

Isoterm Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Karbon Aktif Limbah Sisik Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) Sebagai Adsorben

Jolantje Latupeirissa^{a,*}, Eirene G. Fransina^a, Matheis. F. J. D. P. Tanasale^a, Muliana^{a,b}

^a Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura, Ambon, 97234, Indonesia

^b Loka Pengawasan Obat dan Makanan, Bau-Bau, 93713, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 23 November 2022
Disetujui 29 April 2024

Key word:

Adsorpsi
karbon aktif
rhodamin B
sisik ikan kakap putih, XRD..

Kata kunci:

activated carbon
adsorption
fish scales of white seabass
rhodamine B
XRD

ABSTRACT

Adsorption rhodamine B dye using adsorbent of activated carbon from fish scales has been done. The study aims to determine the adsorption isotherm. Activated carbon was obtained through the process of carbonization, putting the fish scales into the furnace at 350 °C and characterized by XRD, the results showed that the three peaks with intensity in their regions were 26.45°, 32.69°, and 33.60°. It was calcined at the temperature of 450 °C and characterized by XRD. The results showed peaks shift were 26.52°, 29.66°, and 32.77°. The activation charcoal in a 3M KOH, dried in oven at 110 °C and characterized by XRD. The results showed, peaks with the highest intensity were 26.22°, 29.12°, and 32.43°, and the basal spacing is biggest than before activation. The determination of rhodamine B dye adsorption was characterized by UV-Vis spectrophotometer. The results showed that the optimum condition were 0.8 g mass adsorbent, the contact time of 100 minutes at pH of 3, and concentration of 10 ppm. The adsorption of rhodamine B dye using activated carbon from fish scales followed Freundlich isotherm with correlation coefficient (r^2), K_F , and n were 99.68%, 0.6298 mg/g, and 1.8685 respectively that showed fisisorption process.

ABSTRAK

Adsorpsi zat warna rhodamin B menggunakan adsorben karbon aktif sisik ikan kakap putih. Tujuan penelitian menentukan isoterm adsorpsi. Karbon aktif diperoleh melalui proses karbonisasi, sisik ikan dimasukkan dalam tanur pada suhu 350 °C dan dikarakterisasi dengan XRD, menghasilkan tiga puncak dengan intensitas pada daerah 2 θ masing-masing 26,45°, 32,69°, dan 33,60°. Kalsinasi pada suhu 450 °C dikarakterisasi dengan XRD, menunjukkan pergeseran puncak 2 θ : 26,52°, 29,66°, dan 32,77°. Kemudian karbon diaktivasi dengan aktivator KOH 3 M dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C, dikarakterisasi dengan XRD, diperoleh puncak dengan intensitas terkuat berada pada 26,22°, 29,12°, dan 32,43°, basal spacing yang semakin besar. Adsorpsi zat warna rhodamin B menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Kondisi optimum karbon aktif pada variasi jumlah adsorben 0,8 g, waktu kontak 100 menit, pH 3, dan konsentrasi 10 ppm. Adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif sisik ikan kakap putih mengikuti isoterm Freundlich dengan koefisien korelasi (r^2), K_F dan n berturut-turut: 99,68%, 0,6298 mg/g dan 1,8685 yang menunjukkan proses fisisorpsi.

*e-mail:

latupeirissajola@gmail.com
Telp:+62-82199528171

Pendahuluan

Salah satu zat warna yang paling sering digunakan adalah zat warna rhodamin B. Adanya gugus amino dan inti benzena, menyebabkan zat warna ini sulit didegradasi oleh mikroorganisme secara alami. Zat warna

rhodamin B dapat menimbulkan iritasi pada kulit, mata, saluran pencernaan, serta saluran pernafasan [1].

