BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*)

Kayu Jawa atau dengan nama latin (*Lannea coromandelica*) merupakan tanaman yang termasuk dalam famili Anacardiaceae. Tanaman ini ditemukan oleh French man Lannes de Montebelio sekitar tahun 1870. Taksonomi *Lannea coromandelica* adalah sebagai berikut (Gunjal et al., 2021):

Tabel 2.1 Taksonomi Kayu Jawa *(Lannea coromandelica)*

Kingdom	: Plantae
Filum	: Magnoliophyta
Kelas	: Spermatophyta
Subkelas	: Rosids
Order	: sapindales
Famili	: Anacardiacae
Genus	: Lannea
Species	: L. coromandelica

Tanaman ini dapat ditemukan mayoritas pada dataran rendah (Gunjal et al., 2021). Di Sulawesi Tenggara, masyarakat Bugis mengenal tanaman ini dengan sebutan alu jawa. Tanaman ini merupakan salah satu tanaman obat tradisional yang biasanya digunakan untuk mengobati luka dalam maupun bakar. Selain Tanaman ini mengandung metabolit sekunder berupa senyawa alkaloid, saponin, flavonoid dan tanin (Sahribulan dan Pagarra, 2023). Simplisia korteks Kayu Jawa dapat digunakan sebagai adsorben alami dalam mengadsorpsi logam berat (Wulandari et al., 2023). Ekstrak simplisia korteksnya mengandung senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, saponin, tanin, flavonoid, fenolik dan glikosida (Safriana et al., 2021).

2.1.1 Pemanfaatan Simplisia Korteks Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*) sebagai Adsorben

Pemanfaatan simplisia korteks Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*) sebagai adsorben sudah banyak dilakukan. Pada tahun 2020, Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*) berhasil mengadsorpsi Alkylbenzene sulfonates (Kurnia et al., 2020), selain itu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Mate et.al (2020) dapat mengadsorpsi pewarna Malachite Green. Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*) juga dapat mengurangi kadar pewarna Remazol Brilliant Blue R (Mate & Mishra, 2020). Simplisia korteks Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*) juga dapat mengadsorpsi ion logam Cd(II) (Wulandari et al., 2023).

Adsorben merupakan zat padat yang bertindak sebagai pengadsorpsi molekul baik cair maupun gas. Adsorben dengan ciri memiliki kapasitas adsorpsi dan laju adsorpsi yang tinggi serta selektif terhadap molekul target merupakan pilihan ideal dalam sebuah proses adsorpsi (Fatimah, 2014).

Syarat adsorben menurut Fatimah (2014) diantaranya adalah:

1. Memiliki luas permukaan yang tinggi yang juga ditunjukkan oleh volume pori yang tinggi.
2. Memiliki jejaring pori yang memungkinkan terjerapnya molekul adsorbat.
3. Dapat melepaskan molekul teradsorpsi melalui proses desorpsi.
4. Dapat diregenerasi dengan mudah.

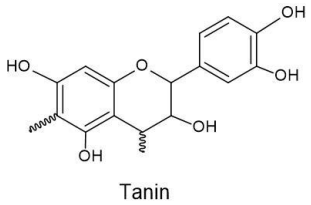
2.1.2 Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder

Pada skrining fitokimia ekstrak metanol korteks Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*) mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder, diantaranya tertera pada Tabel 2.2 (Ulandari & Sani, 2023).

Tabel 2.2 Kandungan senyawa metabolit sekunder korteks Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*)

Senyawa aktif	Hasil
Alkaloid	Positif
Saponin	Positif
Tanin	Positif
Flavonoid	Positif
Steroid	Negatif
Fenolik	Positif
Glikosida	Positif

