

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Tanaman *Pandanus tectorius*

Tanaman pandan merupakan salah satu jenis tanaman semak yang tumbuh liar di Indonesia. *Pandanus tectorius* merupakan pohon atau semak yang tumbuh tegak dapat mencapai ketinggian hingga 3-7 m, dalam satu pohon mempunyai beberapa cabang dengan akar tunjang sekitar pangkal batang. Daun berwarna hijau, memiliki panjang sekitar 3-9 cm dan ujung berbentuk segitiga lancip, tepi daun serta lapisan bawah dari ibu tulang daun berduri (Tranggono, 2013). Buah tanaman pandan berbentuk majemuk menggantung berbentuk bola. Buahnya keras seperti batu berukuran 2-6,5 cm. *Pandanus tectorius* atau biasa disebut sebagai pandan laut karena hidup disekitaran pantai ini mampu beradaptasi dengan berbagai jenis tanah yang ada di pesisir, termasuk tanah pasir kuarsa, pasir karang, gambut, kapur, dan juga basalt, kadar garam tinggi, hembusan angin yang terus menerus, menyenangi tanah dengan pH antara 6-10, dan tumbuh sangat baik di bawah cahaya matahari penuh (Thomson dkk, 2006).

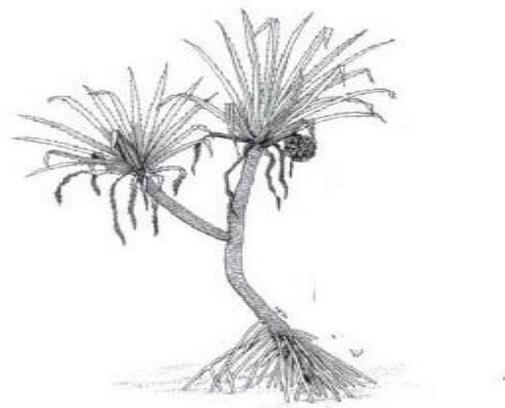
Tanaman marga *Pandanus* sering dimanfaatkan sebagai bahan pembuat anyam-anyaman seperti tikar pandan, tas atau bahan pembungkus yang terutama digunakan dari bagian daun. Pandan ini memiliki banyak cabang, daunnya berwarna hijau dengan panjang 90-150 cm dan lebarnya mencapai 4 cm (Purseglove 1972). Menurut USDA (2003) dalam

Martinalova (2004), bahwa klasifikasi pandan laut (*Pandanus tectorius*) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Taksonomi *Pandannus tectorius*

Kerajaan	Plantae
Subkerajaan	Tracheobionta
Superdivisi	Spermatophyta
Divisi	Magnoliophyta
Kelas	Liliopsida
Subkelas	Arecidae
Bangsa	Pandanales
Keluarga	Pandanaceae
Marga	Pandanus
Jenis	<i>Pandanus tectorius</i>

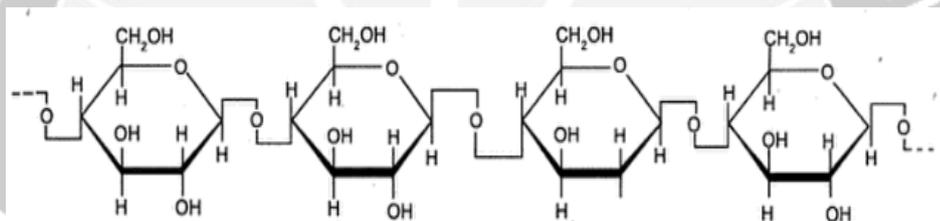
Pandan duri atau biasa disebut pandan tikar dapat digunakan untuk kerajinan tangan atau anyaman seperti tikar karena memiliki kandungan serat. Serat pandan termasuk golongan jenis serat alami (*natural fiber*) yang berasal dari suku *Pandanaceae* yang biasa tumbuh di pesisir pantai. Daun pandan laut (*Pandanus tectorius*) memiliki komponen kimia terdiri dari 37,3% selulosa, 34,4% hemiselulosa, 15,7% pentosa, 24,0% lignin, dan 2,5% ekstraktif (Sheltami dkk, 2012). Pandan duri (*Pandanus tectorius*) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Pandanus tectorius* (Wetlands International Indonesia Progame, 2018)

B. Selulosa

Selulosa memiliki ciri-ciri berwarna putih, zat padat amorf dan tidak larut dalam air dan pelarut organik umum. Berdasarkan analisis sinar-X menyatakan bahwa selulosa terdiri dari rantai-rantai panjang sejajar sehingga membentuk serat-serat panjang karena adanya ikatan hidrogen (Sumardjo, 2009). Gugus OH pada selulosa berperan sebagai adsorpsi karena ion logam berat akan diikat pada gugus hidroksil (OH) atau gugus yang memiliki pasangan elektron sunyi dari suatu bahan organik (Ningsih dkk, 2016).



