

PEMANFAATAN ADSORBEN ALAMI (BIOSORBEN) UNTUK MENGURANGI KADAR TIMBAL (Pb) DALAM LIMBAH CAIR

Rizna Rahmi¹⁾ dan Sajidah²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry

Email: rizna.rahmi@ar-raniry.ac.id

ABSTRAK

Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan limbah industri telah menjadi persoalan yang semakin memprihatinkan dewasa ini. Salah satu bahan pencemar berbahaya dalam limbah cair buangan industri adalah logam berat timbal (Pb). Logam timbal dapat menyebabkan berbagai permasalahan kesehatan yang serius bahkan kematian pada kasus-kasus paparan ekstrim. Upaya pengurangan logam berat pada limbah perlu dilakukan agar limbah cemar industri tidak terlalu mencemari lingkungan ketika dibuang ke badan air. Beberapa metode kimia maupun biologis telah diuji coba untuk menghilangkan kandungan logam berat yang terdapat di dalam limbah, diantaranya adsorpsi, pertukaran ion (ion exchange), dan pemisahan dengan membran. Dalam penelitian studi literature ini penulis mengkaji dan mengumpulkan informasi terkait alternatif adsorben-adsorben alami yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar logam berat terutama timbal (Pb) dalam limbah cair, dan bagaimana pengaruh penggunaan adsorben-adsorben tersebut terhadap penyerapan logam berat. Hasil kajian diketahui bahwa adsorben alami (biosorben) yang sering digunakan untuk mengurangi kadar timbal dalam limbah cair antara lain adalah arang aktif dari kulit pisang, tanaman air (aquatic plants), arang sekam padi dan biomassa. Masing-masing biosorben tersebut mempunyai keefektifan yang berbeda dalam penyerapan logam Pb pada limbah cair.

Kata Kunci: Limbah Cair, Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb), Adsorben Alami.

PENDAHULUAN

Salah satu penyebab terjadinya pencemaran adalah banyaknya air limbah yang dibuang begitu saja ke badan air tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu atau sudah diolah tetapi belum memenuhi persyaratan. Hal ini dapat terjadi karena adanya aktivitas industri yang tidak mengolah air limbahnya terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan, disamping itu belum tersedianya sebuah teknologi pengolahan air limbah yang mudah dan efisien sehingga dapat diterapkan di sebuah industry (EMDI,1994).

Pencemaran yang disebabkan oleh limbah adalah pencemaran yang serius terhadap lingkungan. Jika kandungan logam berat yang terdapat di dalamnya melebihi ambang batas serta mempunyai sifat racun yang sangat berbahaya maka akan terakumulasi didalam tubuh dan dapat menyebabkan penyakit serius bagi kesehatan manusia. Saat ini telah banyak

dilakukan usaha-usaha pengendalian limbah ion logam yang mengarah pada upaya-upaya pencarian metode-metode baru yang murah, efektif, dan efisien (Kundari dan Slamet, 2008).

Masalah-masalah khusus terkait pencemaran logam berat di lingkungan salah satunya yaitu terakumulasinya logam berat dalam rantai makanan dan ketersediaannya di alam yang dapat membahayakan lingkungan dan makhluk hidup. Kandungan timbal yang tinggi dapat ditelusuri pada limbah buangan industri dari berbagai sumber, seperti manufaktur baterai listrik, peleburan timbal, dan kegiatan pertambangan. Adanya timbal dalam air minum diketahui dapat menyebabkan berbagai jenis permasalahan pada kesehatan yang serius yang dapat menyebabkan kematian pada kasus paparan yang ekstrim. (Hui Niu, dkk., 1993).

Logam berat umumnya bersifat racun terhadap makhluk hidup, namun ada beberapa

diantaranya yang diperlukan dalam jumlah kecil. Logam berat masuk ke lingkungan melalui berbagai perantara, seperti udara, makanan maupun air yang telah terkontaminasi. Logam tersebut dapat terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan sebagian akan terakumulasi dalam tubuh. Jika keadaan ini berlangsung terus menerus, dalam jangka waktu lama dapat mencapai jumlah yang membahayakan kesehatan manusia (Sofyan Yatim, dkk.,1979).

