

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan tentang Daun

Daun adalah salah satu organ tumbuhan yang tumbuh dari ranting, biasanya berwarna hijau dan terutama berfungsi sebagai penangkap energi dari cahaya matahari untuk proses fotosintesis (5).

2.1.1 Morfologi Daun Ketapang



Gambar 2.1 Tanaman ketapang (6)

Taksonomi dari tanaman ketapang adalah sebagai berikut (7) :

Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Sub Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Famili	: <i>Combretaceae</i>
Genus	: <i>Terminalia</i>
Spesies	: <i>Terminalia cattapa L.</i>

2.1.2 Morfologi Tanaman Eceng Gondok



Gambar 2.2 Tanaman Eceng Gondok (8)

Taksonomi dari tanaman ketapang adalah sebagai berikut (7) :

Divisi	: <i>Tracheophyta</i>
Sub Divisi	: <i>Embryophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Famili	: <i>Pontederiaceae</i>
Genus	: <i>Eichhornia Kunth</i>
Spesies	: <i>Eichhornia Crassipes (Mart.) Solms</i>

2.1.3 Morfologi Tanaman Asam Jawa



Gambar 2.3 Tanaman Asam Jawa (9)

Taksonomi dari tanaman asam jawa adalah sebagai berikut (7) :

- Divisi : *Tracheophyta*
Sub Divisi : *Spermatophyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Famili : *Fabaceae*
Genus : *Tamarindus L.*
Spesies : *Tamarindus indica L.*

2.2 Tinjauan tentang Logam Berat

Logam berat adalah logam yang menimbulkan bahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup dalam jangka panjang. Logam berat berbahaya yang terutama mencemari lingkungan adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), arsen (As), cadmium (Cd), krom (Cr) dan nikel (Ni). Logam berat diketahui dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu yang

lama sebagai racun. Dua macam logam berat yang sering terkontaminasi adalah merkuri dan timbal (10).

Logam berat berdasarkan sifat racunnya dapat dikelompokkan menjadi empat golongan, yaitu (11):

a. Sangat beracun, dapat mengakibatkan kematian ataupun gangguan kesehatan.

Logam- logam tersebut contohnya Hg, Pb, Cd, Cr dan As.

b. Moderat, dapat mengakibatkan gangguan kesehatan dalam waktu yang relatif lama. Logam- logam tersebut contohnya Cu, Mn, Co dan Li.

c. Kurang beracun, logam ini dalam jumlah yang besar dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Logam- logam tersebut contohnya Co, Fe, Ca, Ni, dan Zn.

d. Tidak beracun, logam ini tidak menimbulkan gangguan kesehatan. Logam- logam tersebut contohnya Al, Ca dan Na.

2.3 Tinjauan Tentang Timbal (Pb)

Timbal adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Pb dengan nomor atom 82. Lambangnya diambil dari bahasa Latin Plumbum. Timbal (Pb). Timbal merupakan salah satu jenis logam berat yang sering juga disebut dengan istilah timah hitam. Timbal memiliki titik lebur yang rendah, mudah dibentuk, dan memiliki sifat kimia yang aktif. Timbal adalah logam yang lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat dan memiliki bilangan oksidasi $+2$ (11).

Timbal merupakan logam yang bersifat neurotoksin yang dapat masuk dan terakumulasi kedalam tubuh makhluk hidup terutama manusia, sehingga sangat berbahaya jika kehidupan makhluk hidup dan lingkungan (10).

Timbal adalah logam toksik yang bersifat kumulatif sehingga mekanisme toksisitasnya dibedakan menurut beberapa organ yang dipengaruhi, yaitu (11).

- a. Sistem Hemopoetik: timbal akan menghambat sistem pembentukan hemoglobin sehingga menyebabkan anemia.
- b. Sistem saraf pusat dan tepi: dapat menyebabkan gangguan ensefalopati dan gejala gangguan saraf perifer.
- c. Sistem Ginjal: dapat menyebabkan aminoasiduria, fosfaturia, glukosuria, nefropati, fibrosis dan atrofi glomerular.
- d. Sistem Gastro-intestinal: dapat menyebabkan kolik dan konstipasi.
- e. Sistem Kardiovaskular: dapat menyebabkan peningkatan permeabilitas kapiler pembuluh darah
- f. Sistem reproduksi: dapat menyebabkan kematian janin pada ibu hamil, hipospermi dan teratospermi.

2.4 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses pemisahan dimana komponen dari suatu fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben) (12). Selain itu 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 (13).

Adsorpsi diklasifikasikan menjadi dua yaitu adsorpsi fisika dan kimia (14)

a. Adsorpsi Fisika

Adsorpsi fisika disebabkan oleh interaksi antara adsorben dan adsorbat karena adanya gaya tarik Van der Waals, adsorpsi ini biasanya bersifat reversible karena terjadinya melalui interaksi yang lemah antara adsorben dan adsorbat, tidak melalui

ikatan kovalen. Panas adsorpsi fisika tidak lebih dari 15-20 kkal/mol atau 63-64 kJ/mol.

b. Adsorpsi Kimia

Adsorpsi kimia adalah adsorpsi yang melibatkan interaksi yang lebih kuat antara adsorben dan adsorbat sehingga adsorbat tidak bebas bergerak dari satu bagian ke bagian yang lain, Proses ini bersifat irreversibel sehingga adsorben harus dipanaskan pada temperatur tinggi untuk memisahkan adsorbat. Panas adsorpsi kimia biasanya lebih besar dari 20-30 kkal/mol atau 84-126 kJ/mol.

Faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah sebagai berikut (15):

a. Proses pengadukan

Kecepatan adsorpsi selain dipengaruhi oleh *film diffusion* dan *pore diffusion* juga dipengaruhi oleh pengadukan. Jika proses pengadukan relatif kecil maka adsorben sukar menembus lapisan film diffusion yang merupakan faktor pembatas yang memperkecil kecepatan penyerapan. Dan jika pengadukan sesuai maka akan menaikkan film diffusion sampai titik pore diffusion yang merupakan faktor pembatas dalam sistem batch.

b. Karakteristik adsorben

Adsorpsi dipengaruhi oleh dua sifat permukaan yaitu energi permukaan dan gaya tarik permukaan. Oleh karena itu sifat fisik yaitu ukuran partikel dan luas permukaan merupakan sifat yang paling penting dari bahan yang akan digunakan.

c. Kelarutan adsorben

Proses adsorpsi terjadi pada molekul-molekul yang ada dalam larutan harus dapat berpisah dari cairannya dan dapat berikatan dengan permukaan adsorben. Sifat unsur yang terlarut mempunyai gaya tarik menarik terhadap cairannya yang

lebih kuat bila dibandingkan dengan unsur yang sukar larut. Dengan demikian unsur yang terlarut akan lebih sulit terserap adsorben bila dibandingkan dengan unsur yang tidak larut.

2.5 Adsorben

Adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida (16). 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. Oleh karena itu pori - pori biasanya sangat kecil, maka luas permukaan dalam menjadi lebih besar daripada luas permukaan luar dan bisa mencapai 2000 kali pembesaran. Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan tersebut lebih erat daripada molekul yang lain. Adsorben yang biasanya digunakan dikelompokkan menjadi dua yaitu kelompok polar dan kelompok nonpolar (16).

Jenis dari adsorben yang umum digunakan antara lain:

a. Zeolit

Zeolit merupakan material berpori dan memiliki beberapa kandungan mineral dominan (SiO_2 dan AlO_3). Kapasitas adsorpsinya dapat ditingkatkan dengan aktivasi larutan asam kuat dan basa kuat. Zeolit memiliki bentuk kristal yang sangat teratur dengan rongga yang saling berhubungan ke segala arah yang menyebabkan luas permukaan zeolit sangat besar (17).

b. Karbon aktif

Karbon aktif merupakan suatu bentuk arang yang telah melalui aktivasi dengan menggunakan gas CO₂, uap air, atau bahan kimia sehingga pori-porinya menjadi terbuka dan demikian daya absorpsinya menjadi lebih tinggi (18).

c. Biosorpsi / Biosorben

Biosorpsi atau bioadsorben menggunakan adsorben dari biomassa sebagai penyerap ion logam yang terkandung dalam limbah sehingga kandungan ion logam dalam air limbah menjadi turun. Faktor yang mempengaruhi adsorpsi yaitu ukuran molekul adsorbat, kepolaran zat, kemurnian adsorben, luas permukaan (pori), temperatur absolut (T), tekanan (P), interaksi potensial (E) dan pH medium (19).

2.6 AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)

Prinsip dasar dari AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Teknik ini adalah teknik paling umum dipakai untuk analisis unsur. Teknik- teknik ini didasarkan pada emisi dan absorpsi dari uap atom. Komponen kunci pada metode ini adalah sistem atau alat yang dipakai untuk menghasilkan uap atom dalam sampel (20).

Absorpsi atau serapan atom adalah suatu proses penyerapan bagian sinar oleh atom- atom bebas pada panjang gelombang tertentu dari atom itu sendiri sehingga konsentrasi suatu logam dapat ditentukan. Karena absorpsi sebanding dengan konsentrasi suatu analit, maka metode ini dapat digunakan untuk sistem pengukuran atau analisis kuantitatif (20).

Cara kerja AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengadsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (20).



Gambar 2.4 AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) (21)

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN
(Resume Artikel)

3.1 Rentang Tahun Publikasi Artikel

Rentang tahun publikasi artikel yang dipilih adalah diantara tahun 2015-2018.

3.2 Jumlah dan Identitas Publikasi yang Diresume

Artikel yang digunakan dalam penelitian ini (resume artikel) adalah dua artikel jurnal nasional dan satu artikel jurnal internasional.