Gambar 2. Struktur selulosa (Sumardjo, 2009)

Selulosa adalah bahan alam yang paling penting yang dibuat oleh organisme hidup karena merupakan penyusun dasar struktur sel-sel tanaman. Kadar selulosa yang tinggi sekitar 35-50% dari berat kering tanaman menjadikan selulosa sebagai komponen utama penyusun dinding sel tanaman (Saha, 2004). Selulosa dihasilkan dari alam yang bergabung dengan lignin dan hemiselulosa karena dalam lignoselulosa, selulosa terjebak didalam matrik lignin dan hemiselulosa. Sehingga perlu hidrolisis lignoselulosa dengan menggabungkan transformasi dan pemecahan secara kimia, dan

menghasilkan komponen selulosa. (Iranmahboob dkk.,2002; Sun dan Cheng, 2002).

Lignin tersusun atas unit-unit fenilpropana yang berfungsi sebagai perekat untuk mengikat antar sel dan memberi ketegaran pada sel. Lignin dalam larutan alkali akan berdifusi sehingga terjadi pelepasan gugus metoksil yang membuat lignin larut dalam alkali. Pada suasana asam, lignin akan mengalami kondensasi yaitu lignin terlepas dari selulosa dan mengendap (Putera, 2012).

Selulosa berfungsi memberikan daya tarik pada sel dan adanya ikatan kovalen yang kuat pada cincin piranosa dan antar gula penyusun selulosa sehingga semakin tinggi kadar selulosa maka kelenturan juga semakin tinggi (John dan Thomas, 2008). Molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan mempunyai kecenderungan kuat membentuk ikatan-ikatan hidrogen, baik dalam satu rantai polimer selulosa maupun antar rantai polimer yang berdampingan. Ikatan hidrogen ini menyebabkan selulosa bisa terdapat dalam ukuran besar, dan memiliki sifat kekuatan tarik yang tinggi (Surest dan Satriawan, 2010).

C. Bioadsorpsi

Proses perpindahan molekul dari larutan ke dalam pori-pori adsorben disebut adsorpsi. Adsorpsi menyebabkan difusi eksternal yang menyebabkan molekul-molekul logam dalam larutan berpindah ke permukaan adsorben. Setelah, terjadi perpindahan dan molekul-molekul tersebut terperangkap lalu

terjadi difusi pori yaitu ion logam berpindah ke bagian lebih dalam dari adsorben (Rohani dkk, 2015).

Terjadinya pemisahan suatu fluida dari komponen tertentu berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben) disebut adsorpsi atau penyerapan. Namun, adsorben juga akan mengalami peristiwa mendekati jenuh karena partikel - partikel kecil yang berada dalam suatu hamparan tetap dan fluida mengalir dalam aliran tersebut menyebabkan adsorben mendekati jenuh yang berakibat berkurangnya kemampuan pemisahan yang diinginkan dan daya serap menjadi menurun. Peristiwa adsorpsi sering ditemukan dan digunakan dalam industri kimia, seperti untuk pemisahan gas, mengurangi kelembabab udaran, penghilang bau dan penyerapan gas yang tidak diinginkan dalam suatu hasil produksi (Sunarya, 2006)

Secara biologi adsorpsi dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan alam seperti tumbuhan, sehingga disebut bioadsorpsi. Bioadsorpsi memiliki keuntungan antara lain efisiensi tinggi pada larutan encer, proses regenerasinya mudah, biaya yang dibutuhkan murah, serta dapat minimalisasi pembentukan lumpur (Ashraf, 2010). Selulosa mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan sebagai penyerap karena gugus -OH yang terikat dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat. Mekanisme serapan yang terjadi antara gugus -OH yang terikat pada permukaan dengan Ion logam yang bermuatan positif (kation) merupakan mekanisme pertukaran ion (Nurhayati dan Sutrisno, 2011).

Berdasarkan Syauqiah dkk (2011), bahwa faktor - faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah :

1) Luas permukaan

Semakin luas suatu luas permukaan adsorben maka akan semakin besar yang teradsorpsi. Ukuran partikel dan jumlah adsorben juga menentukan luas permukaan adsorben.

2) Jenis adsorbat

Kepolaran suatu adsorbat menyebabkan kemampuan adsorpsi meningkat artinya memiliki kemampuan tarik-menarik terhadap molekul lain daripada nonpolar. Adsorbat yang memiliki rantai cabang rantai lurus akan mempermudah proses adsorpsi.

3) Struktur molekul adsorbat

Struktur hidroksil dan amino pada adsorbat akan mengurangi kemampuan penyisihan. Sedangkan, adanya nitrogen pada adsorbat akan meningkatkan kemampuan penyisihan.

4) Konsentrasi dan jenis adsorbat

Semakin besar konsentrasi adsorbat maka semakin banyak substansi yang terjerap pada permukaan adsorben. Adsorben yang bersifat asam akan mudah menyerap adsorbat yang bersifat basa, begitu juga sebaliknya. Sifat asam dan basa menyebabkan saling tarik menarik.

5) Suhu

Pemanasan dapat meningkatkan daya serap adsorben karena suhu panas menyebabkan pori-pori adsorben menjadi terbuka. Namun, jika pemanasan terlalu tinggi maka akan merusak adsorben.

6) pH

kompetisi ion logam dan kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi (karboksi, hidroksi, amino) pada adsorben dipengaruhi oleh pH dalam proses adsorpsi.

7) Kecepatan pengadukan

Proses pengadukan yang terjadi pada adsorben dan adsorbat yang terlalu lama menyebabkan proses adsorpsi menjadi lambat dan jika pengadukan terlalu cepat maka dapat merusak struktur adsorben menyebabkan proses adsorpsi kurang optimal

8) Waktu kontak

Tipe biomassa, ukuran dan fisiologi biomassa, ion yang terlibat serta konsentrasi logam berpengaruh terhadap kesetimbangan waktu. Kesetimbangan waktu menyebabkan adsorpsi yang maksimum.

D. Logam Tembaga (Cu)

Tembaga adalah logam yang memiliki nomor atom 29, massa atom sebesar 63,546, titik didih 2310 °C, titik lebur 1083 °C, jari-jari atom 1,173 Å dan jari-jari ion Cu²⁺ 0,96 Å. Tembaga adalah logam transisi (golongan 1B) yang berwarna kemerahan, mudah rengang dan mudah dibentuk. Namun,

tembaga dapat bersifat racun bagi makhluk hidup (Kundari dan Wiyuniati, 2008). Logam tembaga dalam konsentrasi tinggi dapat bersifat toksik atau racun bagi makhluk hidup. Konsentrasi 0,01 ppm fitoplankton akan mati karena Cu menghambat aktivitas enzim dalam pembelahan sel fitoplankton. Konsentrasi Cu dalam kisaran 2,5-3,0 ppm dalam badan perairan akan membunuh ikan-ikan (Palar, 2004).

Logam dalam kadar tertentu dalam air minum dibutuhkan oleh manusia dalam jumlah yang kecil untuk metabolisme. Konsentrasi larutan 0,1 ppm dapat bersifat racun bagi semua tumbuhan dan bersifat racun bagi domba pada konsentrasi diatas 20 ppm (Sutrisno dkk; 1996, Widaningrum dkk, 2007). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010, menetapkan bahwa ambang batas atau kandungan maksimal logam tembaga (Cu) dalam air minum yang diperbolehkan adalah sebesar 2 mg/L.

Tembaga (Cu) dapat mempengaruhi sistem kerja enzim, karena dapat menghambat enzim *dihydrolipoyl dehydrogenase* dan sistem *pyruvat dehydrogenase* juga terhambat sehingga mengganggu metabolisme energi dalam sel (Widowati dkk, 2008). Gejala-gejala yang terjadi karena keracunan tembaga (Cu) akut pada manusia adalah sakit perut, mual, muntah, netrofisis, hemolisis, kejang-kejang dan akhirnya mati. Sedangkan, dampak akibat keracunan kronis menyebabkan tembaga (Cu) tertumpuk pada hati dan terjadi hemolisis. Hemolisis terjadi karena tertimbunnya H_2O_2 dalam sel darah merah sehingga terjadi oksidasi dari lapisan sel yang mengakibatkan sel

menjadi pecah. Defisiensi suhu dapat menyebabkan anemia dan pertumbuhan terhambat (Darmono, 2005). Gejala akut tembaga (Cu) lainnya seperti muntahan berwarna hijau-kebiruan, hematemesis, hipotensi, melena, koma dan penyakit kuning bahkan terjadi nekrosis setrilobular pada hati (Widowati dkk, 2008). Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Satuan	Golongan	
		I	II
Zat padat larut (TDS)	mg/L	2.000	4.000
Zat padat suspensi (TSS)	mg/L	200	400
pH	-	6,0-9,0	6,0-9,0
Tembaga (Cu)	mg/L	2	3

E. Hipotesis

1. Selulosa dari daun Pandan Duri (*Pandanus tectorius*) dapat mengadsorbsi logam tembaga (Cu)
2. Penambahan selulosa daun Pandan Duri (*Pandanus tectorius*) sebanyak 2 gram selama 40 menit paling efektif dalam menurunkan kadar logam tembaga (Cu).
3. Penambahan selulosa daun Pandan Duri (*Pandanus tectorius*) dengan variasi waktu berpengaruh terhadap kadar tembaga (Cu), pH, TDS dan TSS.