

PENGUNAAN KARBON AKTIF DAN ZEOLIT TAK TERAKTIVASI DALAM ALAT PENYARING AIR LIMBAH LAUNDRY

Nani Apriyani¹ dan Novrianti²

*Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Palangkaraya, Jl. RTA. Milono Km. 1,5, Palangka Raya, 73112, Indonesia
E-mail: ¹naniapriyani@umpalangkaraya.ac.id / ²novrianti@yahoo.com*

ABSTRAK

Peningkatan jumlah jasa laundry sebanding dengan limbah yang dihasilkan yang biasanya dibuang langsung ke lingkungan tanpa adanya pengolahan. Limbah laundry mengandung surfaktan dalam jumlah besar, yaitu jenis surfaktan anionik Alkyl Benzene Sulfonates (ABS) dan Linear Alkyl Benzene Sulfonates (LAS), yang merupakan senyawa kimia yang berpotensi bahaya bagi kesehatan dan lingkungan sehingga perlu upaya untuk pengolahan limbah tersebut. Penelitian ini bertujuan mengetahui efisiensi alat penyaring limbah laundry dengan prinsip absorpsi dan filtrasi. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen dengan 3 perlakuan pada alat penyaring yaitu menggunakan (1) karbon aktif, (2) zeolit dan (3) kombinasi karbon aktif-zeolit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan alat penyaring dengan karbon tak teraktivasi dapat meningkatkan Total Dissolved Solid (TDS) dan kadar surfaktan, sedangkan alat penyaring dengan zeolit tak teraktivasi dapat menurunkan TDS namun meningkatkan kadar surfaktan sampai 8 kali lipat. Hasil penelitian mengungkapkan fakta bahwa penggunaan karbon aktif dan zeolit tak teraktivasi justru berpotensi mencemari lingkungan. Sehingga untuk tujuan pengendalian pencemaran lingkungan, perlu dilakukan aktivasi terlebih dahulu terhadap karbon aktif dan zeolit sebelum diaplikasikan pada alat penyaring.

Kata kunci: alat penyaring, karbon aktif, limbah laundry, surfaktan, zeolite.

ABSTRACT

The increasing number of laundry services is directly proportional to the amount of waste produced which is usually discharged directly into the environment without any processing. Laundry wastes contain large amounts of surfactants, namely anionic surfactants Alkyl Benzene Sulfonates (ABS) and Linear Alkyl Benzene Sulfonates (LAS), which are chemical compounds that are potentially dangerous to health and the environment so efforts are needed to treat these wastes. This study aims to determine the efficiency of laundry waste filter equipment with the principle of absorption and filtration. The study was conducted with an experimental method with 3 treatments on filter devices using (1) activated carbon, (2) zeolite and (3) combination of activated carbon-zeolite. The results showed that the use of a filter device with activated carbon can increase Total Dissolved Solid (TDS) and surfactant levels, while the filtering device with zeolite not activated can reduce TDS but increase surfactant levels up to 8 times. The results of the study revealed the fact that the use of activated carbon and zeolites not activated actually has the potential to pollute the environment. So for the purpose of controlling environmental pollution, it is necessary to first activate the activated carbon and zeolite before it is applied to the filter.

Keywords: activated carbon, filtering, laundry waste, surfactant, zeolite.

1. PENDAHULUAN

Jasa *laundry* yang merupakan penyedia layanan pencucian pakaian semakin meningkat setiap tahunnya, khususnya di Kota Palangka Raya. Peningkatan jumlah jasa *laundry* akan berbanding lurus dengan banyaknya limbah yang dihasilkan. Pada umumnya, limbah *laundry* tersebut dibuang langsung ke lingkungan tanpa adanya pengolahan. Hal ini berpotensi mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan, khususnya lingkungan perairan.

Kandungan dalam air limbah *laundry* yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan utamanya adalah surfaktan, yang merupakan bahan baku dalam pembuatan detergen. Penggunaan detergen sebagai bahan pencuci yang umum digunakan dalam jasa *laundry* dikarenakan sifat pembersihnya yang lebih efektif dibandingkan sabun. Zat utama yang terkandung dalam deterjen adalah senyawa ionik berupa natrium tripolifospat yang berfungsi sebagai builder dan surfaktan.

