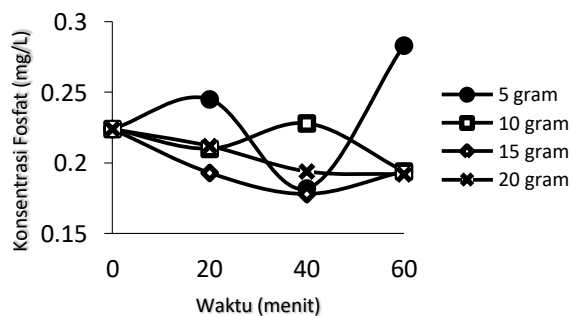


Gambar 2. Pengaruh Massa Adsorben dan Waktu Adsorpsi terhadap COD

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa terjadi penurunan kadar COD secara nyata setelah perlakuan dengan penambahan karbon aktif. Nilai COD pada sampel awal 827,3 mg/L secara nyata dapat turun menjadi 227,3 mg/L pada penambahan karbon aktif 20 gram dengan waktu adsorpsi 60 menit. Namun demikian, penambahan karbon aktif sampai 20 gram belum mampu menurunkan nilai COD hingga di bawah baku mutu yang berlaku yaitu 180 mg/L.

### 3.4 Pengaruh Massa Adsorben dan Waktu Adsorpsi terhadap Konsentrasi Fosfat

Pada penelitian ini, kadar fosfat pada limbah cucian yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga sehari-hari yaitu 0,224 mg/L. Hal ini sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Sumatera Selatan yaitu 2 mg/L. Sedangkan Kusuma (2019) dalam penelitiannya mendapatkan kadar fosfat sebesar 38,24 mg/L. Perbedaan yang besar pada konsentrasi fosfat yang didapat diduga disebabkan oleh beberapa faktor antara lain volume pakaian cucian, volume deterjen serta jenis deterjen yang digunakan. Hal ini dikarenakan pada skala rumah tangga, volume pakaian serta deterjen yang digunakan itu relatif sedikit dibandingkan pada industri cucian yang beroperasi secara besar.



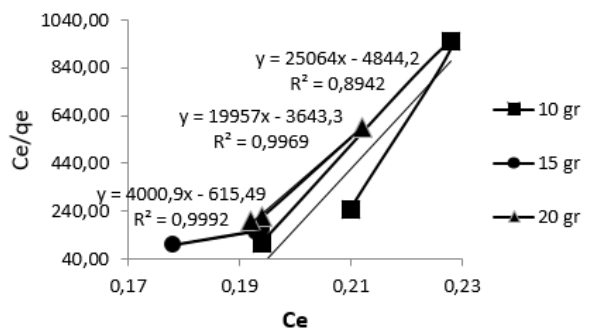
Gambar 3. Pengaruh Massa Adsorben dan Waktu Adsorpsi terhadap Konsentrasi Fosfat

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa variasi massa karbon aktif dan waktu adsorpsi tidak secara nyata menurunkan kadar konsentrasi fosfat pada limbah cucian. Pada penambahan 5 gram serta

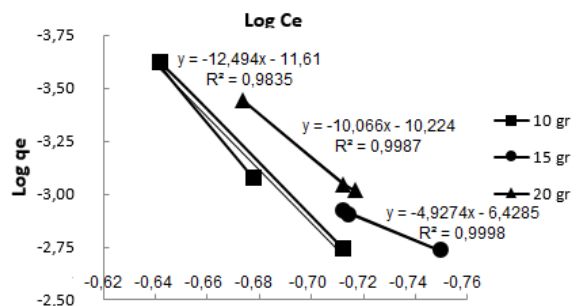
10 gram karbon aktif, terjadi kenaikan konsentrasi fosfat yang seharusnya tidak terjadi. Hal ini diduga disebabkan oleh kecepatan pengadukan yang terlalu tinggi pada saat penelitian pada variabel tersebut. Afrianita dan Dewilda (2012) menyatakan semakin rendah kecepatan pengadukan maka proses adsorpsi berjalan semakin lambat akan tetapi jika kecepatan pengadukan terlalu tinggi akan mengakibatkan adsorbat akan terlepas kembali ke dalam larutan.