1. Biosorpsi Timbal Oleh Biomassa Daun Ketapang (22)

Penulis : Reza Mulyawan, Asep Saefumillah, Foliatini
Nama Jurnal : Molekul
Tahun : 2015
Nomor dan Volume : Nomor 1, Volume 10
Halaman : 45-56
Nomor ISSN : DOI:10.20884/1.jm.2015.10.1.173

2. Pengaruh Aktivasi Kimia Arang Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb) (23)

Penulis : Vivi Dia A. Sangkota, Supriadi, Idanrwan Said
Nama Jurnal : Akademika Kimia
Tahun : 2017
Nomor dan Volume : Nomor 1, Volume 6
Halaman : 48-54

Nomor ISSN : 2302-6030 (*p*), 2477-5185 (*e*)

3. *Biosorption and Kinetics of Lead Using Tamarindus Indica* (24)

Penulis : P.Bangaraiah And b.Sarath Babu

Nama Jurnal : *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*

Tahun : 2017

Nomor dan Volume : Nomor 7, Volume 9

Halaman : 1209-1211

Nomor ISSN : 0975-1459

3.3 Metode Pencarian Sumber

3.3.1 Keywords

1. Biosorpsi Timbal Oleh Biomassa Daun Ketapang (22)

Keywords : Logam Timbal, Daun Ketapang, Biosorpsi

2. Pengaruh Aktivasi Kimia Arang Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb) (23)

Keywords : Logam Timbal, Tanaman Eceng Gondok, Adsorben

3. *Biosorption and Kinetics of Lead Using Tamarindus Indica* (24)

Keywords : Biosorption, , *Tamarindus Indica.*, Lead

3.3.2 Faktor Inklusi dan Eksklusi

1. Biosorpsi Timbal Oleh Biomassa Daun Ketapang (22)

Faktor Inklusi : Variasi massa daun ketapang yang digunakan sebagai adsorben dalam adsorpsi logam timbal (Pb).

Faktor Eksklusi : Variasi pH, waktu kontak, suhu dan konsentrasi adsorben terhadap proses adsorpsi logam timbal (Pb).

2. Pengaruh Aktivasi Kimia Arang Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb) (23)

Faktor Inklusi : Variasi massa arang tanaman eceng gondok yang digunakan sebagai adsorben dalam adsorpsi logam timbal (Pb).

Faktor Eksklusi : Variasi pH dan konsentrasi adsorben terhadap proses adsorpsi logam timbal (Pb).

3. *Biosorption and Kinetics of Lead Using Tamarindus Indica* (24)

Faktor Inklusi : Variasi massa *Tamaridus indica L.* yang digunakan sebagai adsorben dalam adsorpsi logam timbal (Pb).

Faktor Eksklusi : Variasi waktu kontak dan konsentrasi adsorben terhadap proses adsorpsi logam timbal (Pb).

3.3.3 Data yang Akan Dibahas

Artikel pertama berjudul “Biosorpsi Timbal Oleh Biomassa Daun Ketapang”(22). Kriteria inklusinya adalah variasi massa daun ketapang yang digunakan sebagai adsorben dalam adsorpsi logam timbal (Pb), sehingga data yang akan dibahas adalah prosedur pembuatan biosorben daun ketapang sebagai adsorben dalam percobaan penyerapan logam berat timbal (Pb). Data yang akan dibandingkan adalah variasi massa adsorben yang digunakan dengan jumlah ion timbal yang dapat diserap.

Artikel kedua berjudul Jurnal “Pengaruh Aktivasi Kimia Arang Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb)”(23). Kriteria inklusinya adalah variasi massa arang tanaman eceng gondok yang digunakan sebagai adsorben dalam adsorpsi logam timbal (Pb)

Artikel ketiga berjudul “*Biosorption and Kinetics of Lead Using Tamarindus Indica*”(24). Kriteria inklusinya adalah variasi massa tanaman asam jawa yang digunakan sebagai adsorben dalam adsorpsi logam timbal (Pb), sehingga data yang akan dibahas adalah proses pembuatan biosorben tanaman asam jawa sebagai adsorben dalam percobaan penyerapan ion timbal (Pb). Data yang akan dibandingkan adalah variasi massa adsorben yang digunakan dengan jumlah ion timbal (Pb) yang dapat diserap.

3.4 Rancangan Analisis Data

Artikel yang dikumpulkan selanjutnya diresume berupa tabel data :

- a. Identitas artikel
- b. Analisa data resume artikel

BAB IV

HASIL PENELITIAN

(Resume Artikel)

4.1 Hasil Pencarian Sumber Pustaka (Artikel)

4.1.1 Identitas Artikel dan Faktor Inklusi/Eksklusi

Tabel 4.1 Identitas Artikel dan Faktor Inklusi/ Eksklusi

No.	Judul Artikel	Penulis	Nama Jurnal (ISSN)/No./Vol./Tahun	Faktor Inklusi	Faktor Eksklusi
1.	Biosorpsi Timbal Oleh Biomassa Daun Ketapang	Reza Mulyawan, Asep Saefumillah, Foliantini	Jurnal molekul DOI:10.20884/1.jm./no.1/vol.10/2015	Variasi massa daun ketapang sebagai adsorben dalam adsorpsi logam Pb.	Variasi pH, waktu kontak, suhu, dan konsentrasi adsorben pada proses adsorpsi logam Pb.
2.	Pengaruh Aktivasi Kimia Arang Tanaman Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>) Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb)	Vivi Dia A. Sangkota, Supriadi, Idanrwan Said	Jurnal Akademika Kimia, ISSN:2302-6030 (p), 2477-5185 (e) /no.1/vol.6/2017	Variasi massa arang tanaman eceng gondok sebagai adsorben dalam adsorpsi logam Pb.	Variasi pH dan konsentrasi adsorben pada proses adsorpsi logam Pb.
3.	<i>Biosorption and Kinetics of Lead Using Tamarindus Indica</i>	P.Bangarajah And b.Sarath Babu	<i>Journal of Pharmaceutical Sciences and Research.</i> (ISSN:0975-1459/no.7/vol.9/2017	Variasi massa <i>Tamarindus indica</i> L. sebagai adsorben dalam proses adsorpsi logam Pb.	Variasi waktu kontak dan konsentrasi adsorben pada proses adsorpsi logam Pb.