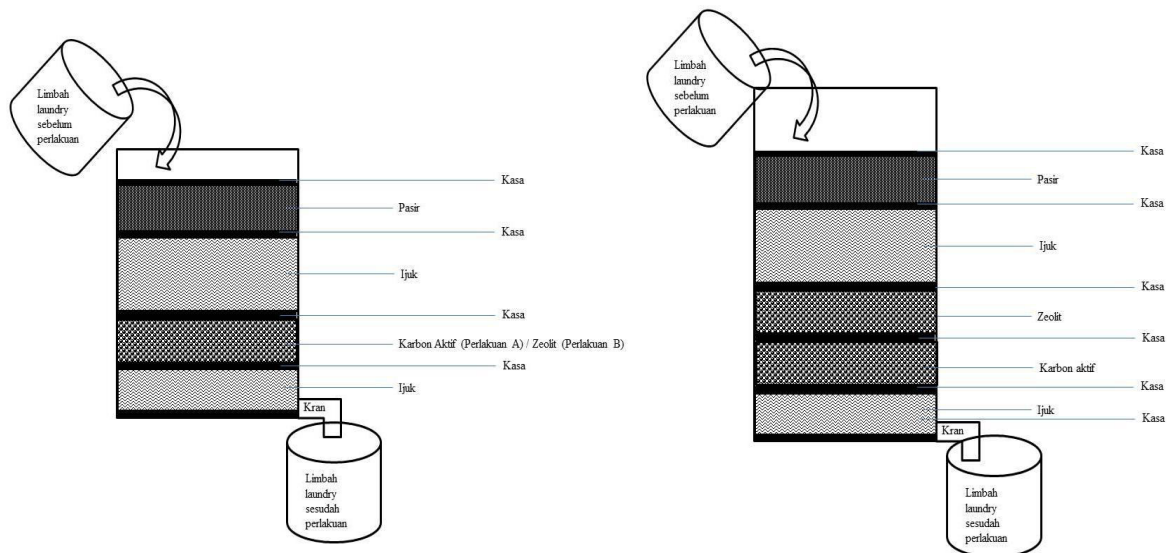
Surfaktan/*surfactant* atau *surface active agents* adalah senyawa yang dapat menurunkan tegangan permukaan air, sehingga dapat mengangkat kotoran pada permukaan bahan yang larut maupun yang tak larut dalam air. Surfaktan dapat membahayakan karena efek negatif yang ditimbulkan, baik bagi biota perairan (Beltrán-Heredia et.al., 2012), lingkungan perairan panjang (Hanif et.al., 2012; Pal et.al., 2012) dan terhadap manusia seperti iritasi mata dan infeksi kulit (dermatitis).

Akibat dari banyaknya efek negatif tersebut, baku mutu atau kadar surfaktan yang diizinkan berada di lingkungan tidak lebih dari 0,5 mg/L berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 tahun 1990. Namun pengawasan terhadap pembuangan limbah yang dihasilkan dari jasa *laundry* masih sangat rendah sehingga dikhawatirkan akan adanya akumulasi kandungan surfaktan dalam lingkungan perairan. Perlu adanya pengelolaan terhadap limbah *laundry* agar kadar surfaktan yang dibuang ke perairan tidak melebihi baku mutu. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan penyaringan terhadap air limbah *laundry* sebelum dilepas ke lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penggunaan alat penyaring limbah *laundry* dengan prinsip absorpsi dan filtrasi terhadap kadar surfaktan dalam limbah tersebut, yang diharapkan tidak melebihi baku mutu.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen, yaitu mengetahui pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dengan keadaan terkendali dengan membandingkan satu kelompok eksperimen atau lebih dengan satu kelompok pembanding yang tidak diberi perlakuan, di mana kelompok kontrol dan kelompok eksperimen tidak dipilih secara random. Pengambilan sampel limbah *laundry* dilakukan pada salah satu penyedia jasa laundry di Palangka Raya, yaitu di Kumala Laundry Jl. Rajawali Km. 4 Palangka Raya pada 06 September 2019. Perlakuan pada limbah *laundry* akan dilaksanakan di Laboratorium MIPA Universitas Muhammadiyah Palangkaraya dan pengujian kadar surfaktan pada sampel sebelum dan sesudah perlakuan dilaksanakan di Balai Riset Dan Standardisasi Industri Banjarbaru.

Pengolahan limbah *laundry* dengan alat penyaring dilakukan dengan tiga perlakuan berbeda yaitu perlakuan (A) menggunakan karbon aktif, perlakuan (B) menggunakan zeolit dan perlakuan (C) menggunakan karbon aktif dan zeolit. Alat penyaring dibuat dalam skala laboratorium seperti pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Perlakuan (A) dan (B) pada gambar kiri dan perlakuan (C) pada gambar kanan

Air limbah *laundry* yang dialirkan melalui alat penyaring sebanyak dua kali penyaringan. Pengujian parameter kualitas air dilakukan terhadap air limbah sebelum disaring, setelah penyaringan pertama dan setelah penyaringan kedua.