Pengurangan zat warna pada umumnya dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah dengan adsorpsi. Keunggulan

metode ini yaitu tidak terbentuk lumpur atau *slurry*, zat warna dapat dihilangkan dengan baik, dan adsorben yang telah digunakan dapat diregenerasi sehingga dapat digunakan kembali untuk proses pengolahan limbah. Ada beberapa adsorben komersial yang biasa digunakan seperti karbon aktif, silika gel, alumina, zeolit dan asam humat [2]. Penggunaan karbon aktif komersial banyak diaplikasikan dalam mengolah limbah. Namun demikian, adsorpsi dengan karbon aktif ini membutuhkan biaya yang relatif mahal. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif untuk memperoleh karbon aktif yang mudah didapatkan dan dengan biaya produksi yang lebih murah. Alternatif yang dapat digunakan adalah dengan memanfaatkan limbah yang materialnya memungkinkan untuk dijadikan arang.

Salah satu material yang berpotensi sebagai adsorben adalah limbah dari pengolahan perikanan. Limbah perikanan diketahui mencapai 75% dari berat total ikan. Limbah tersebut berupa tulang, kulit dan sisik ikan yang dianggap sebagai bahan bernilai rendah [3]. Sisik ikan sebagai *by-product* dari industri fillet ikan jumlahnya besar sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kolagen, namun pada konsumen kecil biasanya sisik ikan dibuang [4]. Sisik ikan banyak mengandung senyawa organik seperti protein sebesar 41-84% yang berupa kolagen dan *ichtylepidin*. Oleh karena itu, limbah sisik ikan berpotensi sebagai material penjerap karena mudah diperoleh dan komponen senyawanya memungkinkan untuk dijadikan karbon. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Zahera [5] yang memanfaatkan limbah sisik ikan lomak (*Leptobarbus hoevani*) sebagai adsorben untuk logam Pb(II). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa sisik ikan lomak mempunyai waktu kontak optimum pada 120 menit, dengan daya jerap sebesar 3,6681 mg g⁻¹.

Selain itu, Fransina & Latupeirissa [6] juga telah menguji kinerja adsorpsi sisik ikan kakap merah (*Lutjanus* sp) terhadap zat warna rhodamin B, dan menunjukkan bahwa sisik ikan kakap merah dapat mengadsorpsi zat warna rhodamin B dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,556 mg g⁻¹ yang mengikuti isotherm Freundlich.

Penelitian ini dilakukan dengan mengkaji isotherm adsorpsi, yang diharapkan akan dapat mengoptimalkan pemanfaatan limbah sisik ikan sebagai adsorben limbah cair zat warna rhodamin B. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan kondisi optimum adsorpsi karbon aktif dari limbah sisik ikan kakap putih terhadap zat warna rhodamin B berdasarkan jumlah adsorben, waktu kontak, pH, dan konsentrasi.
2. Menentukan kapasitas adsorpsi dan isotherm adsorpsi karbon aktif dari limbah sisik ikan kakap putih dalam mengadsorpsi zat warna rhodamin B.

Bahan dan Metode

Alat-alat yang digunakan antara lain Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1201), Difraktometer XRD (Shimadzu XD 160), Oven (Mettler), Desikator (Merck), Seperangkat alat gelas (Pyrex), Pengerus, Ayakan (100 mesh), Shaker (SHA-C, Constant Temperature Oscillator), Neraca analitik, dan Tanur (Barnstead Thermolyne 47900 Furnace).

Bahan-bahan yang digunakan antara lain sisik ikan kakap putih, rhodamin B (p.a Merck), akuades, alkohol (p.a Merck), KOH (p.a Merck), Gas nitrogen, HCl (p.a Merck), kertas saring Whatman no. 42, kalium hidrogen ftalat (p.a Merck), NH₃ (p.a Merck), NaOH (p.a Merck), NaHCO₃ (p.a Merck), NaH₂PO₄ (p.a Merck), dan Na₂HPO₄ (p.a Merck).

Sisik ikan dicuci dengan akuades dan dikeringkan dalam oven. Setelah kering dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 350 °C selama 2 jam. Arang yang dihasilkan kemudian dihaluskan, diayak dengan ayakan (100 mesh), dan dikarakterisasi dengan X-RD.