4.2 Analisa Data Resume Artikel

Tabel 4.2 Analisa Data Resume Artikel

No.	Judul Artikel	Data yang Akan Dibahas	Desain penelitian; Sampel; Variabel; Kondisi Operasi	Hasil Penelitian
1.	Biosorpsi Timbal oleh Biomassa daun Ketapang	Prosedur pembuatan biosorben daun ketapang sebagai adsorben dalam percobaan penyerapan ion timbal (Pb) dan juga membandingkan variasi massa adsorben yang digunakan dengan jumlah ion timbal yang dapat diserap.	<p>Preparasi Biosorben : Daun ketapang dicuci dengan akuabides, dikeringkan dalam oven dengan suhu 70°C selama 48 jam, dilanjutkan dengan pengeringan dalam oven pada suhu 70°C selama 48 jam. Daun ketapang yang sudah kering kemudian diblender hingga halus.</p> <p>Logam yang diteliti : Timbal (Pb)</p> <p>Variabel massa : Variasi massa daun ketapang yang digunakan pada penelitian ini sebagai adsorben adalah sebanyak 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 1; 2; 3; 4 dan 5 gram</p> <p>Kondisi operasi adsorpsi : Disiapkan sebanyak 10 <i>beaker glass</i> 250 ml berisi larutan Pb²⁺ 100 ml, satu diantaranya sebagai blanko diaduk menggunakan shaker dengan kecepatan 100 rpm, ditambahkan adsorben sebanyak 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 ; 0,5 ; 1 ; 2 ; 3 ; 4 dan 5 gram adsorben ke dalam masing-masing <i>beaker glass</i> diproses selama 3 jam dan larutan disaring dengan filter kertas saring Whatman no.42 lalu filtrat dilakukan pengukuran konsentrasi Pb²⁺ dalam</p>	Berdasarkan hasil penelitian dosis adsorben dapat dilihat bahwa kapasitas adsorpsi maksimal penyerapan ion Pb pada massa adsorben 0,5 gram sebesar 1,54%.

			larutan secara AAS (<i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i>).	
2.	Pengaruh Aktivasi Kimia Arang Tanaman Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>) Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb)	Prosedur pembuatan biosorben arang tanaman eceng gondok sebagai adsorben dalam penyerapan ion timbal (Pb), dan juga membandingkan variasi massa adsorben yang digunakan dengan jumlah ion timbal yang dapat diserap baik menggunakan arang dan arang aktif.	Preparasi Adsorben Tanaman eceng gondok dibersihkan dari sisa-sisa kotoran kemudian dipisahkan dari akarnya dan dicuci dengan menggunakan air bersih. Eceng gondok yang bersih dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari selama 5 hari. Eceng gondok dikeringkan kembali dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam untuk menghilangkan kadar airnya dan mendinginkannya sampai pada suhu kamar. Eceng gondok dihaluskan menggunakan blender. Eceng gondok halus kemudian dibakar (karbonisasi) menggunakan tanur pada suhu 300°C dengan kadar oksigen rendah sampai menjadi arang dan didinginkan hingga mencapai suhu kamar. Arang yang telah terbentuk dihaluskan dengan lumpang dan alu, lalu dibersihkan kembali dengan menggunakan aquades. Arang dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 1 jam untuk menghilangkan kadar airnya. Arang diayak menggunakan ayakan ukuran 70 mesh. Diambil 50 gram arang yang terbentuk dan dimasukkan pada	Berdasarkan hasil penelitian penyerapan logam oleh arang eceng gondok hasilnya adalah kapasitas adsorpsi maksimal penyerapan ion Pb pada massa 100 mg, dan persentase logam timbal yang terserap sebesar 98,44%.

			<p>erlenmeyer. Arang yang berada di erlenmeyer diaktivasi dengan ditambahkan 500 mL larutan $ZnCl_2$ 10% kemudian erlenmeyer diletakkan pada magnetic stirer selama 10 menit lalu didiamkan selama 24 jam. Arang aktif disaring menggunakan kertas saring Whatman 41. Arang aktif dicuci sampai pH netral dengan menggunakan aquades. Arang aktif yang berada diwadah dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu $105^{\circ}C$.</p>	
			<p>Logam yang diteliti : Timbal (Pb)</p>	
			<p>Variabel massa : Variasi massa arang tanaman eceng gondok yang digunakan pada penelitian ini sebagai adsorben adalah 25; 50; 75; 100; 125mg.</p>	
			<p>Kondisi operasi adsorpsi : Arang eceng gondok yang terbentuk diambil sebanyak 25, 50, 75, 100, 125 mg. Dicampurkan dengan 25 mL larutan Pb 80 ppm dan ditambahkan larutan buffer optimum yang didapatkan pada langkah sebelumnya dalam tabung erlenmeyer. Tabung erlenmeyer ditutup dengan kertas aluminium foil, diikat dengan karet kemudian dikocok dengan shaker selama 10 menit, dan didiamkan selama 24 jam. Filtrat dan residu</p>	