Parameter yang diuji adalah pH (*power of Hydrogen*), konduktivitas, salinitas, TDS (*Total Dissolved Solid*) dan surfaktan, yang selanjutnya dibandingkan pada nilai baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Parameter Kualitas Air Limbah *Laundry*

Parameter kualitas air limbah *laundry* yang diuji adalah pH (*power of Hydrogen*), *conductivity*, TDS (*Total Dissolved Solid*), *salinity* dan surfaktan. Analisis terhadap data hasil pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai hasil uji dengan nilai baku mutu. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah belum ada ditetapkan baku mutu untuk air limbah *laundry*, sehingga dapat digunakan baku mutu yang tercantum pada Lampiran XLVII di Peraturan Menteri tersebut yaitu Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan yang Belum Memiliki Baku Mutu Air Limbah yang Ditetapkan. Berdasarkan hasil perbandingan, didapatkan hasil pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Perbandingan antara baku mutu dengan hasil pengujian parameter air limbah *laundry*

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Awal (A)	Setelah Perlakuan					
				B1	B2	B3	C1	C2	C3
pH	-	6 – 9	7,56	6,53	7,25	7,45	4,21	5,21	5,59
Cond	μS	-	210	262	288	466	365	307	572
TDS	ppm	2000	202	274	182	252	250	120	250
Salt	ppm	-	152	233	172	238	108	162	189
Surfaktan	mg L^{-1}	5	0,047	0,309	0,264	0,229	1,111	0,886	0,426

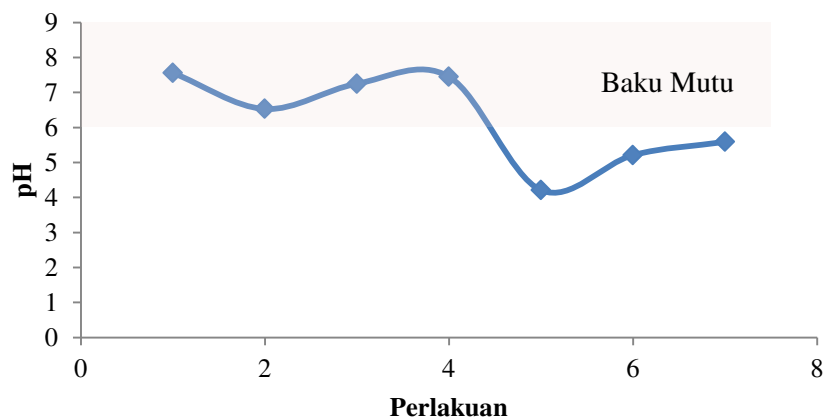
Keterangan:

- Perlakuan
 A : Perlakuan 1 (tanpa penyaringan)
 B1 : Perlakuan 2 (penyaringan pertama dengan karbon)
 B2 : Perlakuan 3 (penyaringan pertama dengan zeolit)
 B3 : Perlakuan 4 (penyaringan pertama dengan karbon & zeolit)
 C1 : Perlakuan 5 (penyaringan kedua dengan karbon)
 C2 : Perlakuan 6 (penyaringan kedua dengan zeolit)
 C3 : Perlakuan 7 (penyaringan kedua dengan karbon & zeolit)

Berdasarkan hasil perbandingan, diketahui bahwa nilai pH, TDS dan surfaktan pada air limbah sebelum perlakuan masih memenuhi baku mutu, namun terjadi perubahan setelah dilakukan penyaringan dengan karbon aktif dan zeolit. Berikut penjelasan tentang parameter kualitas air yang dilakukan pengujian.

a. Parameter pH (*power of Hydrogen*)

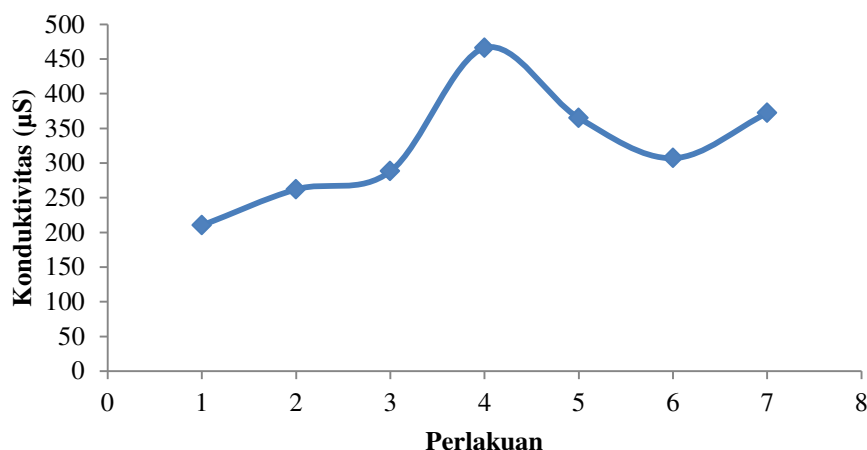
Derajat keasaman atau pH merupakan suatu indeks kadar/konsentrasi ion hidrogen (H^+) yang mencirikan keseimbangan asam dan basa di dalam suatu larutan. pH menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan, melalui konsentrasi (sebetulnya aktivitas) ion Hidrogen. Nilai pH dapat menyatakan tingkat asam atau basa pada larutan. Berdasarkan hasil pengujian dan perbandingan, diketahui bahwa nilai pH, pada air limbah sebelum perlakuan masih memenuhi baku mutu, namun terjadi perubahan setelah dilakukan penyaringan dengan karbon aktif dan zeolit, seperti ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.

