

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Deterjen

Limbah deterjen merupakan salah satu limbah yang banyak mencemari badan perairan. Hal ini dikarenakan peran deterjen dalam kegiatan rumah tangga sangat beragam, selain digunakan untuk mencuci pakaian, deterjen juga digunakan untuk mencuci peralatan rumah tangga. Dalam air limbah *laundry* parameter yang konsentrasinya sangat tinggi adalah surfaktan dan COD, hal ini tentu akan menimbulkan dampak yang negatif bagi biota jika air limbah tersebut dibuang ke lingkungan perairan (Hudori dan Soewondo 2009).

Menurut Nida (2008) pencemaran deterjen di perairan disebabkan oleh adanya kandungan surfaktan dalam deterjen seperti alkil benzen sulfonat (ABS) dan linear alkil sulfonat (LAS). Surfaktan yang terakumulasi di perairan akan mengakibatkan difusi oksigen dari udara akan berlangsung lambat, sehingga oksigen yang terlarut dalam air menjadi sedikit. Dampak lain dari adanya deterjen di perairan yaitu terjadinya eutrofikasi oleh karena adanya senyawa fosfat dari deterjen yang menyebabkan tanaman perairan menjadi subur dan pertumbuhan alga menjadi meningkat melebihi batas normal atau biasa disebut dengan *blooming* (Kurnia dkk, 2015).

Upaya pengolahan limbah deterjen dapat dilakukan dengan berbagai metode baik secara fisik, kimia maupun biologis. Secara fisik pengolahan limbah deterjen dapat dilakukan dengan cara adsorpsi menggunakan adsorben. Contoh pengolahan limbah deterjen secara kimia adalah menggunakan pereaksi kimia untuk mengendapkan limbah deterjen tersebut. Metode pengolahan limbah deterjen secara biologis dapat dilakukan dengan menggunakan biofilter dimana tanaman air digunakan sebagai medianya. Metode-metode ini dapat menjadi salah

satu alternatif dalam mengolaha air limbah karena efisien dalam menurunkan senyawa organik dengan biaya yang relatif murah.

Dalam Terechova et al (2014) menjelaskan bahwa salah satu pengolahan limbah *laundry* secara kimia dapat menggunakan pengolahan koagulasi-flokulasi. Terbukti dari penelitian yang telah dilakukan, metode ini dapat mengurangi kadar surfaktan yang ada dalam limbah. Metode ini memiliki kelebihan berupa sangat ramah lingkungan, efisien dan memiliki waktu pengolahan yang cepat namun di sisi lain metode ini membutuhkan biaya yang terbilang cukup mahal.

Peneliti sendiri merencanakan bahwa pengolahan limbah deterjen dilakukan dengan menggunakan pengolahan gabungan secara fisik dan biologis, hal ini ditujukan dalam menciptakan suatu pengolahan yang murah, mudah dan memiliki efisiensi yang tinggi. Pengolahan gabungan itu sendiri berupa pengolahan dengan campuran pengolahan secara adsorpsi dengan memanfaatkan limbah lumpur yang berasal dari Sistem Pengolahan Air Minum dan pengolahan secara fitoremediasi dengan menggunakan tanaman eceng gondok.

2.2 Adsorpsi

Adsorpsi adalah salah satu metode pengolahan limbah yang sering digunakan dalam pengolahan air baik air minum ataupun air limbah. Sebagai adsorben, karbon aktif terbilang bahwa material ini memiliki harga yang cukup mahal. Adsorpsi sendiri merupakan proses dimana karbon aktif memindahkan partikel-partikel adsorbat dari dalam pelarut (air), melalui interaksi kimia atau fisika (Papandreou et al, 2007). Adsorpsi suatu adsorbat oleh karbon aktif melalui tiga langkah. Pertama, adsorbat terserap ke permukaan luar (exterior) granula karbon aktif. Kedua, adsorbat bergerak menuju pori-pori karbon aktif. Ketiga, adsorbat terserap ke dinding dalam (interior) karbon aktif (Sukir, 2008).

Proses adsorpsi dengan karbon aktif dan zeolit dapat menyerap bahan organik alami dalam air permukaan, hal ini memungkinkan bahwa pengolahan secara adsorpsi juga dapat menurunkan kadar COD yang memiliki keterkaitan

dengan jumlah kadar zat organik. Media zeolit sendiri memiliki tingkat penyerapan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan media karbon aktif (Rangga dkk, 2009)

Dalam (Wan et al, 2017) dikatakan bahwa bioadsorben yang berasal dari bahan timbal yang telah jenuh dapat digunakan sebagai salah satu metode dalam pengurangan kandungan fosfat, hal ini kemudian menjadi pertimbangan peneliti dalam menggunakan limbah lumpur instalasi pengolahan air minum (IPAM) sebagai bahan adsorben dalam mengolah limbah *laundry* yang mengandung unsur paling dominan yaitu fosfat dengan menimbang bahwa lumpur IPAM memiliki kandungan senyawa besi oksida yang hampir serupa dengan senyawa timbal yang telah jenuh.

