

## Pembuatan dan Karakterisasi Selulosa Dari Limbah Kulit Buah Nanas (*Ananas Comosus L.*) Sebagai Adsorben Zat Warna *Remazol Yellow*

Intan Lestari<sup>1\*</sup>, Edwin Permana<sup>1</sup> dan Dara Shalsa Billah Hidayat<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

### ABSTRAK

*Remazol Yellow* merupakan zat warna yang mengandung gugus amino yang bersifat basa dan inti benzen, sehingga sulit didegradasi oleh mikroorganisme secara alami dan menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu solusi untuk mengurangi limbah zat warna yang tercemar diperairan dapat dilakukan dengan metode adsorpsi menggunakan adsorben selulosa kulit nanas. Sebelum menjadi selulosa kulit nanas terlebih dahulu dilakukan proses delignifikasi NaOH dan Hidrolisis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Proses adsorpsi adsorben terhadap zat warna rhodamin B dilakukan terhadap 2 parameter yaitu pH, waktu kontak serta penentuan sistem adsorpsi menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich pada variasi konsentrasi 5, 10, 15, 20, 25, 50, 75 dan 100 ppm. Pengujian pengaruh pH terhadap adsorpsi *Remazol Yellow* dilakukan variasi pH yaitu 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8. Pengujian pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi *Remazol Yellow* dilakukan variasi waktu kontak yaitu 15, 30, 45, 60, 90 dan 100 menit. Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum pada pH 2, waktu kontak 30 menit dan sistem adsorpsi isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi 19,888 mg/g.

**Kata kunci:** Adsorben; Limbah Kulit Nanas; Selulosa dan *Remazol Yellow*.

### ABSTRACT

*Remazol Yellow* is a dye that contains an basic amino group and a benzene core, so it is difficult to be naturally degraded by microorganisms and causes environmental pollution. One solution to reduce the dye waste polluted in waters can be done by adsorption method using pineapple peel cellulose as adsorbent. Before turning into pineapple peel cellulose, the NaOH delignification process and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hydrolysis were carried out first. The adsorption process for rhodamine B dye was carried out on 2 parameters, namely pH, contact time and determination of the adsorption system using the Langmuir and Freundlich equations at various concentrations of 5, 10, 15, 20, 25, 50, 75 and 100 ppm. Testing the effect of pH on the adsorption of *Remazol Yellow* was carried out with variations in pH namely 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 8. . The results showed the optimum conditions at pH 2, contact time of 30 minutes and the Langmuir isotherm adsorption system with an adsorption capacity of 19.888 mg/g

**Keywords:** Adsorbent; Pineapple Peel Waste; Cellulose and *Remazol Yellow*

Received: 29-08-2022, Accepted: 20-10-2024, Online: 11-04-2025

### PENDAHULUAN

Zat warna *Remazol Yellow* banyak digunakan oleh industri tekstil. Merupakan pewarna reaktif yang banyak dipilih karena kromofornya mudah menghasilkan warna cerah dan tahan terhadap pengujian, sehingga merupakan senyawa yang sulit didegradasi oleh mikroorganisme secara alami dan menyebabkan pencemaran lingkungan (Sains *et al.*, 2021). *Remazol Yellow* sangat beracun jika tertelan dan dapat menyebabkan efek kronis pada kesehatan seperti kanker dan disfungsi hati. Penurunan kadar *Remazol Yellow* dalam lingkungan dapat menggunakan beberapa metode dimana salah satu metodenya adalah proses adsorpsi . limbah yang ternyata juga dapat bermanfaat, juga dikarenakan murah, mempunyai selektivitas yang tinggi, biodegradabel, dan biokompatibel. (Mz, Ranita and Safitri, 2017). Kandungan selulosa di alam sangat kaya dan ada dalam bentuk sisa tanaman atau limbah pertanian, seperti jerami, sekam jagung, gandum, sekam tebu, kulit nanas dan tanaman lainnya. Komposisi selulosa menyumbang 35-50% dari total komposisi dinding sel tumbuhan (Selulosa *et al.*, 2017). Struktur

\*Corresponding author:  
ilestari\_15@unja.ac.id

linier menyebabkan selulosa mengkristal dan tidak larut. Selulosa tidak mudah terdegradasi baik secara kimiawi maupun mekanis. Pada kulit nanas dilapisi oleh lignin yang membuat struktur dari selulosa bersifat kuat. Keberadaan lignin tersebut dapat mengganggu selulosa untuk berikatan dengan ion logam. Oleh karena itu kulit nanas perlu delignifikasi untuk menghilangkan kandungan lignin. Perlakuan delignifikasi yang digunakan pada penelitian ini berupa perlakuan kimiawi dengan larutan NaOH karena larutan ini dapat merusak struktur lignin, bagian kristalin dan amorf dan pengembangan selulosa (Asam et al., 2011). Secara alami selulosa memiliki sifat hidrofilik atau suka air. Pada dinding sel, molekul udara yang terikat dengan gugus hidroksil (OH) sebagai unsur pembentuk dinding sel disebut udara terikat. Hal ini dipengaruhi oleh adanya hidrogen intermolekuler dan intramolekuler antarmonomer glukosa dalam polimer selulosa. Selulosa memiliki beberapa keunggulannya seperti tidak larut dalam air maupun pelarut organik, tetapi sebagian larut dalam alkali, bersifat kristalin dalam keadaan kering selulosa bersifat higroskopis, keras dan rapuh. Bila selulosa cukup banyak mengandung air maka akan bersifat lunak. Pada penelitian ini akan diselidiki juga kemampuan adsorben selulosa dari kulit buah nanas untuk menyerap zat warna, remazol yellow. Kemampuan ini dilakukan secara sekala laboratorium dimana remazol yellow yang digunakan dibuat dalam bentuk larutan dengan konsentrasi yang terukur. Dengan metode delignifikasi kulit nanas dengan NaOH dan hidrolisis asam menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, serta dikarakterisasi menggunakan Scanning electron microscope (SEM- EDX), X-Ray Diffraction (XRD) dan Fourier-Transform Infrared Spectrometer (FTIR). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui kondisi pH optimum, waktu kontak optimum serta model isotherm adsorpsi yang terjadi berdasarkan dari model Langmuir dan model Freundlich.

## METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan adalah Seperangkat alat penggerus, Ayakan 80 mesh, Hot plate, Magnetic stirrer, Oven memmer, Timbangan analitik ohaus, Stopwatch, pH universal, Termometer, Gelas ukur, Labu ukur, Corong, Erlenmeyer, Pipet ukur, Gelas kimia, Spektrofotometer Ultraviolet/Visible GBC Cintra 2020, XRD PANalytical EMPYEAN DY 2384. Bahan yang digunakan adalah Limbah Kulit Nanas dari pedagang buah kaki lima Kota Jambi, Aquades, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> p.a, NaOH p.a, HNO<sub>3</sub> p.a, Remazol Yellow Merck®.

### Pembuatan Selulosa

Kulit nanas dicuci dengan air bersih kemudian dikeringkan, kulit nanas yang telah dikeringkan dipanaskan menggunakan oven pada suhu 105°C. Setiap 1 kg kulit nanas memerlukan waktu selama 2 jam. Selanjutnya kulit nanas yang telah dingin dihaluskan menggunakan alat grinder hingga diperoleh serbuk kulit nanas yang halus. Dan dihaluskan dengan ayakan 150 mesh. Kemudian dilakukan proses penghilangan lignin (Lignifikasi) pada serbuk kulit nanas.

**Delignifikasi.** Sampel serbuk dari kulit nanas sebanyak 200 gram dicampurkan dengan larutan NaOH 3% dengan perbandingan 1 : 10 selama 2 jam sambil diaduk-aduk dan dipanaskan dengan mentle hingga warna kecoklatan dari lignin hilang (bening). Diulangi hingga 2-3 kali pengulangan. Hasil delignifikasi dicuci dengan aquades sampai netral (pH 7) kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 5 jam. Ekstrak selulosa yang telah dikeringkan

kemudian digerus dengan mortal dan alu agar tidak menggumpal. Selulosa tersebut kemudian dihidrolisis dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> **Hidrolisis.** Pada tahap ini selulosa ditimbang sebanyak 50 gr dan dihidrolisis menggunakan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sebanyak 600 mL dengan perbandingan 1 : 12 dengan konsentrasi 3%, dicuci dengan aquades sampai pH netral dan dipanaskan selama 6 jam, kemudian hasil hidrolisis dikarakterisasi

### Proses Adsorpsi Remazol Yellow

Pembuatan larutan induk Remazol Yellow 1000 ppm dibuat dengan cara melarutkan 1 gram Remazol Yellow ke dalam 1000 mL aquades didalam labu ukur 1000 mL (Inyinbor, Adekola and Olatunji, 2015). Pembuatan larutan remazol yellow 50 ppm. Sebanyak 5 mL larutan induk 1000 ppm dan diencerkan dengan aquades pada labu ukur 100 mL. Pembuatan

larutan standar zat warna remazol yellow 10 ppm. Diambil larutan kontrol 50 ppm sebanyak 20 mL kedalam labu ukur 100 mL kemudian diencerkan dengan aquades sampai tanda batas. Penentuan panjang gelombang optimum. Larutan zat warna remazol yellow dengan konsentrasi 10 ppm, diukur adsorbansinya dengan spektrofotometer Uv- Vis pada panjang gelombang 400-700 nm. Sehingga didapatkan panjang gelombang optimum 412 nm. Pembuatan kurva kalibrasi. Larutan remazol yellow dengan konsentrasi 5, 10, 15, 20 dan 25 ppm sebanyak 20 mL, diukur adsorbansinya pada panjang gelombang 412 nm dan dibuat kurva kalibrasinya.

### **Penentuan pH Optimum**

Masukkan 0,1 gram ekstrak selulosa teraktivasi (sebagai adsorben) ke dalam 20 mL zat warna remazol yellow FG sebanyak 10 ppm, telah diatur pH-nya mulai dari pH 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8. Pengaturan pH larutan dilakukan dengan menambahkan NaOH 0,1 M. Kemudian larutan dishaker selama 30 menit dengan kecepatan 150 rpm. Hasilnya disaring dan diukur adsorbansinya pada panjang gelombang optimum 412 nm

### **Penentuan Waktu Kontak Optimum**

Masukkan 0,1 gram ekstrak selulosa teraktivasi (sebagai adsorben) kedalam erlenmeyer yang berisi larutan zat warna remazol yellow FG 10 ppm 20 mL, larutan diatur pada pH optimum. Dilakukan variasi waktu kontak 15, 30, 45, 60, 90 dan 120 menit, larutan dishaker dengan kecepatan 150 rpm. Campuran disaring menggunakan kertas saring, kemudian filtratnya diukur adsorbansinya pada panjang gelombang 412 nm

### **Isoterm Adsorpsi Rhodamin B pada Kitosan Teramobilisasi Ca-alginat**

Masukkan 0,1 gram ekstrak selulosa teraktivasi (sebagai adsorben) ke dalam erlenmeyer yang berisi larutan zat warna remazol yellow FG dengan konsentrasi 5, 10, 15, 25, 50, 75 dan 100 ppm sebanyak 20 mL. Larutan diatur pada pH optimum dan waktu kontak optimum.

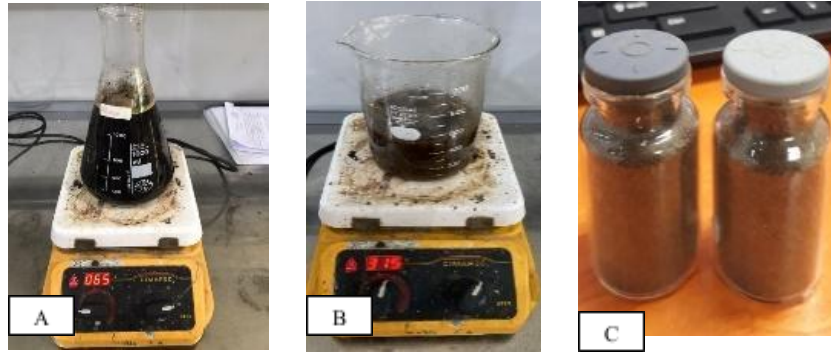
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Preparasi Sampel Kulit Buah Nanas**

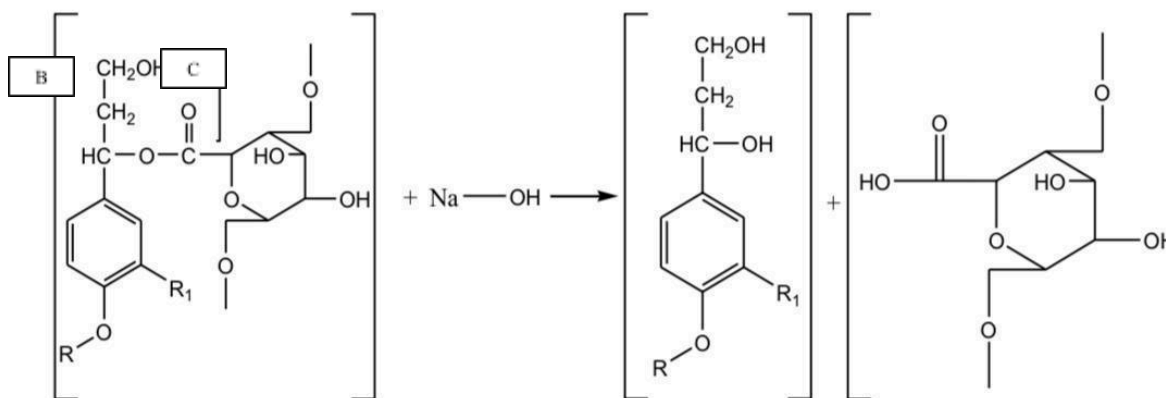
Kulit buah nanas yang digunakan pada penelitian diperoleh dari pedagang nanas yang ada, kemudian kulit nanas yang telah terkumpul dicuci dengan air bersih dan dikeringkan dibawah sinar matahari sampai kulit nanas terasa kering, setelah itu dipanaskan lagi menggunakan oven pada suhu 100°C untuk mengoptimalkan hilangnya kadar air yang terkandung. Selanjutnya kulit nanas yang telah dingin dihaluskan menggunakan blender hingga diperoleh serbuk kulit nanas yang halus, dan dihaluskan lagi menggunakan ayakan 150 mesh Sehingga diperoleh partikel serbuk kulit buah Aren yang lebih halus atau lebih kecil. Serbuk dengan ukuran yang lebih kecil bertujuan untuk memperbesar luas permukaan partikel serbuk sehingga akan meningkatkan proses adsorpsi. Dimana tujuan dari ekstraksi ini adalah untuk menarik semua komponen kimia yang terdapat dalam sampel, Ekstraksi ini didasarkan pada perpindahan massa komponen zat padat kedalam pelarut dimana perpindahan mulai terjadi pada lapisan antar muka, kemudian berdifusi masuk ke dalam pelarut. Dimana prinsip dasar ekstraksi adalah melarutkan senyawa polar dalam pelarut polar dan senyawa non polar dalam pelarut non polar. Selanjutnya dilakukan proses penghilangan lignin atau lignifikasi pada serbuk kulit nanas.

### **Tahap Delignifikasi**

Delignifikasi merupakan proses untuk memisahkan atau memutuskan ikatan antara selulosa dengan lignin dan hemiselulosa. Dalam ekstraksi selulosa, proses delignifikasi ini penting karena selulosa terjebak di dalam matrik lignin dan hemiselulosa yang disebut dengan lignoselulosa (Kusumaningsih, Masykur and Supriyanto, 2006). Hal ini dikarenakan lignin memiliki fungsi sebagai pengikat atau perekat antar selulosa. Lignin juga merupakan pembungkus selulosa yang berfungsi untuk mencegah selulosa mengalami proses adsorpsi.

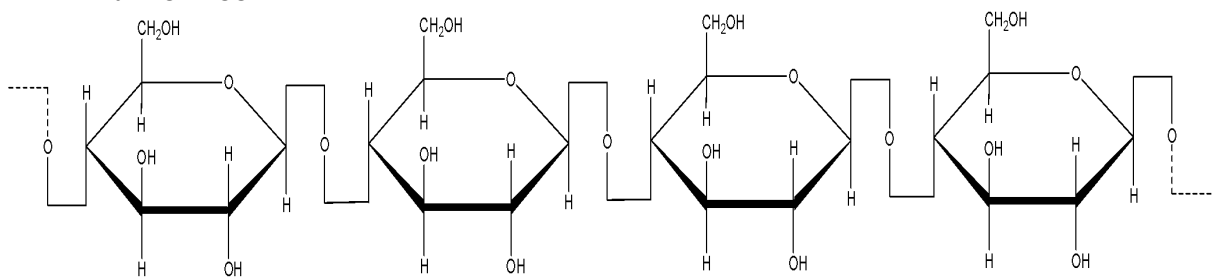


**Gambar 1.** (a)Proses delignifikasi, (b) Proses hidrolisis dan (c) Selulosa hasil hidrolisis



**Gambar 2.** Reaksi pemutusan ikatan selulosa-lignin menggunakan NaOH

Proses delignifikasi dilakukan dengan menggunakan pelarut alkali. Pada penelitian ini digunakan pelarut NaOH dengan konsentrasi 3%. Perlakuan delignifikasi dengan menggunakan NaOH merupakan metode efisien untuk melarutkan lignin dan hemiselulosa. Hal ini disebabkan karena NaOH dapat bereaksi pada suhu yang rendah dan merupakan basa kuat yang memiliki kelarutan yang tinggi terhadap air (Widiana, 2010)



**Gambar 3.** Struktur molekul selulosa

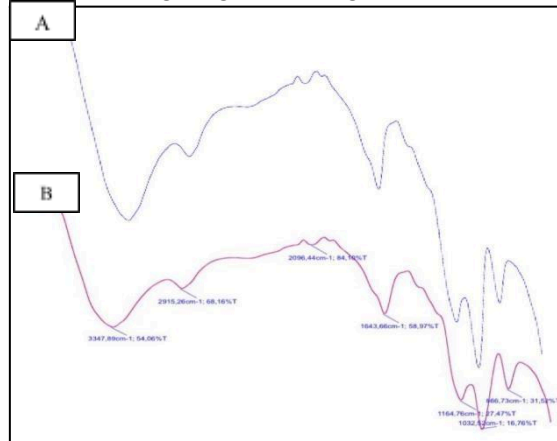
**Tahap Hidrolisis**

Hidrolisis selulosa merupakan tahap yang dilakukan setelah tahap delignifikasi karena tahapan ini bertujuan untuk meningkatkan kemurnian ekstrak selulosa yang diperoleh. Setelah dilakukan proses delignifikasi, masih terdapat kandungan lignin yang tersisa sehingga dilakukan proses hidrolisis untuk melanjutkan proses pemutusan ikatan antara lignin dengan selulosa (Anwar, Bundjali and Arcana, 2016). Proses ini bertujuan memecah ikatan lignin dan hemiselulosa, merusak struktur kristal dari selulosa serta meningkatkan porositas bahan,rusaknya struktur kristal selulosa akan mempermudah terurainya selulosa

## Karakterisasi

### Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Ekstrak selulosa kulit buah nanas yang diperoleh, dikarakterisasi dengan menggunakan instrumen spektroskopi infra merah (FTIR). Instrumen FTIR dapat digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada ekstrak selulosa yang diperoleh. Karakterisasi dengan FTIR dilakukan dengan menggunakan bilangan gelombang sekitar 4000 sampai 600  $\text{cm}^{-1}$ .



**Gambar 4.** (a) Spektrogram FT-IR adsorben selulosa kulit nanas, (b) Spektrogram FTIR selulosa standar (Anwar, Bundjali and Arcana, 2016).

Pada gambar 4 (a) spektrum FTIR selulosa dari kulit buah Nanas. Dapat dilihat pada spektrum terdapat pita serapan yang muncul pada bilangan gelombang  $3347,89 \text{ cm}^{-1}$  yang merupakan vibrasi ulur dari gugus hidroksil (-OH), sesuai dengan penelitian (Mulyadi and Pamulang, 2019), munculnya gugus -OH pada bilangan gelombang  $3448,72 \text{ cm}^{-1}$ . Gugus hidroksil (-OH) merupakan gugus utama yang terdapat pada struktur selulosa. Pita serapan pada bilangan gelombang  $2915,26 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi peregangan (stretching) gugus  $\text{-CH}_2$ , munculnya gugus  $\text{-CH}_2$  pada bilangan gelombang  $2964,59 \text{ cm}^{-1}$ . Gugus  $\text{-CH}_2$  merupakan gugus yang terdapat pada struktur selulosa. Pita serapan yang muncul pada bilangan gelombang  $2096,44 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi pembengkokan (bending) gugus  $\text{CH}_3$ . Pita serapan muncul pada bilangan gelombang  $1643,66 \text{ cm}^{-1}$  adanya ikatan rangkap dua gugus  $\text{C=C}$ , sesuai dengan penelitian Wulandari dan Dewi (2018), gugus  $\text{C=C}$  muncul pada bilangan gelombang  $1512,37 \text{ cm}^{-1}$ . Gugus rangkap  $\text{C=O}$  dan  $\text{C=C}$  merupakan cincin aromatik yang terdapat pada struktur lignin. Adanya gugus  $\text{C=O}$  dan  $\text{C=C}$  menandakan bahwa proses hidrolisis yang dilakukan kurang sempurna sehingga ekstrak selulosa yang diperoleh masih mengandung lignin. Pita serapan yang muncul pada bilangan gelombang  $1164,76 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1032,52 \text{ cm}^{-1}$  merupakan vibrasi ulur dari gugus  $\text{C-O}$ , munculnya gugus  $\text{C-O}$  pada bilangan gelombang  $1134,85 \text{ cm}^{-1}$ . Gugus  $\text{C-O}$  merupakan gugus penghubung rantai karbon dalam struktur selulosa atau disebut dengan ikatan glikosidik. Gugus  $\text{O-H}$ ,  $\text{-CH}_2$ , dan  $\text{C-O}$  merupakan gugus utama pembangun selulosa, maka dari itu dapat disimpulkan bahwa ekstrak yang diperoleh mengandung selulosa. Pita serapan pada bilangan gelombang  $866,73 \text{ cm}^{-1}$  merupakan rantai glikosidik antara unit glukosa pada selulosa, yang muncul pada bilangan gelombang  $898 \text{ cm}^{-1}$ .

Pada gambar 4 (b), merupakan spektrum FTIR selulosa dari kulit buah Durian Mentega hasil dari penelitian (Susilo *et al.*, 2020). Gugus-gugus spesifik selulosa terdiri dari gugus -OH,  $\text{-CH}_2$ , dan  $\text{-CO}$  yang muncul berulang. Pita serapan pada bilangan gelombang  $3444 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan keberadaan vibrasi gugus -OH. Pita serapan pada bilangan gelombang  $2914 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi ulur gugus  $\text{-CH}_2$  yang merupakan kerangka utama pembangun struktur pada senyawa selulosa. Pita serapan pada bilangan gelombang  $1060 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1317\text{-}1338 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan keberadaan gugus  $\text{-CO}$  pada ikatan glikosidik antara unit glukosa pada struktur selulosa.

**Tabel 1.** Gugus fungsi yang terdapat pada material adsorben

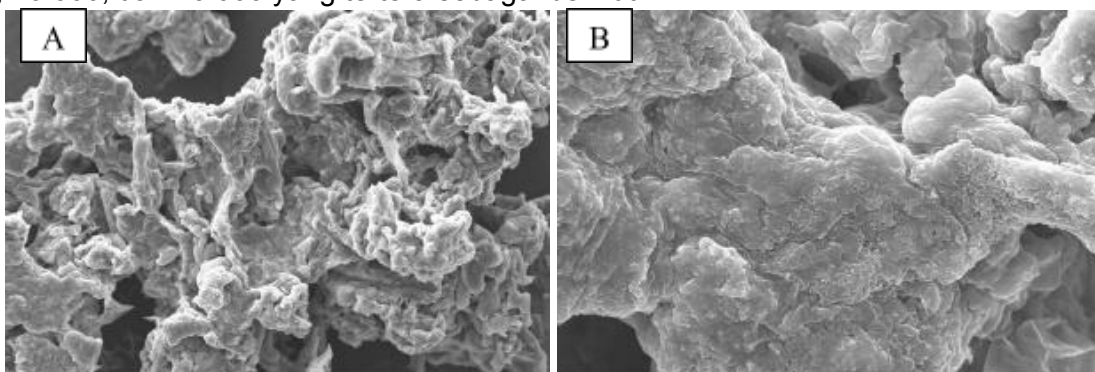
Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang dari Literaturt (cm <sup>-1</sup> )	Selulosa Hasil Penelitian (cm <sup>-1</sup> )	Selulosa Standar (cm <sup>-1</sup> )
Vibrasi -OH	3448,72 <sup>[1]</sup>	3347,89	3444 <sup>[2]</sup>
Stretching -CH <sub>2</sub>	2964,59 <sup>[2]</sup>	2915,26	2914 <sup>[2]</sup>
Vibrasi C=C	2010,31 <sup>[3]</sup>	2096,44	
Vibrasi C=C	1512,37 <sup>[4]</sup>	1643,66	
Vibrasi C=O	1134,85 <sup>[5]</sup>	1164,76	1378 <sup>[2]</sup>
Vibrasi C=O	1034,85 <sup>[6]</sup>	1032,52	1060 <sup>[2]</sup>

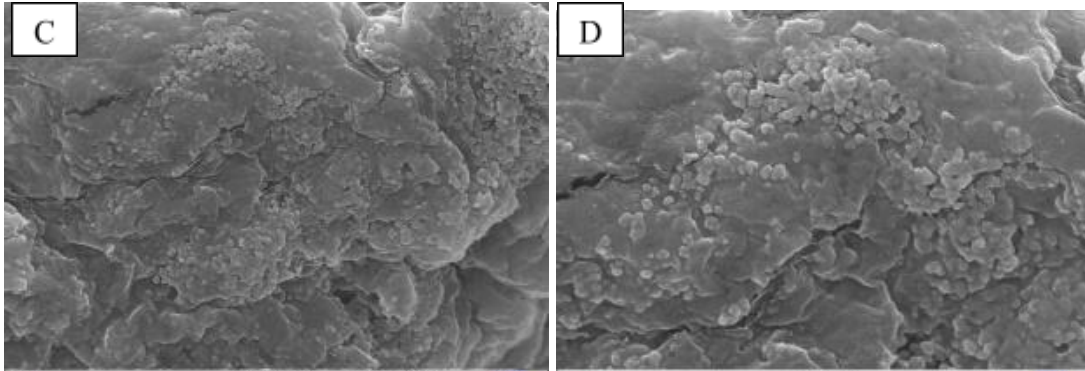
[1] Kusumawardani et al., 2018 [2] Nugraheni et al., 2018 [3] Djunaidi et al., 2020 [4] Astari dan Utami, 2018 [5] Yusuf et al., 2014 [6] Wulandari dan Dewi, 2018.

#### Scanning Electron Microscopy-Electron Dispersive X-Ray (SEM-EDX)

Instrumen SEM-EDX merupakan instrumen gabungan antara instrumen SEM dan instrumen EDX. Keduanya memiliki fungsi yang berbeda, jika SEM memiliki kemampuan untuk mengamati objek berukuran kecil secara tiga dimensi. SEM juga memiliki kemampuan untuk mengamati permukaan sel atau struktur mikroskopik. Sedangkan EDX memiliki kemampuan untuk menganalisis unsur-unsur yang terkandung pada suatu material.

Karakterisasi menggunakan instrumen SEM dilakukan dengan menggunakan perbesaran 1000, 5000, 10.000, dan 20.000 yang tertera sebagai berikut

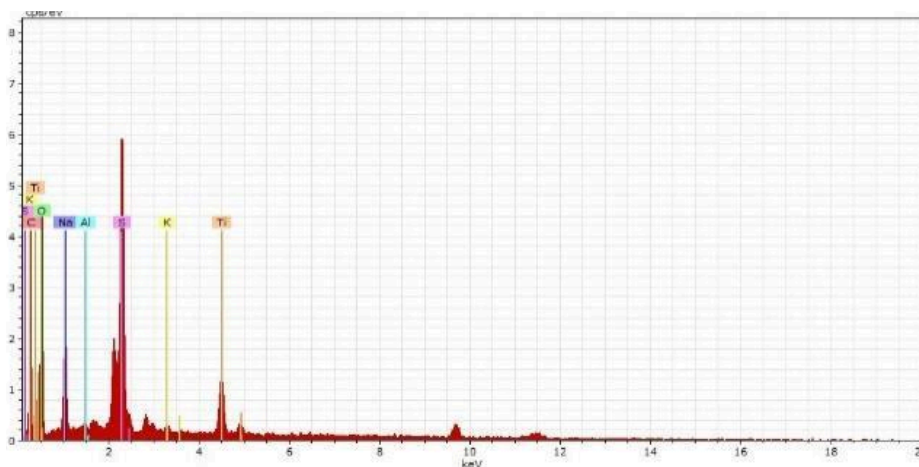




**Gambar 5.** Hasil SEM Selulosa kulit nanas perbesaran (a) 1000x (b) 5000x (c) 10.000x dan (d) 20.000x.

Berdasarkan hasil karakterisasi struktur dengan menggunakan alat uji SEM-EDX dapat dilihat pada perbesaran 1000x dan 5000x yang memiliki struktur serat berpori dengan monomer serat yang tidak terputus satu dengan lainnya, dimana pada permukaan selulosa memiliki rongga-rongga yang merupakan pori-pori pada selulosa dan diantara pori-pori serat terlihat adanya perekat monomer berupa lignin. Hal ini menandakan bahwa proses delignifikasi dan Hidrolisis yang bertujuan untuk memutuskan dan melarutkan kandungan lignin telah berhasil dilakukan. Selain itu pada perbesaran 10.000x dan 20.000 dapat dilihat bahwa material selulosa mengalami penggumpalan atau aglomerasi, hal ini bisa terjadi karena kurang sempurnanya dalam preparasi sampel dan kurang maksimal dalam penggerusan sampel setelah dikeringkan atau dioven (Ansori, 2020) Adapun unsur-unsur yang terkandung pada selulosa dapat diketahui dari spektrum yang dihasilkan dari instrumen EDX.

Dapat dilihat pada spektrum EDX dibawah, bahwa selulosa yang diperoleh mengandung unsur C, O, Na, Al, S, K, dan Ti. Menurut(Lisin *et al.*, 2015), unsur C dan O Merupakan komponen Utama dalam material selulosa. Unsur Na merupakan sifat dari proses delignifikasi yang mengandung larutan NaOH yang menunjukkan perlakuan penetralan dan pengeringan yang kurang maksimal. Sedangkan unsur S merupakan sifat dari proses hidrolisis selulosa yang mengandung larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Dan untuk unsur Al, K dan Ti merupakan unsur anorganik atau merupakan unsur zat hara yang tersisa sehingga menandakan proses hidrolisis kurang maksimal (Nor *et al.*, 2021). Pada gambar, persentase unsur penyusun selulosa yang terdiri dari C 18,76%, O 26,32%, Na 3,31%, Al 0,13%, S 7,69%, K 0,24% dan Ti 3,63%.

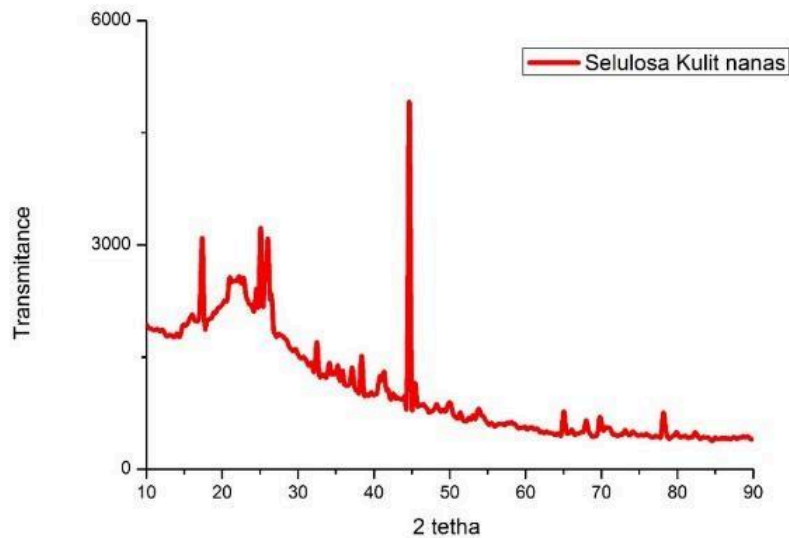


**Gambar 6.** Spektrum EDX selulosa kulit nanas

#### X-Ray Diffraction (XRD)

XRD merupakan alat yang digunakan untuk mengkarakterisasi struktur kristal, ukuran kristal dari suatu bahan padat. Pada XRD pola difraksi dinyatakan dengan besar sudut-sudut yang

terbentuk sebagai hasil dari difraksi cahaya oleh kristal pada material. Nilai sudut tersebut dinyatakan dalam  $2\theta$ , dimana  $\theta$  mempresentasikan sudut datang cahaya.

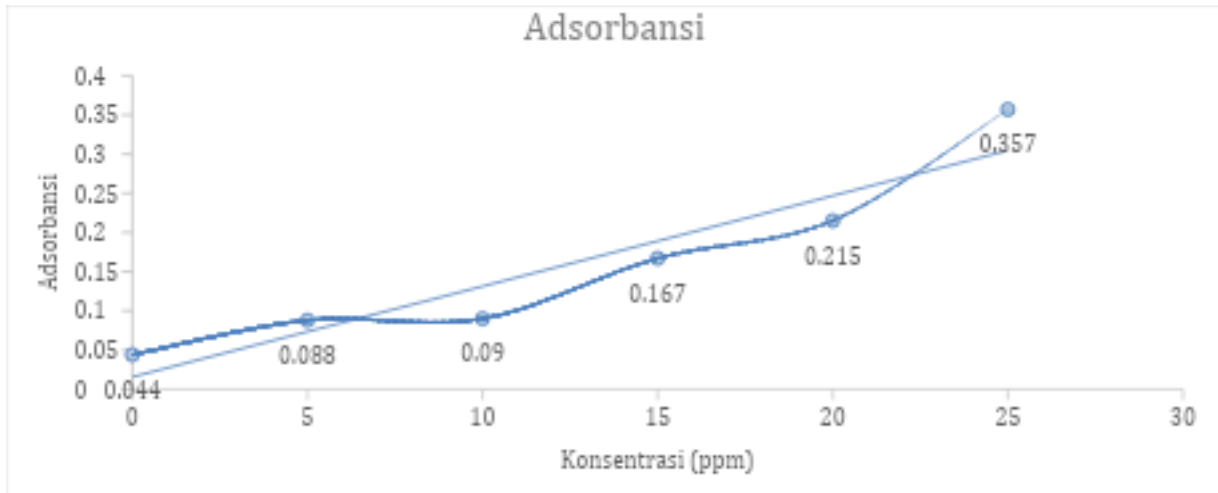


**Gambar 7.** Difaktogram XRD selulosa kulit nanas

Hasil difraktogram dari analisis XRD dapat memberikan informasi mengenai struktur polimer yaitu keadaan daerah amorf maupun daerah kristal. Berdasarkan data yang diperoleh, pengamatan kualitatif pada difraktogram yang ada menunjukkan bahwa senyawa polimer selulosa yang dihasilkan berupa campuran selulosa dengan struktur kristalin dan amorf. Dapat dilihat pada gambar diperoleh puncak pada difraktogram XRD selulosa dari ekstrak kulit buah nanas menghasilkan tiga puncak melebar dengan intensitas yang tinggi pada sudut  $2\theta$  yakni  $16,99^\circ$ ,  $26,97^\circ$  dan  $45,41^\circ$ . Pelebaran puncak tersebut sebagian besar karena adanya bahan non selulosa seperti lignin yang ada pada sampel (Duygu, 2018). Struktur selulosa yang ditunjukkan oleh puncak difraksi pada  $2\theta$  sekitar  $24-26^\circ$  yang merupakan ciri dari selulosa asli atau sering disebut dengan selulosa I (Dai, 2018). Selulosa I merupakan bentuk alami dari selulosa yang terdiri atas 2 jenis, yaitu selulosa Ia dan Ib (Mora, 2008).

### Penentuan Kurva Kalibrasi

Penentuan konsentrasi dari zat warna *Remazol Yellow* menggunakan instrumen spektrofotometer UV/Vis perlu dilakukan penentuan kurva kalibrasi, dimana kurva kalibrasi dibuat dengan melihat perbandingan antara konsentrasi larutan standar *Remazol Yellow* terhadap nilai absorbansinya. Pada penelitian ini, penentuan kurva kalibrasi ditentukan dari larutan standar dengan konsentrasi yaitu 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm dan 25 ppm pada panjang gelombang maksimum 412 nm. Berdasarkan penelitian diperoleh kurva kalibrasi sebagai berikut.

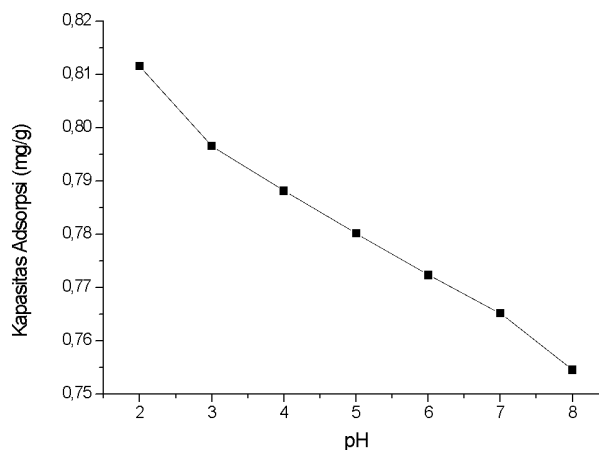


**Gambar 8.** Kurva Kalibrasi *Remazol Yellow*

Berdasarkan gambar 8, grafik kurva kalibrasi diperoleh nilai garis regresi linear  $y = 0,0116x + 0,0157$ . Dengan nilai  $R^2 = 0,9999$  dimana nilai tersebut menyatakan bahwa diperoleh nilai koefisien determinasi yang baik karena mendekati nilai 1. Hal tersebut menandakan bahwa konsentrasi larutan dan absorbansi saling mempengaruhi. Hal tersebut sesuai dengan Hukum Lambert-Beer yaitu “Konsentrasi larutan berbanding lurus dengan nilai absorbansinya” (Lee and Mooney, 2012).

#### **Pengaruh Adsorpsi *Remazol Yellow* Terhadap Variasi pH**

Penentuan pH berhubungan dengan konsep protonasi dan deprotonasi, protonasi terjadi pada saat dalam keadaan asam dimana gugus-gugus pada adsorben terkhusus ion  $H^+$  memiliki muatan positif dan reaktif terhadap spesiasi anion sedangkan deprotonasi terjadi pada saat dalam keadaan basa dimana disebabkan oleh adanya ion  $OH^-$  dan reaktif terhadap spesiasi kation.



**Gambar 9.** Pengaruh Variasi pH Terhadap Kapasitas Adsorpsi *Remazol Yellow*

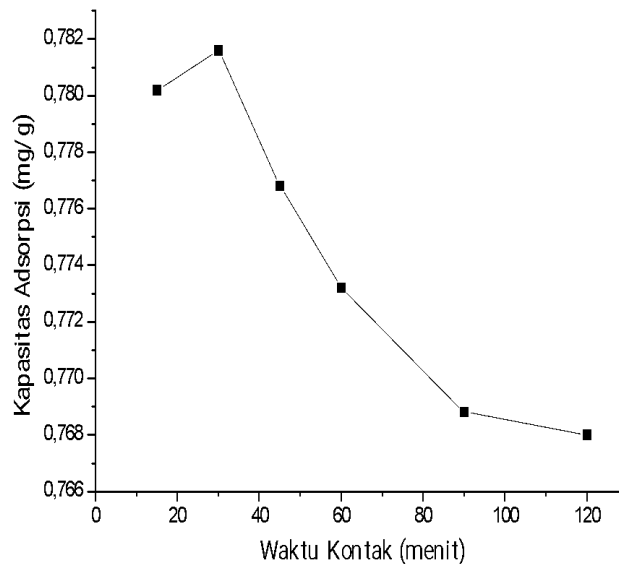
Berdasarkan gambar 9, Berdasarkan hasil penentuan nilai kapasitas adsorpsi dalam berbagai variasi pH terjadi peningkatan kapasitas adsorpsi pada pH 2 dan terjadi penurunan kapasitas adsorpsi pada pH 3-7. Kapasitas adsorpsi merupakan banyaknya komponen adsorbat yang dapat diserap adsorben dalam 1 gram adsorben. Berdasarkan pH optimum pada pH 2 diperoleh kapasitas adsorpsi sebesar 0,8116 mg/g. Menurut (Mahfoudhi and Boufi, 2017) semakin meningkatnya pH akan menurunkan kapasitas terhadap *Remazol Yellow* disebabkan

oleh semakin banyak gangguan dari ion OH<sup>-</sup> yang mana menyebabkan terjadinya persaingan dengan gugus COO<sup>-</sup> yang terdapat pada Remazol Yellow.

Menurut (Ibrahim *et al.*, 2019), Pada pH diatas optimum (>2) semakin banyaknya jumlah gugus amina berubah menjadi R-NH<sub>2</sub>OH hal tersebut juga disebabkan oleh gangguan ion OH<sup>-</sup> yang dapat menurunkan kemampuan terhadap adsorpsi Remazol Yellow. Selain itu, Remazol Yellow merupakan zat warna yang dimodifikasi gugus karboksilat xanthene dengan gugus hidroksil yang memiliki sifat zwitterionic. Pada kondisi pH tinggi (basa) akan membuat kondisi adsorben bermuatan negatif yang dapat menyebabkan terjadinya kondisi zwitterionic dimana pada kondisi ini molekul Remazol Yellow akan membesar sehingga sulit untuk diadsorpsi oleh pori-pori adsorben

### Pengaruh Adsorpsi *Remazol Yellow* Terhadap Variasi Waktu Kontak

Waktu kontak optimum merupakan saat dimana saat penyerapan adsorbat oleh adsorben pada permukaannya telah mencapai batas maksimum. Hubungan antara efisiensi adsorpsi dan kapasitas adsorpsi terhadap variasi waktu kontak dapat dilihat pada gambar dibawah.

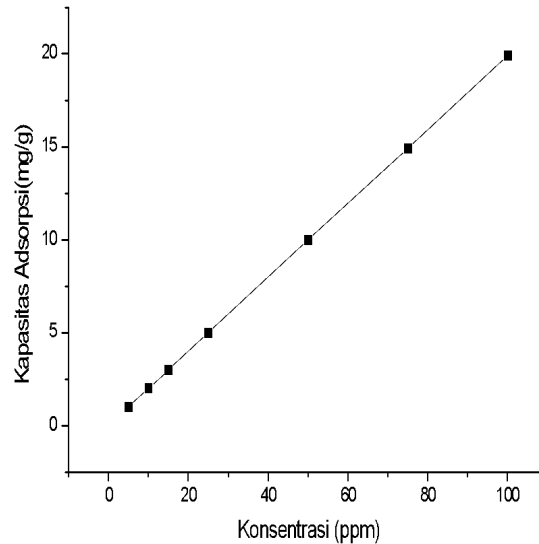


**Gambar 10.** Pengaruh Variasi Waktu Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi *Remazol Yellow*

Berdasarkan hasil penentuan kapasitas adsorpsi terhadap variasi waktu, diperoleh bahwa pada variasi waktu kontak 15-120 terjadi kondisi kapasitas adsorpsi tertinggi pada menit ke 30 menit dengan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 0,7816 mg/g. Kapasitas adsorpsi menjelaskan bahwasanya jumlah zat warna yang dapat diadsorpsi oleh adsorben dalam massa 1 gram, itu berarti dalam 1 gram selulosa kulit nanas dapat mengadsorpsi 0,7816 gram zat warna Remazol Yellow. Menurut (Zhou *et al.*, 2014), semakin lama waktu kontak akan memungkinkan terjadinya proses difusi yang menyebabkan proses adsorpsi adsorbat oleh adsorben menjadi lebih optimal hingga mencapai titik kesetimbangan yang ditandai dengan tidak adanya lagi perubahan konsentrasi adsorbat yang signifikan. Pada waktu kontak 120 menit terjadi penurunan kapasitas adsorpsi yang menunjukkan bahwasannya adsorben selulosa kulit nanas telah mencapai titik jenuh. Menurut (Sehaqui, Liu and Mathew, 2014), Penurunan kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi disebabkan oleh tidak semua zat warna Remazol Yellow yang terikat secara elektrostatis (adsorpsi kimia) melainkan ada dugaan juga terjadinya adsorpsi fisika dimana akan terjadinya pelepasan kembali zat warna Remazol Yellow pada permukaan adsorben ketika adsorben telah mencapai titik jenuh.

### Pengaruh Adsorpsi *Remazol Yellow* Terhadap Variasi Konsentrasi Adsorbat

Konsentrasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi karena semakin tinggi konsentrasi suatu adsorbat maka akan semakin tinggi nilai efisiensi adsorpsinya.



**Gambar 11.** Pengaruh Variasi Konsentrasi Terhadap Kapasitas Adsorpsi *Remazol Yellow*

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa zat warna remazol yellow yang teradsorpsi optimum pada konsentrasi 100 ppm. Setelah adsorpsi mencapai kondisi optimal, selanjutnya akan terjadi proses penguraian yang disebut desorpsi. Kondisi optimal ini disebut dengan keadaan kesetimbangan adsorpsi. Maka pada konsentrasi adsorpsi yang optimal daya serapnya maksimal. Berdasarkan hasil penentuan nilai efisiensi adsorpsi pada variasi konsentrasi adsorbat diperoleh bahwa terjadi peningkatan nilai efisiensi adsorpsi pada konsentrasi 5 ppm dan terjadi penurunan efisiensi adsorpsi pada konsentrasi 10-100. Konsentrasi optimum terjadi pada adsorbat dengan konsentrasi 5 ppm dimana nilai efisiensi yang didapatkan sebesar 99,98% (Ma, Hsiao and Chu, 2012), Konsentrasi awal pada proses adsorpsi berpengaruh terhadap proses difusi adsorbat dimana proses transfer massa dari adsorbat ke adsorben semakin tinggi disebabkan adanya gaya dorongan yang besar.

Pada variasi konsentrasi adsorbat 10-100 ppm terjadi penurunan nilai efisiensi adsorpsi yang disebabkan oleh tidak adanya situs aktif lagi pada adsorben selulosa kulit nanas yang dapat mengadsorpsi zat warna Remazol Yellow. Menurut (Mandal and Chakrabarty, 2011), semakin tinggi nilai konsentrasi suatu adsorbat maka akan semakin tinggi pula kemampuan adsorpsinya hingga semua situs aktif pada adsorben menjadi jenuh kemudian pada kondisi jenuh adsorben tidak mampu mengadsorpsi adsorbat secara maksimal dan dapat menurunkan kemampuan adsorpsinya. Selain itu, Penentuan nilai kapasitas adsorpsi juga ditentukan untuk melihat kemampuan adsorben selulosa kulit nanas dalam mengadsorpsi dengan berbagai konsentrasi dalam 1 gr adsorben.

### SIMPULAN

Adsorpsi zat warna Remazol Yellow menggunakan adsorben selulosa menghasilkan pH optimum yaitu pada pH 2 dengan efisiensi adsorpsi sebesar 98,20%, waktu kontak optimum yaitu pada waktu 30 menit dengan efisiensi adsorpsi sebesar 94,57%, dan konsentrasi optimum yaitu pada konsentrasi 5 ppm. Adsorpsi zat warna Remazol Yellow menggunakan adsorben selulosa menghasilkan kapasitas adsorpsi pada pH, waktu kontak, dan konsentrasi berturut-turut adalah 0,81 mg/g, 0,78 mg/g, dan 19,88 mg/g.

**DAFTAR RUJUKAN**

- Ansori, M. (2020) 'Wajah Hukum', 18(3) pp. 7377.doi:10.33087/wjh.v4i1.146.
- Anwar, B., Bundjali, B. and Arcana, I. M. (2016)'ISOLASI NANOKRISTALIN SELULOSA BAKTERIAL DARI JUS LIMBAH KULITNANAS : OPTIMASI WAKTU HIDROLISIS', pp. 7–14.
- Asam, K. *et al.* (2011) 'Rosyid, Nurul Huda. 2014 KONSENTRASI ASAM OPTIMUM PADA ISOLASI NANOKRISTALIN SELULOSA BAKTERIAL DARI LIMBAH KULIT NANAS Universitas Pendidikan Indonesia, [repository.upi.edu](http://repository.upi.edu), perpustakaan.upi.edu', pp. 1–4.
- Dai, H. (2018) 'Utilization of pineapple peel for production of nanocellulose and film application', *Cellulose*. doi: 10.1007/s10570-018-1671-0.
- Duygu, C. (2018) 'Extraction and Characterisation of Cellulose Nanocrystals from Pineapple Peel', 7(April), pp. 24–33.
- Ibrahim, H. *et al.* (2019) 'Nano-structured Cellulose as Green Adsorbents for Water Purification : A Mini Nano-structured Cellulose as Green Adsorbents for Water Purification : A Mini Review', (August). doi: 10.11113/amst.v23n2.154.
- Inyinbor, A. A., Adekola, F. A. and Olatunji, G. A. (2015) 'Adsorption of rhodamine b dye from aqueous solution on Irvingia gabonensis biomass: Kinetics and thermodynamics studies', *South African Journal of Chemistry*, 68(1), pp. 115–125. doi: 10.17159/0379-4350/2015/v68a17.
- Kusumaningsih, T., Masykur, A. B. U. and Supriyanto, R. (2006) 'Adsorpsi Zat Warna Remazol Yellow FG pada Limbah Tekstil oleh Alang-alang ( Imperata cylindrica ( L . ) Raeush )', 4(1),pp.2733.doi:10.13057/biofar/f040106.
- Lee, K. Y.and Mooney,D.J.(2012)'Alginate: Properties and biomedical applications', *Progress in Polymer Science (Oxford)*, 37(1), pp. 106–126.doi:10.1016/j.progpolymsci.2011.06.03.
- Lisin, N. *et al.* (2015) 'HIDROLISIS SELULOSA DARI POD HUSK KAKAO Hydrolysis of Cellulose from Cocoa Pod Husk Using Sulfuric Acid', 3(4), pp. 482–490.
- Ma, H., Hsiao, B. S. and Chu, B. (2012) 'Ultrafine Cellulose Nanofibers as Efficient Adsorbents for Removal of'.
- Mahfoudhi, N. and Boufi, S. (2017) 'Nanocellulose as a novel nanostructured adsorbent for environmental remediation : a review', *Cellulose*. doi: 10.1007/s10570-017-1194-0.
- Mandal, A. and Chakrabarty, D. (2011) 'Isolation of nanocellulose from waste sugarcane bagasse ( SCB ) and its characterization', *Carbohydrate Polymers*, 86(3), pp. 1291–1299. doi: 10.1016/j.carbpol.2011.06.030.
- Mora, J. I. (2008) 'Extraction of cellulose and preparation of nanocellulose from sisal fibers', pp. 149–159. doi: 10.1007/s10570-007-9145-9.
- Mulyadi, I. and Pamulang, U. (2019) 'ISOLASI DAN KARAKTERISASI SELULOSA : REVIEW', (January). doi: 10.32493/jsmu.v1i2.2381.
- Mz, S., Ranita, L. I. and Safitri, D. (2017) 'PEMBUATAN BIOSORBEN DARI BIJI PEPAYA ( Carica papaya L ) UNTUK PENYERAPAN ZAT WARNA BIOSORBENT MAKING FROM

SEEDS PAPAYA ( *Carica papaya* L ) FOR ABSORPTION', 6 (2), pp. 7–13.

Nor, M. *et al.* (2021) 'RSC Advances Nanocellulose : a bioadsorbent for chemical contaminant remediation', pp. 7347–7368. doi:10.1039/d0ra08005e.

Sehaqui, H., Liu, P. and Mathew, A. P. (2014) 'Enhancing adsorption of heavy metal ions onto biobased nanofibers from waste pulp residues for application in wastewater treatment Enhancing adsorption of heavy metal ions onto biobased nanofibers from waste pulp residues for application in wastewater treatment', (August). doi: 10.1007/s10570-014-0310-7.