**Gambar 2.** pH air limbah sebelum dan setelah perlakuan

Penyaringan pertama menyebabkan terjadinya penurunan pH namun masih berada dalam range baku mutu yang diizinkan, sedangkan penyaringan kedua menyebabkan pH air limbah menjadi tidak memenuhi baku mutu.

b. Konduktivitas

Konduktivitas menggambarkan kemampuan larutan dalam menghantarkan arus listrik yang di hantarkan oleh ion yang terkandung di dalamnya. Ion memiliki karakteristik dalam menghantarkan arus listrik, sehingga nilai konduktivitas listrik hanya menunjukkan konsentrasi ion total dalam larutan. Salah satu yang mempengaruhi jumlah ion dalam larutan adalah padatan terlarut di dalamnya. Jumlah padatan terlarut pada larutan berbanding lurus dengan jumlah ion, sehingga semakin besar jumlah padatan terlarut dapat meningkatkan nilai konduktivitas listrik. Hubungan antara jumlah zat padat terlarut yang dinyatakan dengan TDS dengan nilai konduktivitas listrik (Irwan, 2016). Nilai konduktivitas sebelum dan sesudah perlakuan ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.

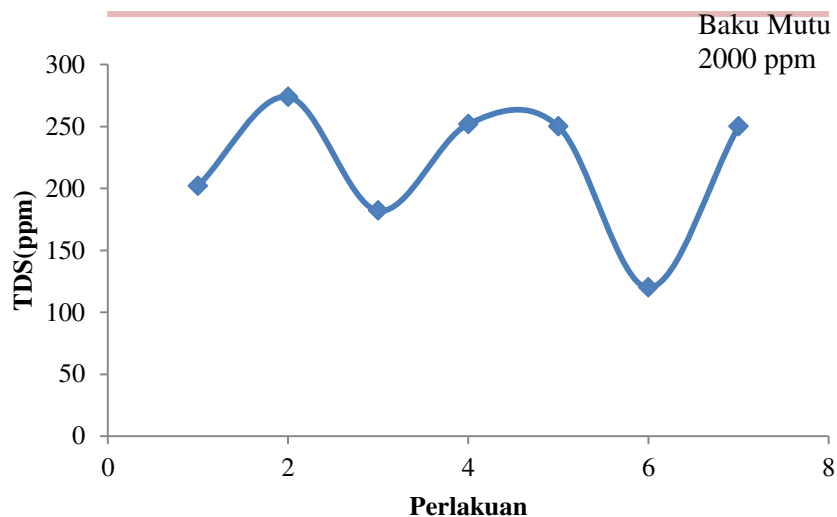


Gambar 3. Konduktivitas air limbah sebelum dan setelah perlakuan

Berdasarkan hasil pengujian, terjadi kenaikan dan penurunan nilai konduktivitas setelah dilakukan penyaringan.

c. TDS (*Total Dissolved Solid*)

TDS (*Total Dissolve Solid*) atau Padatan Terlarut Total adalah zat terlarut organik maupun anorganik dalam suatu larutan. Zat terlarut ini dapat melewati saringan berukuran diameter 2 mikrometer. TDS dalam air tidak tersaring dengan kertas saring *millipore* ukuran pori 0,45 µm. Terbentuknya TDS dikarenakan adanya bahan anorganik berupa ion-ion yang umum dijumpai di perairan, seperti air buangan yang mengandung molekul sabun, deterjen dan surfaktan. Berdasarkan hasil perbandingan, diketahui bahwa nilai TDS pada air limbah sebelum perlakuan masih memenuhi baku mutu, namun terjadi perubahan setelah dilakukan penyaringan dengan karbon aktif dan zeolit, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