Karakterisasi adsorben yang berasal dari lumpur PDAM tirta binangun sendiri telah dilakukan oleh Zulistia (2016) yang didapatkan hasil karakterisasi sebagai berikut :

1. Gugus fungsi yang terdapat dalam senyawa adsorben berupa OH (karboksil), O-H (hidroksil), C=O, P-OH, C-H, dan S-S
2. Luas permukaan adsorben sekitar 87 m²/g dengan volume pori 200 cm³/g
3. Kandungan logam paling besar yaitu Al (Aluminium) dengan jumlah sekitar 70.000 mg/kg
4. Metode enkapsulasi yang digunakan lebih baik dengan *alginate* karena memiliki R² yang lebih besar yaitu 0,9888 sedangkan pada enkapsulasi dengan agar hanya sebesar 0,9696

2.3 Fitoremediasi

Tanaman dapat menurunkan kandungan polutan dalam media dengan cara mengekstrak atau melakukan *immobilisasi* polutan dari tanah dan/atau air. Teknologi ini merupakan sebuah teknologi yang relatif baru, cukup efektif, dengan biaya relatif murah dalam pengelolaan limbah berbahaya (EPA, 2000). *Fitoremediasi* bekerja dengan baik pada tempat tingkat polusinya rendah sampai sedang. Dari penelitian yang ada, tanaman-tanaman yang sangat cocok digunakan untuk *fitoremediasi* adalah: Duckweed (*Lemna minor* L.), Eceng Gondok

(*Eichhornia crassipes*), *Salvinia* (*Salvinia natans*), Hybrid Poplar (*Populus trichocarpa*) (Baker, 1994; Rosenfielt dan Beath dalam Zayed et al., 1998).

Menurut Mangkoediharjo dan Samudro (2010) , bahwa proses fitoremediasi secara umum dibedakan berdasarkan mekanisme fungsi dan struktur tumbuhan :

1. *Phytoaccumulation (phytoextraction)* : Akar tumbuhan menyerap polutan dan selanjutnya ditranslokasi ke dalam organ tumbuhan . Proses ini cocok digunakan untuk dikontaminasi zat – zat anorganik seperti pada proses fitostabilisasi

2. *Rhizofiltration* : Akar tumbuhan mengadsorpsi larutan polutan sekitar akar ke dalam akar . Proses ini digunakan untuk bahan larutan yang mengandung bahan organik maupun anorganik.

3. *Phytostabilization* : Akar tumbuhan melakukan *immobilisasi* polutan dengan cara mengakumulasi, mengadsorpsi pada permukaan akar dan mengendapkan presipitat polutan dalam akar . Proses ini secara tipikal digunakan untuk dekontaminasi zat – zat anorganik yang terkandung minyak yaitu sulfur ,nitrogen , dan beberapa logam berat (sekitar 2 – 50 % kandungan minyak)

4. *Rhizodegradation* : Polutan yang diuraikan oleh mikroba dalam tanah , yang diperkuat / sinergis oleh ragi , fungi , dan zat – zat keluaran akar tumbuhan (eksudat) yaitu gula , alkohol , asam . Eksudat itu merupakan makanan mikroba yang menguraikan polutan maupun biota tanah lainnya. Proses ini tepat untuk dekontraminasi zat organik .

5. *Phytodegradation (phyto transformation)* yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri . Proses ini dapat berlangsung pada daun , batang , akar , atau diluar sekitar akar dengan bantuan enzim yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri.

6. *Phytovolatilization* yaitu proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya diuapkan ke atmosfer . Beberapa tumbuhan dapat menguapkan air 200 sampai dengan 1000 liter perhari untuk setiap batang.

Menurut Rezania et al (2015) tanaman eceng gondok (*E. crassipes*) dapat digunakan sebagai tanaman *fitoremediasi* dalam mereduksi berbagai unsur polutan yang ada seperti logam berat, zat organik maupun zat anorganik yang ada dalam air limbah. Eceng gondok sendiri memiliki tingkat persentase *removal* yang cukup tinggi dibandingkan dengan tanaman – tanaman fitoremediasi lainnya, sebagai contoh dalam Ervina, dkk (2005) yaitu tanaman kayu apu dapat menurunkan parameter sulfat sebesar 43,1%, dan fosfat sebesar 41,9% sedangkan tanaman melati air yang dapat menurunkan kadar fosfat dalam limbah cair *laundry* sebesar 58% dan untuk eceng gondok penurunan kadar fosfat dapat mencapai hingga 82% (Cut dkk, 2013). Hal ini kemudian mendorong peneliti dalam menggunakan tanaman eceng gondok ini sebagai metode pengolahan tambahan dalam mereduksi kandungan zat organik dan unsur polutan lainnya yang ada dalam limbah *laundry* dalam upaya meningkatkan efisiensi pengolahannya.