Proses kalsinasi dan aktivasi karbon aktif sisik ikan

Arang dimasukkan dalam perangkat alat kalsinasi yang dipanaskan pada suhu 450 °C dan dialiri dengan gas nitrogen, selama 2 jam. Arang yang telah dikalsinasi dikarakterisasi dengan X-RD. Aktivasi dilakukan dengan perendaman 30 g arang sisik ikan dalam reagen aktivator KOH 3 M selama 15 jam, disaring, dan dicuci dengan akuades. Karbon aktif yang

dihasilkan dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 1 jam, selanjutnya didinginkan dalam desikator dan dikarakterisasi dengan X-RD.

Pembuatan larutan standar zat warna rhodamin B

Larutan standar zat warna rhodamin B 1000 ppm sebanyak 100 mL, dibuat dengan cara menimbang 0,1 g padatan zat warna rhodamin B dan dilarutkan dengan akuades. Kemudian dimasukkan dalam labu takar 100 mL dan ditepatkan volumenya hingga tanda batas. Selanjutnya, dari larutan standar 1000 ppm diencerkan menjadi 100 ppm sebanyak 100 mL dan dari 100 ppm diencerkan lagi menjadi 50 ppm sebanyak 100 mL, dan diencerkan lagi menjadi 1, 3, 5, dan 7 ppm. Kemudian diukur absorbansi pada panjang gelombang 550 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan dibuat kurva standar.

Variasi jumlah adsorben

Karbon aktif masing-masing ditimbang sebanyak 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, dan 1,0 g, dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 25 mL larutan zat warna rhodamin B 30 ppm kemudian dishaker dengan kecepatan 300 rpm selama 60 menit. Selanjutnya filtrat dan endapan disaring, filtrat yang diperoleh dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis.

Variasi waktu optimum adsorpsi

Karbon aktif ditimbang sebanyak 0,8 g dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 25 mL larutan zat warna rhodamin B 30 ppm. Selanjutnya, dishaker dengan kecepatan 300 rpm selama waktu kontak masing-masing 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 menit. Setelah itu, disaring dan filtrat diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan konsentrasi zat warna rhodamin B yang teradsorpsi.

Variasi pH

Karbon aktif ditimbang sebanyak 0,8 g dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 25 mL zat warna rhodamin B 30 ppm yang masing-masing telah diatur dengan variasi pH 3, 7, dan 11. Buffer yang digunakan untuk variasi pH berturut-turut yaitu kalium hidrogen ftalat 0,1 M, HCl 0,1 M, dan akuades; larutan NaH_2PO_4 0,1 M, Na_2HPO_4 0,1 M; larutan

NaHCO_3 0,05 M, NaOH 0,1 M, dan akuades dengan perbandingan volume masing-masing berbeda untuk tiap buffer [9]. Kemudian larutan dishaker dengan kecepatan 300 rpm selama 100 menit. Larutan yang diadsorpsi oleh karbon aktif disaring, dan filtrat diukur dengan spektrofotometer UV-Vis.

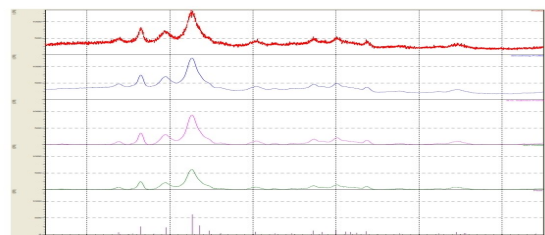
Variasi konsentrasi zat warna Rhodamin B

Sebanyak 5 buah erlenmeyer 100 mL disiapkan dan dimasukkan 0,8 g karbon aktif ke dalam masing-masing erlenmeyer, ditambahkan 25 mL larutan rhodamin B dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm yang telah diatur pada pH optimum yaitu pH 3 menggunakan buffer dan dishaker dengan kecepatan 300 rpm selama 100 menit. Setelah itu, filtrat disaring dan dianalisis konsentrasi sampel dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 550 nm untuk penentuan isoterm adsorpsi.