			<p>dipisahkan menggunakan kertas saring Whatman 41. Konsentrasinya diukur dengan menggunakan AAS (<i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i>). Perlakuan yang sama juga dilakukan untuk arang aktif eceng gondok.</p>	
3.	<i>Biosorption and Kinetics of Lead Using Tamarindus Indica</i>	<p>Prosedur pembuatan adsorben dari tanaman asam jawa (<i>Tamarindus indica L.</i>) yang digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi logam timbal (Pb), kemudian membandingkan variasi massa adsorben yang dibutuhkan dalam penyerapan ion timbal (Pb).</p>	<p>Preparasi Adsorben : Tanaman asam jawa dibersihkan dengan aquades, setelah itu biosorben dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama kurang lebih 24 jam. Biosorben yang telah kering dihaluskan kemudian diayak. Setelah mendapatkan ukuran partikel 82,5 µm, lalu yang digunakan untuk analisa adalah pada ukuran 120 mesh. Lalu serbuk yang telah dihasilkan disimpan dalam botol kedap udara untuk selanjutnya digunakan sebagai biosorben.</p> <p>Logam yang diteliti : Timbal (Pb)</p> <p>Variabel massa : Variasi massa adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1; dan 1,1 gram.</p> <p>Kondisi operasi adsorpsi : Larutan baku logam timbal dibuat dengan melarutkan Pb (NO₃)₂ dalam air suling. Larutan uji yang terdiri dari ion Pb (II) dibuat</p>	<p>Hasil dari percobaan ini adalah persentase adsorpsi logam timbal meningkat dengan meningkatnya jumlah dosis adsorben pada dosis 1.0 - 1.1 gram, dan dapat menyerap adsorben sebesar 82,2 %.</p>

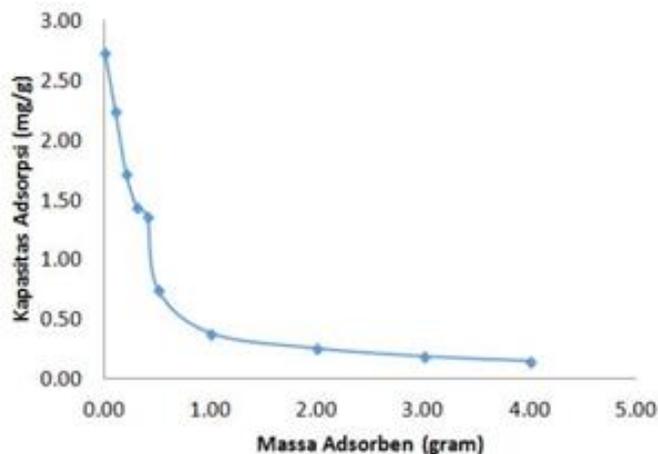
			dengan pengenceran 1,00 g/L larutan stok. 30 ml larutan baku diambil dalam erlemeyer. 1gram biosorben ditambahkan. Setelah itu sampel ditempatkan pada shaker dan dilakukan proses biosorpsi. Setelah itu larutan disaring dan filtratnya dikumpulkan secara terpisah. Lalu filtratnya dianalisa.	
--	--	--	---	--

BAB V
PEMBAHASAN
(Hasil Resume Artikel)

1.1 Jurnal “Biosorpsi Timbal Oleh Biomassa Daun Ketapang”

Penelitian di artikel pertama (22) menggunakan adsorben dari daun ketapang dan penelitian ini dilakukan selama 7 bulan. Adsorben yang dibuat dari daun ketapang digunakan untuk uji adsorpsi logam timbal (Pb). Kondisi pada percobaan yang dilakukan di artikel pertama ini adalah daun ketapang yang sudah dicuci hingga bersih dikeringkan dalam oven dengan suhu 70°C selama 48 jam, dilanjutkan dengan pengeringan dalam oven pada suhu 70°C selama 48 jam. Daun ketapang yang sudah kering kemudian diblender hingga halus. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi massa adsorben, dengan masing-masing massa yang digunakan adalah sebanyak 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 1; 2; 3; 4 dan 5 gram. Kemudian pada penelitian pertama ini disiapkan sebanyak 10 *beaker glass* 250 ml berisi larutan Pb^{2+} 100 ml, satu diantaranya sebagai blanko diaduk menggunakan shaker dengan kecepatan 100 rpm, ditambahkan adsorben sebanyak 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 ; 0,5 ; 1 ; 2 ; 3 ; 4 dan 5 gram adsorben ke dalam masing-masing *beaker glass* diproses selama 3 jam dan larutan disaring dengan filter kertas saring Whatman no.42 lalu filtrat dilakukan pengukuran konsentrasi Pb^{2+} dalam larutan secara AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

Hasil dari penelitian pada artikel pertama pada logam timbal adalah sebagai berikut :



Gambar 5.1 Pengaruh Massa Adsorben terhadap Penyerapan Logam Pb

Pada gambar 5.1 menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi yang turun drastis pada peningkatan penggunaan biosorben 0,1 hingga 5 gram. Hal ini disebabkan meningkatnya jumlah sisi aktif untuk mengikat Pb^{2+} dengan meningkatnya jumlah biosorben. Pada rentang tertentu kenaikan kapasitas adsorpsi menjadi tidak signifikan. Hal ini terjadi karena peningkatan sisi aktif tidak dibarengi dengan peningkatan volume media air sebagai tempat berjalannya reaksi.