Berikut adalah beberapa jurnal penelitian terdahulu yang memiliki beberapa kesamaan dalam tujuan dan metode yang digunakan pada penelitian ini :

Tabel 2.1 Jurnal penelitian terdahulu

No	Judul dan Penyusun	Metode	Hasil
1	<i>Pengolahan larutan deterjen dengan biofilter tanaman kangkungan (ipomoea crassicaulis) dalam sistem batch (curah) teraerasi</i> (Ni G. A. M Dwi Adhi Suastuti, I Wayan Suarsa, dan Dwi Kurnia Putra R.)	Metode yang digunakan yaitu dengan memasukkan air deterjen dengan aerator kedalam kolam yang berisikan tanaman kangkungan sebanyak 5 buah, hal ini dilakukan pada 3 sampel dengan 1 kolam berfungsi sebagai kontrol selama 30 hari	Terjadi penurunan kadar surfaktan sebesar 97,76 % dan untuk kontrol sebesar 50,79 % serta kadar fosfat terjadi penurunan sebesar 90,77 % dan untuk kontrol sebesar 51,53 % dalam rentan waktu pengolahan 30 hari
2	<i>Combined chemical coagulation–flocculation/ultraviolet photolysis treatment for anionic surfactants in laundry wastewater</i> (E.L. Terechova, Guoquan Zhang, Jie Chen, N.A. Sosnina, Fenglin Yang)	Pengolahan surfaktan pada limbah <i>laundry</i> dengan proses koagulasi-flokasi menggunakan flokulan P-650 pada kecepatan 200 rpm selama 5 menit dan 30 rpm 30 menit diikuti proses pengendapan 30 menit. Untuk proses fotolisis menggunakan lampu merkuri bertekanan tinggi pada jarak 5cm selama 30 menit	Didapatkan hasil berupa kadar optimum P-650 sebesar 196,38 mg/L dengan presentase <i>removal</i> surfaktan sebesar 74,58 % dan 71,26 % sehingga pengolahan dengan koagulasi-flokulasi yang diikuti proses fotolisis dikatakan cukup stabil dan ramah lingkungan
3	<i>Phosphate removal by lead-exhausted bioadsorbents simultaneously achieving lead stabilization</i> (Shunli Wan, Jiayu Wu, Feng He, Shanshan Zhou, Rui Wang, Bin Gao, Jianmeng Chen)	Pengolahan fosfat dengan bioadsorben yang berasal dari bahan timbal yang merupakan limbah dari beberapa pabrik yang diaktivasi pada suhu 333 K dan ukuran 0,25-0,88 mm, pengolahan dilakukan dengan sistem <i>batch</i> yang berlangsung selama 24 jam	Hasil yang didapat dalam penelitian ini yaitu berupa senyawa timbal yang tidak terlarut akibat proses adsorpsi dan juga didapatkan salah satu solusi untuk adsorben yang cukup murah karena berasal dari limbah dan mampu meremediasi senyawa fosfat

4	<i>Perspectives of phytoremediation using water hyacinth for removal of heavy metals, organic and inorganic pollutants in wastewater</i> (Shahabaldin Rezaia, Mohanadoss Ponraj, Amirreza Talaiekhosani, Shaza Eva Mohamad, Mohd Fadhil Md Din, Shazwin Mat Taib, Farzaneh Sabbagh, Fadzlin Md Sairan)	Membandingkan beberapa pandangan mengenai pengolahan air limbah dengan eceng gondok untuk parameter khususnya kandungan logam berat, senyawa organik dan anorganik dengan tanaman eceng gondok	Pengolahan ini terbilang cukup murah dan efisien namun memiliki beberapa kelemahan seperti dalam hal pengontrolan terhadap presentase angka pertumbuhannya yang tinggi, namun hal ini dapat menjadi solusi sebagai salah satu tanaman fitoremediasi yang sangat efektif dalam menyerap logam berat dan senyawa organik sehingga kedepannya diharapkan dapat menjadi salah satu solusi untuk sistem pengolahan air limbah
5	<i>Echinodorus paleaefolius sebagai tanaman fitoremediasi dalam menurunkan fosfat limbah cair laundry</i> (Ayu Maharani Siswandari, Iin Hindun, Sukarsono)	Metode yang digunakan yaitu dengan melakukan pengolahan limbah laundry menggunakan tanaman melati air dan bambu air yang diletakkan pada 4 pot dengan komposisi tanaman berupa 1 tanaman melati air pada 2 pot dan 20 batang bambu air pada 2 pot. Pengolahan dilakukan pada rentan waktu 9 hari untuk parameter fosfat dan pH	Hasil yang didapat yaitu berupa penurunan yang signifikan pada kadar fosfat dengan tanaman melati air, dari kandungan 3,681 mg turun menjadi 0,23 mg yang telah memenuhi baku mutu dalam PP 82 tahun 2001 yaitu sebesar 0,2 mg