Hasil dan Pembahasan

Proses Karbonisasi

Proses karbonisasi merupakan proses untuk mengkonversi material organik menjadi karbon, sehingga senyawa-senyawa kompleks yang menyusun material organik terurai menjadi karbon dengan unsur kandungan karbon yang tinggi [2]. Semakin banyak pori-pori karbon akan meningkatkan luas permukaan sehingga adsorpsi akan semakin baik. Selanjutnya, karbon dikarakterisasi dengan XRD yang dapat diperlihatkan pada Gambar 1.



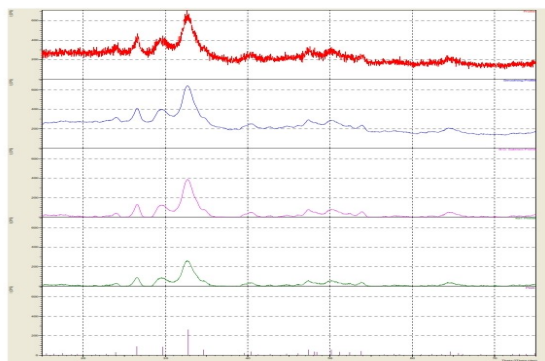
Gambar 1. Difraktogram X-RD arang sisik ikan sebelum kalsinasi

Berdasarkan difraktogram XRD yang diperlihatkan pada Gambar 1, data kristalinitas untuk sampel arang meliputi pemisahan interlayer arang yaitu berturut-turut untuk tiga peak utama menunjukkan jarak antar kisi arang yaitu 2,73 Å, 2,66 Å, dan 3,37 Å, ketiga peak

tersebut berada pada daerah 2θ masing-masing adalah $32,69^\circ$, $33,60^\circ$, dan $26,45^\circ$.

Kalsinasi dan Aktivasi Karbon Sisik Ikan

Karbon yang dihasilkan dikarakterisasi dengan XRD yang diperlihatkan pada Gambar 2.

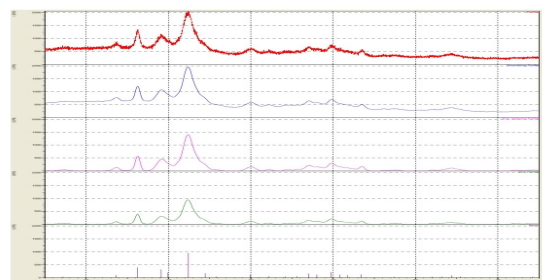


Gambar 2. Difraktogram X-RD karbon sebelum aktivasi

Berdasarkan difraktogram X-RD yang diperlihatkan pada Gambar 2, data kristalinitas untuk sampel karbon setelah kalsinasi meliputi pemisahan interlayer arang yaitu berturut-turut untuk tiga peak utama menunjukkan jarak antar kisi arang yaitu $2,73 \text{ \AA}$, $3,35 \text{ \AA}$, dan $3,00 \text{ \AA}$, ketiga peak tersebut berada pada daerah 2θ masing-masing adalah $32,77^\circ$, $26,52^\circ$, dan $29,66^\circ$, yang nilai 2θ mengalami pergeseran. Hal ini menunjukkan terjadinya perbedaan jarak antar muka kristal karbon sebagai akibat dari proses kalsinasi.

Karbon yang dihasilkan melalui proses karbonisasi bahan baku, sebagian besar pori-porinya masih tertutup oleh hidrokarbon, tar, dan komponen lain, seperti abu, air, dan sulfur, sehingga daya serapnya rendah. Oleh karena itu, karbon diaktivasi menggunakan larutan KOH merupakan basa kuat dan korosif yang dapat menghilangkan zat-zat pengotor dalam karbon, sehingga menghasilkan abu yang terlepas dari karbon. Pada produk karbon aktif hasil aktivasi kimia, terdapat sedikit serbuk putih seperti abu. Ini menunjukkan bahwa reaksi karbon dengan KOH menghasilkan senyawa karbonat (K_2CO_3) [8]. Akibatnya, secara fisik luas permukaan spesifik porinya menjadi meningkat. Karbon aktif yang dihasilkan selanjutnya dikarakterisasi dengan XRD yang diperlihatkan pada Gambar 3.