### 3.5 Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi menjelaskan mekanisme adsorpsi yang terjadi. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan berdasarkan model isoterm Langmuir dan Freundlich didapatkan grafik persamaan linier yang terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Grafik Persamaan Linier Langmuir



Gambar 5. Grafik Persamaan Linier Freundlich

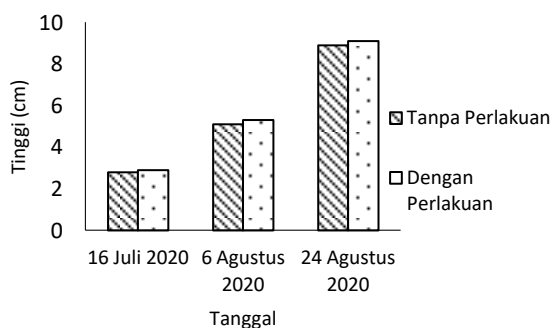
Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5 dapat dilihat bahwa mekanisme adsorpsi yang terjadi cenderung mengikuti model isoterm Freundlich. Hal ini dikarenakan menurut Lestari (2015), nilai R<sup>2</sup> pada grafik isoterm yang paling mendekati 1, menunjukkan bahwa pola adsorpsi mengikuti pola isoterm tersebut.

Menurut Srivastava dan Hasan (2011), model isoterm adsorpsi Freundlich menyatakan bahwa pori-pori yang terbentuk pada adsorben bersifat heterogen sehingga ion-ion yang teradsorpsi membentuk lapisan *multilayer* pada lapisan permukaan adsorben. Wiroesoedarmo dkk. (2017) menambahkan, hal ini menunjukkan bahwa tidak hanya fosfat yang terjerap dalam permukaan adsorben tetapi ada ion-ion lain sehingga adsorben yang berupa karbon aktif membentuk lapisan *multilayer*. Model isoterm

Freundlich juga menyatakan bahwa situs-situs aktif mempunyai energi adsorpsi yang berbeda-beda, sehingga situs yang memiliki energi adsorpsi terbesar akan terisi penuh dahulu.

### 3.6 Pengaruh Pemberian Limbah Cucian Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai

Pertumbuhan tanaman tanpa perlakuan dan dengan perlakuan yang ditinjau dari tinggi tanaman (cm) selama 9 minggu pengamatan terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh Perbedaan Perlakuan terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai

Berdasarkan Gambar 6 terlihat bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan terhadap perlakuan penambahan limbah cucian terhadap pertumbuhan tanaman cabai. Hal ini terlihat dari tinggi tanaman yang relatif sama baik itu tanpa perlakuan ataupun dengan perlakuan, serta berdasarkan jumlah daun yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan sedikitnya konsentrasi fosfat yang terkandung pada limbah cucian tersebut.

Menurut Adiasuti (2018), pemberian air limbah cucian dengan konsentrasi fosfat kurang dari 1 mg/L terhadap tanaman tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhannya, sedangkan limbah cucian dengan konsentrasi fosfat 4 mg/L memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman yang diujikan

### 3.7 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Sebelumnya

Perbandingan hasil penelitian pengolahan limbah cucian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, pengolahan limbah cucian dapat dilakukan menggunakan berbagai macam adsorben, seperti yang dilakukan Adiasuti, dkk (2018) yang melakukan pengolahan menggunakan karbon aktif berdasarkan variasi berat adsorben, dimana pada berat 5 gr didapatkan kadar fosfat dari 4,28 mg/L menjadi 0,66 mg/L, nilai COD berkurang dari 668,83 mg/L menjadi 256,33 mg/L, nilai BOD berkurang dari 182,0 mg/L menjadi 85,3 mg/L. Penelitian yang dilakukan oleh Wiroesoedarmo, dkk menggunakan zeolit sebagai adsorben, menyebabkan kadar fosfat turun dari 1,01 mg/L menjadi 0,305 mg/L. Penelitian juga dilakukan oleh Rohmah, dkk (2018) dengan menggunakan tanaman *Azolla* sebagai media adsorben yang menyebabkan nilai COD turun dari 453,0 mg/L menjadi 163,0 mg/L. Astuti dan Sinaga (2015) menggunakan *Biosand Filter* untuk mengolah limbah cucian dan dapat menurunkan kadar fosfat dari 19,1 mg/L menjadi 4,3 mg/L dan COD dari 296,0 menjadi 105,0 mg/L.

