

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah *Laundry*

Air limbah *laundry* termasuk ke dalam golongan *grey water*. Warna abu-abu air limbah berasal dari campuran berbagai residu bahan organik dan anorganik yang menghasilkan perubahan warna pada air. Kandungan bahan – bahan dalam *grey water* berupa minyak, lemak, sodium, fosfor, nitrogen, garam, serta senyawa kimia yang terdapat pada deterjen, sabun, dan bahan pembersih rumah tangga lainnya (Rosariawari, 2010).

Air limbah *laundry* mengandung bahan kimia dengan konsentrasi yang tinggi antara lain fosfat, surfaktan, ammonia dan nitrogen serta kadar padatan terlarut, kekeruhan, BOD dan COD tinggi. Bahan kimia yang menjadi masalah pencemaran pada badan air tersebut disebabkan pemakaian deterjen sebagai bahan pencuci. Deterjen digunakan karena memiliki daya cuci yang baik dan tidak terpengaruh kesadahan air, akan tetapi memiliki kandungan fosfat yang cukup tinggi karena fosfat merupakan bahan pembentuk utama dalam deterjen (Rosariawari, 2010).

Deterjen adalah bahan pembersih seperti halnya sabun, akan tetapi mempunyai kelebihan dapat bekerja pada air sadah dan dapat bekerja pada kondisi asam maupun basa. Komposisi kimia deterjen dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu zat aktif permukaan (surfaktan) berkisar 20 – 30%, bahan penguat (*builders*) merupakan komponen terbesar dari deterjen berkisar 70 – 80% dan bahan – bahan lainnya pemutih, pewangi, bahan penimbul busa, (*optical brightener*) sekitar 2 – 8% (Rosariawari, 2010).

Air limbah deterjen termasuk polutan karena di dalamnya terdapat zat yang disebut ABS (*Alkyl Benzene Sulphonate*). Rumah tangga banyak menggunakan deterjen anti noda yang mengandung ABS yang merupakan deterjen golongan keras. Deterjen tersebut sukar dirusak oleh mikroorganisme

(*nonbiodegradable*) sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan yang akan mengancam dan membahayakan kehidupan biota air dan manusia (Rosariawari, 2010).

Efek paling nyata yang disebabkan oleh limbah deterjen rumah tangga adalah terjadinya eutrofikasi (pesatnya pertumbuhan ganggang dan enceng gondok). Limbah deterjen yang dibuang ke kolam ataupun rawa akan memicu ledakan pertumbuhan ganggang dan enceng gondok sehingga dasar air tidak mampu ditembus oleh sinar matahari, kadar oksigen berkurang secara drastis, kehidupan biota air mengalami degradasi, dan unsur hara meningkat sangat pesat. Jika hal seperti ini tidak segera diatasi, ekosistem akan terganggu dan berakibat merugikan manusia itu sendiri (Cut Ananda, dkk, 2013).

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah *Laundry*

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu
1	Fosfat	mg/L	0,2
2	COD	mg/L	150
3	Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	100

Sumber : Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Fosfat) dan Peraturan Daerah No 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah (COD dan TSS).

2.2 *Aquatic Treatment*

Sistem alami untuk pengolahan air limbah yang efektif tersedia dalam tiga kategori utama, yakni *aquatic*, *terrestrial*, dan *wetland*. Ketiga sistem pengolahan ini digunakan untuk mengolah air limbah dengan memanfaatkan tumbuhan. Sistem yang digunakan dalam mengolah air limbah *laundry* ini adalah sistem *aquatic*. Sistem *aquatic* ini merupakan *secondary treatment*, sehingga perlu adanya perlakuan *primary treatment*. *Primary treatment* ini berupa koagulasi-flokulasi yang bertujuan untuk pengolahan awal air limbah sehingga beban air limbah yang masuk pada *aquatic treatment* lebih sedikit (Taylor, 2006).

Konsep-konsep *aquatic treatment* seperti *oxidation pond*, *facultative pond*, *partial-mix aerated ponds*, *storage and controlled-discharge ponds*, *complete-mix*

ponds dan *hyacinth ponds*. Pada penelitian ini konsep yang digunakan adalah *facultative pond* yaitu berupa bak pengendap yang dipermukaan airnya ditumbuhi tanaman air, konsep ini tidak membutuhkan spesifikasi suhu cuaca dalam penerapannya. (Taylor, 2006).