Berdasarkan difraktogram XRD yang diperlihatkan pada Gambar 3, data kristalinitas untuk sampel arang setelah aktivasi meliputi pemisahan interlayer arang yaitu berturut-turut untuk tiga peak utama menunjukkan jarak antar kisi arang yaitu $2,75 \text{ \AA}$, $3,39 \text{ \AA}$, dan $3,06 \text{ \AA}$, ketiga peak tersebut berada pada daerah 2θ masing-masing adalah $32,43^\circ$, $26,22^\circ$, dan $29,12^\circ$.



Gambar 3. Difraktogram X-RD karbon setelah aktivasi

Pola difraksi pada Gambar 1, 2, dan 3 menunjukkan adanya perubahan struktur mikro kristal yang terjadi, yaitu arang sisik ikan, setelah kalsinasi, dan setelah aktivasi. Pada arang sebelum kalsinasi mulai muncul puncak-puncak yang mengindikasikan terbentuknya karbon pada arang. Hal ini dapat dilihat bahwa karakter dari grafit yang diharapkan terbentuk dengan intensitas tinggi di daerah $2\theta = 26,45^\circ$ muncul dengan intensitas yang tidak terlalu tinggi. Pada karbon setelah kalsinasi, terjadi pergeseran 2θ yang mendekati pola difraksi grafit, yaitu pada $2\theta = 29,66^\circ$ dengan intensitas yang hampir sama pada $2\theta = 26,52^\circ$. Pada puncak $2\theta = 29,66^\circ$ menurut JCPDS 72-2091 merupakan karakteristik dari C_s [9]. Karbon setelah diaktivasi, menunjukkan pola yang tidak berbeda jauh. Terjadi sedikit pergeseran 2θ yang masih dalam pola difraksi grafit namun dengan intensitas yang tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa susunan atom-atom karbon terbentuk semakin teratur.

Variasi Jumlah Adsorben

Massa adsorben divariasi mulai dari 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1,0 g dengan volume larutan zat warna rhodamin B 30 ppm sebanyak 25 mL, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Menurut Pamela dkk [10] pertambahan massa adsorben memperbesar daya serap

adsorbat. Hal itu disebabkan karena semakin banyak massa adsorben, semakin banyak pori yang terdapat pada adsorben sehingga dapat menaikkan molekul adsorbat yang terjep. Namun demikian, pada Tabel 1 menunjukkan bahwa massa adsorben optimal terjadi pada massa 0,8 g yaitu sebesar 27,7175 ppm kemudian terjadi sedikit penurunan zat yang teradsorpsi yaitu sebesar 26,4802 ppm. Hal ini dikarenakan adsorben sudah dalam keadaan jenuh, sehingga penambahan adsorben tidak akan meningkatkan zat warna yang teradsorpsi.

Tabel 1. Hasil pengukuran absorbansi zat warna rhodamin B pada variasi jumlah adsorben

Jumlah adsorben (g)	C _o (ppm)	C _e (ppm)	C _o -C _e (ppm)	Q(%)
0,2	30	6,4471	23,5529	78,51
0,4	30	5,9432	24,0568	80,19
0,6	30	3,5389	26,4611	88,20
0,8	30	2,2825	27,7175	92,39
1,0	30	3,5198	26,4802	88,27

Variasi waktu kontak

Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi zat warna rhodamin B dipelajari dengan menggunakan zat warna rhodamin B 30 ppm dengan jumlah adsorben pada kondisi optimum. Variasi waktu kontak yang digunakan adalah 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 menit, dengan jumlah adsorben 0,8 g, hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan data Tabel 2, dapat dilihat bahwa waktu kontak 20 – 100 menit konsentrasi zat warna rhodamin B yang terjep semakin bertambah. Hal ini dikarenakan seiring berjalannya waktu, proses difusi dan penyerapan molekul adsorbat berlangsung lebih baik, dan mencapai kondisi optimum adsorpsi pada menit ke-100 dengan konsentrasi terjep sebesar 27,8068 ppm dengan kapasitas adsorpsi 0,8689 mg g⁻¹. Kondisi adsorpsi tersebut mulai menurun pada menit ke 120. Hal ini dikarenakan situs aktif pada permukaan adsorben telah jenuh oleh ion zat warna. Adsorben yang telah jenuh sedikit demi sedikit mulai melepaskan ion zat warna dan kembali ke dalam larutan sehingga penambahan waktu tidak lagi meningkatkan penyerapan [10].

Tabel 2. Hasil pengukuran absorbansi zat warna rhodamin B pada variasi waktu kontak dengan C_o = 30 ppm dan bobot adsorben 0,8 g

Waktu kontak (menit)	C _o (ppm)	C _e (ppm)	C _o -C _e (ppm)	Q (%)
20	30	4,6932	25,3068	84,36
40	30	3,1052	26,8948	89,65
60	30	2,4292	27,5708	91,90
80	30	2,3144	27,6856	92,28
100	30	2,1932	27,8068	92,69
120	30	2,4037	27,5963	91,99

Variasi pH

Larutan zat warna rhodamin B 30 ppm dikondisikan pHnya dengan menggunakan larutan buffer masing-masing pada pH 3, 7, dan 11, waktu kontak 100 menit, dan berat adsorben 0,8 g. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran absorbansi zat warna rhodamin B pada variasi pH

pH	C _o (ppm)	C _e (ppm)	C _o -C _e (ppm)	Q (%)
3	30	1,7787	28,2213	94,07
7	30	4,2022	25,7978	85,99
11	30	4,3233	25,6767	85,59

Berdasarkan hasil pada Tabel 3, menunjukkan pada pH 3 dengan waktu adsorpsi 100 menit diperoleh konsentrasi terjep sebesar 28,2213 ppm, dan mengalami penurunan pada pH 7 dan pH 11 dengan konsentrasi terjep sebesar 25,7978 ppm dan 25,6767 ppm secara berturut-turut. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa semakin rendah pH, konsentrasi terjep akan semakin besar, adsorpsi optimum bekerja pada pH asam. Derajat keasaman (pH) dalam larutan sangat berpengaruh dalam proses adsorpsi. Pengaturan pH larutan berpengaruh terhadap muatan permukaan adsorben, derajat ionisasi, stabilitas, dan intensitas warna dari senyawa dalam larutan [11].

Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Fransina & Latupeirissa [6] yang mengadsorpsi zat warna rhodamin B menggunakan karbon aktif sisik ikan kakap merah dan diperoleh kondisi optimum pada pH asam. Pada pH asam (pH<7) konsentrasi ion H⁺

lebih besar daripada ion OH^- , sebaliknya pada pH basa ($\text{pH} > 7$) konsentrasi ion OH^- akan lebih besar daripada ion H^+ . Saat kondisi asam, ion Cl^- lepas dari rhodamin B sehingga bermuatan positif. Pada pH asam tersebut, gugus $-\text{COOH}$ terdisosiasi melepaskan ion H^+ dan menjadi bermuatan negatif yaitu $-\text{COO}^-$. Kemudian ketika karbon aktif ditambahkan, permukaan karbon aktif akan terprotonasi, dilanjutkan dengan terjadi interaksi elektrostatis yang menyebabkan terjadi perpindahan zat warna dalam larutan menuju permukaan adsorben terprotonasi. Semakin rendah pH adsorbat maka proses adsorpsi semakin optimal karena terjadi interaksi elektrostatis antara muatan negatif dari gugus fungsi pada zat warna dan muatan positif pada permukaan adsorben [2].