Dibandingkan komponen lain air lebih sering tercemar oleh komponen-komponen anorganik seperti logam berat. Beberapa logam berat banyak digunakan dalam berbagai keperluan sehari-hari dan secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemari lingkungan dan berbahaya bagi kehidupan jika telah melewati ambang batas yang diperbolehkan. Logam-logam berat yang berbahaya yang sering mencemari lingkungan antara lain merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), khromium (Cr), dan nikel (Ni). Logam-logam berat tersebut diketahui dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu organisme, dan tetap tinggal dalam jangka waktu lama sebagai racun (Darmono, 1995).

Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh logam berat menjadi masalah yang cukup serius, salah satu contoh logam berat yang dapat mencemari lingkungan adalah Timbal (Pb). Logam Pb berdasarkan sifat racunnya dapat berdampak terhadap kesehatan dan dapat mengakibatkan kematian (Radyawati, 2011).

Beberapa metode kimia maupun biologis telah diuji coba untuk menghilangkan kandungan logam berat yang terdapat di dalam limbah, diantaranya adsorpsi, pertukaran ion (ion exchange), dan pemisahan dengan membran. Proses adsorpsi lebih banyak dipakai dalam industri karena mempunyai beberapa keuntungan, yaitu lebih ekonomis dan tidak menimbulkan efek samping yang beracun serta mampu menghilangkan bahan-bahan organik. Adsorpsi adalah proses akumulasi adsorbat pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh gaya tarik antar molekul adsorbat dengan permukaan adsorben. Interaksi yang terjadi pada molekul

adsorbat dengan permukaan adsorben kemungkinan diikuti lebih dari satu interaksi, tergantung pada struktur kimia dari masing-masing komponen (Palar,H. 2008).

Upaya pengurangan logam berat pada limbah perlu dilakukan agar limbah cemaran industri tidak terlalu mencemari lingkungan ketika dibuang ke badan air. Sehingga dapat meminimalisir bahaya cemaran dari limbah industri yang mengandung logam berat. Proses adsorpsi lebih cocok digunakan karena biaya yang diperlukan tidak terlalu mahal dan tidak akan menimbulkan zat pencemar yang baru. Dewasa ini sedang digalakkan penelitian mengenai penggunaan adsorben alternatif yang berasal dari alam. Adsorben alami selain memiliki kemampuan adsorpsi yang baik, juga bersifat lebih ekonomis.

Dalam penelitian studi literature ini penulis mencoba untuk mengumpulkan informasi terkait alternatif adsorben alami apa saja yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar logam berat terutama timbal (Pb), serta mengkaji bagaimana pengaruh jenis penggunaan adsorben-adsorben tersebut terhadap penyerapan logam berat.

PEMBAHASAN

Air Limbah

1. Definisi Air Limbah

Air limbah juga dikenal sebagai *sewage*, mula-mula air limbah yang dikenal adalah air limbah dari limbah rumah tangga, manusia, dan binatang, tapi kemudian berkembang selain dari sumber-sumber tersebut air limbah juga berasal dari kegiatan industri, run off, dan infiltrasi air bawah tanah. Air limbah pada dasarnya 99,94 % berasal dari sisa kegiatan sedang 0,06 % berasal dari material terlarut oleh proses alam (Lin,S. 2001).

2. Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah umumnya terbagi ke dalam sifat fisika, kimia, dan biologi. Sifat fisika, kimia, dan biologi air limbah sangat penting untuk keperluan desain, operasi, dan manajemen pengumpulan, pengelolaan, dan penimbunan air

limbah. Sifat fisika, kimia, dan biologi air limbah sangat tergantung pada sumber kegiatan penghasil air limbah tersebut, apakah itu masyarakat, industri, atau komoditi lain. Sifat fisika, kimia dan biologi juga sangat penting dalam penentuan kadar toksisitas pencemaran. Menurut Lin, s (2001), sifat fisika, kimia dan biologi air limbah dijelaskan sebagai berikut :

3. Sifat Fisika Air Limbah

Temperatur dan zat padat pada air limbah adalah faktor penting untuk proses pengolahan air limbah. Temperatur mempengaruhi reaksi kimia dan aktivitas biologi. Zat padat , seperti total suspended solid (TSS), volatile suspended solid (VSS), settleable solid, mempengaruhi teknik pengoperasian dan ukuran unit pengolahan. Zat padat terdiri dari material tersuspensi dan terlarut dalam air dan air limbah. Zat padat terbagi kedalam beberapa fraksi dengan konsentrasi tertentu yang dapat berguna bagi proses pengolahan. Total solid (TS) adalah jumlah total solid tersuspensi (TSS) dan total solid terlarut (TDS). Masing-masing dari TSS dan TDS dapat dibagi lebih lanjut menjadi fraksi volatil dan campuran. Total solid adalah material tertinggal pada proses evaporasi setelah pengeringan selama 1 jam. Total Suspended solid adalah material yang tidak tersaring. Total suspended solid adalah parameter penting untuk pengolahan dan sebagai standar acuan keberhasilan sistem pengolahan.