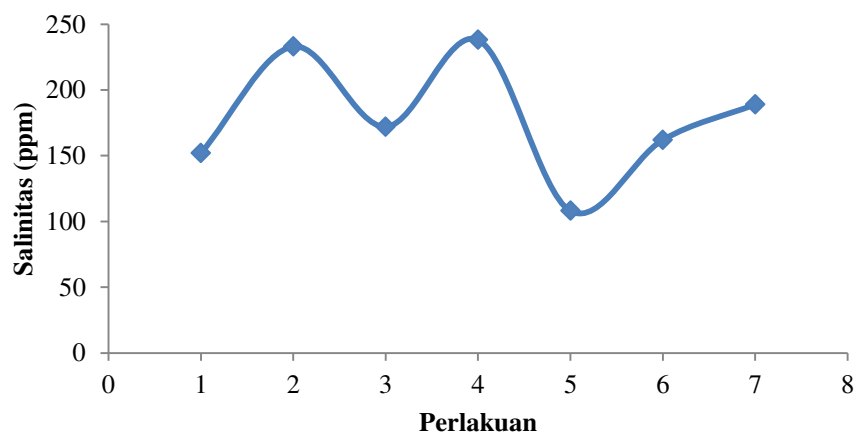


Gambar 4. TDS air limbah sebelum dan setelah perlakuan

Berdasarkan hasil pengujian, nilai TDS sebelum dan setelah perlakuan masih memenuhi baku mutu, namun terjadi kenaikan dan penurunan nilai setelah dilakukan penyaringan. TDS meningkat dengan penyaringan yang mengandung karbon. TDS menurun dengan penyaringan yang mengandung zeolit pada penyaringan pertama dan terus menurun pada penyaringan kedua. Penurunan nilai TDS paling baik didapatkan setelah dilakukan penyaringan kedua dengan zeolit.

d. Salinitas

Salinitas menunjukkan konsentrasi total ion terlarut dalam air dalam satuan permil (o/oo) atau ppt (*part per thousand*) atau gram/liter. Salinitas disusun atas tujuh ion utama, yaitu sodium, potasium, kalium, magnesium, chlorida, sulfat, bikarbonat (Ambardhy, 2004). Nilai salinitas sebelum dan sesudah perlakuan ditunjukkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Salinitas air limbah sebelum dan setelah perlakuan

Berdasarkan hasil pengujian, terjadi kenaikan dan penurunan nilai salinitas setelah dilakukan penyaringan.

e. Surfaktan

Surfaktan adalah senyawa yang dapat mengangkat kotoran pada suatu bahan baik yang larut maupun tidak larut dalam air karena sifatnya yang dapat menurunkan tegangan permukaan air. Molekul surfaktan terdiri dari satu ujung hidrofilik (suka air) dan satu ujung hidrofobik (suka minyak) yang merupakan satu rantai atau lebih hidrokarbon yang mengandung 12 atom karbon atau lebih.

Molekul dan ion yang diadsorpsi pada antar muka ini disebut *surface active agent* atau surfaktan. Surfaktan juga dikenal sebagai amfifil karena sifat afinitas pada molekul atau ionnya terhadap pelarut polar dan non polar. Hal ini tergantung pada jumlah dan sifat dari gugus-gugus polar dan non polar tersebut. Amfifil dapat bersifat hidrofilik, lipofilik atau seimbang di antara dua sifat tersebut.

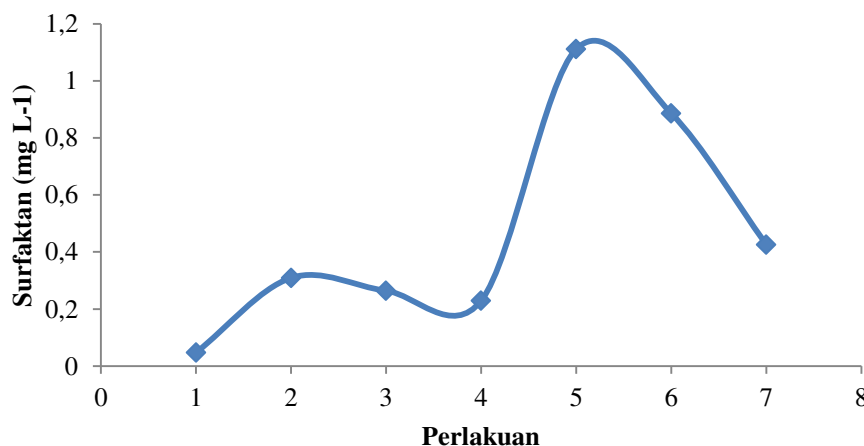
Surfaktan diklasifikasikan menjadi empat kelompok yaitu anionik, nonionik, kationik, dan zwitterionik atau amfoterik (Smulder, E., 2002 & Yu, et al, 2008). Contoh surfaktan ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Contoh surfaktan

Surfaktan	Rumus molekul	Jenis
Alkil (polietilen) glikol ether	$RO - (CH_2 - CH_2 - O)_nH$	Nonionik
Alkil sulfonat	$RO - SO_3^- Na^+$	Anionik
Dialkil dimetil amonium klorida	$[H_3C - N^+(R)_2 - CH_3]Cl^-$	Kationik
Betaines	$R - N^+(CH_3)_2 - CH_2 - COO^-$	Amfoterik

Sumber: Smulder, E., 2002

Berdasarkan hasil perbandingan, nilai surfaktan pada air limbah sebelum perlakuan masih memenuhi baku mutu, namun terjadi perubahan setelah dilakukan penyaringan, ditunjukkan pada Gambar 6.



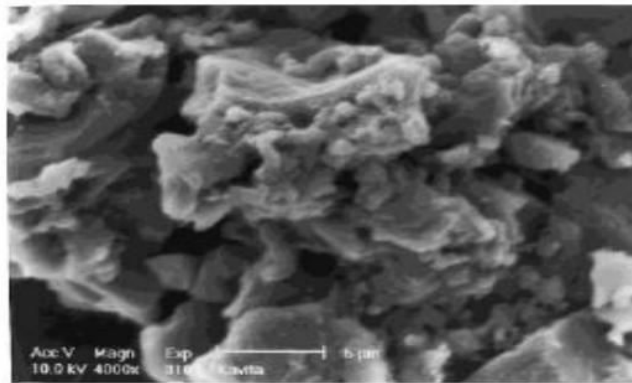
Gambar 6. Surfaktan air limbah sebelum dan setelah perlakuan

Kadar surfaktan meningkat setelah dilakukan penyaringan, di mana peningkatan terbesar terjadi pada penyaringan kedua dengan karbon dan peningkatan terkecil pada penyaringan pertama dengan karbon dan zeolit. Hal ini menunjukkan bahwa baik karbon maupun zeolit justru dapat meningkatkan kadar surfaktan, dengan peningkatan yang besar terjadi pada penyaringan dengan karbon sampai 8 kali lipat.

3.2. Adsorben pada Alat Penyaring

Alat penyaring yang digunakan pada penelitian ini menggunakan prinsip penyaringan dan penyerapan. Penyaringan dilakukan dengan media ijuk, pasir dan kasa, sedangkan penyerapan dilakukan dengan media adsorben yang juga merupakan variabel penelitian yaitu karbon aktif dan zeolit.

Karbon aktif merupakan bahan padat berpori hasil pembakaran secara pirolisis pada bahan yang mengandung 85-95% karbon. Sebagian pori-porinya masih tertutup hidrokarbon, tar, dan senyawa organik lain. Komponennya terdiri dari karbon terikat (*fixed carbon*), abu, air, nitrogen, dan sulfur (Kvech et al., 1998). Gambar 7 menunjukkan morfologi permukaan karbon aktif pada pembesaran 4000x.



Gambar 7. Morfologi permukaan karbon aktif pada pembesaran 4000x
Sumber: Kvech et al., 1998

Berdasarkan sifat permukaannya, terdapat perbedaan antara arang aktif dengan arang. Permukaan arang ditutupi oleh kelebihan hidrokarbon yang menghambat keaktifannya, sedangkan permukaan arang aktif relatif telah bebas dari deposit hidrokarbon tersebut, permukaannya luas dengan pori-pori yang terbuka, sehingga memiliki daya serap yang tinggi. Proses aktivasi perlu dilakukan untuk meningkatkan daya serap arang menjadi arang aktif (Lempang, 2014).

Salah satu adsorben yang unik adalah zeolit. Zeolit berukuran pori sangat kecil dan seragam jika dibandingkan karbon aktif dan silika gel, sehingga zeolit hanya mampu menyerap molekul berdiameter sama atau lebih kecil dari diameter celah rongga, sedangkan molekul yang diameternya lebih besar dari pori zeolit akan tertahan dan hanya melewati antar partikel. Dalam keadaan normal, ruang kosong dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air yang berada di sekitar kation. Bila zeolit dipanaskan maka air tersebut akan keluar sehingga dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan (Khairinal, Trisunaryanti, 2000).