Peningkatan konsentrasi biomassa umumnya meningkatkan jumlah zat terlarut biosorben dimana luas permukaan meningkat sehingga jumlah logam yang terikat akan lebih banyak. Sebaliknya, jumlah zat terlarut biosorben per satuan berat pada satu titik tertentu akan menurun seiring bertambahnya dosis biosorben. Fenomena ini diduga akibat kejenuhan pori-pori permukaan biosorben yang telah dipenuhi oleh logam berat sehingga biosorben tidak mampu menyerap kembali. Data ini sejalan dengan teori adsorpsi Langmuir yang menyatakan bahwa permukaan adsorben memiliki sejumlah tertentu situs aktif (*active site*) adsorpsi. Dan juga pernah dijelaskan bahwa banyaknya situs aktif sebanding dengan luas permukaan biosorben dan masing-masing situs aktif hanya dapat mengadsorpsi satu

molekul askorbat. Pada keadaan dimana tempat adsorpsi jenuh dengan askorbat maka kenaikan jumlah biosorben cenderung tidak menaikkan jumlah zat yang teradsorpsi (25).

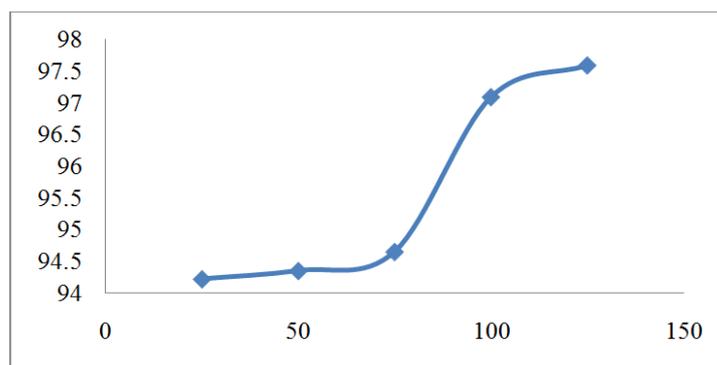
1.2 Jurnal “Pengaruh Aktivasi Kimia Arang Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb)”

Pada penelitian pada artikel kedua (23) menggunakan adsorben dari tanaman eceng gondok. Uji adsorpsi dilakukan pada logam timbal (Pb). Kondisi pada percobaan yang dilakukan di artikel kedua ini adalah pembuatan arang tanaman eceng gondok terlebih dahulu dengan cara tanaman eceng gondok dibersihkan dari sisa-sisa kotoran kemudian dipisahkan dari akarnya dan dicuci dengan menggunakan air bersih. Eceng gondok yang bersih dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari selama 5 hari. Eceng gondok dikeringkan kembali dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam untuk menghilangkan kadar airnya dan mendinginkannya sampai pada suhu kamar. Eceng gondok dihaluskan menggunakan blender. Eceng gondok halus kemudian dibakar (karbonisasi) menggunakan tanur pada suhu 300°C dengan kadar oksigen rendah sampai menjadi arang dan didinginkan hingga mencapai suhu kamar. Arang yang telah terbentuk dihaluskan dengan lumpang dan alu, lalu dibersihkan kembali dengan menggunakan aquades. Arang dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam untuk menghilangkan kadar airnya. Arang diayak menggunakan ayakan ukuran 70 mesh. Diambil 50 gram arang yang terbentuk dan dimasukkan pada erlenmeyer. Arang yang berada di erlenmeyer diaktivasi dengan ditambahkan 500 mL larutan ZnCl_2 10% kemudian erlenmeyer diletakkan pada magnetic stirer selama 10 menit lalu didiamkan selama 24 jam. Arang aktif disaring menggunakan kertas saring

Whatman 41. Arang aktif dicuci sampai pH netral dengan menggunakan aquades. Arang aktif yang berada di wadah dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C (26)

Variasi massa arang tanaman eceng gondok yang digunakan pada penelitian ini sebagai adsorben adalah 25, 50, 75, 100, 125 mg. Dicampurkan dengan 25 mL larutan Pb 80 ppm dan ditambahkan larutan buffer optimum yang didapatkan pada langkah sebelumnya dalam tabung erlenmeyer. Tabung erlenmeyer ditutup dengan kertas aluminium foil, diikat dengan karet kemudian dikocok dengan shaker selama 10 menit, dan didiamkan selama 24 jam. Filtrat dan residu dipisahkan menggunakan kertas saring Whatman 41. Konsentrasinya diukur dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Perlakuan yang sama juga dilakukan untuk arang aktif eceng gondok.