## 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan karbon aktif hingga 20 gram dengan pengadukan konstan selama rentang waktu 20-60 menit menyebabkan :
  - Tidak terjadi perubahan secara nyata terhadap nilai pH
  - Nilai BOD turun hingga 53,6 mg/L pada variasi 20gr/L dan 60 menit
  - Nilai COD turun hingga 227,3 mg/L pada variasi 20gr/L dan 60 menit
  - Konsentrasi fosfat turun hingga 0,178 mg/L pada variasi 15 gr/L dan 40 menit.
2. Model adsorpsi lebih mendekati model Freundlich.
3. Pemberian limbah cucian setelah perlakuan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tanaman.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Sebelumnya

Bahan Baku	Adsorben	Berat Adsorben (gr)	Fosfat (mg/L)		COD (mg/L)		BOD (mg/L)		Referensi
			Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	
Limbah Cucian	Karbon Aktif	5	4,28	0,66	668,83	256,33	182,0	85,3	Adiasuti dkk., 2018
	Zeolit	1,5	1,01	0,305	-	-	-	-	Wiroesoedarmo dkk., 2017
	<i>Azolla pinata</i>	200	-	-	453,0	163,0	-	-	Rohmah dkk., 2018
	Biosand Filter	-	19,1	4,3	296,0	105,0	-	-	Astuti dan Sinaga, 2015

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiastuti, F. E., Ratih, Y. W. dan Afany, M. R. 2018. *Kajian Pengolahan Air Limbah Cucian Dengan Metode Adsorpsi Karbon Aktif serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Azola. Jurnal Tanah dan Air (Soil and Water Journal)*. Vol. 15, No.1.
- Afrianita, R. dan Dewilda, Y. 2012. *Studi Penentuan Kondisi Optimum Fly Ash sebagai Adsorben dalam Menyisihkan Logam Berat Timbal (Pb)*. Jurnal Teknik Lingkungan UNAND Vol.9 No.1.
- APCC (Asian Pacific Coconut Community). 2007. Negeri Berjuta Cocos. Trubus 469 (Desember 2008 / XXXIX): 32.
- Apriyani, N. 2017. *Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Cucian*. Media Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.2 No.1.
- Asmadi, Khayan dan Heru, S. K, 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Astuti, S. W. dan Sinaga, M. S. 2015. *Pengolahan Limbah Cucian Menggunakan Metode Biosand Filter Untuk Mendegradasi Fosfat*. Jurnal Teknik Kimia USU, Vol.4, No.2, Medan.
- Atmayudha, A. 2007. *Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa dengan Perlakuan Aktivasi Terkontrol serta Uji Kinerjanya*. Skripsi. Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 06-6989.11-2004. *Air dan air limbah-Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter*. Badan Standarisasi Nasional, Bandung. Diakses pada tanggal 21 Agustus 2020, dari [www.sispk.bsn.go.id](http://www.sispk.bsn.go.id).
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. SNI 02-3776-2005. *Pupuk Fosfat Untuk Pertanian*. Badan Standarisasi Nasional, Bandung. Diakses pada tanggal 21 Agustus 2020, dari [www.sispk.bsn.go.id](http://www.sispk.bsn.go.id).
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. SNI 6989.31:2005. *Air dan air limbah-Bagian 31: Cara uji kadar fosfat dengan spektrofotometer secara asam askorbat*. Badan Standarisasi Nasional, Bandung. Diakses pada tanggal 21 Agustus 2020, dari [www.sispk.bsn.go.id](http://www.sispk.bsn.go.id).
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. SNI 6989.72:2009. *Air dan air limbah-Bagian 72: cara uji kebutuhan oksigen biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD)*. Badan Standarisasi Nasional, Bandung. Diakses pada tanggal 21 Agustus 2020, dari [www.sispk.bsn.go.id](http://www.sispk.bsn.go.id).
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. SNI 6989.73:2009. *Air dan air limbah-Bagian 73: cara uji kebutuhan oksigen biokimia (Chemical Oxygen Demand/COD)*. Badan Standarisasi Nasional, Bandung. Diakses pada tanggal 21 Agustus 2020, dari [www.sispk.bsn.go.id](http://www.sispk.bsn.go.id).
- Hartanto, S., dan Ratnawati. 2010. *Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sawit Dengan Metode Aktivasi Kimia*. Jurnal Sains Materi Indonesia. *Indonesian Journal of Materials Science*.
- Jankowska, H., A. Swiatkowski, and J. Choma, 1991. *Active Carbon*. London : Horwood Press.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Edisi 1, Cetakan 1. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Kokasih, E., Yuniawati, A., Suryaputra, V. dan Limijaya, A. 2017. *Model Perhitungan Harga Pokok Untuk Perusahaan Laundry*. Jurnal Aset (Akuntansi Riset) Vol.9, No.2.
- Kurniati, E. 2008. *Penurunan Konsentrasi Detergent pada Limbah Industri Cucian dengan Metode Pengendapan Menggunakan Ca(OH)<sub>2</sub>*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.1, No.1, Surabaya.
- Kusuma, D. A., Fitria, L. dan Kadaria, U. 2019. *Pengolahan Limbah Laundry dengan Metode Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)*. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah Vol.2, No.1.
- Lestari, I. P. 2015. *Efektifitas Bentonit Teraktivasi sebagai Penurun Kadar Ion Fosfat dalam Perairan*. Skripsi. Program Sarjana Universitas Negeri Semarang. Jawa Tengah.
- Lingga, P., dan Marsono. 2013. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Lyliana H., Yola. 2013. *Pemanfaatan Arang Aktif sebagai Absorban Logam Berat dalam Air Lindi di TPA Pakusari Jember*. Skripsi. Program Sarjana Universitas Jember. Jawa Timur.