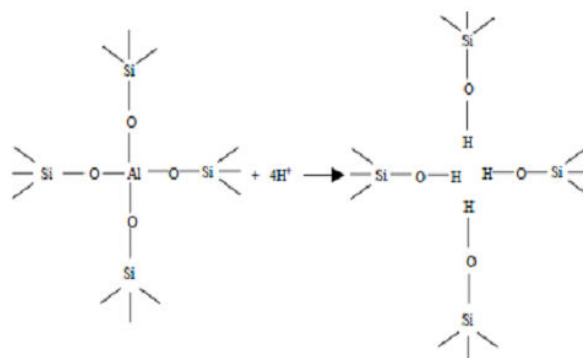
3.3. Penggunaan Arang Aktif dan Zeolit pada Pengolahan Limbah

Arang aktif dan zeolit telah banyak digunakan pada berbagai hal, baik industri maupun pengolahan limbah. Khuluk (2016) melaporkan tentang pembuatan dan karakterisasi karbon aktif dari tempurung kelapa (*Cocous nucifera* L.) sebagai adsorben zat warna metilen biru yang merupakan indikator keberadaan surfaktan dalam detergen. Pembuatan karbon aktif dari arang tempurung kelapa sebagai adsorben juga pernah dilakukan Pambayun et. Al (2013) untuk mengurangi kadar fenol dalam air limbah dan didapatkan persen removal sebesar 99,745%. Maesara (2011) melaporkan bahwa karbon aktif dari kulit durian dapat digunakan penyisihan besi dan zat organik.

Hasil karakterisasi dan pengujian yang telah dilakukan Atikah (2017) dapat dijadikan acuan dalam mengukur potensi Zeolit Alam teraktivasi yang berasal dari Gunung Kidul untuk dapat diaplikasikan sebagai media adsorben dalam pengolahan limbah pewarna tekstil. Penggunaan zeolit juga telah dilakukan Marsidi (2001) pada bahan penukar ion menggunakan penyaring zeolit. Penyaringan air tanah dengan zeolit alami dilaporkan Rahman dan Hartono (2004) dapat menurunkan kadar besi dan mangan dengan cukup efektif.

Pada penelitian ini, pengujian menunjukkan hasil yang berbanding terbalik yaitu penyaringan dengan media tersebut menjadikan kadar surfaktan meningkat dibandingkan kadar awal sebelum disaring. Hal ini dikarenakan karbon aktif dan zeolit yang digunakan adalah karbon aktif dan zeolit yang telah beredar di masyarakat tanpa dilakukan aktivasi terlebih dahulu. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan informasi bahwa penggunaan alat penyaring yang mengandung karbon dapat meningkatkan TDS dan kadar surfaktan, sedangkan alat penyaring yang mengandung zeolit dapat menurunkan TDS namun meningkatkan kadar surfaktan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan zeolit tak teraktivasi dapat membantu pencegahan pencemaran lingkungan secara fisik dengan menurunkan TDS, namun berbahaya secara kimia karena meningkatkan kadar surfaktan. Melalui pengamatan langsung tidak dapat diketahui kadar surfaktan yang terkandung dalam perairan namun akan berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan jika terakumulasi secara terus-menerus.

Hasil penelitian ini mengungkapkan fakta bahwa penggunaan karbon aktif dan zeolit yang telah banyak beredar di masyarakat tanpa dilakukan aktivasi terlebih dahulu justru berpotensi mencemari lingkungan. Sehingga untuk tujuan pengendalian pencemaran lingkungan melalui penyaringan air limbah perlu dilakukan aktivasi terlebih dahulu terhadap karbon aktif dan zeolit. Salah satu cara mengaktivasi zeolit adalah mereaksikannya dengan asam mineral, seperti reaksi yang terjadi pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Reaksi aktivasi zeolit dengan asam mineral

Menurut Setiadi dan Pertiwi (2007), proses aktivasi dan modifikasi merupakan cara untuk meningkatkan kualitas dari zeolit yaitu dengan meningkatkan keasaman pada inti aktif zeolit alam. Aktivasi zeolit dapat dilakukan secara fisika melalui pemanasan maupun secara kimia dengan perendaman dalam larutan. Aktivasi secara fisis berupa pemanasan atau kalsinasi yang bertujuan menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori kristal zeolit, sehingga luas permukaan pori-pori bertambah. Aktivasi secara kimiawi dilakukan dengan asam atau basa, dengan tujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor, dan mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan. Pengaktifan dengan asam mineral akan melarutkan logam alkali seperti Ca^{2+} , K^+ , Na^+ dan Mg^{2+} yang menutup sebagian rongga pori dan pengaktifan dengan H^+ dalam ruang interlamener sehingga zeolit lebih porous dan permukaan lebih aktif.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, penggunaan alat penyaring yang mengandung karbon tak teraktivasi dapat meningkatkan TDS dan kadar surfaktan, sedangkan alat penyaring yang mengandung zeolit tak teraktivasi dapat menurunkan TDS namun meningkatkan kadar surfaktan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan zeolit tak teraktivasi dapat membantu pencegahan pencemaran lingkungan secara fisik dengan menurunkan TDS, namun berbahaya secara kimia karena meningkatkan kadar surfaktan.