4. Sifat Kimia Air Limbah

Zat padat terlarut dan tersuspensi pada air limbah mengandung material organik dan anorganik. Material organik terdiri dari karbonat, lemak, minyak surfaktan, grease, protein, pestisida, senyawa kimia pertanian lain, senyawa organik volatile, dan senyawa kimia racun lain. Material anorganik terdiri dari logam berat, nitrogen, phosphor, pH, alkanity, chloride, sulfur, dan polutan anorganik lain. Material gas masing-masing CO₂, N₂, O₂, H₂S, CH₄ juga terdapat pada air limbah.

5. Sifat Biologi Air Limbah

Mikroorganisme yang terdapat pada air limbah adalah bakteri, jamur, protozoa, tumbuh-tumbuhan mikroskopik, binatang, dan virus. Banyak mikroorganisme (bakteri, protozoa) berhubungan langsung dan menguntungkan untuk proses pengolahan biologi air limbah (Lin, S. 2001).

Timah Hitam atau Timbal (Pb)

1. Definisi Timbal

Timbal adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambing Pb dengan nomor atom 82. Lambangnya diambil dari bahasa Latin Plumbum. Timbal (Pb) adalah logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi. Keberadaan timbal bisa juga berasal dari hasil aktivitas manusia, yang mana jumlahnya 300 kali lebih banyak dibandingkan Pb alami yang terdapat pada kerak bumi. Pb terkonsentrasi dalam deposit biji. Penggunaan Pb terbesar adalah dalam industri baterai kendaraan bermotor seperti timbal metalik dan komponen-komponennya. Timbal digunakan pada bensin untuk kendaraan, cat dan pestisida. Pencemaran Pb dapat terjadi di udara, air, maupun tanah. Pencemaran Pb merupakan masalah utama, tanah dan debu sekitar jalan raya pada umumnya telah tercemar bensin bertimbal selama bertahun-tahun (Sunu, 2001).

2. Penyebaran Timbal

Penyebaran logam timbal di bumi sangat sedikit. Jumlah timbal yang terdapat diseluruh lapisan bumi hanyalah 0,0002% dari jumlah seluruh kerak bumi. Jumlah ini sangat sedikit jika dibandingkan dengan jumlah kandungan logam berat lainnya yang ada di bumi (Palar, 2008). Selain dalam bentuk logam semua bentuk timbal (Pb) tersebut berpengaruh sama terhadap toksisitas pada manusia (Darmono, 2001).

3. Sifat dan Kegunaan Timbal

Timbal merupakan salah satu logam berat yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup karena bersifat karsinogenetik, dapat menyebabkan mutasi, terurai dalam jangka waktu lama dan

toksisitasnya tidak berubah (Brass & Strauss, 1981).

Sifat-sifat khusus logam Pb, yaitu:

- a. Merupakan logam yang lunak, sehingga dapat dipotong dengan menggunakan pisau atau dengan tangan dan dapat di bentuk dengan mudah.
- b. Merupakan logam yang tahan terhadap peristiwa korosi atau karat sehingga logam Pb dapat digunakan sebagai bahan coating.
- c. Mempunyai kerapatan yang lebih besar dibandingkan dengan logam-logam biasa kecuali emas dan merkuri.
- d. Mempunyai titik lebur yang rendah, 327,5 °C.
- e. Merupakan penghantar listrik yang tidak baik.

Kegunaan Timbal (Pb) :

- a. Digunakan dalam pembuatan kabel telepon.
- b. Digunakan dalam baterai
- c. Sebagai pewarnaan cat
- d. Sebagai pengkilapan keramik dan bahan anti api
- e. Sebagai aditive untuk bahan bakar kendaraan

4. Timbal dalam Lingkungan

Timbal merupakan salah satu logam berat yang terjadi secara alami yang tersedia dalam bentuk biji logam, dan juga dalam percikan gunung berapi. Meningkatnya aktivitas manusia seperti pertambangan, peleburan, penggunaan Pb dalam bahan bakar minyak, dan pembuatan produk lainnya, menyebabkan kandungan timbal di biosphere telah meningkat dalam 300 tahun terakhir (NHMRC 2009).

