

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah Cair Rumah Sakit

Limbah cair yang dihasilkan dari sebuah rumah sakit umumnya banyak mengandung bakteri, virus, senyawa kimia dan obat-obatan yang membahayakan bagi kesehatan masyarakat sekitar rumah sakit tersebut. Limbah cair rumah sakit dapat dibedakan atas dua bentuk yaitu limbah cair medis dan non-medis.

Limbah cair medis adalah limbah cair yang mengandung zat beracun, seperti bahan-bahan kimia anorganik. Zat-zat organik yang berasal dari air bilasan ruang bedah dan otopsi apabila tidak dikelola dengan baik atau langsung dibuang ke saluran pembuangan umum akan sangat membahayakan dan dapat menimbulkan bau yang tidak sedap serta mencemari lingkungan. Sedangkan limbah cair non medis merupakan limbah rumah sakit yang berupa kotoran manusia seperti tinja dan air kemih. Limbah tersebut berasal dari kloset dan peturasan di dalam toilet atau kamar mandi atau air bekas cucian yang berasal dari dapur dan *laundry* serta dari ruangan-ruangan dari rumah sakit.

Menurut Budi (2006), limbah cair dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu kimia, fisik dan biologi. Adapun penjelasannya sebagai berikut :

1. Sifat Kimia

Zat kimia yang terkandung dalam limbah cair dikelompokkan menurut bahannya yaitu bahan organik dan bahan anorganik. Limbah cair berbahan organik yaitu protein sebesar 40-60%, karbohidrat sebesar 25-50% dan

lemak sebesar 10%. Limbah cair berbahan anorganik diantaranya yaitu logam berat seperti : Ni, Mg, Pb, Cr, Cu, Zn, Hg dan Fe, Fosfat, NH_3 , O_3 dan CH_4 .

2. Sifat Fisik

Sifat fisik sangat menentukan derajat kekotoran air limbah yang mudah dilihat. Kandungan zat padat dijadikan efek estetika, bau, kejernihan dan warna. Limbah cair rumah sakit 99% adalah air, dan sisanya terdiri dari partikel-partikel tidak terlarut.

3. Sifat biologi

Sifat biologi atau sifat bakteriologi diketahui untuk menaksirkan tingkat kekotoran air limbah sebelum dibuang ke badan air. mikroorganisme yang terdapat di dalam air limbah dapat diklasifikasikan menjadi Protista yang meliputi bakteri, protozoa, alga dan jamur. Mikroorganisme patogen yang terdapat di dalam limbah cair Rumah Sakit dapat membahayakan kesehatan masyarakat. Adapun beberapa contoh mikroorganisme patogen yang berasal dari rumah sakit yaitu *Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Vibrio cholerae*, *Streptococcus* sp. dan coliform. Mikroorganisme patogen tersebut dianggap berbahaya karena dapat menyebabkan penyakit seperti diare. Limbah cair Rumah Sakit jika tidak dikelola terlebih dahulu dapat mencemari air permukaan, air tanah dan mengganggu biota pada badan-badan air, sehingga diperlukan penanganan pada limbah cair rumah sakit.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5

Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Fasilitas Pelayanan Kesehatan adalah seperti Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha

Parameter	Konsentrasi Paling Tinggi	
	Nilai	Satuan
Fisika		
Suhu	38	°C
Zat padat terlarut	2.000	mg/L
Zat padat tersuspensi	200	mg/L
Kimia		
pH	6-9	
BOD	50	mg/L
COD	80	mg/L
TSS	30	mg/L
Minyak dan Lemak	10	mg/L
MBAS	10	mg/L
Amonia Nitrogen	10	mg/L
Total Coliform	5.000	(MPN/100ml)

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 5 tahun 2014.

B. Pengolahan Limbah

Proses pengolahan air limbah pada umumnya dibagi menjadi 3 proses yaitu biologi, fisika dan kimia. Pada semua proses pengolahan air memiliki tujuan yang sama yaitu mengurangi atau menghilangkan kadar koloid, padatan yang tersuspensi, bahan anorganik dan bahan organik yang terlarut pada air limbah (Choirunnisa, 2020). Menurut Choirunnisa (2020) pengolahan pada air limbah baik secara biologi, fisika dan kimia adalah sebagai berikut :

1. Proses biologi

Proses pengolahan air limbah secara biologis merupakan suatu pengolahan air yang tercemar dengan bantuan organisme. Pengolahan ini

memiliki prinsip dimana dilakukan secara aerob yang melibatkan oksigen serta anaerob yang tidak melibatkan oksigen.

2. Proses kimia

Proses pengolahan air limbah secara kimia merupakan suatu pengolahan air yang tercemar dengan bantuan zat-zat bahan kimia tertentu yang ditambahkan dengan tujuan untuk melakukan destruksi pencemaran.

3. Proses fisika

Proses pengolahan air limbah secara fisika merupakan suatu pengolahan air yang tercemar dengan melalui proses filtrasi dan sedimentasi. Prinsip pada proses fisika adalah untuk dapat menghilangkan padatan yang tersuspensi (TSS).

C. Fitoremediasi

Alternatif dalam pengolahan cemaran limbah air dalam mengolah logam berat, secara khusus dalam mereduksi kandungan logam berat pada air yang tercemar adalah fitoremediasi. Fitoremediasi adalah pengolahan limbah cair dengan menggunakan tanaman dengan tujuan menghilangkan, menstabilkan, memindahkan maupun menghancurkan bahan-bahan pencemar baik senyawa non organik maupun senyawa organik. Fitoremediasi merupakan salah satu bagian dari metode secara biologis dimana dilakukan pengolahan air limbah yang memanfaatkan kemampuan dari mikroorganisme secara alami. Fitoremediasi dengan menggunakan tanam adalah metode dengan penerapan yang sederhana serta sudah terbukti dapat memperbaiki karakteristik dari air limbah dalam beberapa penelitian terdahulu (Setiyono dan Gustaman, 2017).

Syarat tanaman yang dapat digunakan dalam fitoremediasi adalah mempunyai siklus hidup yang pendek, biomassa tunas yang dimiliki harus besar, harus tahan terhadap logam, distribusi yang luas dan faktor translokasi lebih dari 1 (Choirunnisa, 2020). Syarat lain menurut Nur (2013) yaitu tanaman memiliki pertumbuhan yang cepat, dapat mengkonsumsi air dengan jumlah yang banyak serta dalam waktu yang singkat, dapat meremediasi lebih dari satu jenis polutan anorganik maupun organik dan memiliki toleransi yang tinggi dengan polutan. Kelebihan dari proses fitoremediasi adalah tidak menggunakan alat-alat yang mahal saat dilakukan penerapan fitoremediasi, dapat diterapkan di semua lingkungan yang mengalami kontaminasi dari polutan baik itu organik maupun anorganik, fitoremediasi dapat diterapkan dengan *in-situ* atau *ex-situ*, buangan sekunder yang dihasilkan lebih sedikit toksisitasnya sehingga lebih ramah lingkungan dan lebih ekonomis. Kekurangan yang dimiliki dari fitoremediasi adalah waktu yang digunakan lebih lama dan juga tergantung iklim, adanya kemungkinan kontaminan yang masuk ke rantai makanan melalui tanaman yang dikonsumsi hewan dan proses fitoremediasi dapat juga mempengaruhi keseimbangan pada rantai makanan di ekosistemnya (Sipayung, 2015).

Menurut Choirunnisa (2020) pada proses fitoremediasi dapat dibagi menjadi beberapa proses yakni :

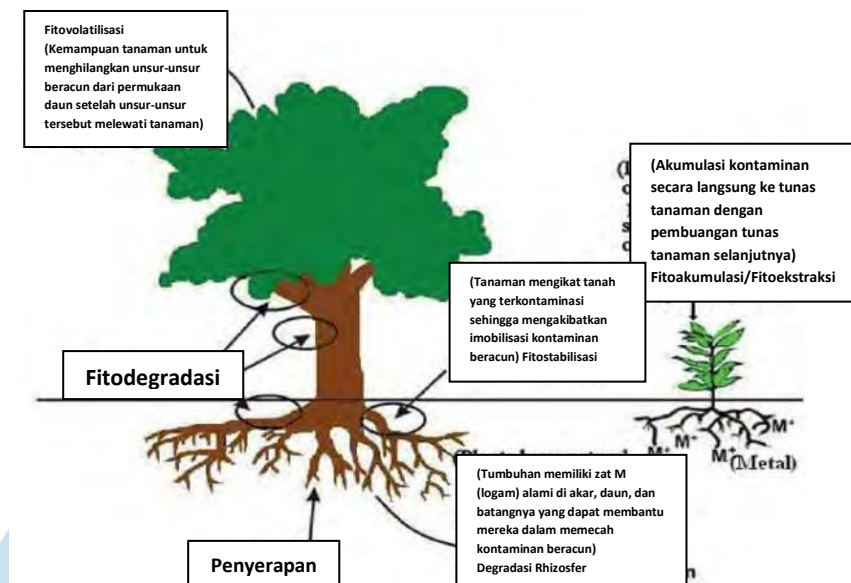
- a. Fitoekstraksi, yang merupakan proses akar menyerap polutan yang kemudian akan diakumulasikan polutan yang sudah diserap pada bagian tanaman seperti batang, daun serta akar.

- b. Rhizofiltrasi, merupakan proses pengendapan atau un-absorpsi pada polutan yang dilakukan oleh tanaman agar menempel di akar sehingga mudah diserap, diakumulasi dan diendapkan.
- c. Fitodegradasi, merupakan proses metabolisme atau penguraian pada zat-zat polutan limbah yang memanfaatkan aktivitas pada mikroba serta enzim yang ada di sekitar akar pada tanaman, salah satu contohnya adalah jamur atau fungi, bakteri dan ragi.
- d. Fitostabilisasi, merupakan kemampuan tanaman untuk mengekskresi senyawa kimia yang dilakukan untuk mengimobilisasi logam berat pada daerah sekitar akar tanaman ataupun penempelan zat polutan di akar sehingga batang serta daun tidak dapat menyerapnya.
- e. Fitovolatilisasi, merupakan kemampuan pada tanaman dalam melakukan penyerapan polutan serta melepaskan polutan tersebut ke udara melalui daun. Proses fitovolatilisasi polutan telah didegradasi lebih dahulu sebelum nantinya akan dilepas menuju udara agar tidak berbahaya lagi. Kemampuan tanaman pada umumnya dapat melakukan penguapan air di batangnya sebesar 200-1000 liter per hari.
- f. Fitotransformasi, merupakan proses penyerapan polutan oleh tanaman dengan tujuan menguraikan polutan yang mempunyai rantai molekul secara kompleks sehingga menjadi suatu susunan rantai molekul yang lebih sederhana agar tidak berbahaya. Proses fitotransformasi terjadi pada akar, daun dan batang selain itu proses ini dapat terjadi pada bagian daerah

lainnya yaitu pada sekitar akar dengan bantuan enzim yang telah dikeluarkan tanaman dengan tujuan dalam mempercepat degradasi.

Secara singkat proses fitoremediasi adalah proses penyisihan kadar logam berat yang dilakukan tanaman untuk mengakumulasi logam berat terjadi pada bagian jaringan akar tanaman. Proses penyisihan tersebut adalah rhizofiltrasi dimana pada proses ini logam berat akan diserap pada bagian akar. Proses selanjutnya adalah fitostabilisasi dimana proses ini nantinya logam akan terkumpul atau terakumulasi serta menempel pada bagian akar sehingga logam berat tidak akan terbawa aliran air.

Proses selanjutnya adalah fitodegradasi dimana pada proses ini tanaman akan mereduksi logam berat yang dibantu oleh enzim, setelah logam berat tereduksi selanjutnya logam berat akan didegradasi dengan bantuan aktivitas mikroba pada media tanah maupun sekitar tanaman yang disebut dengan proses rhizodegradasi. Proses terakhir adalah fitoakumulasi dimana pada proses ini akan dilakukan penyerapan serta translokasi logam berat yang ada pada akar menuju bagian tanaman lainnya (Arasy, 2016). Proses rhizodegradasi merupakan proses penguraian kontaminan yang dilakukan oleh aktivitas mikroba sekitar akar tumbuhan, sehingga mikroba membutuhkan oksigen pada sekitar akar tumbuhan (Sari, 2018). Mekanisme fitoremediasi dalam penyerapan logam berat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme Fitoremediasi (Sitoresmi, 2015)

Proses penyerapan kadar logam berat pada tanaman dapat disebabkan oleh adanya proses penyerapan serta transpirasi yang dipengaruhi oleh luas permukaan daun serta jumlah akar pada tanaman sehingga semakin banyak tanaman yang digunakan semakin banyak pula akar pada tanaman tersebut sehingga penyerapan logam berat Pb lebih cepat. Proses penyerapan logam berat oleh tanaman melalui stomata pada daun, dimana pada proses penguapan air dari pada sel mesofil yang basah, uap yang dihasilkan keluar melalui permukaan daun sehingga semakin cepat proses penguapan pada daun maka semakin tinggi proses penyerapan oleh akar (Connel dan Miller, 1984).

Proses logam berat yang masuk ke dalam tanaman dapat dalam bentuk anion dan kation. Logam Pb bermuatan positif yang merupakan senyawa kation. Logam akan menyerap logam berat di ujung akar pada epidermis akar. Ion tersebut akan bergerak ke xilem melalui simplas (sistem sitoplasma) yang

bergerak dari satu sel menuju sel lainnya (Irwanto dan Mangkoedihardjo, 2015).

Ion akan mengalami 2 proses penyerapan yaitu penyerapan secara mobil ion-ion yang di adsorbs langsung ke meristem daun, nantinya akan berfungsi untuk menyokong pertumbuhan tanaman. Proses penyerapan yang kedua adalah penyerapan immobile ion-ion akan diserap pada sel daun yang telah tua yang nantinya akan digugurkan. Proses penyerapan logam Pb dilakukan secara sistem transpor pasif. Transpor pasif adalah transpor yang digerakan secara fisik (konsentrasi tinggi ke rendah) dalam sel. Ion akan di translokasi ke semua bagian tanaman (Irwanto dan Mangkoedihardjo, 2015).

Pengambilan logam Pb ke simplas akar dilakukan dengan 3 tahap yaitu penahanan logam Pb dalam sel akar, simplastik dengan menggunakan simplas akan diangkut ke stele dan selanjutnya dilepas ke xilem dengan bantuan membrane pengangkutan protein yang nantinya di bawa melintasi membrane sel. Protein yang berperan adalah fitokelatin yang berfungsi menginduksi tanaman jika mengalami cengkaman oleh logam Pb dan nantinya akan mengikat logam serta membawanya ke vakuola. Dalam vakuola akan terjadi pengenceran konsentrasi toksik logam Pb (Irwanto dan Mangkoedihardjo, 2015).

Protein yang kedua adalah metallothionein yang akan menciptakan ruang sebagai tempat penyimpanan untuk ion yang kelebihan Pb. Logam Pb yang berlebihan akan dipindahkan ke tempat lainnya. Logam yang masuk dalam sel dan berikatan pada enzim sebagai katalisator. Masuknya logam dalam sel akan

merusak reaksi kimia pada bagian jaringan epidermis, spons dan palisade. Terganggunya bagian tersebut menyebabkan gejala klorosis dan nekrosis (Irwanto dan Mangkoedihardjo, 2015).

Waktu tinggal yang digunakan pada proses fitoremediasi sangat berpengaruh selama proses fitoremediasi. Menurut Nurmawati (2018) bahwa penyerapan logam berat akan bertambah seiring bertambahnya waktu tinggal proses fitoremediasi. Waktu tinggal selama 12 hari lamanya juga mempertimbangkan kadar logam cemaran yang akan di teliti. Kadar cemaran Pb lebih mudah diakumulasi tanaman dibandingkan Cd sehingga tanaman lebih banyak mengakumulasi Pb sehingga apabila waktu tinggal yang diberikan lebih lama masih dapat ditoleransi oleh tanaman untuk mengakumulasi logam berat tersebut (Irwanto dan Mangkoedihardjo, 2015). Waktu tinggal sangat beragam namun waktu tinggal paling efektif adalah berada dalam kurung waktu 14 hari atau 2 minggu. Proses fitoremediasi yang terlalu lama dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman diantaranya adalah layu atau bahkan mati (Widyawati dan kuntjoro, 2021). Pada penelitian ini waktu tinggal yang digunakan adalah hari ke-5, hari ke-10 dan hari ke-15, hal ini bertujuan agar memberikan efisiensi dalam pengukuran kadar cemaran dan lebih terlihat beda nyata dari hasil kadar serapan pada kandungan cemara yang diukur di dalam laboratorium.

D. Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*)

Sistem pengolahan lahan basah buatan merupakan suatu teknologi yang sangat sesuai dengan negara berkembang hal ini disebabkan karena biaya yang

dibutuhkan tidak besar selain itu energi yang dibutuhkan juga tidak besar dan memiliki pemeliharaan yang tidak sulit dilakukan. Lahan basah buatan adalah pengolahan air limbah dengan meniru lahan basah alami dan juga banyak dilakukan untuk mengolah beragam air limbah seperti, limbah pada pertanian, limbah industri, limbah domestik dan juga air sungai yang telah tercemar. Kelebihan lain dari lahan basah buatan selain mudah dan murah pada sistem lahan basah buatan juga mampu mendegradasi polutan seperti pencemaran air limbah, kontaminasi farmasi, zat organik dan juga patogen (Sitoresmi, 2015)

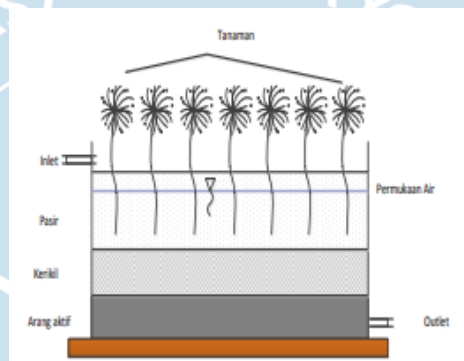
Pada proses pengolahan dengan lahan basah buatan salah satu hal penting adalah kinerja dari tumbuhan yang digunakan untuk mendegradasi polutan dalam air cemaran. Tanaman yang digunakan harus memiliki sifat yang tahan akan toksisitas serta memiliki perubahan karakter air limbah yang masuk. Hal ini menyebabkan semua proses lahan basah buatan sangat bergantung pada karakteristik dari tanaman yang digunakan, selain itu jenis kontaminasi serta komponen secara fisik dan kimia yang digunakan. Menurut Sitoresmi (2015) pada pengolahan yang menjadi faktor utama adalah sebagai berikut:

1. Area yang digenangi oleh air serta mendukung kehidupan dari tumbuhan air sejenis *hydrophyta*.
2. Media juga menjadi faktor utama lainnya sebab media menjadi tempat tumbuh dari tumbuhan yang digunakan, media ini biasa berupa tanah yang akan digenangi air secara terus terusan.
3. Media lain yang digunakan tidak hanya tanah namun juga media yang jenuh akan air.

Prinsip yang digunakan pada sistem pengolahan air lahan basah buatan adalah dengan masuknya oksigen dalam air melalui udara, fitoplankton serta tanaman air yang ada dalam lahan basah buatan. Peran mikroorganisme dalam sistem ini adalah melakukan transformasi karbon dan nantinya hasil dari pengolahan pada bahan organik akan dimanfaatkan fitoplankton serta tanaman air sehingga terbentuk pengurangan pencemaran. Salah satu perbedaan antara lahan basah alami dan juga lahan basah buatan adalah pada tumbuhan air yang digunakan dan juga jumlah debit air limbah, pada sistem lahan basah buatan tumbuhan air serta debit air limbah sudah direncanakan secara teratur dan terkontrol namun pada rawa alami tidak, perbedaan lainnya adalah jika rawa alami biota yang ada lebih beragam dibandingkan dengan sistem buatan (Indrayani dan Triwiswara, 2018).

Media yang digunakan dalam lahan basah buatan pada umumnya adalah tanah, arang aktif, pasir dan juga krikil. Penggunaan campuran pasir dan juga tanah hal ini dikarenakan material tersebut banyak mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, selain itu menurut Arasy dkk. (2016) kadar Pb pada reaktor tanpa perlakuan tanaman dapat menurunkan kadar Pb, kemungkinan hal tersebut terjadi disebabkan karena adanya peran media lainnya pada lahan basah buatan. Media lainnya adalah kerikil dimana berfungsi sebagai meratakan aliran *outlet* dan diameter kerikil yang digunakan adalah kurang lebih 3 - 5 cm. Arang aktif yang digunakan pada pengolahan air minum umumnya untuk menghilangkan bau, ion-ion logam berat dan warna. Pada sistem lahan basah buatan media arang aktif digunakan sebagai adsorben

dalam mempercepat proses penggumpalan pada bahan padat terlarut bahan cair pada permukaan zat atau pada bahan penyerapan yang melalui ikatan fisika-kimia antara bahan yang tersuspensi dan penyerapannya. Menurut Indrayani dan Triwiswara (2018) Susunan pada media yang digunakan pada lahan basah buatan adalah mulai dari bawah yaitu arang aktif, kerikil, dan pasir yang dikombinasi dengan tanah yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Susunan Media pada Reaktor Lahan Basah Buatan

Lahan basah buatan dengan aliran bawah permukaan (SSF-Horizontal) terdiri atas saluran atau kolam dengan ukuran yang dangkal berisikan tanah, media poros (batu atau kerikil) atau tanah dan arang aktif. Air limbah nantinya akan mengalir dibawah permukaan media secara horizontal yang nantinya akan melalui zona perakaran pada tanaman rawa antara kerikil atau pasir. Pada proses sistem pengaliran air tersebut nantinya mikroorganisme akan berperan menghilangkan bahan cemaran secara aerobik. Pasokan oksigen yang banyak pada sistem perakaran sehingga kondisi substrat aerob banyak di dekat perakaran (Lestari, 2012).

Pada sistem SSF secara horizontal pengolahan air melalui beberapa proses yaitu filtrasi, absorpsi yang dilakukan oleh mikroorganisme dan proses

absorpsi yang dilakukan oleh tanah. Pada sistem SSF dipengaruhi atau dibatasi oleh 2 hal yaitu transfer O₂ dan waktu tinggal. SSF (*Sub- surface flow*) memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan FWS (*Free Water Surface*) yaitu pada proses SSF tertutupi oleh tanah atau tanah hal tersebut membuat tidak adanya risiko secara langsung terhadap potensi untuk timbulnya nyamuk karena air mengalir dibawah permukaan media serta sistem tersebut mampu memberikan transfer oksigen yang banyak dibandingkan dengan sistem FWS (Lestari, 2012).

E. Tanaman Perupuk (*Phragmites karka*)

Perupuk menyebar luas mulai dari Afrika tropis, Asia tropis, Polinesia, Australia Utara, dan juga didapati di Pakistan. Rumput besar ini di Indonesia tercatat dari Jawa, Kalimantan, Sulawesi dan Maluku (Heyne, 1987). Daerah di Nugini, rumput buluh ini didapati mulai dari elevasi dekat permukaan laut hingga sekurangnya ketinggian 2.000m dpl. Perupuk atau perumpung tumbuh di sepanjang tepi sungai, rawa-rawa dan padang rumput basah, rumput ini tahan banjir. Perumpung tumbuh di India di wilayah berawa dengan curah hujan antara 200 hingga 5.000 mm setahun. Biasanya rumput ini tumbuh di tanah berliat dengan pH berkisar antara 4,5 (asam) hingga 7,5 (basa). Perumpung biasanya tumbuh berkelompok dan tak jarang dalam jumlah besar (Innes, 1977).

Perupuk atau perumpung (*Phragmites karka*) adalah sejenis rumput besar dan menahun dari suku Poaceae. Rumput yang sering ditemukan tumbuh di tepi air, tanah-tanah yang becek atau di tempat lembap ini menyebar di

seluruh wilayah tropika (Listiani dan Rahadi, 2020). Klasifikasi tanaman perupuk berdasarkan data IUCN yaitu sebagai berikut:

Kerajaan : Plantae
 Divisi : Tracheophyta
 Kelas : Liliopsida
 Bangsa : Poales
 Suku : Poaceae
 Marga : Phragmites
 Jenis : *Phragmites karka* (Retz.) Trin. ex Steud



Gambar 3. Tanaman *Phragmites karka*

Batang perumpung yang berada di wilayah Jawa setelah dipipihkan dan dibelah, dapat dipakai sebagai bagian anyaman kasar (Heyne, 1988). Daun perupuk di wilayah Filipina biasanya digunakan sebagai pemupuk tanah. Setelah dipangkas, trubusannya merupakan pakan ternak yang cukup baik dan produktif. Rumpun perupuk yang tahan banjir juga berfungsi sangat baik sebagai pelindung (stabiliser) tanah dari erosi (Innes, 1977).

Perupuk (*Phragmites karka*) adalah salah satu jenis tumbuhan yang mampu diterapkan dalam konsep fitoremediasi. Kelebihan tumbuhan ini adalah bisa hidup pada kondisi yang anaerob (tanpa oksigen). Kolam instalasi perupuk mampu memperbaiki nilai pH antara $6,5 \pm 7$ (Saputra dkk., 2014).

Penelitian tentang gulma gelagah selanjutnya ditulis “perupuk” yaitu sebutan masyarakat lokal di daerah Kalimantan Selatan, telah banyak dilakukan, seperti penelitian Riani (2012) tentang penggunaan gulma perupuk dalam mereduksi logam berat. Dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa perupuk dapat dimanfaatkan sebagai biofilter logam berat, dimana dapat menurunkan kadar kadmium (Cd) dan kromium (Cr) pada air limbah sasirangan. Penelitian lain seperti yang dilakukan oleh Kurniadie (2001) yang membuat Instalasi Pengolah Limbah Biologis (IPALbio) dengan memanfaatkan perupuk menunjukkan efisiensi-efisiensi pembersih yang tinggi diantaranya efisiensi pembersih BOD5 > 85%, efisiensi pembersih COD > 81%, efisiensi pembersih NH4-N > 90%, dan efisiensi pembersih bakteri coli > 99%. Hal ini menunjukkan bahwa perupuk dapat digunakan untuk mereduksi limbah logam, bahan organik dan anorganik (Dharmaji dkk., 2015).

F. Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan suatu proses pada suatu organisme dengan tujuan untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru (perubahan lingkungan) seperti perubahan pada kelembaban, makanan dan temperatur. Proses aklimatisasi memiliki tujuan yaitu agar tanaman dapat menyesuaikan diri terhadap lingkungan sebelum nantinya akan mendapatkan perlakuan fitoremediasi. Proses aklimatisasi sangat penting agar tanaman beradaptasi sebelum digunakan dan umumnya dilakukan selama 5-14 hari dengan syarat tanaman yang nantinya digunakan tidak mati serta tidak layu setelah proses aklimatisasi (Choirunnisa, 2020).

G. Hipotesis

1. Tanaman *Phragmites karka* mampu menurunkan kadar cemaran limbah cair rumah sakit melalui proses fitoremediasi dengan sistem lahan basah buatan.
2. Pada perlakuan konsentrasi limbah 25% memiliki efisiensi penurunan kadar cemaran lebih baik dibandingkan dengan perlakuan media tanaman 50% dan 75%.