Penerapan *aquatic treatment* tidak jauh beda dengan *fitotreatment* yang pengolahannya memfokuskan penggunaan tumbuhan. Tumbuhan dapat difungsikan sebagai infrastruktur biologis sebagaimana badan air alamiah atau reservoir air buatan, karenanya tumbuhan dapat berfungsi sebagai media pengaliran air dan penampung air. Tumbuhan mampu mengalirkan air dalam jumlah banyak di hari terang, menyimpan air dalam tumbuhan untuk proses fotosintesis, dan melepaskan air ke udara. Proses ini digunakan untuk menjelaskan fungsi tumbuhan dalam menjanjalkan proses pengaliran cairan dan gas (fluida), pendistribusian zat dan transformasi zat yang terkandung dalam fluida. Pengaliran fluida mencakup mekanisme tumbuhan dalam penyerapan fluida ke dalam tumbuhan dan mekanisme tumbuhan dalam perlindungan bagi lingkungan. Jadi, tumbuhan bekerja untuk kebutuhan dirinya dan kebutuhan lingkungannya (Mangkoedihardjo dan Ganjar, 2010).

2.3 Tumbuhan untuk *Aquatic Treatment*

Tumbuhan lahan basah dikelompokkan berdasarkan bentuk hidupnya (*life-form*) meliputi, 1) tumbuhan riparian, 2) tumbuhan air terapung bebas di permukaan air, 3) tumbuhan air tenggelam dalam air, 4) tumbuhan air mencuat ke permukaan, akarnya menancap pada sedimen atau tanah di dasar air, dan 5) tumbuhan air yang melayang – layang atau menempel, seperti fitoplankton, epifiton, bentos dan lainnya (Rifani, 1998). Perkembangan dan dominasi tumbuhan lahan rawa bersifat spesifik yang dipengaruhi oleh keadaan lingkungan seperti air (tawar, payau, dan asin), fisiologi lahan, kesuburan tanah dan tingkat keasaman.

Tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap ion-ion dari lingkungannya ke dalam tubuh melalui membran sel. Dua sifat penyerap ion oleh tumbuhan adalah faktor konsentrasi yaitu kemampuan tumbuhan dalam

mengakumulasi ion sampai tingkat konsentrasi tertentu, bahkan dapat mencapai beberapa tingkat lebih besar dari konsentrasi ion di dalam mediumnya dan adanya perbedaan kuantitatif akan kebutuhan hara yang berbeda pada tiap jenis tumbuhan (Dian dan Age, 2015).

Proses absorpsi racun, termasuk logam berat dapat terjadi lewat beberapa bagian tumbuhan yaitu :

- Akar, untuk zat anorganik dan zat hidrofilik
- Daun, bagi zat yang lipofilik
- Stomata, untuk memasukkan gas

Dalam penelitian ini tumbuhan air yang digunakan merupakan tumbuhan air yang mudah dibudidayakan serta banyak terdapat di daerah penelitian. Jenis tumbuhan air yang banyak dijumpai merupakan jenis tumbuhan air yang dibudidayakan oleh masyarakat sebagai tanaman hias. Keempat jenis tumbuhan air ini dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu satu tumbuhan yang hidup menancap pada tanah, daun dan batangnya muncul dipermukaan air, dua tumbuhan mengapung di permukaan air, serta satu tumbuhan lagi tenggelam di dalam air. Jenis tumbuhan air yang digunakan meliputi :

1. Melati Air (*Echinodorus paleaefolius*)

Tumbuhan melati air (*Echinodorus paleaefolius*) merupakan tumbuhan yang mampu menyerap kandungan racun dalam air. Tumbuhan ini dapat digunakan untuk pengolahan limbah *laundry* karena menurunkan kadar nutrient (eutrofikasi) pada perairan (Siswandari, 2016). Menurut Padmaningrum(2010), pengolahan air limbah menggunakan tanaman melati air dapat menurunkan kadar fosfat.

Melati air adalah tanaman hias yang hidupnya menahun, bunganya yang indah, dan beraroma wangi sehingga dimanfaatkan dalam industry parfum, kosmetik, pertamanan dan bahkan farmasi. Tanaman ini cocok dibudidayakan di daerah yang cukup mendapatkan sinar matahari. Dataran yang baik untuk pertumbuhan melati adalah 10-1600 meter di atas permukaan laut, tetapi meskipun begitu, tiap varietas melati mempunyai daya adaptasi tersendiri terhadap lingkungan.

Sistem perakaran tanaman melati adalah akar tunggang dan bercabang yang bersifat merambat, cabang ini dapat tumbuh dan menyebar ke segala arah hingga kedalaman 40-80 cm. batang melati sedikir berbulu halus, berbuku-buku dan bercabang banyak hingga terlihat seperti merumpun.

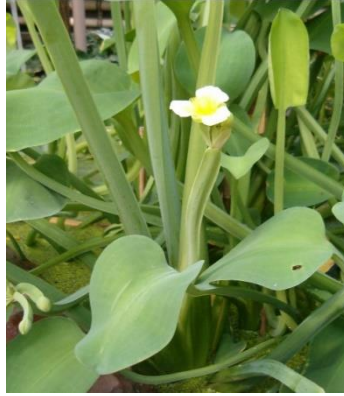


Gambar 2.1 Melati Air (Siswandari, 2016)

2. Genjer (*Limnocharis flava* L.)

Tanaman genjer (*Limnocharis flava* L.) merupakan jenis gulma air yang cepat tumbuh dan mempunyai daya adaptasi terhadap lingkungan baru yang sangat besar. Tumbuhan air melalui proses fotosintesis dapat membantu peredaran udara di dalam air dengan menyerap kelebihan zat hara yang menyebabkan pencemaran air. Tanaman air menyerap senyawa organik maupun anorganik terlarut ke dalam strukturnya sehingga pada umumnya limbah yang polutannya sudah dibersihkan oleh tumbuhan saat dialirkan ke lingkungan akibat kerusakannya lebih kecil (Hermawati, 2005).

Tanaman genjer ini juga disebut sebagai sayuran orang miskin, karena daun genjer muda masih bias diolah menjadi makanan (lalap, pecel, sayur) oleh masyarakat ketika tidak memiliki sayuran lain untuk dimakan. Batang genjer termasuk dalam kategori batang basah karena mengandung air dan tidak memiliki kayu berwarna hijau. Genjer memiliki akar serabut yang tumbuh dari pangkal batang.



Gambar 2.2 Genjer (Nuramijaya, 2016)

3. Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.)

Pada umumnya tumbuhan akan menyerap unsur-unsur hara yang larut dalam air dan dari tanah melalui akar-akarnya. Semua tumbuhan mempunyai kemampuan menyerap yang memungkinkan pergerakan ion menembus membran sel, mulai dari unsur yang berlimpah sampai dengan unsur yang sangat kecil dibutuhkan tanaman dan dapat diakumulasikan oleh tanaman (Hermawati, 2005).

Kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) merupakan salah satu gulma padi yang menempati urutan ketiga di Asia Tenggara (Kao dkk, 2001). Kayu apu dapat dimanfaatkan untuk melakukan penjernihan air. Umumnya tanaman air sangat tahan terhadap kadar unsur hara yang sangat rendah dalam air tetapi responnya terhadap kadar hara yang tinggi juga sangat besar (Hermawati, 2005).

Berdasarkan tempat habitatnya kayu apu termasuk tanaman mengapung dang mengambang dengan ketinggian 5-10 cm. akarnya banyak ditumbuhi buku-buku akar yang halus, panjang dan lebat. bentuk daunnya berupa sendok dengan ujung melebar (Erwin, 2016).



Gambar 2.3 Kayu Apu (Nuramijaya, 2016)

4. Hidrilla (*Hydrilla verticillata*)

Hydrilla verticillata merupakan tanaman air yang hidup di kolam maupun danau yang airnya relatif jernih atau tidak keruh (Handoko, 2012). Tumbuhan air dapat menurunkan kadar pencemar secara langsung yaitu dengan menyerap unsur-unsur pencemar sebagai sumber nutrient atau secara tidak langsung dengan cara menyediakan tempat tumbuhan bagi mikroorganisme yang akan mengurai bahan pencemar serta memasok oksigen untuk proses penguraian yang bersifat aerobik. Logam berat yang bersifat toksik akan terikat pada biosolid baik akar tanaman atau mikroba. Menurut Basiru (2015), tanaman *hydrilla verticillata* mampu menurunkan konsentrasi fosfat di dalam limbah *laundry*.

Hidrila adalah tanaman produktif dalam air yang dapat tumbuh dengan cepat dan dapat berkembang dalam air dari beberapa sentimeter sampai 20 meter. Tidak seperti tanaman air asli, daun hidrila memiliki tepi bergerigi atau duri kecil menonjol dan seperti gundukan di sepanjang pelepah di bagian bawah.



Gambar 2.4 *Hydrilla* (Handoko, 2012)

2.4 Penelitian Sebelumnya Mengenai Fitoremediasi Menggunakan Tumbuhan Air

Penelitian menggunakan tumbuhan sudah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya baik di Indonesia maupun negara lainnya. Beberapa penelitian ini menunjukkan keberhasilan dalam menurunkan kandungan fosfat pada limbah *laundry*. Penelitian sebelumnya oleh Cut, dkk (2013) tentang fitoremediasi menggunakan tumbuhan enceng gongok dalam menurunkan

kandungan fosfat pada limbah *laundry* yaitu didapat pada hasil pengujian hari ke 0 (16,42 mg/L) dan menurun dihari ke 20 (2,9 mg/L).

Penelitian oleh Siswandari, dkk (2016) mengenai tanaman melati air yang dapat menurunkan kadar fosfat dalam limbah cair *laundry* sebesar 3,451 mg dan sebesar 2,271 mg. Penelitian lain seperti Ervina, dkk (2005) yaitu tanaman kayu apu dapat menurunkan parameter suhu sebesar 16,9%, sulfat sebesar 43,1%, dan fosfat sebesar 41,9% sedangkan tanaman genjer hanya menurunkan parameter pH air limbah deterjen sebesar 9,24%, tetapi kedua tanaman meningkatkan alkalinitas air limbah deterjen. Pada konsentrasi limbah 60% terjadi penurunan pertumbuhan tanaman kayu apu sebesar 66,7% sedangkan klorofil total menurun sebesar 58,4%, dan tanaman genjer pada konsentrasi limbah deterjen 60% mengalami kematian.

Penelitian oleh Basiru, dkk (2015) membahas tentang adanya pengaruh variasi berat *Hydrilla verticillata* dalam menurunkan kadar fosfat (PO_4) air limbah laundri X dengan variasi berat gangga 250 gr/L yang mengalami penurunan kadar fosfat yang tinggi yaitu sebanyak 1,35 mg/L (10,68%), namun belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan dalam PP RI No. 28 Tahun 2001 dimana kadar maksimal untuk fosfat adalah 0,2 ml/L. Penelitian lainnya oleh Sabaruddin dan Firman (2003) mengenai tanaman melati air dapat dipergunakan untuk menurunkan kadar fosfat limbah *laundry* sebesar 172,1748 ppm, menurunkan nilai COD sebesar 446,890 mg/L, menurunkan nilai BOD sebesar 38,748 mg/L, dan menurunkan pH sebesar 0,18 satuan dari limbah cair *laundry*.

Penelitian oleh Jose, dkk (2017) membahas tentang penggunaan *L. flava* pada *constructed wetland* dari sistem *pilot scale* dalam menurunkan konsentrasi Hg air dari limbah tambang emas, hasil yang didapat menunjukkan potensi yang tinggi *L. flava* untuk melakukan fitoremediasi pada air. Penelitian lain oleh Nicole, dkk (2015) tentang penggunaan *P. stratiotes* untuk fitoremediasi *pond* mampu menghilangkan perak dalam air yang terkontaminasi, kemampuan penghilangan dan penyerapan yang tinggi serta tingkat pertumbuhan yang cepat dan biomassa yang besar terbukti lebih efektif dari spesies tanaman air lainnya.

2.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan menggunakan hasil penelitian sebelumnya dimana tanaman melati air, genjer, kayu apu dan hidrila digunakan secara terpisah dalam mengolah air limbah *laundry*. Berdasarkan penelitian dari Ayu, dkk tahun 2016 dengan menggunakan tanaman melati air dan batuan koral efisiensi *removal* fosfat sebesar 93,75% dengan konsentrasi awal fosfat sebesar 3,681. Pada penelitian Ervina, dkk tahun 2005 dengan konsentrasi 60% yang menggunakan perlakuan tanaman kayu apu dan genjer efisiensi *removal* sebesar 39,5% atau menurun dari 2,00 mg/l menjadi 1,649 mg/l.

Sedangkan pada penelitian Maya Pratiwi B. tahun 2015 dengan menggunakan hidrila efisiensi *removal* 10,68% yang mengalami penurunan 1,35 mg/l fosfat. Menurut studi terdahulu, keempat tanaman ini dapat menurunkan konsentrasi fosfat pada air limbah *laundry*.