Timbal biasa masuk dalam lingkungan dan tubuh manusia dari berbagai macam sumber seperti bensin (petrol), daur ulang atau pembuangan baterai mobil, mainan, cat, pipa, tanah, beberapa jenis kosmetik dan obat tradisional dan berbagai sumber lainnya. Di kebanyakan Negara berkembang, sumber utama kontak dengan timbal berasal dari bensin bertimbal. Selain itu juga, berbagai *consumer product* seperti yang disebutkan diatas dan makanan juga bisa mengandung timbal.

5. Toksisitas Timbal

Keracunan timbal dapat disebabkan oleh kandungan timbal dalam mainan, debu ditempat latihan menembak, pipa ledeng, pigmen pada cat, abu dan asap dari pembakaran kayu yang dicat, limbah tukang emas, industri rumah, baterai dan percetakan. Makanan dan minuman yang bersifat asam seperti air tomat, air buah apel dan asinan dapat melarutkan timbal yang terdapat pada lapisan mangkuk. Sehingga makanan dan minuman yang terkontaminasi ini dapat menimbulkan keracunan. Bagi kebanyakan orang, sumber utama asupan Pb adalah makanan (Palar, 2008).

Timbal (Pb) mempunyai arti penting dalam dunia kesehatan bukan karena penggunaan terapinya, melainkan lebih disebabkan karena sifat toksisitasnya. Absorpsi timbal di dalam tubuh sangat lambat, sehingga terjadi akumulasi dan menjadi dasar keracunan yang progresif. Keracunan timbal ini menyebabkan kadar timbal yang tinggi dalam aorta, hati, ginjal, pankreas, paru-paru, tulang, limpa, testis, jantung dan otak. Hal ini diperoleh dari kasus yang terjadi di Amerika pada 9 kota besar yang pernah diteliti (Sulistia Gun, 1980).

Adsorpsi dan Adsorben

1. Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses akumulasi adsorbat pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh gaya tarik antar molekul adsorbat dengan permukaan adsorben. Interaksi yang terjadi pada molekul adsorbat dengan permukaan adsorben kemungkinan diikuti lebih dari satu interaksi, tergantung pada struktur kimia dari masing-masing komponen (Palar,H. 2008).

Adsorpsi merupakan proses akumulasi atau pemusatan substansi adsorbat pada adsorben dan dalam hal ini dapat terjadi pada antar muka dua fasa. Fasa yang menyerap disebut adsorben dan fasa yang terserap disebut adsorbat. Kebanyakan adsorben adalah bahanbahan yang memiliki pori karena berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau letak-letak tertentu didalam adsorben (Albert dan Daniel,1987).

2. Adsorben

Adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida (Saragih, 2008). Kebanyakan adsorben adalah bahan-bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding pori-pori atau pada letak-letak tertentu di dalam partikel itu.

Adsorben yang digunakan secara komersial dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu kelompok polar dan non polar (Saragih, 2008). Jenis adsorben yang termasuk kedalam kelompok adsorben polar adalah silika gel, alumina aktif, dan zeolit. Jenis adsorben yang termasuk kedalam kelompok adsorben non polar adalah polimer adsorben dan karbon aktif.

Adsorben alami atau biosorben adalah adsorben yang menggunakan bahan-bahan biologi yang tidak mencemari lingkungan. Sehingga lebih aman dan ramah lingkungan.

Adsorben Alami untuk Mengurangi Kadar Timbal Pada Limbah Cair

Penelitian tentang pemanfaatan adsorben alami untuk mengurangi kadar pencemaran logam berat telah banyak dilakukan. Adsorben alami digunakan karena biaya yang diperlukan tidak terlalu mahal dan bahan yang digunakan berasal dari alam, sehingga lebih ramah lingkungan dan tidak menghasilkan zat pencemar yang baru. Berikut ini adalah beberapa adsorben alami yang sering digunakan untuk mengurangi kadar logam berat khususnya timbal dalam limbah cair.

1. Arang Aktif dari Kulit Pisang

Pisang merupakan tumbuhan dengan batang semu dan tidak memiliki cabang, batang pisang diselubungi oleh pelepah. Pisang berkembang biak dengan cara bertunas. Kedudukan pisang barangan dalam taksonomi tumbuhan menurut Suprapti (2005) adalah sebagai berikut :

| | |
|------------|--------------------------|
| Kerajaan | : <i>Plantae</i> |
| Divisio | : <i>Spermatophyta</i> |
| Sub Divisi | : <i>Angiospermae</i> |
| Kelas | : <i>Monocotyledonae</i> |
| Ordo | : <i>Scitaminae</i> |
| Famili | : <i>Musaceae</i> |
| Sub Famili | : <i>Muscoideae</i> |

| | |
|---------|------------------------------|
| Genus | : <i>Musa</i> |
| Spesies | : <i>Musa acuminata Linn</i> |

Pohon pisang memiliki banyak manfaat mulai dari batang sampai kulit buahnya. Salah satu manfaat kulit pisang yaitu dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat arang aktif. Pada penelitian yang dilakukan oleh Susandy (2015), kulit pisang digunakan untuk pembuatan arang aktif yang kemudian arang aktif tersebut digunakan sebagai adsorben untuk menyerap timbal dalam limbah cair. Dalam penelitian tersebut penurunan kadar timbal dilakukan dengan menggunakan bahan dasar kulit pisang dan larutan $Pb(NO_3)_2$. Adsorpsi logam Pb oleh arang aktif dari kulit pisang diamati pada variasi massa 1; 1,5 dan 2 g serta variasi waktu kontak 20, 40 dan 60 menit. Penyerapan terhadap variasi massa mencapai optimum pada waktu kontak 60 menit. Semakin lama waktu kontak maka semakin signifikan penurunan kadar Pb yang terjadi. Hal ini disebabkan karena semakin banyak kesempatan partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan logam, sehingga banyak logam yang teradsorpsi. Keuntungan dari arang aktif kulit pisang adalah bahan ini tersusun terutama dari karbon, mempunyai porositas dan luas permukaan dalam yang tinggi sehingga cocok digunakan pada pemisahan logam berat di limbah cair. Namun penggunaan kulit pisang sebagai adsorben logam berat juga memiliki kelemahan dikarenakan harganya yang relatif mahal dibandingkan biosorben lainnya, efektivitas terhadap logam tidak terlalu tinggi, dan adsorben ini termasuk ke dalam jenis adsorben yang tidak dapat diregenerasi.

2. Tumbuhan Air (*Aquatic Plant*)

Tumbuhan air (*aquatic plant*) disebut juga tumbuhan hidrofit yang merupakan tumbuhan yang hidup di air. Tumbuhan air merupakan produsen utama bagi hewan-hewan yang ada disekitarnya. Keragaman tumbuhan sangat mempengaruhi kehidupan biota yang ada di perairan tersebut. Warna tumbuh-tumbuhan disebabkan oleh terdapatnya pigmen tambahan

yang terlarut di dalam air yang dinamakan fitoksianin (Bagyo, 2005).

Tumbuhan air sering digunakan sebagai adsorben alami untuk menurunkan kadar timbal pada limbah cair. Contoh tanaman air yang sering dijadikan adsorben alami adalah tanaman Azolla, eceng gondok, semanggi air, *hydrilla sp.*, genjer.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Murdhiani, dkk. (2011) tanaman air yang digunakan adalah tanaman Azolla, eceng gondok dan semanggi air.

a. Azolla

Tanaman *azolla* merupakan tanaman air yang masuk dalam golongan paku air. Menurut Simanjuntak (2005) tumbuhan *Azolla* dalam taksonomi tumbuhan mempunyai klasifikasi sebagai berikut:

Divisi : *Pteridophyta*

Kelas : *Leptosporangiopsida (heterosporous)*

Ordo : *Salviniales*

Family : *Salviniaceae*

Genus : *Azolla*

b. Eceng gondok

Tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan salah satu jenis tanaman yang tumbuh di perairan, tanaman ini mengapung, tanaman ini termasuk juga gulma karena memiliki pertumbuhan yang sangat cepat dan juga dapat merusak tanaman yang ada disekitarnya.

Dampak positif dari tanaman eceng gondok adalah:

- 1) Mempunyai sifat biologis sebagai penyaring air yang tercemar oleh berbagai bahan kimia buatan industri.
- 2) Sebagai bahan penutup tanah dan kompos dalam kegiatan pertanian dan perkebunan.
- 3) Sebagai sumber gas yang antara lain berupa gas ammonium sulfat, gas hidrogen, nitrogen dan metan yang dapat diperoleh dengan cara fermentasi.
- 4) Bahan baku pupuk tanaman yang mengandung unsur NPK yang merupakan tiga unsur utama yang dibutuhkan tanaman.
- 5) Sebagai bahan industri kertas dan papan buatan.

6) Sebagai bahan baku karbon aktif.

Dampak negatif dari tanaman eceng gondok adalah:

- 1) Meningkatnya evapotranspirasi.
- 2) Menurunnya jumlah cahaya yang masuk kedalam perairan sehingga menyebabkan menurunnya tingkat kelarutan oksigen dalam air (Dissolved Oxygen).
- 3) Mengganggu lalu lintas (transportasi) air, khususnya bagi masyarakat yang kehidupannya masih tergantung dari sungai seperti di pedalaman Kalimantan dan beberapa daerah lainnya.
- 4) Meningkatnya habitat bagi vektor penyakit pada manusia.
- 5) Menurunkan nilai estetika lingkungan perairan.

c. Semanggi Air

Paku semanggi ialah sebutan untuk tumbuhan paku air/ semanggi (*Salviniales*) dari marga *Marsilea*. Paku semanggi terdiri atas banyak spesies, yaitu tak kurang dari 35 spesies. Dalam penelitian menggunakan semanggi air sebagai adsorben, Murdhani, dkk; (2011) menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor perlakuan. Dimana faktor pertamanya yaitu debit air kolam biofiltrasi (D) : $D1 = 0.3 \text{ ml/det/m}^2$, $D2 = 0.55 \text{ ml/det/m}^2$, $D3 = 0.8 \text{ ml/det/m}^2$. Faktor keduanya yaitu jenis tanaman (T): T0 = tanpa tanaman (kontrol), T1 = tanaman eceng gondok, T2 = tanaman semanggi air, dan T3 = tanaman Azolla.

Eceng gondok maupun Azolla mampu menurunkan konsentrasi logam berat timbal (Pb) dari 0.037 ppm menjadi 0 ppm dan dari 0.068 ppm menjadi 0.005 ppm. Tanaman Azolla mampu menurunkan logam berat timbal (Pb) hingga 100 %, tanaman eceng gondok mampu menurunkan konsentrasi logam berat timbal (Pb) hingga 94.11 %, dan tanaman semanggi air mampu menurunkan konsentrasi logam berat timbal (Pb) hingga 87,01% (Murdhiani,2011).

Dari data hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa dibandingkan 2 tanaman air lainnya, tanaman air azolla lebih efektif

menurunkan kadar logam berat timbal (Pb) karena dapat menurunkan kadar timbal hampir 100%.

3. Arang Sekam Padi

Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi kariopsis yang terdiri dari dua belahan yang disebut lemma dan palea yang saling bertautan. Pada proses penggilingan beras sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar.

Sekam padi yang akan di jadikan arang terlebih dahulu dibersihkan dengan air mengalir untuk mengurangi kotoran yang melekat pada sekam padi. Selanjutnya sekam padi tersebut diletakkan pada alat pembakaran untuk dijadikan arang. Setelah terbentuk menjadi arang atau karbon, kemudian dihaluskan dan diayak dengan ayakan 60 mesh. Nurul Fadhila, dkk. (2014) melakukan pengujian adsorpsi Pb dengan menggunakan arang sekam padi, berdasarkan penelitian tersebut waktu optimum adsorpsi ion Timbal (Pb) oleh sekam padi adalah 120 menit dengan konsentrasi sebesar 4,0816 mg/l. Menurut teori, semakin lama waktu kontak memungkinkan proses penempelan adsorbat berlangsung baik. Sehingga dalam waktu 120 menit sudah tercapai waktu yang optimum dengan konsentrasi akhir sebesar 7,9184 mg/l. Diketahui konsentrasi awal timbal adalah sebesar 9,2585 mg/l, maka dapat disimpulkan bahwa penyerapan Pb oleh arang sekam padi hampir mendekati 100% (Nurul Fadhilah, 2014).

Keuntungan dari penggunaan arang sekam padi adalah:

- Pengarangan sekam padi mudah dikerjakan oleh masyarakat pedesaan sendiri.
- Relatif murah
- Hasil penjernihan memenuhi syarat kesehatan.
- Sekam padi mudah diperoleh di pedesaan.

Namun jenis biosorben ini juga memiliki kekurangan, diantaranya yaitu pembakarannya harus berlangsung dengan sempurna, apabila pembakaran “tidak sempurna” (kekurangan

oksigen) maka arang sekam padi dan abu akan bercampur.

4. Biomassa

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik, baik berupa produk maupun buangan. Selain digunakan untuk tujuan primer yaitu serat, bahan pangan, pakan ternak, minyak nabati, bahan bangunan dan sebagainya, biomassa juga digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar). Pada umumnya yang digunakan sebagai bahan bakar adalah biomassa yang nilai ekonomisnya rendah atau merupakan limbah setelah diambil produk primernya. Penggunaan biomassa sebagai adsorben Pb dalam limbah cair diteliti oleh Hui Niu, dkk. (1993). *P. chrysogenum* yang tak hidup digunakan sebagai biomassa yang merupakan biakan dan produk sampingan limbah dari Sichuan Pharmaceutical Company yang terlibat dalam produksi penisilin. Biomassa tersebut dipisahkan dengan menyaring isi fermentor, dicuci dengan air keran, kemudian dikeringkan sampai 60° C sampai berat konstan. Setelah pulverisation untuk ukuran partikel rata-rata geometris dari 35- 50-mesh, kemudian disimpan dalam dessicator pada suhu kamar (Hui Niu,1993). Dalam penelitian tersebut diketahui bahwa penyerapan Pb sangat dipengaruhi oleh pH. Kapasitas adsorpsi Pb oleh *P. chrysogenum* meningkat dengan meningkatnya pH, untuk pH maksimum yaitu di kisaran dari 4 sampai 5, kemudian menurun pada pH yang lebih tinggi. Dalam rentang pH 2 sampai 4,5, penyerapan Pb menurun linear dengan konsentrasi ion hidrogen, yang menunjukkan bahwa ion hidrogen bersaing dengan Pb dalam rasio stoikiometri 1: 1. Biosorben serapan Pb maksimum oleh *P. chrysogenum* adalah 116 mg Pb / g biomassa dalam keadaan kering.

Kelebihan Pemanfaatan Adsorben Alami

1. Ketersediaan Adsorben Alami

Adsorben alami sangat mudah dijumpai dimanapun kita berada karena adsorben ini berasal dari bahan-bahan alami dari alam disekitar kita. Di indonesia sendiri ketersediaan dari biosorben yang telah dipaparkan sebelumnya sangat melimpah,

bahkan di daerah lokal seperti di Aceh contohnya bahan-bahan tersebut sangat mudah dijumpai. Hal ini dikarenakan bahan-bahan yang dijadikan biosorben tersebut biasanya tidak dipergunakan sebagaimana mestinya karena dianggap tidak berguna. Sedangkan tanaman-tanaman yang dijadikan biosorben biasanya tumbuh secara liar baik itu di rawa-rawa maupun di sawah.

2. Efektivitas Adsorben

Setelah pengumpulan literatur maka dapat dilihat bahwa beberapa jenis biosorben yang digunakan dapat menurunkan kadar timbal dalam limbah cair. Secara keseluruhan biosorben yang telah dipaparkan tersebut sangat efektif menyerap timbal yang ada dalam limbah cair. Penggunaan biosorben dinilai lebih baik dilihat dari sisi kebutuhan dan ketersediaannya di alam.

3. Waktu dan Mekanisme Proses Adsorpsi

Penggunaan biosorben sangatlah mudah karena penyerapan timbal oleh adsorben alami ini bisa dilakukan oleh siapa saja dan dimana dengan rentan waktu 1-24 jam. Penyerapan timbal oleh biosorben ini bisa dikatakan efektif karena penurunan kadar timbal dalam limbah cair yang diamati menurun secara signifikan. Adsorben menyerap timbal yang ada pada limbah cair dengan bersinggungan dengan ion-ion timbal yang ada dalam air limbah, semakin lama waktu bersinggungan antara adsorben dengan ion-ion timbal maka akan semakin banyak timbal yang diserap.

4. Biaya

Adsorben alami yang digunakan untuk menyerap timbal selain ramah lingkungan juga tidak memerlukan biaya yang mahal. Hal ini dikarenakan bahan yang diperlukan untuk pembuatan biosorben tersedia secara melimpah di alam, baik itu berupa tanaman maupun bahan-bahan organik yang sudah tidak digunakan lagi.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Aceh. 2014. *Kabupaten Aceh Tenggara*.

PENUTUP

Berdasarkan kajian maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Adsorben alami yang sering digunakan untuk mengurangi kadar timbal dalam limbah cair:
 - a. Arang aktif dari kulit pisang
 - b. Tanaman air (aquatic plant)
 - c. Arang sekam padi
 - d. Biomassa
2. Penyerapan timbal oleh keempat adsorben adalah sebagai berikut :
 - a. Arang aktif dari kulit pisang dapat menyerap timbal berdasarkan waktu kontak antara arang aktif dengan timbal.
 - b. Tanaman air (*aquatic plants*) yang digunakan adalah azolla, eceneg gondok dan semanggi air. Dari penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dapat dilihat bahwa tanaman azolla lebih efektif menyerap timbal hampir 100% yaitu dari konsentrasi 0.037 ppm menjadi 0 ppm.
 - c. Penyerapan timbal oleh arang sekam padi sangat dipengaruhi oleh waktu optimum, sehingga penyerapan timbal oleh arang sekam padi lebih efektif pada waktu optimum 120 menit.
 - d. Biomassa yang digunakan pada penelitian adalah *P. chrysogenum*. Penyerapan timbal oleh biomassa ini meningkat dengan meningkatnya pH. Serapan maksimum dari biomassa ini adalah 116mg/g dalam keadaan kering.
3. Penggunaan biosorben lebih ramah lingkungan dari pada menggunakan adsorben lainnya, karena biosorben tidak menghasilkan zat pencemar baru dari proses yang terjadi. Selain itu biosorben ini sangat mudah ditemukan di Indonesia maupun di daerah lokal seperti Aceh. Pemanfaatan biosorben ini bisa dikatakan tidak sulit dan bisa diaplikasikan oleh semua orang. Penggunaan biosorben ini juga lebih menguntungkan dan tidak memerlukan biaya yang mahal.

Ari Susandy Sanjaya dan Rizcy Paramita Agustine, 2015, Jurnal Konversi "*Studi*

- Kinetika Adsorpsi Pb Menggunakan Arang Aktif dari Kulit Pisang*", volume 4 no. 1
- Bagyo. 2005. *Planktonologi*. IPB : Bogor
- Brass, G. M., Strauss, W. 1981. "Air Pollution Control". Part IV. John Willey&sons. New York
- Darmono, 1995, "Logam Dalam Sistim Biologi Mahluk Hidup", Universitas Indonesia Pers, Jakarta.
- Darmono, 2001. "Lingkungan Hidup dan Pencemaran (Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam)", Penerbit : Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Dhir B. 2009. *Salvina : An Aquatic Fern With Potensial Use in Phytoremediation*. *Environ. Wet Int.J.Sci.Tech.* (23-27).
- EMDI (Enviromental Management Development in Indonesia), 1994, "Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia: Sumber, Pengendalian dan baku Mutu", Project of the Ministry of State for the Enviroment, Republic of Indonesia and Dalhousie University, Canada.
- Hui Niu, Xue Shu Xu, and Jian Hua Wang, 1993, *Removal of Lead from Aqueous Solutions by Penicillium Biomass*, Chengdu University of Science and Technology
- Kundari, N.A., dan Slamet, Wiyuniati., 2008, "Tinjauan Kesetimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit", Yogyakarta : Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir.
- Lin, Shundar. 2001, "Water and Wastewater Calculation Manual", McGraw-Hill,USA
- Murdhiani, T. Sabrina dan Sumono, 2011, *Jurnal Ilmu Pertanian KULTIVAR*, Vol. 5 • No. 2, Medan : Universitas Sumatra Utara
- National Health and Medical Research Councils (2009), "Blood Lead Level for Australians",NHMRC Information Paper, August 2009.
- Nurul Fadhilah Junaedi ,Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, M.T, Prof. Dr.Ir. Mary Selintung, M.T, 2014, *Pemanfaatan Arng Sekam Padi Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Ion Logam Berat Dalam Air Limbah Timbal (Pb)*, Universitas Hasanuddin.
- Palar,H. 2008. "Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat". Rineka Cipta: Jakarta.
- Radyawati. 2011. "Pembuatan Biocharcoal dari Kulit Pisang Kepok Untuk Penyerapan Logam Timbal (Pb) dan Logam Seng (Zn)". Palu : UNTAD-Press
- Saragih, Sehat Abdi. 2008. "Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batubara Riau Sebagai Adsorben". Laporan Tesis Program Studi Teknik Mesin Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik Fakultas Teknik Universitas Indonesia Jakarta.
- Sofyan Yatim, dkk.,1979, "Distribusi Logam Berat Dalam Air Laut Teluk Jakarta", Majalah BATAN XII 3.
- Sulistia, Gun, 1980, "Farmakologi dan Terapi", Ed.2, Bagian Farmakologi Fak. Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sunu, P. 2001. "Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan ISO 14001". PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.