Hasil penelitian ini mengungkapkan fakta bahwa penggunaan karbon aktif dan zeolit yang telah banyak beredar di masyarakat tanpa dilakukan aktivasi terlebih dahulu justru berpotensi mencemari lingkungan. Sehingga untuk tujuan pengendalian pencemaran lingkungan melalui penyaringan air limbah perlu dilakukan aktivasi terlebih dahulu terhadap karbon aktif dan zeolit sebelum diaplikasikan dalam alat penyaring.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Muhammadiyah Palangkaraya atas pendanaan pada penelitian ini melalui Hibah Penelitian Kompetitif Dosen Internal (PKDI) Tahun Anggaran 2019 sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian Nomor 019.b/PTM.63.R10/LP2M/N/2019 Tanggal 23 Mei 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambardhy, J. H. (2004). *Physical and Chemical Properties Water*. Pegangan Training Budidaya. PT. Central Pertiwi Bahari.
- Astuti, S. W., Sinaga, M. S. (2015). Pengolahan Limbah *Laundry* Menggunakan Metode Biosand Filter untuk Mendegradasi Fosfat. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4 (2). 53-58.
- Atikah, W. S. (2017). Potensi Zeolit Alam Gunung Kidul Teraktivasi Sebagai Media Adsorben Pewarna Tekstil. *Arena Tekstil*, 32 (1), 17-24.
- Hanif, N. M., Adnasssn, S. N., Latif, M., Zakaria, A. M., & Othman, M. R. (2012). The composition of surfactants in river water and its influence to the amount of surfactants in drinking water. *World Appl Sci J*, 17(8), 970-975.

- Irwan, F., Afdal. (2016). Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik dengan Total Dissolved Solid (TDS) dan Temperatur pada Beberapa Jenis Air. *Jurnal Fisika Unand*, 59(1), 85-93.
- Khairinal, Trisunaryanti, W. (2000). Dealuminasi zeolit alam wonosari dengan perlakuan asam dan proses hidrotermal. In *Prosiding Seminar Nasional Kimia VIII. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta*. Yogyakarta: FMIPA-UGM.
- Khuluk, R. H. (2016). Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa (Cocous Nucifera L.) Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru. *Skripsi*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
- Kvech, Steve, Erika, T. (1998). *Activated Carbon. Departement of Civil and. Environmental Engineering*. United States of America: Virginia Tech University.
- Lempang, M. (2014). Pembuatan Dan Kegunaan Arang Aktif. *Info Teknis EBONI*, 11(2), 65-80.
- Maesara, S. A., Kunaefi, T. D. (2011). Penyisihan Besi Dan Zat Organik Menggunakan Karbon Aktif Dari Kulit Durian Sebagai Media Filtrasi Removal Of Iron And Organic Matter By Activated Carbon From Durian Peels As Filtration Media. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 17(2), 167-177.
- Marsidi, R. (2010). Zeolit Untuk Mengurangi Kesadahan Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2(1), 1-10.
- Pal S., Sen G., Ghosh S., Singh R.P. (2012). High Performance Polymeric Flocculants Based On Modified Polysaccharides-Microwave Assisted Synthesis. *Carbohydr. Polym.* 87, 336-342.
- Pambayun, G. S., Yulianto, R. Y., Rachimoellah, M., & Putri, E. M. (2013). Pembuatan karbon aktif dari arang tempurung kelapa dengan aktivator ZnCl_2 dan Na_2CO_3 sebagai adsorben untuk mengurangi kadar fenol dalam air limbah. *Jurnal Teknik ITS*, 2(1), F116-F120.
- Rahman, A., Hartono, B. (2004). Penyaringan Air Tanah Dengan Zeolit Alami Untuk Menurunkan Kadar Besi Dan Mangan. *Makara Kesehatan*, 8 (1), 1-6.
- Sánchez-Martín, J., Beltrán-Heredia, J., & Peres, J. A. (2012). Improvement of the flocculation process in water treatment by using Moringa oleifera seeds extract. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 29(3), 495-502.
- Setiadi dan Pertiwi, A. (2007). Preparasi dan Karakterisasi Zeolit Alam untuk Konversi senyawa ABE menjadi Hidrokarbon. *Prosiding Konggres dan Simposium Nasional Kedua MKICS*, 1-4. Smulders, E. (2002). *Laundry Detergents*. Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH.