

Adsorpsi Zat Warna *Rhodamine B* Dengan Karbon Aktif Kulit Durian Sebagai Adsorben

Azhma 'Ulya, Edi Nasra*, Ali Amran, Desy Kurniawati

Departemen Kimia, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Barat, Padang - Sumatera Barat - Indonesia

*edinasra@fmipa.unp.ac.id.

Abstract— *Rhodamine B* colorant is one of the dyes present in the waste coming from the textile/dyeing industry. Rhodamin B dyes found in waters can cause damage to ecosystems both animals and plants, so a method is needed to overcome the impact of pollution by Rhodamin B waste. One of the most efficient methods is the adsorption method using activated carbon from Durian peels. The manufacture of activated carbon is carried out in 2 stages, that is carbonization and activation. After activated carbon, its characteristics were tested by analyzing water content, ash content, carbon content, volatile matter, and iodine absorption. Adsorption process is done by using a variation of pH (2, 3, 4, 5, and 6) and variation of stirring speed (50, 100, 150, 200, 250 rpm). The results showed the absorption capacity at optimum conditions for the absorption of Rhodamine B at pH 4 and stirring speed at 200 rpm with absorption capacity of 24,643 mg/g with absorption percentage 96,0292%.

Keywords—*Rhodamine B, Adsorption, Activated Carbon, Durian Peel, Batch Method*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi ini berjalan seiring lahir dan berkembangnya dunia industri, seperti industri pakaian, makanan, dan industri-industri lainnya. Industri – industri tersebut menghasilkan berbagai jenis limbah, baik limbah padat, limbah cair, maupun limbah gas. Kegiatan industri – industri tersebut menghasilkan limbah berbahaya dan beracun salah satu diantaranya yaitu zat warna yang menyebabkan pencemaran lingkungan di bidang perairan[1].

Zat warna merupakan salah satu limbah cair yang dihasilkan oleh industri tekstil yang tidak dapat terserap sempurna, hal ini akan mengakibatkan pencemaran lingkungan apabila tidak diolah dengan baik. Zat warna digunakan dalam jumlah yang banyak untuk mewarnai produk sehingga menjadi sumber utama adanyalimbah zat warna tersebut (Silvia, Nasra, Oktavia, & Etika, 2020). Dimana beberapa zat warna ini dapat terdegradasi menjadi zat beracun dan dapat menghalangi sinar matahari masuk ke badan air sehingga menghambat proses fotosintesis pada tumbuhan air(Widjajanti, Regina, & Utomo, 2011).Salah satu zat warna yang terdapat pada limbah industri yang sering digunakan pada pewarna tekstil adalah zat warna *Rhodamine B* [2].

Rhodamin Bmerupakan zat warna dasar yang sangat penting dan relatif murah dibandingkan dengan pewarna lainnya, senyawa yang dapat larut dalam air, memiliki sifat

kationik dan sering dipergunakan dalam bidang kimia, ilmu pengobatan dan industri pewarnaan. Zat warna ini dapat menyebabkan iritasi pada mata dan kulit, efek sistematis termasuk perubahan darah. Selain itu jika terpapar senyawa ini pada tingkat tertentu dapat menyebabkan muntah, mual, diare, pusing keringat berlebih dan radang pencernaan[3].Nilai ambang batas untuk konsentrasi *Rhodamine B* yang diperbolehkan dalam perairan sekitar (5-10) mg/L. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode untuk mengolah limbah cair industri yang telah terkontaminasi oleh zat warna tersebut[4].

Beberapa metode yang telah dikembangkan untuk mengurangi zat warna tersebut yaitu metode adsorpsi, elektrolisis,pengendapan, pertukaran ion, oksidasi kimiawi, dan beberapa teknik biologis lainnya[5]. Diantara alternatif tersebut, adsorpsi merupakan metode terbaik dalam mengadsorpsi zat warna karena metode ini aman, tidak memberikan efek samping yang membahayakan kesehatan, peralatan yang digunakan sederhana dan murah, mudah pengerjaannya, dapat didaur ulang, efisien dan ekonomis. Dalam proses adsorpsi membutuhkan suatu adsorben. Oleh karena itu, dibutuhkan jenis adsorben yang cocok digunakan sehingga proses adsorpsi dapat berlangsung dengan baik yaitu menggunakan karbon aktif.Karbon aktif yang digunakan harus memiliki sifat yang aman dan ramah lingkungan sehingga digunakan bahan-bahan biologiyang tidak mencemari lingkungan yang biasa disebut dengan adsorben alami atau biasa disebut dengan biosorben [6].

Beberapa peneliti terdahulu telah melakukan penelitian menggunakan berbagai jenis adsorben untuk menyerap berbagai limbah cair. Pada penelitian Hameed B.H (2008) memanfaatkan kulit durian untuk mengikat zat warna *acid green 25 (AG25)* menggunakan metode *batch*. Adsorben dalam bentuk karbon aktif digunakan karena memiliki kemampuan yang optimal dalam penyerapan molekul. Berdasarkan penelitian tersebut, maka penulis tertarik melakukan penelitian dengan memanfaatkan kulit durian (*Durio Zibethinus Murr.*) untuk dijadikan karbon aktif sebagai adsorben penyerapan zat warna rhodamin B menggunakan metode *batch*.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari peralatan untuk analisis, yang terdiri dari gelas kimia, batang pengaduk, botol semprot, labu ukur, gelas ukur, neraca analitik (ABS 220-4), pipet tetes, mortar dan alu, oven, pH meter (H12211), ayakan (BS410), kertas saring *whattman*, *Shaker* (VRN-480), *furnace*. Instrument yang digunakan adalah FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dan Spektrofotometer UV Vis.

B. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit durian, NaOH 0,5 M sebagai activator karbon, NaOH 0,1M, HNO₃ 0,1 M dan 0,5 M, larutan *Rhodamine B* 1000 mg/L, aquadest.

C. Prosedur Kerja

1. Preparasi Adsorben

Limbah kulit durian sebagai bahan baku pembuatan adsorben dipotong kecil-kecil kemudian dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang terdapat pada kulit durian, lalu dikeringkan dibawah sinar matahari selama ± 2 hari. Kulit durian yang sudah kering selanjutnya di *furnace* pada suhu 320°C selama 2 jam dan dinginkan pada suhu ruang. Karbon dihaluskan menggunakan mortar lalu diayak dengan ayakan berukuran 212 µm. Karbon kemudian ditimbang sebanyak 25 gram dan diaktivasi dengan NaOH 0,5 M sebanyak 250 mL selama 24 jam, setelah itu dicuci dengan aquadest hingga pH netral, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 120°C selama 30 menit. Karakterisasi dengan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). untuk karbon sebelum aktivasi dan setelah aktivasi.

2. Perlakuan dengan Metode Batch

Variasi pH

Larutan *Rhodamine B* dengan konsentrasi 75 mg/L sebanyak 25 mL dengan variasi pH 2, 3, 4, 5, dan 6. Selanjutnya masing - masing larutan ion dikontakkan dengan 0,2 gram karbon aktif kulit durian dengan metode *batch*, larutan di *shaker* dengan kecepatan 200

rpm selama 30 menit. Setelah itu, larutan disaring dan ditampung filtratnya. Filtrat yang dihasilkan lalu dilakukan pengukuran konsentrasi *Rhodamine B* yang tidak terserap dengan Spektrofotometer UV Vis, maka diperoleh pH optimum.

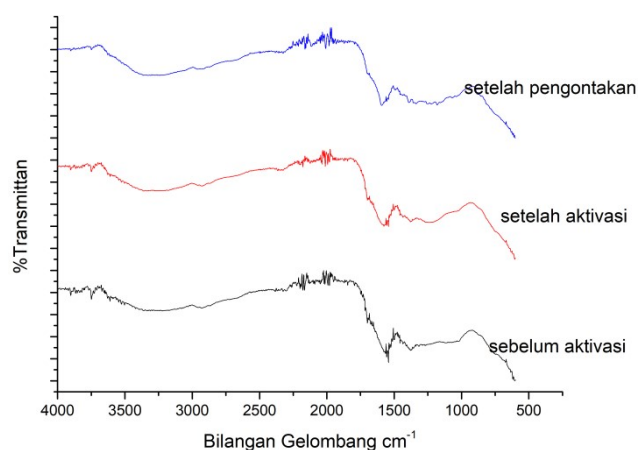
Variasi Kecepatan Pengadukan

Sebanyak 0,2 gram karbon aktif kulit durian dikontakkan dengan larutan *Rhodamine B* sebanyak 25 ml dengan pH optimum dan konsentrasi 160 mg/L. Kemudian masing-masing larutan dikontakkan pada adsorben dan di *shaker* dengan kecepatan (50, 100, 150, 200, 250) rpm selama 30 menit. Kemudian larutan disaring dan ditampung filtratnya. Filtrat tersebut diukur konsentrasi *Rhodamine B* yang tidak terserap dengan Spektrofotometer UV Vis, diperoleh kecepatan pengadukan optimum.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Karakterisasi FTIR dilakukan untuk menganalisis gugus fungsi yang terapat pada karbon, karbon aktif dan karbon yang telah dikontakkan dengan zat warna *Rhodamine B*. Pada penelitian ini digunakan bilangan gelombang 4000–500 cm⁻¹ [7]. Spektrum FTIR dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Spektrum FTIR karbon sebelum aktivasi, karbon setelah aktivasi dan karbon setelah dikontakkan dengan zat warna rhodamine B pada pH optimum yaitu pH 4, konsentrasi optimum 160 mg/L dan kecepatan optimum 200 rpm.

Pada gambar 1 dapat dilihat Gugus fungsi -OH stretching berada pada bilangan gelombang 3743,62 cm⁻¹ dan 3620,48 cm⁻¹. Puncak C-H stretching berada pada bilangan gelombang, 2970 cm⁻¹ dan 3141,35 cm⁻¹. Puncak O-H (asam karboksilat) berada pada bilangan gelombang 2798,64 cm⁻¹ dan 2803,87 cm⁻¹. Puncak C=C aromatik berada pada bilangan gelombang 1675cm⁻¹–1500cm⁻¹. Dan pada bilangan gelombang 1475cm⁻¹-1300cm⁻¹ mengidentifikasi adanya C-H bending.

Proses aktivasi menyebabkan terjadinya perubahan pada spektrum karbon yang belum diaktivasi dengan spektrum karbon aktif. Perubahan yang terjadi berupa pergeseran

bilangan gelombang, pengurangan intensitas serta penambahan gugus fungsi baru setelah mengalami proses aktivasi[8]. Dari Gambar diatas, pada puncak O-H *stretching* dan C-H dari karbon sebelum diaktivasi memiliki nilai %T sebesar 90,69% dan 88,82%. Sedangkan pada karbon yang telah diaktivasi, puncak O-H *stretching* dan C-H memiliki %T sebesar 90,19% dan 84,72%. Maka dapat dikatakan bahwa terjadinya penurunan %T setelah karbon setelah diaktivasi yang menandakan telah terjadinya interaksi antara karbon dengan aktivator tersebut.

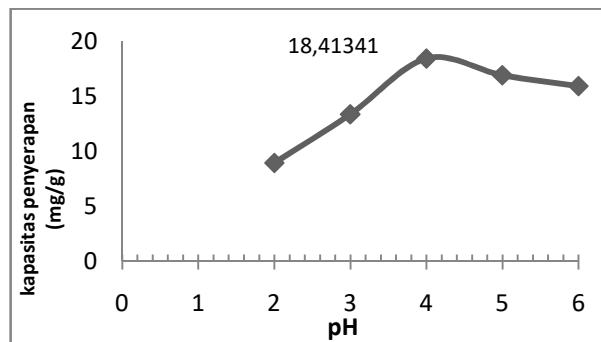
Pada spektrum karbon aktif setelah dikontakan dengan zat warna rhodamin B, dapat diketahui adanya pergeseran bilangan gelombang O-H yang menunjukkan vibrasi ulur pada bilangan gelombang 3328,35 cm^{-1} dengan nilai transmittan sebesar 81,40 %T. Gugus fungsi aromatik C=C mengalami pergeseran bilangan gelombang sebesar 1583,79 cm^{-1} dengan nilai transmittan sebesar 71,84 %T dan gugus fungsi C-N mengalami pergeseran bilangan gelombang sebesar 1231,66 cm^{-1} dengan nilai transmittan sebesar 71,60%T. Analisa FTIR memperlihatkan keberadaan gugus-gugus fungsi (karboksil, hidroksil dan sulfonil) yang mengalami pergeseran angka gelombang, hal ini mengindikasikan adanya keterlibatan gugus-gugus ini dalam pembentukan ikatan dengan ion zat warna rhodamin B[9].

B. Variasi pH

Derajat keasaman larutan (pH), merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi karena pH akan mempengaruhi muatan permukaan adsorbent dan akan mempengaruhi antarmuka antara adsorbent dan adsorbat. Spesifikasi ion/molekul zat warna dalam larutan air dipengaruhi oleh pH, dan juga secara signifikan mempengaruhi interaksinya dengan permukaan adsorbent[10].

Pada proses adsorpsi, pH merupakan variabel terpenting dalam mengontrol proses adsorpsi. pH larutan dikontrol dengan melakukan penambahan HNO_3 atau NaOH . Penentuan pH optimum bertujuan untuk mengetahui kapasitas serapan optimum larutan Rhodamin B pada proses adsorpsi. Adapun pemberian variasi pada larutan dapat mengubah konsentrasi ion H^+ dan Ion OH^- sehingga pada saat kondisi asam ($\text{pH} < 7$) maka konsentrasi ion H^+ akan lebih besar dari pada ion OH^- , sebaliknya pada kondisi basa ($\text{pH} > 7$) maka konsentrasi ion OH^- akan lebih besar daripada ion H^+ [11].

Pada penelitian ini variasi pH yang digunakan adalah 2-6, dan berikut data yang dihasilkan.

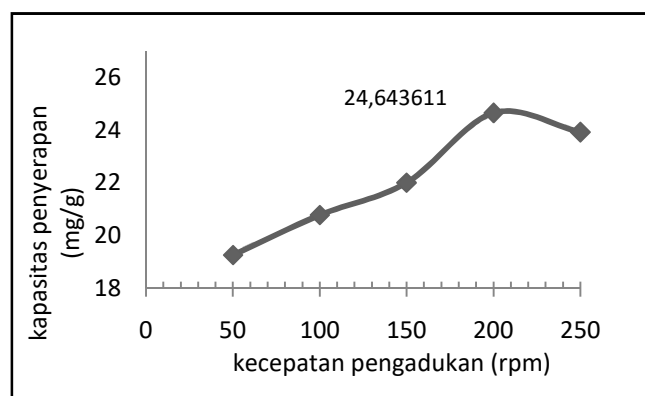


Gambar 2. Pengaruh pH terhadap serapan zat warna rhodamin B

Dari gambar diatas, didapatkan data bahwa penyerapan maksimum zat warna rhodamin B terjadi pada pH 4 dengan kapasitas penyerapan sebesar 18,413mg/g. Pada kondisi asam, terjadi persaingan antara ion zat warna rhodamin B dengan ion H^+ , karena adanya protonasi sehingga ion zat warna rhodamin B tidak dapat terikat pada situs aktif, karena pada pH asam terdapat banyak ion H^+ daripada ion OH^- , dimana ion H^+ ini akan bersaing dengan ion N^+ pada zat warna rhodamin B yang akan menyebabkan kapasitas penyerapan rendah. Dapat disimpulkan bahwa semakin rendah dan semakin tinggi pH, maka kapasitas adsorpsi akan cenderung lebih rendah[12]. Pada kondisi basa akan menyebabkan banyaknya ion OH^- dan semakin sedikit ion H^+ yang digunakan untuk memprotonasi gugus fungsional yang terdapat pada adsorbat dan menyebabkan adsorpsi zat warna semakin kecil.

C. Variasi Kecepatan Pengadukan

Dalam proses adsorpsi, kecepatan pengadukan mempengaruhi distribusi zat terlarut dalam larutan *Rhodamine B*. Kecepatan pengadukan digunakan agar adsorbent dan adsorbat dapat tersebar secara merata dan dapat berinteraksi secara sempurna[13]. Variasi kecepatan pengadukan pada serapan zat warna *Rhodamine B* yang dilakukan pada penelitian ini dimulai dari kecepatan 50, 100, 150, 200 dan 250 rpm. Berdasarkan pengaruh kecepatan pengadukan pada adsorpsi zat warna Rhodamin B dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap serapan zat warna rhodamin B

Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan penyerapan pada kecepatan 50 rpm - 150 rpm dan optimum pada kecepatan 200 rpm yaitu sebesar 24,64 mg/g. Sedangkan terjadi penurunan pada kecepatan 250 rpm yaitu sebesar 23,91 mg/g. Hal ini dikarenakan tingginya kecepatan mempengaruhi ikatan kimia yang terjadi pada saat penyerapan. Molekul Rhodamin B yang terdapat pada pori karbon aktif terlepas kembali akibat tingginya kecepatan pengadukan. Penambahan kecepatan pengadukan setelah mencapai titik kesetimbangan tidak dapat menaikkan kapasitas serapan[14].

IV. KESIMPULAN

Bedasarkan analisis karakterisasi dengan menggunakan instrument *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), terjadi pergeseran bilangan gelombang dan % T yang berbeda antara ketiga karbon yaitu karbon sebelum aktivasi, setelah aktivasi dan setelah dikontakkan dengan zat warna rhodamin B.

Kondisi optimum untuk penyerapan zat warna *Rhodamine B* menggunakan adsorben karbon aktif dari kulit durian adalah pada pH 4 dan kecepatan optimum 200 rpm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dosen Pembimbing serta rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu baik dalam penelitian maupun dalam penulisan artikel ini. Selanjutya terimakasih atas sarana dan dukungannya kepada seluruh staf & analis Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

REFERENSI

- [1] A'Yuni Hisbiyah, d.(2019). Komposit Karbon Aktif dari Eceng Gondok dengan TiO₂ untuk Degradasi Fotokatalitik Zat Warna Tekstil Congo Red. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 4(1), 5-15.
- [2] Abdullah, M., Bilondatu, K., Tulie, W. Z., & Kunusa, W. R. (2019). Pemanfaatan Isolat Selulosa Ampas Tebu sebagai Chelating Agent (CAT) Zat Pewarna pada Jajanan Anak Sekolah (JAS). *Jambura Journal of Chemistry*, 1(2), 34-41.
- [3] Agustina,d.(2016). Pengaruh Konsentrasi TiO₂ dan Konsentrasi Limbah pada Proses Pengolahan Limbah Pewarna Sintetik Procion Red dengan Metode UV/Fenton/TiO₂. *Jurnal Teknik Kimia*22(1), 65-72.
- [4] Atkins, P. W. (1996). *Physical Chemistry (Kimia Fisika)* (I. I. Kartohadiprojo, Trans.). Jakarta: Erlangga
- [5] Basaltico Radityaa, S., & Hendiyanto, O.(2016). Pemanfaatan Kulit Durian Sebagai Adsorben Logam Berat Pb pada Limbah Cair Elektroplating
- [6] Budiman, J. A. P., Yulianti, I. M., & Jati, W. N.(2019). Potensi Arang Aktif dari Kulit Buah Durian (Durio Zibethinus Murr.) dengan Aktivator NaOH sebagai Penjernih Air Sumur. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 3(3), 117-124.
- [7] Chaber, R., et.al.(2017). Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy of paraffin and deparaffinized bone tissue samples as a diagnostic tool for Ewing sarcoma of bones . *Infrared Physics & Technology*, 85, 364-371.
- [8] Danish, M.,&Ahmadd,T.(2018). A review on utilization of wood biomass as a sustainable precursor for activated carbon production and application. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 87, 1-21.
- [9] Nasra, E.andD.Kurniawati (2017).BiosorptionofCadmiumandCopper Ions from Aqueous Solution using Banana (Musa paradisiaca)Shell as

Low-Cost Biosorbent. Proceedings of ICoChEA (InternationalConferenceOnChemistryAndEngineeringInAgroindustry)

- [10] Nasra, E., et al.(2019). Biosorpsi Ion Zink (II) dari Larutan BerairmenggunakanKulitPisang (MusaParadisiaca)sebagaiLow-costBiosorbentz. *TalentaConferenceSeries:Science andTechnology(ST)*.
- [11] Fitrianie, D., & Dwita Oktiani, L.(2015). Pemanfaatan Kulit Pisang Sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B. *GRADIEN: Jurnal Ilmiah MIPA*, 11(2), 1091-1095.
- [12] Hameed, B., & Hakimi, H.(2008). Utilization of durian (Durio zibethinus Murray) peel as low cost sorbent for the removal of acid dye from aqueous solutions. *Biochemical Engineering Journal*, 39(2), 338-343.
- [13] Handayani, R.,&Taer, E.(2019). Pengaruh Waktu Aktivasi Terhadap Sifat Fisis dan Elektrokimia Sel Superkapasitor dari Sabut Pinang. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 16(2),87-90.
- [14] Tanasale, Matheis F.J.D.P.,Sutapa W.,dan Topurtawy R.R. 2014. *Adsorpsi ZatWarnaRhodaminBOlehKarbonAktifDariKulitDurian(Duriozibethinus)*.JurusanKimiaUniversitas Pattimura, Ambon.