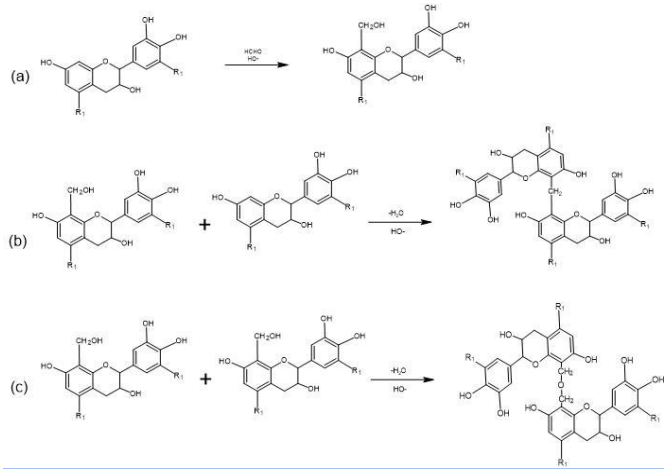
Dari senyawa-senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam korteks Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*), tanin merupakan salah satu senyawa yang berpotensi digunakan sebagai adsorben karena adanya gugus -OH pada tanin. Gugus -OH atau gugus hidroksil memiliki kemampuan berikatan dengan komponen adsorbat (Nurkaromah dan Sukandar, 2017). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Calsum et al. (2018) ekstrak kulit batang Kayu Jawa mengandung senyawa tanin yang ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi hijau gelap pada uji skrining fitokimia. Tanin juga dapat ditunjukkan dengan memiliki warna fisik coklat kemerahan (Nurfirzatulloh et al., 2023).



Gambar 2.1 Struktur senyawa tanin (Fangidae et al., 2020)

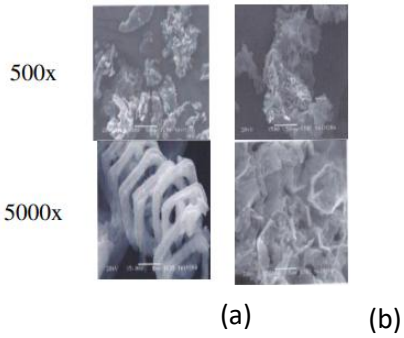
2.1.3 Polimerisasi Tanin

Tanin yang terkandung dalam simplisia korteks Kayu Jawa dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi logam berat. Pengembangan pemanfaatan tanin sebagai adsorben pada simplisia korteks Kayu Jawa dilakukan dengan proses modifikasi menggunakan metode polimerisasi dengan formaldehida 37%. Modifikasi tanin menggunakan formaldehida 37 % akan mengubah ikatan antara tanin dengan ion logam akan semakin kuat terikat.



Gambar 2.2 Mekanisme reaksi polimerisasi tanin dengan formaldehida melalui tahap pertama (a) *hydroxy methylation* dengan penambahan formaldehida; tahap kedua (b) pembentukan jembatan metilen atau (c) pembentukan jembatan metilen eter (Beltran-Heredia et al., 2012)

Ditunjukkan pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, bahwa pori adsorben berupa senyawa tanin yang dipolimerisasi dengan formaldehida memiliki rongga yang berkumpul dan berlapis serta lebih rapat dibandingkan tanin yang tidak dipolimerisasi. Rongga yang terbentuk lebih kaku yang menunjukkan telah terjadi interaksi antara serbuk daun dan formaldehida (Nurkaromah dan Sukandar, 2017).



Gambar 2.3 (a) Permukaan pori tanin yang tidak terpolimerisasi. (b) Permukaan pori tanin yang terpolimerisasi dengan formaldehida (Nurkaromah & Sukandar, 2017)

2.2 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses terjerapnya suatu molekul atau ion pada permukaan adsorben. Proses penjerapan dapat dibagi menjadi dua jenis yakni penjerapan fisika atau fisiosorpsi dan penjerapan secara kimia atau kemisorpsi. Pada fisiosorpsi terdapat gaya van der waals yang akan mengikat adsorbat pada adsorben. Pada kemisorpsi terjadi ikatan melalui reaksi kimia. Kemisorpsi akan lebih dulu mengalami adsorpsi fisik lalu dilanjutkan terjadinya ikatan kimia seperti ikatan kovalen (Syauqiah et al., 2011).

Proses adsorpsi terjadi ketika permukaan padat yang bersentuhan dengan larutan cenderung menumpuk lapisan molekul terlarut pada permukaan tersebut karena ketidakseimbangan gaya pada permukaan, sehingga terbentuk lapisan adsorbat monomolekul pada permukaan padat tersebut. Gaya sisa valensi molekul pada permukaan membentuk permukaan. Adsorpsi fisik disebabkan oleh kondensasi molekul dalam kapiler padat. Unsur dengan berat molekul lebih besar lebih mudah diadsorpsi (Widayatno et al., 2017).

Dalam proses adsorpsi ion Cd(II) oleh adsorben korteks Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*) proses adsorpsi dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama adalah proses adsorpsi fisik, tanin pada adsorben dapat menarik ion logam berat seperti

Cd(II) ke permukaan adsorben melalui gaya van der Waals tanpa pembentukan ikatan kimia. Proses ini bersifat lemah, cepat, dan reversibel, serta umumnya terjadi pada tahap awal kontak antara adsorbat dan adsorben. Sementara itu, dalam adsorpsi kimia, gugus aktif pada adsorben berinteraksi langsung dengan ion logam melalui pembentukan ikatan kimia, seperti ikatan kovalen atau ionik. Proses ini bersifat kuat, spesifik, dan sering kali irreversible (Pei et al., 2019). Oleh karena itu, tanin dapat menjalankan peran ganda dalam proses adsorpsi, yaitu menjerap secara fisik dan mengikat kuat ion logam Cd(II) secara kimia, sehingga menjadikannya komponen efektif dalam bahan adsorben alami untuk pengolahan air tercemar logam berat.

2.2.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu (Syauqiah et al., 2017; Nurkaromah dan Sukandar, 2017):

1. Pengadukan

Kecepatan adsorpsi dipengaruhi oleh difusi pori yang bergantung pada kecepatan pengadukan dalam sistem. Difusi pori umumnya mencapai optimum bila kontak sistem terjadi dengan pengadukan yang kuat. Namun apabila pengadukan terlalu kuat dan cepat kemungkinan rusaknya struktur adsorben sehingga proses adsorpsi kurang maksimal (Purwitasari et al., 2022).

2. Luas Permukaan Adsorben

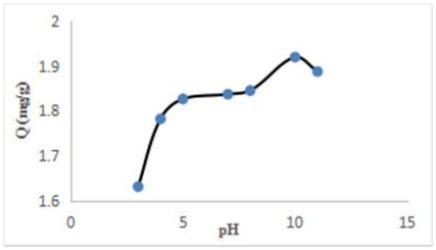
Luas permukaan adsorben mempengaruhi tersedianya tempat adsorpsi. Makin besar luas permukaan adsorben makin besar pula adsorpsi yang dilakukan.

3. Jenis Adsorben

Adsorben mempunyai ciri tersendiri dalam proses adsorpsi. Adsorben polar cenderung untuk menyerap adsorbat polar.

4. pH Larutan

pH merupakan salah satu faktor yang paling menentukan pada peristiwa adsorpsi. pH larutan dapat mempengaruhi nilai adsorpsi karena pH menentukan derajat disosiasi adsorbat. Selain itu pH juga mempengaruhi muatan permukaan adsorben sehingga mengubah kemampuannya menyerap senyawa organik dan anorganik dalam bentuk ion.



Gambar 2.4 Kurva hubungan antara pH larutan terhadap kapasitas adsorpsi ion Cd(II) (Nafila et al., 2023)

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Nafila et al. (2023) penentuan pH optimum yang dikontakkan dengan adsorben ampas teh dan larutan Cd diperoleh pH optimum 10 dengan jumlah teradsorpsi (Qa) sebesar 1,9193 q dengan % teradsorpsi sebesar 95,9690%.

5. Kemurnian adsorben

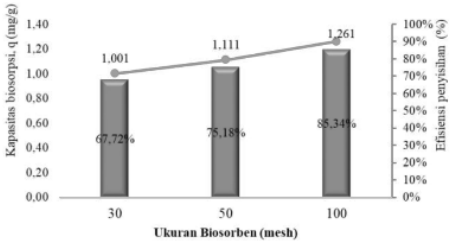
Sifat adsorben yang mempengaruhi adsorpsi adalah kemurnian adsorben. Kemurnian adsorben dapat ditingkatkan melalui proses aktivasi. Adsorben buatan sering digunakan karena mempunyai kemurnian yang tinggi.

6. Suhu

Reaksi pada adsorpsi biasanya terjadi secara eksotermis. Kecepatan adsorpsi akan naik pada temperatur yang lebih rendah dan akan turun pada temperatur lebih tinggi.

7. Ukuran Adsorben

Ukuran partikel biosorben akan mempengaruhi kapasitas adsorpsi yang terjadi. Tingkat adsorpsi akan meningkat dengan adanya penurunan ukuran partikel.

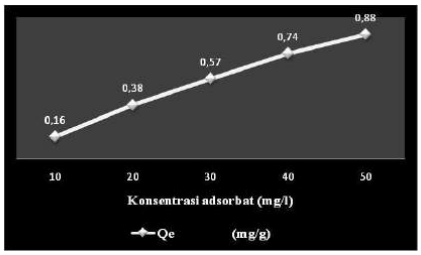


Gambar 2.5 Diagram pengaruh ukuran adsorben daun akasia terhadap kapasitas adsorpsi ion Pb(II) (Nurkaromah & Sukandar, 2017).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Nurkaromah & Sukandar (2017) diketahui bahwa biosorben berpartikel 100 mesh mempunyai efektivitas yang lebih besar dibandingkan dengan biosorben berpartikel 30 mesh dan 50 mesh. Biosorben berpartikel 100 mesh memiliki luas permukaan yang lebih besar dikarenakan mempunyai ukuran yang kecil sehingga saat kontak dengan larutan Pb(II) dapat menyerap kandungan Pb(II) lebih optimal.

8. Konsentrasi adsorbat

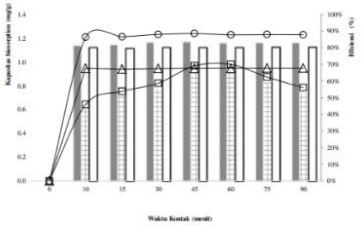
Adsorpsi akan meningkat dengan kenaikan konsentrasi adsorbat. Nilai adsorpsi akan tetap jika terjadi kesetimbangan antara konsentrasi adsorbat yang diserap dengan konsentrasi adsorbat yang tersisa dalam larutan.



Gambar 2.6 Kurva pengaruh konsentrasi adsorbat terhadap kapasitas adsorpsi Fe(II) (Irawan, 2018)

9. Waktu Kontak

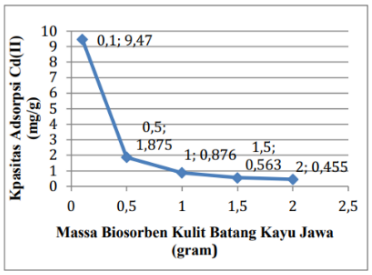
Pada penelitian yang telah dilakukan Nurkaromah dan Sukandar (2017) tanin yang dipolimerisasi pada adsorben daun akasia memiliki kapasitas optimum terhadap ion Pb(II) dengan waktu kontak selama 75 menit. Hal tersebut disebabkan karena tersedianya situs-situs aktif pada permukaan adsorben. Setelah situs-situs tersebut terisi oleh logam Pb(II), maka laju adsorpsi menjadi lebih lambat hingga mencapai kesetimbangan



Gambar 2.7 Kurva pengaruh waktu kontak terhadap adsorben daun akasia terhadap kapasitas adsorpsi ion Pb(II) (Nurkaromah & Sukandar, 2017)

10. Massa Adsorben

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Wulandari et al. (2023) diketahui bahwa massa adsorben Korteks Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*) 0,1 gram memiliki kapasitas adsorpsi terbesar. Selain itu, keseluruhan kapasitas adsorpsi yang dihasilkan cenderung menurun seiring dengan bertambahnya massa biosorben. Menurut Mariadas et al. (2012) dalam Wulandari et al. (2023), semakin besar massa biosorben, maka semakin besar kapasitas adsorpsinya. Hal tersebut terjadi karena seiring dengan bertambahnya massa biosorben, maka jumlah partikel dan luas permukaan semakin meningkat sehingga sisi aktif adsorpsi semakin bertambah. Dengan demikian, kapasitas adsorpsi akan meningkat. Namun, apabila massa biosorben terus ditambah setelah mencapai massa tertentu, maka kapasitas adsorpsinya akan menurun.



Gambar 2.8 Kurva pengaruh massa adsorben korteks Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*) terhadap kapasitas adsorpsi ion Cd(II) (Wulandari et al., 2023)

2.3 Metode Penetapan Kapasitas Adsorpsi Logam Berat

2.3.1 Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) merupakan suatu metode menggunakan instrumen yang didasarkan pada proses penyerapan energi oleh atom atom pada panjang gelombang tertentu dalam keadaan ground state atau dasar. Penyerapan tersebut menyebabkan elektron mengalami eksitasi dalam kulit atom ke tingkat energi yang lebih tinggi. Atom bebas akan berinteraksi dengan berbagai bentuk energi seperti energi panas, elektromagnetik, kimia, dan listrik. Interaksi tersebut yang akan menimbulkan proses absorpsi dan emisi radiasi dan panas. Energi tabung gas berupa radiasi dan panas tersebut nantinya akan dideteksi oleh detektor untuk selanjutnya dapat diolah data hasil (Nasir, 2019).

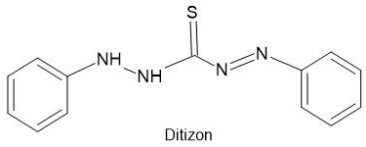
Penentuan kapasitas adsorpsi ion logam berat dari suatu adsorben diidentifikasi menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Seperti

halnya pada penelitian Wulandari et.al, (2023) tentang pengaruh massa adsorben simplisia korteks Kayu Jawa terhadap kapasitas ion Cd(II) yang dilakukan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Sampel yang digunakan dalam penentuan kapasitas adsorpsi ion Cd(II) menggunakan metode SSA harus dalam suasana asam, sehingga semua sampel yang akan dianalisis harus dibuat dalam suasana asam dengan pH antara 2 sampai 3 (Shofiyyah & Amelia, 2020). Sedangkan senyawa tanin pada pH asam sebagai adsorben dalam simplisia korteks Kayu Jawa akan mengalami desorpsi yang mengakibatkan tanin akan ikut terlarut pada larutan logam (Sinaga et al., 2015).

2.3.2 Spektrofotometri UV-Vis dengan Pengompleks Ditizon

Spektrofotometri UV-Vis merupakan suatu metode analisis yang mengukur senyawa berdasarkan kemampuan senyawa tersebut dalam menyerap atau mengabsorbsi sinar cahaya yang menghasilkan cahaya monokromatik pada rentang panjang gelombang 200 hingga 800 nm (Asiska, 2018). Prinsip spektrofotometri UV-Vis didasarkan pada penyerapan cahaya pada panjang gelombang UV (ultraviolet) dan Vis (visible) atau tampak oleh sampel yang mengandung zat tertentu, dan diukur konsentrasinya. Banyaknya cahaya yang diserap suatu larutan sebanding dengan konsentrasi zat dalam larutan (Ermi et al., 2022).

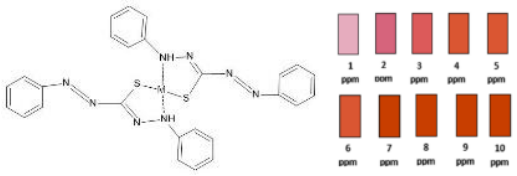
Spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan dalam analisis kadar logam berat, dengan syarat harus dilakukan pengompleksan dengan suatu senyawa salah satunya adalah ditizon (Lilis et al., 2022).



Gambar 2.9 Struktur senyawa ditizon (Palupi et al., 2020)

Ditizon atau diphenylthiocarbazone merupakan senyawa pembentuk kompleks yang dapat menghasilkan warna khas. Ditizon larut dalam suasana basa, kloroform, karbon tetraklorida, dan pelarut organik yang akan memberikan warna hijau. Logam-logam yang dapat bereaksi dengan ditizon yaitu Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, Tl, Sn, Pb, Bi, Mn, Co, Ni, Pd, dan Pt. masing-masing logam dalam analisis menggunakan ditizon akan memberikan warna yang khas (Kustiawan dan Pratiwi,

2016). Ditizon yang berikatan dengan logam Cd akan terbentuk kompleks Cd-Ditizon berwarna merah muda hingga merah (Tiara et al., 2022)..



(a) (b)

Gambar 2.10 (a) Reaksi kompleks logam-ditizon. (b) Kompleks warna merah muda hingga merah antara logam Pb dengan ditizon (Palupi et al., 2020)