

USE OF PHOSPHORIC ACID AS BIOADSORBENT ACTIVATOR OF KETAPANG LEAVES (*Terminalia sp.*) TO REDUCE RHODAMINE B CONTAMINANTS

Nadya Hasna*, Dedy Suprayogi, Abdul Hakim

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya
Jl. A. Yani No. 117 Surabaya, 60237, Indonesia

* E-mail corresponding author: ndyhsn22@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 06-07-2021 Received in revised form: 20-08-2021 Accepted: 09-09-2021 Published: 01-10-2021</p> <hr/> <p><i>Keywords:</i> Adsorption Bioadsorbent Ketapang Rhodamine B</p>	<p><i>Ketapang contains tannin and phenolic compounds which are known to absorb metals and pollutants in the air. The purpose of this study was to determine the effectiveness of the bioadsorbent from ketapang leaves (<i>Terminalia sp.</i>) on the adsorption of Rhodamine B dye without activation and with activation by 10% phosphoric acid. The study began with testing the variation of mass, time, and concentration of Rhodamine B by ketapang leaves. Then the adsorption process was carried out using a batch system and the concentration of the filtrate was measured using a UV-Vis spectrophotometer. Followed by the isotherm analysis of Freundlich and Langmuir. The results showed that the bioadsorbent ability of ketapang leaves without activation or with activation by 10% H_3PO_4 in terms of mass variation, contact time, and Rhodamine B concentration were 300 mg, contact time was 90 & 120 minutes, and Rhodamine B concentration was 10 mg/L - 30 mg/L. The maximum bioadsorbent capacity of ketapang leaves (Q_m) without activation was 3.7037 mg/g, while that of ketapang leaves with phosphoric acid activation was 1.0673 mg/g. The adsorption model used by the ketapang leaf bioadsorbent is the Freundlich isotherm where the R^2 value close to 1 is 0.9573.</i></p>

PENGGUNAAN ASAM FOSFAT SEBAGAI AKTIVATOR BIOADSORBEN DAUN KETAPANG (*Terminalia sp.*) UNTUK MENURUNKAN KONTAMINAN RHODAMIN B

Abstrak- Ketapang memiliki kandungan senyawa tanin dan fenolik yang diketahui dapat menjerap logam maupun zat pencemar dalam air. Tujuan dari penelitian ini ialah guna mengetahui efektifitas bioadsorben dari daun ketapang (*Terminalia sp.*) pada adsorpsi zat warna Rhodamin B tanpa aktivasi dan dengan aktivasi oleh asam fosfat 10%. Penelitian diawali dengan pengujian variasi massa, waktu, dan konsentrasi Rhodamin B oleh daun ketapang. Kemudian dilakukan proses adsorpsi menggunakan sistem batch dan hasil filtrat diukur konsentrasinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Dilanjutkan dengan analisis isotherm Freundlich dan Langmuir. Diperoleh hasil penelitian bahwa kemampuan bioadsorben dari daun ketapang tanpa aktivasi maupun dengan aktivasi oleh H_3PO_4 10% ditinjau dari variasi massa, waktu kontak, dan konsentrasi Rhodamin B yakni 300 mg, waktu kontak selama 90 & 120 menit, dan konsentrasi Rhodamin B dari 10 mg/L - 30 mg/L. Kapasitas maksimum bioadsorben daun ketapang (Q_m) tanpa aktivasi diperoleh hasil sebesar 3,7037 mg/g, sedangkan daun ketapang dengan aktivasi asam fosfat yakni 1,0673 mg/g. Model adsorpsi yang digunakan bioadsorben daun ketapang yakni isotherm Freundlich dimana nilai R^2 yang mendekati 1 adalah 0,9573.

Kata kunci: Adsorpsi, Bioadsorben, Ketapang, Rhodamin B

PENDAHULUAN

Industri tekstil di Indonesia dewasa ini semakin berkembang pesat setiap tahunnya. Membahas mengenai tekstil dan produk tekstil (TPT), China sendiri merupakan *Global leader* dalam bidang ini. Dimana saat ini China menguasai >50% produksi TPT di dunia, pada tahun 2014 ekspornya mendominasi 35% dari total nilai ekspor TPT seluruh dunia. Diikuti oleh India yang berada pada posisi ke-2 dunia dengan dominasi 5%. Pada peringkat ke-5 dan ke-9 terdapat negara Bangladesh dan Vietnam dengan persentase masing-masing dominasi sebesar 3,6% dan 3%. Indonesia sendiri menduduki peringkat ke tujuh belas eksportir TPT dunia dengan kontribusi 1,5%. Hal ini menjadikan Asia menjadi yang terbesar dalam hal produksi dan ekspor TPT dunia (Djpen Kemendag, 2016).

Air limbah industri tekstil didominasi oleh cemaran dari zat warna. Hal ini dikarenakan pada penggunaan pewarna baik alami maupun sintetis pada proses produksinya. Dimana kenyataannya tahap pewarnaan berada pada *range* antara 100-120 mg.L⁻¹, dengan hanya 50% zat warna tersebut yang dapat daur ulang dan sisanya dibuang berupa limbah (Sukarta & Lusiani, 2016). Rhodamin B merupakan zat warna sintetis yang bersifat basa dan polar dimana memiliki kelarutan yang baik dalam air dan alkohol (Putri dkk., 2017). Masuknya Rhodamin B secara berlebihan ke lingkungan perairan dapat mempengaruhi fotosintesis dan pH dalam air. Hal ini menyebabkan mikroorganisme maupun hewan pada area sekitar perairan akan terganggu. Sedangkan akumulasinya apabila masuk dalam tubuh manusia dapat menyebabkan kanker, iritasi saluran pernapasan, keracunan, dan gangguan pencernaan (Sahara dkk., 2018).

Banyak teknologi pengolahan limbah yang saat ini tengah dikembangkan. Salah satunya adalah adsorpsi. Adsorpsi ialah sebuah proses penyerapan suatu molekul dalam suatu larutan pada permukaan pori (Saputri, 2020). Salah satu yang dapat dimanfaatkan sebagai bioadsorben ialah daun ketapang. Ketapang diketahui memiliki kandungan senyawa obat seperti flavonoid, triterpenoid/steroid, alkaloid, saponin, resin, dan tannin (Inayatillah, 2016).

Tanin ialah salah satu jenis senyawa memiliki beberapa gugus fungsi dan karboksil. Salah satu dari sifat tanin ini adalah pengjerap logam yang sangat kuat (Lestari, 2010). Ekstrak daun ketapang sendiri diketahui memiliki kandungan senyawa fenolik yang juga dapat digunakan untuk mengikat logam berat dikarenakan daun ketapang mempunyai unsur karbon yang tinggi (Islamiah 2016).

Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan daun ketapang sebagai bioadsorben yang sebelumnya telah diberi perlakuan berupa aktivasi

menggunakan asam fosfat (H₃PO₄). Aktivasi ini bertujuan untuk membuka pori bioadsorben dan memperluas permukaan bioadsorben sehingga diharapkan bioadsorben memiliki kemampuan daya serap yang optimal. Selain itu, bioadsorben dari daun ketapang yang dipanaskan dengan suhu 120°C selama 4 jam, yang kemudian diaktivasi dengan asam fosfat (H₃PO₄) 10% telah memenuhi standar kadar air berdasarkan SNI 06-3730-1995. Bioadsorben daun ketapang teraktivasi asam fosfat sendiri dapat dimanfaatkan sebagai adsorben Rhodamin B karena mengandung senyawa tanin dan fenolik dengan gugus O-H (Hasna, 2021).

Penggunaan bioadsorben alami dari daun ketapang telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Antara lain ialah penelitian yang telah dilaksanakan oleh (Yully, 2015), dimana bioarang limbah daun ketapang memiliki kapasitas adsorpsi terbesar pada K-30, K-60 dan K-120 yakni 4,3478; 6,0024 dan 5,1282 mg/g. Maka dari itu, penelitian ini diharapkan mampu mengetahui efektifitas bioadsorben daun ketapang (*Terminalia sp.*) dalam mengadsorpsi zat warna sintesis Rhodamin B dengan aktivasi oleh asam fosfat (H₃PO₄).

METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dimulai dari menguji massa adsorben, waktu kontak dan konsentrasi optimum Rhodamin B. Dilanjutkan dengan menguji konsentrasi Rhodamin B dengan Spektrofotometri Uv-Vis. Untuk pengolahan data dimulai dari analisis gugus fungsi daun ketapang, menentukan % efisiensi adsorpsi, perhitungan kapasitas adsorpsi, dan penentuan isotherm Langmuir dan Freundlich.

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain gelas erlenmeyer, gelas beaker, *magnetic stirrer*, neraca/timbangan, oven Spektrofotometer UV-Vis, Spektrofotometer FTIR, kertas saring, tabung reaksi, pipet, gelas ukur, ayakan 100 mesh, blender, corong, spatula, pH meter, blender dan labu ukur.

Bahan

Bahan yang diperlukan pada penelitian ini antara lain asam fosfat (H₃PO₄) 10%, aquades daun ketapang, bubuk Rhodamin B, larutan FeCl₃, Ethanol 96%.

PROSEDUR PENELITIAN

Penyiapan Bioadsorben Daun Ketapang

Daun ketapang yang sebelumnya telah dikumpulkan selanjutnya dicuci bersih menggunakan air mengalir kemudian dijemur di bawah sinar matahari selama 1 jam dimana proses ini disebut proses dehidrasi. Selanjutnya daun yang

telah dijemur dipotong berukuran kecil kemudian dioven pada suhu 120°C dalam waktu 4 jam. Setelah itu daun diangkat dan diangin-anginkan untuk kemudian dihaluskan dengan blender dan dilakukan pengayakan dengan ukuran lolos 100 mesh. Pengayakan bertujuan untuk menyeragamkan ukuran. Hal ini dikarenakan ukuran partikel adsorben mempengaruhi kecepatan proses adsorpsi. Dimana kecepatan adsorpsi akan mengalami peningkatan seiring dengan ukuran partikel adsorben yang semakin kecil (Utomo, 2014).

Pembuatan Larutan Standar dan Kurva Kalibrasi

Pembuatan larutan induk Rhodamin B 100 ppm dalam 1000 mL aquadest dengan mengencerkan 0,113 gram serbuk Rhodamin B. Kemudian diencerkan menjadi variasi konsentrasi 10, 15, 20, 25 dan 30 ppm dalam 50 mL. Untuk membuat deret larutan kurva standar dilakukan dengan memipet sebanyak 10 mL dari larutan induk 100 ppm ke dalam 100 mL aquadest. Setelah itu diencerkan menjadi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm dalam 30 mL aquadest. Untuk penentuan panjang gelombang optimum diukur larutan dengan konsentrasi 1 ppm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Selanjutnya akan diukur nilai absorbansi dari deret larutan kurva standar sehingga dapat dibuat kurva standar dengan cara memplotkan pada sumbu x (konsentrasi) dan sumbu y (adsorbansi).

Aktivasi Bioadsorben oleh Asam Fosfat

Digunakan aktivator asam fosfat dengan konsentrasi 10% dengan perbandingan 1:4. Asam fosfat dapat memperluas permukaan pori dikarenakan asam fosfat termasuk asam kuat yang dapat mengangkat senyawa hidrokarbon sehingga terjadinya pembentukan pori (Damanik & Gumiri, 2020). Tahap aktivasi dilakukan dengan cara merendam serbuk bioadsorben daun ketapang selama 24 jam dengan larutan asam fosfat. Setelah 24 jam, bioadsorben disaring dan dibilas menggunakan aquadest hingga pH netral. Setelah itu bioadsorben daun ketapang dioven selama 2 jam pada suhu 120°C untuk mengurangi kadar air selama proses aktivasi berlangsung.

Penentuan Massa Optimum

Disiapkan 5 buah gelas beaker 250 ml yang masing-masing telah diisi air limbah Rhodamin B 25 ppm. Setelah itu masing-masing gelas beaker diberi label dengan variasi massa 100, 150, 200, 250, dan 250 mg. Kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 150 rpm selama 120 menit. Selanjutnya diendapkan selama 30 menit dan dipisahkan antara substrat dengan filtratnya menggunakan kertas saring. Filtrat yang telah

dipisahkan kemudian diukur kadar konsentrasi akhir setelah perlakuan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Penentuan Waktu Optimum

Sebanyak 3 buah gelas beaker berukuran 250 mL diisi masing-masing air limbah Rhodamin B 25 ppm sebanyak 50 mL. Kemudian masing-masing gelas diberi massa adsorben optimum dan diberi tanda dengan label pada pemberian variasi waktu 30 menit, 60 menit, dan 120 menit. Selanjutnya diaduk menggunakan batang pengaduk (*magnetic stirrer*) selama waktu kontak dengan kecepatan 150 rpm. Kemudian antara substrat dan filtrat disaring dengan menggunakan kertas saring dan filtratnya diukur kadar konsentrasi akhirnya pada panjang gelombang optimum menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis

Penentuan Konsentrasi Optimum

Sebanyak 5 buah gelas beaker berukuran 250 ml masing-masing diberi larutan Rhodamin B dengan variasi konsentrasi 10, 15, 20, 25 dan 30 ppm. Selanjutnya masing-masing gelas diberi bioadsorben dengan massa optimum dan dilakukan pengadukan pada kecepatan 150 rpm selama waktu kontak optimum yang diperoleh dari hasil percobaan yang sebelumnya. Selanjutnya substrat dan filtrat disaring dan filtratnya diukur menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis untuk mengetahui konsentrasi sampel setelah perlakuan.

Ekstraksi dan Uji Fitokimia

Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi. Proses ekstraksi menggunakan metode maserasi ini dilakukan dengan cara beberapa kali penadukan yang dilakukan pada suhu ruang (Susanty, 2016). Diawali dengan menimbang serbuk daun ketapang sebanyak 20 gram. Selanjutnya dilakukan proses maserasi menggunakan pelarut etanol 96% selama 3 x 24 jam dimana setiap 24 jam dilakukan pengadukan dan pergantian pelarut yang baru (remaserasi). Kemudian akan diekstraksi menggunakan *rotary evaporator* dengan kecepatan 200 rpm pada suhu 68°C selama 1 jam. Sehingga didapatkan hasil ekstrak pekat daun ketapang yang kemudian akan dilakukan uji fitokimia fenolik dan tanin menggunakan FeCl₃ 1%. FeCl₃ 1% yang digunakan adalah 10 tetes untuk 1-2 ml ekstrak daun ketapang pada uji fenolik. Sedangkan uji tanin digunakan 3 tetes dalam 0,5 ml ekstrak daun ketapang.

Karakterisasi Daun Ketapang

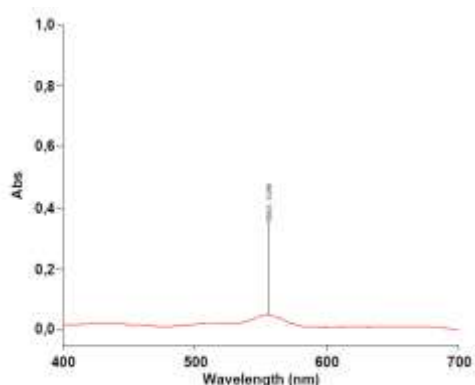
Dalam mengetahui karakteristik bioadsorben dilakukan dengan menggunakan *Fourier Transform InfraRed* atau FTIR. Spektrofotometer FTIR ialah instrumen yang biasa

digunakan untuk mengetahui spektrum vibrasi dari suatu molekul yang berfungsi untuk memprediksi struktur senyawa kimia (Saputri, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

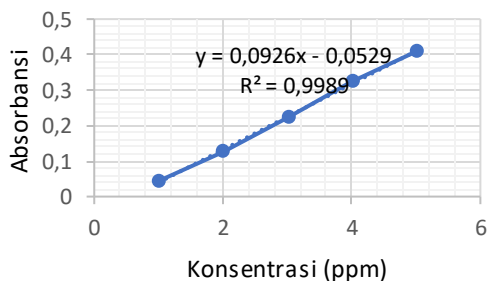
Pembuatan Kurva Standar Rhodamin B

Panjang gelombang optimum ditentukan dengan cara melakukan pengukuran larutan zat warna Rhodamin B dengan konsentrasi 1 ppm menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400–700 nm. Kemudian didapatkan nilai panjang gelombang optimum (λ_{max}) yang akan digunakan sebagai nilai absorbansi maksimum yang telah diperoleh (Kumiasih dkk., 2014).



Gambar 1. Panjang Gelombang Optimum Rhodamin B

Panjang gelombang optimum Rhodamin B pada penelitian ini diperoleh hasil panjang gelombang 556 nm. Panjang gelombang optimum tersebut kemudian akan digunakan untuk mengukur sampel limbah zat warna Rhodamin B pada perlakuan yang lain. Setelah diperoleh panjang gelombang optimum maka dilakukan pengukuran nilai absorbansi pada deret larutan kurva standar dengan variasi konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm menggunakan panjang gelombang optimum.



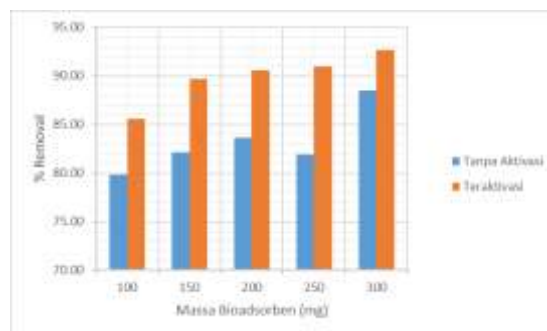
Gambar 2. Kurva Standar Rhodamin B

Hasil dari pengukuran nilai absorbansi deret larutan kurva standar Rhodamin B didapatkan nilai regresi linear $y=0,0926x - 0,0529$ dan nilai koefisien kolerasi $R^2=0,9989$ dimana nilai

mendekati 1. Persamaan regresi linear tersebut dipakai dalam menentukan konsentrasi Rhodamin B setelah diberi perlakuan.

Pengujian Variasi Massa

Pengaruh variasi massa bioadsorben terhadap Pengaruh variasi massa bioadsorben terhadap proses penyerapan Rhodamin B 25 ppm digambarkan pada diagram batang yang ditunjukkan pada Gambar 3. Data tersebut menunjukkan bahwa persen removal bioadsorben daun ketapang teraktivasi lebih besar daripada bioadsorben tanpa aktivasi. Sebab asam fosfat (H_3PO_4) dapat menghilangkan zat pengotor yang masih menempel ketika proses pemanasan sehingga dapat membuka pori-pori dan memperluas permukaannya, sehingga memiliki daya serap terhadap zat warna Rhodamin B yang semakin besar. Selain itu penggunaan asam fosfat sebagai aktivator dapat mengurangi terbentuknya tar dan mampu menghambat kontraksi volume selama proses aktivasi berlangsung (Sihombing, 2019).



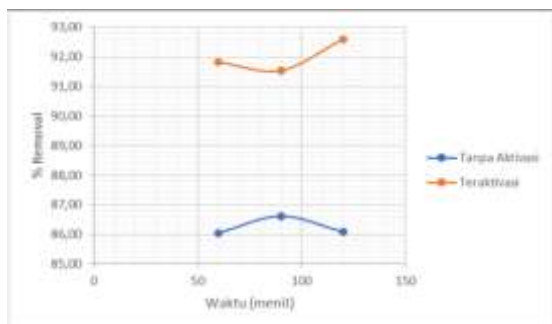
Gambar 3. Persentase Removal Bioadsorben Daun Ketapang Variasi Massa

Dari Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa semakin bertambah massa adsorben maka kemampuan penyerapan bioadsorben terhadap zat warna semakin meningkat. Sehingga nilai persentase removal bioadsorben daun ketapang semakin besar. Peningkatan daya serap ini dikarenakan bertambahnya situs aktif yang terdapat pada permukaan bioadsorben (Fajriah dkk., 2018). Dimana diperoleh massa optimum bioadsorben daun ketapang adalah 300 mg dengan persentase removal 88,47% dan 92,66% untuk daun ketapang tanpa aktivasi dan teraktivasi.

Pengujian Variasi Waktu Kontak

Dalam proses adsorpsi diperlukan waktu kesetimbangan. Dimana hal ini berpengaruh terhadap jumlah zat yang akan teradsorpsi. Semakin lama waktu kontak memungkinkan terjadinya proses difusi dan kemampuan penempelan adsorbat akan semakin besar (Puspitasari, 2012). Diketahui hasil dari pengujian variasi waktu kontak terjadi

penurunan konsentrasi disetiap penambahan waktu kontak. Hal ini disebabkan oleh semakin bertambah waktu, maka akan semakin banyak pula waktu interaksi antara adsorben dan juga adsorbat sehingga akan didapatkan daya serap yang lebih optimum.



Gambar 4. Grafik Persen Removal Bioadsorben Daun Ketapang Variasi Waktu Kontak

Waktu kontak optimum dari bioadsorben daun ketapang berada pada waktu 90 menit dan 120 menit dengan masing-masing persentase penyisihannya 86,61% dan 92,59% untuk daun ketapang tanpa aktivasi dan teraktivasi. Selain itu, dalam pengujian waktu kontak optimum kecenderungan bersifat fluktuatif pada waktu 60 dan 90 menit pada bioadsorben daun ketapang tanpa aktivasi dan dengan aktivasi. Fluktuatif sendiri terjadi karena adanya sifat kompetitif antar kontaminan dan menyebabkan penurunan yang terjadi tidak sama atau fluktuatif (Fajrianti dkk., 2016).

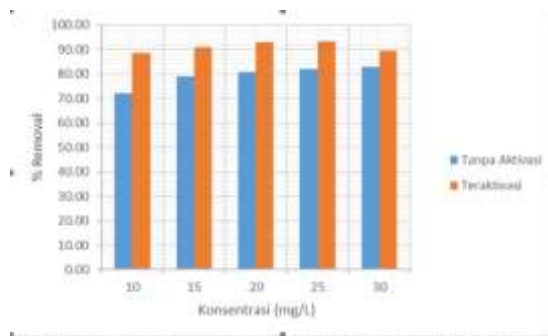
Selain itu, bioadsorben daun ketapang tanpa aktivasi saat mencapai waktu kontak 120 menit terjadi pengurangan terhadap kemampuan daya serapnya. Hal ini terjadi dikarenakan adanya penurunan kemampuan adsorben dikarenakan adsorben telah berada pada kondisi kesetimbangan yang dinamis pada proses adsorpsi dan mulai jenuh (Fajriah dkk., 2018.). Sehingga waktu kontak yang digunakan sebagai waktu kontak optimum pada penelitian yakni 90 dan 120 menit untuk daun ketapang tanpa aktivasi dan teraktivasi.

Pengujian Variasi Konsentrasi

Diagram yang menunjukkan efisiensi adsorpsi dari bioadsorben daun ketapang baik tanpa aktivasi maupun dengan aktivasi terhadap zat warna Rhodamin B dapat dilihat pada Gambar 5. Kemampuan adsorpsi Rhodamin B oleh bioadsorben daun ketapang tidak berbeda jauh pada variasi konsentrasi Rhodamin B. Hal ini dikarenakan ukuran dari partikel yang seragam disetiap bioadsorben yakni 100 mesh. Tahap pertama, situs aktif yang terdapat pada bioadsorben belum terisi sehingga penyerapan akan meningkat pada konsentrasi 10-30 ppm. Akan tetapi

bioadsorben daun ketapang teraktivasi pada konsentrasi 30 ppm mengalami sedikit penurunan. Hal ini dikarenakan adsorbat tidak mampu berinteraksi dengan adsorben disebabkan bioadsorben mulai jenuh (Yully, 2015).

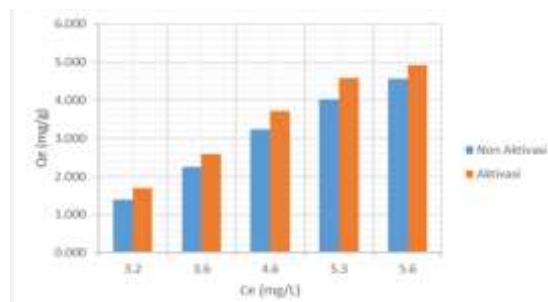
Menurut diagram tersebut maka dapat disimpulkan jika pada massa bioadsorben 300 mg daun ketapang tanpa aktivasi dan dengan aktivasi, tehitung mampu menurunkan konsentrasi zat warna Rhodamin B hingga 30 ppm.



Gambar 5. Persentase Removal Bioadsorben Daun Ketapang Variasi Konsentrasi

Kapasitas Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B

Kapasitas adsorpsi merupakan banyaknya adsorbat yang dapat terakumulasi pada permukaan adsorben (Asnawati, 2017).



Gambar 6. Kapasitas Adsorpsi Bioadsorben Daun Ketapang Variasi Konsentrasi

Menurut diagram di atas terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi Rhodamin B yang digunakan maka semakin tinggi pula kapasitas adsorpsinya. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa bioadsorben daun ketapang baik tanpa aktivasi maupun teraktivasi dengan massa 300 mg memiliki kapasitas adsorpsi yang mampu mengadsorpsi zat warna Rhodamin B dengan baik.

ISOTERM ADSORPSI

Isoterm adsorpsi menyatakan mengenai variasi antara adsorben dan adsorbat yang terjadi pada larutan dengan suhu konstan (Masruhin dkk., 2018). Model isoterm adsorpsi yang sering digunakan dalam menentukan proses

adsorpsi yang berlangsung antara lain isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich.

Isoterm Langmuir

Model isoterm Langmuir diartikan sebagai molekul dari suatu zat yang hanya mampu teresap pada sisi-sisi tertentu dan kalor pada adsorpsi tidak bergantung dengan permukaan yang telah tertutup adsorben. Isoterm jenis ini dipergunakan untuk menggambarkan jenis adsorpsi kimia (Masruhin dkk., 2018). Isoterm Langmuir digambarkan apabila proses adsorpsi yang berlangsung membentuk satu lapisan (*monolayer*) pada permukaan yang homogen. (Fajriah dkk., 2018).

Bioadsorben dari daun ketapang tanpa aktivasi dan teraktivasi masing-masing memiliki nilai regresi linear $y = 0,27x + 0,1307$ dan $y = 0,9369x + 0,2513$. Selain itu memiliki nilai konstanta regresi linear (R^2) sebesar 0,907 dan (R^2) sebesar 0,7004 untuk daun ketapang tanpa aktivasi dan dengan aktivasi. Nilai R^2 tertinggi digunakan untuk menghitung nilai koefisien Langmuir (K_a) dan kapasitas maksimum (Q_m) bioadsorben daun Ketapang yang menggambarkan ikatan antara adsorben dengan logam Pb mampu membentuk lapisan *monolayer*. Dimana nilai $KL > 1$ maka menunjukkan tingkat afinitas yang kuat (Mulyawan dkk, 2015).

Tabel 1. Data Isoterm Langmuir

Adsorben	R^2	Q_m (mg/g)	KL (l/mg)
Dengan aktivasi	0,7004	1,0673	3,7283
Tanpa Aktivasi	0,907	3,7037	2,0658

Isoterm Freundlich

Isoterm Freundlich ialah proses adsorpsi yang mana membentuk satu atau lebih lapisan (*multilayer*) pada permukaan heterogen. Model isoterm Freundlich berdasarkan dalam olah data menurut $\log C_e$ sebagai nilai log akhir konsentrasi limbah & $\log Q_e$ sebagai log kapasitas adsorpsi.

Nilai regresi linear bioadsorben daun ketapang tanpa aktivasi mempunyai nilai $y = 0,4942x + 0,4141$ dan nilai regresi linear $R^2 = 0,9573$. Sedangkan bioadsorben daun ketapang dengan aktivasi mempunyai nilai $y = 0,685x - 0,0808$ dan nilai regresi linear $R^2 = 0,6539$. Kemudian nilai R^2 tertinggi akan dilakukan guna mendapatkan nilai koefisien intensitas (n) dan nilai koefisien Freundlich (K_f).

Jika nilai $n = 1$ maka proses adsorpsi tersebut berlangsung secara linear, apabila $n < 1$ maka proses adsorpsi tersebut berjalan secara kimia. Sedang apabila $n > 1$ proses adsorpsi terjadi berjalan secara fisika (Siregar, 2019). Apabila nilai $n > 1$ maka dapat diketahui bahwa proses adsorpsi

yang berlangsung antara adsorben dengan adsorbat dikatakan baik.

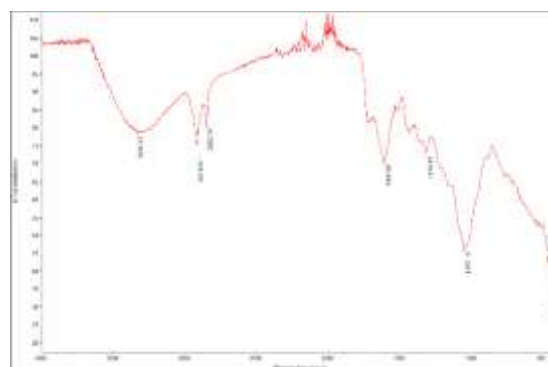
Tabel 2. Data Isoterm Freundlich

Adsorben	R^2	N	Kf
Teraktivasi	0,6539	1,4599	0,8302
Tanpa Aktivasi	0,9573	2,0234	2,5948

Jenis isotherm adsorpsi yang digunakan dapat diketahui apabila nilai koefisien korelasi (R^2) yang mendekati nilai 1, maka proses adsorpsi mengikuti model isotherm tersebut. Dari Tabel 2 maka dapat ditarik kesimpulan bahwa adsorpsi yang berlangsung antara bioadsorben daun ketapang dengan zat warna Rhodamin B memiliki kecenderungan mengikuti arah isotherm Freundlich. Sehingga adsorpsi yang terjadi membentuk satu atau lebih lapisan (*multilayer*) pada permukaan yang heterogen (Fajriah dkk., 2018).

Analisis Gugus Fungsi Bioadsorben

Fourier Transform InfraRed (FTIR) ialah metode untuk mengetahui spektrum vibrasi dari suatu molekul yang berfungsi untuk memprediksi struktur senyawa kimia.

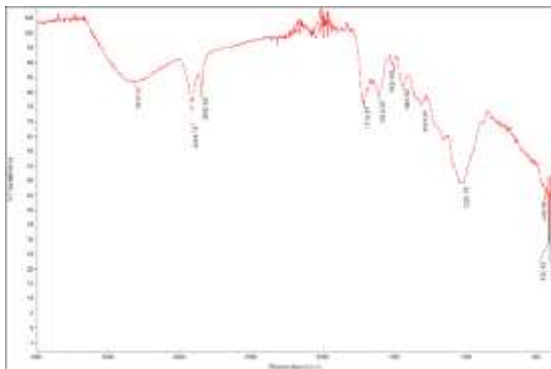


Gambar 7. Spektra Infra Merah Biodsorben Daun Ketapang Tanpa Aktivasi

Hasil dari pita serapan bioadsorben daun ketapang tanpa adanya aktivasi pada bilangan gelombang $1050,10 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya peregangan antara asam karboksilat dan alkohol secara kuat. Asam karboksilat dan alkohol sendiri mempunyai karakteristik yang menunjukkan gugus fungsi C - O pada daerah serapan antara $1050-1200 \text{ cm}^{-1}$. Maka dari itu, pita serapan ini biasa ditemukan pada area spektrum yang memiliki banyak jenis pita lain, sehingga pita serapan ini disebut kurang bermanfaat dalam diagnosis. Namun, untuk gugus fungsi O - H alkohol, pada daerah serapan $3200-3600 \text{ cm}^{-1}$ diasumsikan lebih bermanfaat (Purba, 2018).

Gugus fungsi $-NO_2$ pada kekuatan yang lemah diketahui terdapat pada daerah gelombang $1316,16 \text{ cm}^{-1}$. Gugus $C=C$ aromatik juga ditemukan pada daerah gelombang $1609,59 \text{ cm}^{-1}$. Ini

menunjukkan jika dalam proses pembuatan bioadsorben dapat meningkatkan terbentuknya senyawa aromatik. Gugus fungsi C-H alkana diindikasikan pada daerah serapan gelombang 2850,97 cm^{-1} dan 2918,97 cm^{-1} . Sedangkan pada daerah serapan gelombang 3339,37 cm^{-1} pada intensitas kuat diketahui terdapat gugus fungsi -NH₂ dan O-H (Joseph, 1987).



Gambar 8. Spektra Infra Merah Bioadsorben Daun Ketapang Teraktivasi

Gugus fungsi C-O alkohol diperoleh pada daerah gelombang 1029,78 cm^{-1} dengan intensitas kuat. Senyawa -NO₂ diidentifikasi terdapat pada daerah gelombang 1315,67 cm^{-1} pada intensitas yang lemah. Gugus C-H alifatik diidentifikasi terdapat pada daerah gelombang 1443,52 cm^{-1} dan mempunyai kekuatan yang lemah. Pada daerah gelombang 1508,45 cm^{-1} diidentifikasi terdapat gugus N=O aromatik. Gugus fungsi N-H dan C=O aldehid terdapat pada daerah gelombang 1613,68 cm^{-1} dan 1716,57 cm^{-1} dengan intensitas sedang. Gugus C-H alifatik diidentifikasi pada daerah gelombang 2850,80 cm^{-1} dan 2918,71 cm^{-1} dengan intensitas kuat. Sedangkan gugus O-H dan -NH₂ dengan intensitas kuat diketahui terdapat pada daerah gelombang 3319,22 cm^{-1} . (Joseph, 1987).

Semakin banyak gugus ausokrom dan kromofom seperti -NH, C-O, O-H dan C=C, C=O yang ditemukan pada sampel dapat menyebabkan daya serap gelombang secara optimum sehingga nilai efisiensinya akan meningkat (Putri, 2017).

Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan setelah proses ekstraksi selesai guna mengetahui kandungan senyawa pada suatu bahan (Prayoga dkk., 2019). Hasil uji fitokimia pada penelitian ini mengindikasikan adanya kandungan tanin dan fenolik yang mana sampel ekstrak daun ketapang menunjukkan perubahan hijau kehitaman jika positif mengandung tanin dan biru kehitaman jika positif mengandung fenolik.

KESIMPULAN

Kemampuan penyerapan (Q_m) antara bioadsorben daun ketapang tanpa aktivasi dan teraktivasi asam fosfat masing-masing yaitu 3,7037 mg/g dan 1,0673 mg/g. Sehingga pemberian aktivasi pada bioadsorben tidak terlalu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap adsorpsi zat warna Rhodamin B.

Kapasitas optimum dari bioadsorben daun ketapang tanpa aktivasi maupun dengan aktivasi diperoleh massa optimum 300 mg dengan waktu kontak masing-masing 90 & 120 menit bisa mengurangi konsentrasi Rhodamin B sampai 30 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Asnawati, A., Resty, R. K., & Novita, A. (2017). Penentuan Kapasitas Adsorpsi Selulosa Terhadap Rhodamin B dalam Sistem Dinamis. *Jurnal Kimia Riset Vol. 2 (1)*, 23 - 29.
- Damanik, Z., & Gumiri, S. (2020). Pengaruh Lama Aktifasi Dengan H₃PO₄ Dan Ukuran Butir Arang Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Ukuran Pori Dan Luas Permukaan Butir Arang Aktif. 5, 7.
- Djpen Kemendag. (2016). *Tekstil dan Produk Kreatif Indonesia*. Jakarta: Warta Ekspor.
- Fajriah, H. N., Km, J. K., & Yogyakarta, D. I. (2018). Use Of Ketapang Leaf (*Terminalia cattapa* L.) As Adsorbent Of Lead (Pb) In Water Using Citric Acid Activator. 13.
- Fajrianti, H., Oktawan, W., & Wardhana, I. W. (2016). Pengaruh Waktu Perendaman Dalam Aktivator NaOH Dan Debit Aliran Terhadap Penurunan Krom Total (Cr) Dan Seng (Zn) Pada Limbah Cair Industri Elektroplating Dengan Menggunakan Arang Aktif Dari Kulit Pisang. 5(1), 9.
- Hasna, N. (2021). Pemanfaatan Daun Ketapang (*Terminalia sp.*) Sebagai Bioadsorben Zat Warna Sintesis Rhodamin B Teraktivasi Asam Fosfat (H₃PO₄). *Tugas Akhir*.
- Inayatillah, B. (2016). Sahara, E., Putu, S. G., & Putu, S. (2018). Pengaruh Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa* L.) Terhadap Perbaikan Kerusakan Hepatosit Serta Kadar Air SGOT dan SGPT Mencit (Mus musculus) Diabetik. *Tugas Akhir*.
- Islamiah, Umroh, & Eva, P. (2016). Ability Of Ketapang Leaf (*Terminalia cattapa*) In Reducing The Content Of Heavy Metals Copper (Cu) In The Water. *Journal of Aquatropica Asia*. 2(2), 1-11.
- Joseph, B. Lambert, et al. (1987). *Introduction to Organic Spectroscopy*. Macmillan: New York.

- Kurniasih, M., Riapanitra, A., & Rohadi, A. (2014). Adsorpsi Rhodamin B dengan Adsorben Kitosan Serbuk dan Beads Kitosan. 2(2), 7.
- Lestari, S. (2010). Pengaruh Berat dan Waktu Kontak untuk Adsorpsi Timbal(II) Oleh Adsorben dari Kulit Batang Jambu Biji (*Psidium Guajava L.*). *Jurnal Kimia Mulawarman*. 8(1): 1693-5616.
- Masruhin, M., Rasyid, R., & Yani, S. (2018). Penjerapan Logam Berat Timbal (Pb) Dengan Menggunakan Lignin Hasil Isolasi Jerami Padi. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 3(1), 6. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v3i1.188>
- Mulyawan, R., Saefumillah, A., dan Foliatini. (2015). Biosorpsi Timbal oleh Biomassa Daun Ketapang. *Molekul 10 (1) : 45 – 56*.
- Prayoga, D. G., Komang, A., & Ni Nyoman, P. (2019). Identifikasi Senyawa Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar Daun Pepe (*Gymnema reticulatum Br.*) Pada Berbagai Jenis Pelarut. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan Vol. 8 (2)*, 111-121.
- Purba, A. S. (2018). Pengaruh Waktu Kontak Dan Kecepatan Pengadukan Pada Proses Penurunan Kadar Campuran Logam Pb Dan Cu Menggunakan Karbon Aktif Dari Batang Pisang Kepok (*Musa paradisiaca forma typical*). *Tugas Akhir*.
- Puspitasari, R. Y. (2012). Pengaruh Massa Adsorben, Waktu Adsorpsi, dan Konsentrasi Pewarna Terhadap Daya Adsorpsi Bentonit Pada Pewarna Direct Red Teknis. *Tugas Akhir*.
- Putri, A. A., Dhafir, F., & Laenggeng, A. H. (2017). Analisis Kandungan Rhodamin B Pada Jajanan Makanan Yang Dijual Di Area Pasar Bambaru Kota Palu Dan Pemanfaatannya Sebagai Media Pembelajaran Biologi. 11.
- Sahara, E., Putu, S. G., & Putu, S. (2018). Adsorpsi Zat warna Rhodamin-B Dalam Larutan Oleh Rang Aktif Batang Tanaman Gunitir Teraktivasi Asam Fosfat. *Jurnal Cakra Kimia*. 6(1), 37-45.
- Saputri, C. A. (2020). Kapasitas Adsorpsi Serbuk Nata De Coco (Bacterial cellulose) Terhadap Ion Pb²⁺ Menggunakan Metode Batch. *Jurnal Kimia*, 71. <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2020.v14.i01.p12>
- Sihombing, Y. P. (2019). Adsorpsi Zat Pewarna Tekstil Methyl Orange Menggunakan Adsorben Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*). *Tugas Akhir*.
- Siregar, & Khoirin Nissa Azhar. (2019). Penyisihan Logam Berat Pb (II) dan Cd (II) dengan Adsorben yang Dibuat dari Serbuk Kayu yang Diaktivasi dengan H₃PO₄. *Universitas Sumatera Utara*.
- Sukarta, I. N., & Lusiani, N. K. S. (2016). Adsorpsi Zat Warna Azo Jenis Remazol Brilliant Blue Oleh Limbah Daun Ketapang (*Terminalia catappa L.*). 6.
- Susanty, & Fairuz, B. (2016). Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Refulks Terhadap Kadar Fenolik dari Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Konversi Vol. 5 (2)*, 87-93.
- Utomo, Suratmin. (2014). Pengaruh Waktu Aktivasi dan Ukuran Partikel Terhadap Daya Serap Karbon Aktif dari Kulit Singkong dengan Aktivator NaOH. 1–4.
- Yully, A. (2015). Sebagai Adsorben Zat Wama Metilen Biru Dalam Larutan Berair. 2(1), 7.