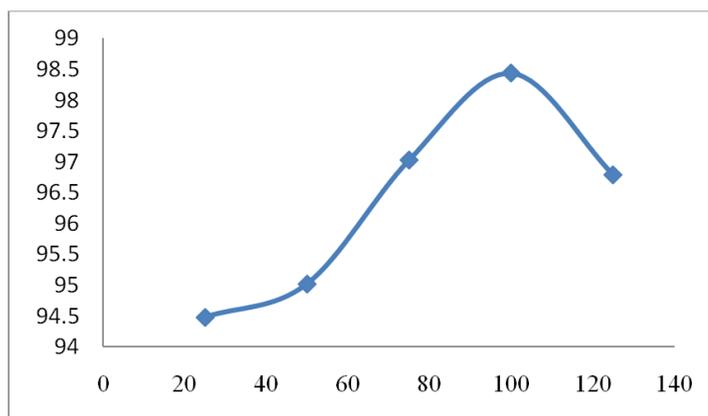
Hasil dari penelitian pada artikel kedua pada logam timbal adalah sebagai berikut :



Gambar 5.2 Pengaruh Massa Adsorben Arang terhadap % Penyerapan Logam Pb

Berdasarkan gambar 5.2 dapat dilihat pengaruh massa adsorben terhadap proses penyerapan kation Pb^{2+} terjadi peningkatan penyerapan arang disebabkan karena kerapatan sel arang dalam larutan sehingga menghasilkan interaksi yang

cukup efektif antara pusat aktif dinding sel arang dengan logam timbal, semakin banyak zat penyerap maka semakin banyak pusat aktif arang yang bereaksi. Adsorpsi logam timbal meningkat secara terus-menerus pada berat 25-125 mg. Hal ini terjadi karena ion-ion timbal yang terdapat di dalam larutan belum teradsorpsi sepenuhnya oleh arang, dengan kata lain ion timbal pada larutan belum habis teradsorpsi oleh arang. Selain itu, hal tersebut juga dapat terjadi karena permukaan arang belum dalam keadaan jenuh dengan ion-ion logam timbal sehingga peningkatan berat arang mempengaruhi peningkatan penyerapan ion logam oleh arang (27).



Gambar 5.3 Pengaruh Massa Adsorben Arang Aktif terhadap % Penyerapan Logam Pb

Berdasarkan gambar 5.3 dapat dilihat pengaruh massa adsorben terhadap proses penyerapan kation Pb^{2+} . Peningkatan adsorpsi tersebut disebabkan karena bertambahnya jumlah arang aktif yang berinteraksi dengan logam timbal. Terjadinya peningkatan adsorpsi logam timbal pada berat arang aktif 25-100 mg, karena kerapatan sel arang dalam larutan sehingga menghasilkan interaksi yang cukup efektif antara pusat aktif dinding sel arang aktif dengan logam timbal,

semakin banyak zat penyerap maka semakin banyak pusat aktif arang yang teraktivasi yang bereaksi (27).

Sejalan dengan penelitian-penelitian yang pernah dilakukan mengatakan bahwa arang aktif memiliki pori-pori yang lebih besar dibandingkan dengan arang non aktivasi, sehingga menyebabkan proses penyerapannya lebih besar (28). Terlihat jelas pada hasil penelitian ini mengenai variasi berat arang eceng gondok, berat optimum arang belum didapatkan dibandingkan pada variasi berat arang aktif eceng gondok. Dengan kata lain arang aktif lebih cepat jenuh dengan ion-ion logam yang akan diserap dibandingkan arang non aktivasi. Berdasarkan uraian di atas maka dapat diketahui bahwa adsorpsi optimum logam timbal terjadi pada 100 mg berat arang aktif dengan persentase serapan yaitu 98,44% dan kapasitas serapan maksimum arang aktif dalam menyerap logam sebesar 0,70 mg Pb/ mg arang aktif, hal ini berarti bahwa tiap 1 mg arang aktif eceng gondok mampu mengadsorpsi logam ion timbal sebesar 0,70 mg.

1.3 Jurnal “*Biosorption and Kinetics of Lead Using Tamarindus Indica*”

Pada penelitian yang dilakukan pada artikel ketiga ini menggunakan adsorben dari tanaman asam jawa. Uji adsorpsi dilakukan pada logam timbal (Pb). Kondisi pada percobaan yang dilakukan di artikel ketiga ini adalah pada variasi adsorben dengan ukuran partikel 82,5 μm yang diayak dengan ayakan mesh 120. Variasi yang digunakan dalam penelitian adalah variasi massa adsorben, dengan masing-masing massa yang digunakan adalah 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1; dan 1,1 gram. Larutan baku logam timbal dibuat dengan melarutkan Pb (NO₃)₂ dalam air suling. Larutan uji yang terdiri dari ion Pb (II) dibuat dengan pengenceran 1,00 g/L larutan baku. 30 ml larutan baku diambil dalam erlemeyer. 1

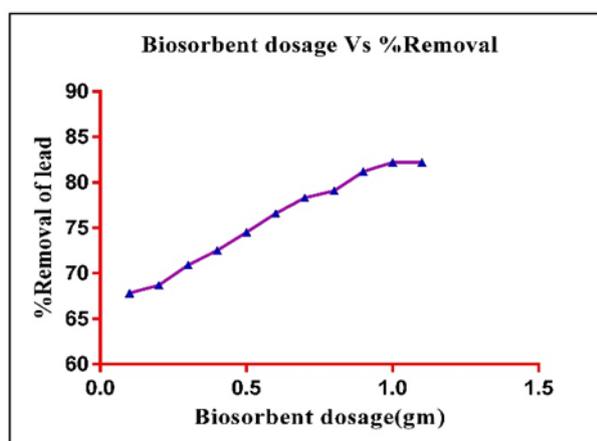
gram biosorben ditambahkan. Setelah itu sampel ditempatkan pada shaker dan dilakukan proses biosorpsi. Setelah itu larutan disaring dan filtratnya dikumpulkan secara terpisah. Lalu filtratnya dianalisa.

Hasil dari penelitian pada artikel ketiga pada logam timbal adalah sebagai berikut.

Tabel 5.1 Pengaruh Massa Adsorben terhadap % Penyerapan Logam Pb

S.No.	Biosorbent Dosage, (w) gm	%Removal of lead
1	0.1	67.8
2	0.2	68.7
3	0.3	70.9
4	0.4	72.5
5	0.5	74.5
6	0.6	76.6
7	0.7	78.3
8	0.8	79.1
9	0.9	81.2
10	1.0	82.2
11	1.1	82.2

Berdasarkan tabel 5.1 dapat dilihat bahwa pengaruh massa adsorben terhadap proses penyerapan ion logam timbal adalah persentase adsorpsi logam timbal meningkat dengan meningkatnya jumlah dosis adsorben ini disebabkan karena peningkatan konsentrasi biomassa dimana luas permukaan meningkat maka jumlah logam berat timbal (Pb) akan terikat lebih banyak (29).



Gambar 5.4 Pengaruh Massa Adsorben terhadap % Penyerapan Logam Pb

Berdasarkan gambar 5.4 dapat dilihat bahwa pengaruh massa adsorben terhadap proses penyerapan ion logam timbal adalah persentase adsorpsi logam timbal meningkat dengan meningkatnya jumlah dosis adsorben ini disebabkan karena peningkatan konsentrasi biomassa dimana luas permukaan meningkat maka jumlah logam berat timbal (Pb) akan terikat lebih banyak. Perilaku seperti ini sudah jelas karena semakin banyak dosis adsorben maka proses penyerapan ion timbal akan semakin meningkat (29).

1.4 Pembahasan Hasil Resume Jurnal

Berdasarkan penelitian dari tiga artikel diatas diketahui bahwa adsorben yang digunakan berupa biomassa yang diperoleh dari tumbuhan contohnya daun ketapang, tanaman eceng gondok dan tanaman asam jawa dapat digunakan sebagai pengikat ion logam berat, contohnya timbal (Pb). Dari artikel diatas diperoleh hasil bahwa pengaruh massa adsorben dari beberapa jenis daun terhadap proses adsorpsi logam timbal (Pb) menyebutkan dengan peningkatan konsentrasi biomassa dimana luas permukaan meningkat maka jumlah logam berat timbal (Pb) akan terikat lebih banyak. Tetapi pada artikel yang lainnya diperoleh hasil dimana jumlah zat yang terlarut biosorben pada suatu titik tertentu akan menurunkan konsentrasi biomasanya seiring bertambahnya jumlah biosorbennya. Hasil penelitian ini diperoleh diduga akibat kejenuhan pori-pori permukaan biosorben yang telah dipenuhi logam berat timbal (Pb) sehingga biosorben tidak mampu menyerap kembali (25).

Berikut adalah rangkuman dari ketiga artikel :

Tabel 5.2 Resume Variasi Massa Adsorben dalam Proses Adsorpsi Logam Berat

Artikel	Logam Berat	Bahan Adsorben	Massa Adsorben Optimum (gram)	Hasil
1	Timbal (Pb)	Daun Ketapang	0,5	1,54%
2	Timbal (Pb)	Tanaman Eceng Gondok	0,1	98,44%
3	Timbal (Pb)	Tanaman Asam Jawa	1-1,1	82,2%

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Biomassa daun ketapang (*Terminalia cattapa L.*), tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan tanaman asam jawa (*Tamarindus indica L.*) dapat digunakan sebagai biosorben dalam penyerapan limbah yang mengandung logam berat timbal (Pb). Pengaruh massa adsorben dari beberapa jenis daun terhadap proses adsorpsi logam timbal (Pb) menyebutkan dengan peningkatan konsentrasi biomassa dimana luas permukaan meningkat maka jumlah logam berat timbal (Pb) akan terikat lebih banyak. Tetapi pada artikel yang lainnya diperoleh hasil dimana jumlah zat yang terlarut biosorben pada suatu titik tertentu akan menurunkan konsentrasi biomasanya seiring bertambahnya jumlah biosorbennya. Hasil penelitian ini diperoleh diduga akibat kejenuhan pori-pori permukaan biosorben yang telah dipenuhi logam berat timbal (Pb) sehingga biosorben tidak mampu menyerap kembali (25).

6.2 Saran

Dari hasil analisis penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk melihat potensi biomassa tersebut sebagai adsorben logam berbahaya lainnya.