- Maranggi, I. U. 2019. *Sintesis Biosurfaktan Ditinjau dari Keragaman Konsentrasi Ekstrak (Daun Sengon dan Kulit Pepaya)*. Laporan Akhir. Politenik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Mulia, R.M. 2005. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Edisi pertama, Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Novizan. 2005. *Petunjuk Pemupukan Yang Efektif*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Padmaningrum, T. R., Aminatun, T., dan Yulianti. 2014. *Pengaruh Biomassa Melati Air (Echinodorus paleaefolius) dan Teratai (Nymphaea firecrest) terhadap Kadar Fosfat, BOD, COD, TSS, dan Derajat Keasaman Limbah Cair Cucian*. Jurnal Penelitian Saintek, Vol. 19, Nomor 2, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Pambayun, G.S., Remigius, Y.E.Y, Rachimoallah, M., dan Endah, M.M.P. 2013. *Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Tempurung Kelapa Dengan Aktivator ZnCl<sub>2</sub> Dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Sebagai Adsorben Untuk Mengurangi Kadar Fenol Dalam Air Limbah*. Jurnal Teknik Pomits. Vol. 2, No. 1.
- Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 8. 2012. *Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya*. Gubernur Sumatera Selatan. Diakses pada tanggal 21 Agustus 2020, dari [www.peraturan.bpk.go.id](http://www.peraturan.bpk.go.id).
- Rohmah, S.N., Rudijanto, H. dan Hilal, N. 2018. *Efisiensi Tanaman Azolla pinnata dalam Menurunkan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) pada Limbah Cair Sohun di Desa Arcawinangun Kecamatan Purwokerto Timur Kabupaten Banyumas Tahun 2018*. Keslingmas Vol.38, No.1, Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang.
- Sawyer, Clair, N., McCarty dan Perry, L. 1994. *Chemistry for Environmental Engineering and Science*. New York: McGraw Hill.
- Setyorini, D., Widowati, L.R., dan Rochayati. 2004. *Teknologi Pengelola Hara Lahan Sawah Intensifikasi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklima, Bogor
- Srivastava, P. dan Hasan, S.H. 2011. *Biomassa of Mucor Heimalis for The Biosorption of Cadmium from Aqueous Solutions: Equilibrium And Kinetic Studies*. Bioresources Journal Vol.6, No.4.
- Sutanto, H. B. 2015. *Studi Pengolahan Air Limbah Industri Jasa Cucian menggunakan Kombinasi Biofilter dan Tanaman Bambu Air*. Laporan Penelitian. Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.
- Syauqiah, I., Amalia, M., dan Kartini, M. A. 2011. *Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif*. Info Teknik Vol. 12 No.1.
- Udyani, K., dan Wulandari, Y. 2014. *Aktivasi Zeolit Alam Untuk Peningkatan Kemampuan Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Biodiesel*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi II Institut Teknologi Adhi Tama. Surabaya.
- Widjajanti, E., dan Pratomo, H. 1994. *Pemanfaatan Bentonit Pada Adsorpsi Besi dalam Air Sumur*. Laporan Penelitian FPMIPA IKIP. Yogyakarta.
- Winardi, Gunawan. 2002. *Panduan Mempersiapkan Tulisan Ilmiah*. Bandung: Akatiga.
- Wirosoedarmo, R., Kurniati, E., dan Juan A. 2017 *Adsorpsi Senyawa Fosfat Total (PO<sub>4</sub>) dalam Air Buangan Cucian dengan Zeolit Termodifikasi*. Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Vol.5, No.2.
- Zahroh, W. 2010. *Kajian Kesetimbangan Adsorpsi Cr (VI) pada Biomassa Kangkung Air (Ipomoea Aquatica Forsk)*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim.