

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Laundry

Limbah cair domestik terbagi dalam dua kategori yaitu limbah cair domestik yang berasal dari air cucian, seperti sabun, deterjen, minyak dan peptisida dan limbah cair domestik yang berasal dari kakus, seperti sabun, *shampoo*, tinja dan air seni (Utami, 2013). Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwasannya limbah *laundry* termasuk kedalam kategori limbah cair domestik. *Laundry* dalam bahasa Indonesia berarti cucian. Dalam usaha *laundry*, bahan yang digunakan untuk mencuci kebanyakan adalah dari deterjen dan juga pelembut pakaian. Limbah cair *laundry* yang dihasilkan oleh deterjen mengandung fosfat yang tinggi yang berasal dari sodium tripolyphosphat (STPP) yang dalam deterjen berfungsi sebagai *builder* yang merupakan unsur terpenting kedua setelah deterjen (surfaktan) karena kemampuannya menonaktifkan mineral kesadahan dalam air sehingga deterjen dapat bekerja secara optimal (Hermansyah,2010).

Baku mutu penelitian yang kami gunakan mengacu pada Peraturan Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah, Berikut baku mutu tersebut terdapat pada tabel 2.4.

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Kadar paling banyak (mg/L)	Beban pencemar paling banyak (kg/ton)
BOD	75	1,5
COD	150	3
TSS	100	2
TDS	2000	40
Detergen	5	0,1
Suhu	$\pm 3^{\circ}$ C terhadap suhu udara	
pH	6,0 – 9,0	
Debit limbah paling banyak (L/kg)	20	

(Peraturan Daerah Istimewa Yogyakarta No.7 Th 2016).

2.2. Adsorpsi

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengolah limbah cair laboratorium adalah adsorpsi. Metode adsorpsi dapat dinilai efektif dalam mengurangi kadar cemaran dalam limbah cair. Adapun pengertian adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat kepada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu *film* (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut (Syauqiah, 2011).

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh jenis adsorbennya. Keberhasilan proses adsorpsi sangat ditentukan oleh jenis adsorben yang digunakan. Oleh karena itu proses pemilihan adsorben adalah hal yang sangat penting dalam proses adsorpsi. Jenis adsorben yang sering digunakan dalam proses adsorpsi diantaranya adalah pasir aktif, gel silika, tempurung kelapa, karbon aktif, zeolit, dan kombinasi dari bahan-bahan tersebut. Dalam penelitian ini digunakan dua adsorben yang dikombinasikan dalam satu wadah saringan yaitu dengan karbon aktif dan zeolit.

Berikut ini persamaan untuk menghitung kapasitas Adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif.

$$q_e = \frac{(C_o - C_e) \times V}{m} \quad (\text{Persamaan 2. 1})$$

dimana,

q_e = kapasitas adsorben (mg/g)

C_o = konsentrasi polutan awal (mg/L)

C_e = konsentrasi polutan akhir (mg/L)

V = volume larutan (mL)

m = massa adsorben (g), (Afifah, Moersidik, & Priadi, 2014).

2.3. Karbon Aktif (*Activated Carbon*)

Karbon aktif dipilih karena memiliki daya serap yang tinggi yakni mencapai 25% - 100 % terhadap senyawa organik ataupun anorganik serta luas permukaan yang besar berkisar $300 \text{ m}^2/\text{g} - 350 \text{ m}^2/\text{g}$. Karbon aktif (*activated carbon*) adalah suatu bahan yang berupa karbon amorf yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta mempunyai daya serap (adsorbs) yang baik. Karbon aktif digunakan sebagai bahan pemucat atau penghilang zat warna, penjerap gas, penjerap logam, dan sebagainya, bahan tersebut yang paling sering digunakan sebagai bahan adsorben (Rahayu, 2014).

Karbon aktif digunakan pertama kali pada pengolahan air dan air limbah untuk mengurangi material organik, rasa, bau, dan warna. Karbon aktif juga sering digunakan untuk mengurangi kontaminan organik, partikel kimia organik sintesis, tetapi karbon aktif juga efektif untuk mengurangi kontaminan anorganik seperti radon-222, merkuri, dan logam beracun lainnya. Karbon aktif merupakan bahan padat yang berpori, hasil pembakaran yang mengandung komponen antara lain abu, air, nitrogen, dan sulfur. Karena berpori, karbon aktif mampu untuk menyerap warna dan bau dari limbah sehingga air menjadi lebih jernih dan tidak berbau. Adapun penelitian yang menyimpulkan bahwa karbon aktif dapat mengadsorbsi senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorbsinya selektif (Tectona, 2016).

Karbon aktif digunakan sebagai bahan pemucat, penyerap gas, penyerap logam, menghilangkan polutan mikro misalnya zat organik, deterjen, bau, senyawa phenol dan lain sebagainya. Pada saringan karbon aktif ini terjadi proses adsorbsi, yaitu proses penyerapan zat-zat yang akan dihilangkan oleh permukaan karbon aktif. Apabila seluruh permukaan karbon aktif sudah jenuh atau sudah tidak mampu menyerap maka kualitas air yang disaring sudah tidak baik lagi, biasanya karbon aktif dalam 60 jam pemakaian menjadi jenuh dan tidak aktif lagi. Sehingga karbon aktif harus diganti dengan karbon aktif yang baru atau diaktivasi kembali. Berikut manfaat karbon aktif pada tabel 2.3.

Tabel 2. 2 Manfaat Karbon aktif untuk Zat Cair

No	Maksud/Tujuan	Pemakaian
1	Industri obat dan makanan	Menyaring dan menghilangkan warna, bau, rasa yang tidak enak pada makanan
2	Minuman ringan, minuman keras	Menghilangkan warna, bau pada arak/minuman keras dan minuman ringan
3	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah, zat perantara
4	Pembersihan air	Menyaring bau, warna, zat pencemar dalam air, sebagai pelindung resin dalam penyulingan air
5	Penambakan udang	Pemurnian, menghilangkan bau dan warna
6	Pembersihan air buangan	Mengatur dan membersihkan air buangan dan pencemar, warna, bau, dan logam berat
7	Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut, sisa methanol, etil, dan lain-lain

(Sumber : PLPH, Mojokerto, 2007).

2.4. Zeolit

Mineral zeolit adalah kelompok mineral alumunium silikat terhidrasi $L_mAl_xSi_yO_z \cdot nH_2O$ dari logam alkali dan alkali tanah (terutama Ca dan Na), m,x,y, dan z merupakan bilangan 2 hingga 10, n koefisien dari H₂O, serta L adalah logam. Zeolit secara empiris ditulis $(M^{2+}, M^{2+})Al_2O_3gSiO_2 \cdot zH_2O$, M⁺ berupa Na atau K dan M²⁺ berupa Mg, Ca, atau Fe. Li, Sr atau Ba dalam jumlah kecil dapat menggantikan M⁺ atau M²⁺, g dan z bilangan koefisien. Beberapa specimen zeolit berwarna putih, kebiruan, kemerahan, coklat, dan lain-lain, karena hadirnya oksida besi atau logam lainnya. Densitas zeolit antara 2,0 – 2,3 g/cm³, dengan bentuk halus dan lunak. Kilap yang dimiliki bermacam-macam. Struktur zeolit dapat dibedakan dalam tiga komponen yaitu rangka aluminosilikat, ruang kosong saling berhubungan yang berisi kation logam, dan molekul air dalam fase *occluded* (Flanigen, 1981 dalam Harben dan Kuzvart, 1996).

Berdasarkan pada asalnya zeolit dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu zeolit alam dan zeolit sintesis. Zeolit sintesis adalah suatu senyawa kimia yang mempunyai sifat fisik dan kimia yang sama dengan zeolit yang ada di alam, bedanya zeolit sintesis dibuat dari bahan lain dengan proses sintesis, yang dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai yang ada di alam. Secara umum, zeolit mempunyai kemampuan menyerap, menukar ion, dan menjadi katalis (Saputra, 2006).

Zeolit dapat menjadi katalis dengan cara membuat suspensi zeolit yang telah teraktivasi asam dengan menambahkan aquades, kemudian larutan $\text{Ni}(\text{NO}_3)_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan mengimpreg larutan $\text{Ni}(\text{NO}_3)_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ke suspensi zeolit pada suhu 70°C - 80°C , dilakukan pengadukan selama 3 jam dengan *magnetic stirrer* sampai katalis berbentuk pasta. Kemudian dioven pada suhu 110°C . Mengklasifikasi katalis pada suhu 350°C selama 3 jam (Ramadhani, 2017).

Akan tetapi fokus Zeolit pada proses *treatment* yang dilakukan adalah sebagai adsorben dan penukar ion. Menurut Khairinal (2000), Zeolit sendiri merupakan adsorben yang unik, karena memiliki ukuran pori yang sangat kecil dan seragam, sehingga zeolit hanya mampu menyerap molekul-molekul yang berdiameter sama atau lebih kecil dari diameter celah rongga, sedangkan molekul yang diameternya lebih besar dari pori zeolit akan tertahan dan hanya melintasi antar partikel. Zeolit dapat digunakan kembali atau diaktivasi dengan cara pemanasan, zeolit yang telah dipanaskan tersebut dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air yang berada disekitar kation. Bila zeolit dipanaskan maka air tersebut akan keluar. Zeolit dapat digunakan kembali atau diaktivasi dengan cara pemanasan.

Zeolit sudah banyak digunakan untuk pemurnian air karena berfungsi selain sebagai adsorben juga dapat sebagai penukar ion. Zeolit mempunyai struktur angka tiga dimensi yang terdiri dari tetrahedralnya Si, O₂, Al, O₄, dan trivalen Al³⁺. Zeolit memiliki muatan negatif akibat keberadaan atom Aluminium (Al) didalamnya. Muatan negatif ini yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation-kation pada air seperti Fe yang terkandung pada air sumur (Kusnaedi, 2010).

2.5. Penelitian Terdahulu

Untuk teknologi pengolahan atau filter air *laundry* ini sudah berkembang cukup lama tetapi masih dalam skala penelitian ataupun universitas, tidak untuk dikomersilkan menjadi suatu unit alat pengolahan. Untuk penelitian sebelumnya sudah menggunakan biosand filter dan dipadukan menggunakan karbon aktif. Pengolahan secara biologi pun sudah ada sebelumnya seperti menggunakan tanaman tertentu untuk mendegradasi polutan. Bahkan pengolahan secara kimia sudah diteliti, tetapi untuk menggabungkan pengolahan secara fisik atau kimia belum ada yang menggabungkannya untuk dijadikan satu unit pengolahan. Berikut table referensi pada table 2.3.

Tabel 2. 3 Penelitian terdahulu tentang limbah air *laundry*

Tahun	Referensi	Metode	Tujuan
2007	Aliaman	Adsorbsi	Menurunkan kadar besi (Fe), fosfat (PO ₄), dan deterjen.
2010	Hermansyah	Ultrafiltrasi	Mengolah limbah laundry
2008	Elly Kurniati	Pengendapan	Menurunkan kadar deterjen pada limbah laundry
2009	S.S. Santi	Photokatalitik	Menurunkan kadar deterjen
2013	Anggi Rizkia Utami	Biosand Filter dan <i>Activated Carbon</i>	Pengolahan limbah cair laundry

2.6. Alat Reaktor *Laundry Filter 1.0*

Reaktor *Laundry Filter 1.0* merupakan sebuah alat unit pengolahan air *laundry* yang memadukan prinsip pengolahan fisik dan kimia. Alat ini merupakan alat inovasi dari alat pengolahan limbah *laundry* yang sudah ada sebelumnya dengan menambahkan prinsip kimia dalam pengolahan dan membaginya dalam tiga tahap pengolahan, tahapan *pre-treatment*, tahap *main-treatment*, tahap *post-treatment*.

Tahap *post-treatment* merupakan pengolahan akhir pada alat reaktor pengolah limbah laundry tersebut, yaitu sebuah tahapan pada pengolahan di alat Reaktor *Laundry Filter 1.0* yang berada setelah *main-treatment*. Pada tahapan ini pengolahan dilakukan menggunakan prinsip kerja adsorpsi, dengan menggunakan zeolit dan karbon aktif yang berfungsi sebagai adsorben. Merujuk pada penelitian Nailufhar (2018) dan Aliaman (2007). Menurut Nailufhar (2018) bahwa efektifitas daya adsorpsi tertinggi saringan terhadap kadar TDS, TSS, pH, dan COD limbah cair laboratorium Agroindustri FPTK UPI Bandung adalah pada perlakuan penyaringan 1 liter limbah (P1). Persentase penurunan kadar TDS, TSS, dan COD terhadap kontrol pada P1 berturut-turut adalah 59,24% , 23,79% , dan 58,06%. Sedangkan pada P1 pH juga mengalami kenaikan yang awalnya sangat asam yaitu 2,13 menjadi mendekati netral yaitu 2,33. Sedangkan pada penelitian Aliaman (2007), hasil penelitian yang diperoleh mampu menurunkan kadar deterjen/surfaktan dari 36,13 mg/l turun menjadi 3,56 mg/l, dengan persen keberhasilan dalam penurunan sebesar 90 %.