Pada pH basa terjadi penurunan, hal ini dikarenakan ion OH^- yang terlalu banyak dalam larutan tidak mampu ditangkap oleh zat warna, sehingga masih banyak ion OH^- yang bebas di dalam larutan, zat warna juga cenderung bermuatan parsial negatif. Akibatnya, terjadi kompetisi antara ion zat warna rhodamin B dengan ion OH^- bebas untuk menempati permukaan adsorben yang akan menurunkan daya adsorpsi zat warna dengan adsorben. Peningkatan pH larutan akan menyebabkan bentuk zwitter ion rhodamin B dalam air meningkatkan agregasi rhodamin B untuk membentuk molekul yang lebih besar (dimer), sehingga tidak dapat masuk ke dalam struktur pori permukaan adsorben [12].

Variasi Konsentrasi

Pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi zat warna rhodamin B dipelajari dengan menggunakan variasi konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm yang dikondisikan pH 3 menggunakan buffer, dengan bobot adsorben 0,8 g, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran absorbansi zat warna rhodamin B pada variasi konsentrasi dengan bobot adsorben 0,8 g

C_0 (ppm)	C_e (ppm)	$C_0 - C_e$ (ppm)	Q (%)
10	0,2545	9,7455	97,46
20	0,9241	19,0759	95,38
30	1,9573	28,0427	93,48

40	2,8246	37,1754	92,94
50	4,7188	45,2813	90,56

Berdasarkan data Tabel 4, hasil adsorpsi zat warna rhodamin B variasi konsentrasi menunjukkan konsentrasi maksimum teradsorpsi pada konsentrasi 10 ppm yang memiliki nilai Q paling besar yaitu 97,46%. Seiring dengan meningkatnya konsentrasi awal, nilai Q semakin menurun. Namun demikian, kapasitas adsorpsinya meningkat dan mencapai nilai tertinggi pada konsentrasi 50 ppm sebesar 1,4150 mg g^{-1} . Penurunan adsorpsi ini sebagai akibat terjadinya desorpsi, yaitu proses pelepasan kembali ion atau molekul yang telah berikatan dengan gugus aktif pada adsorben. Dengan demikian, adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif sisik ikan akan lebih baik pada konsentrasi rendah.

Penentuan Isoterm Adsorpsi Berdasarkan Variasi Konsentrasi

Dari data variasi konsentrasi maka dapat ditentukan isoterm adsorpsi yang cocok untuk adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif dari sisik ikan kakap putih. Model yang umum digunakan untuk menentukan parameter adsorpsi yaitu model isoterm Langmuir dan Freundlich, yang diperlihatkan pada Tabel 5.

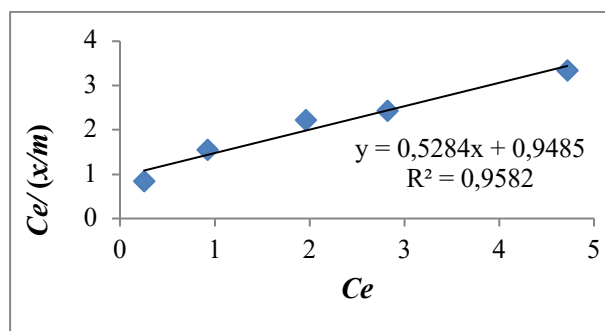
Berdasarkan Tabel 5, data variasi konsentrasi maka dapat ditentukan isoterm adsorpsi yang cocok untuk adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif dari sisik ikan kakap putih. Model yang umum digunakan untuk menentukan parameter adsorpsi yaitu model isoterm Langmuir dan Freundlich.

Tabel 5. Parameter adsorpsi zat warna rhodamin B untuk isoterm Langmuir dan Freundlich berdasarkan variasi konsentrasi

C_0 (ppm)	C_e (ppm)	x/m	$C_e/(x/m)$	$\ln C_e$	$\ln (x/m)$
10	0,2276	0,30	0,745	1,480	1,186
		54	3	2	2
20	0,9006	0,5969	1,5089	0,1047	
30	1,9391	0,8769	2,2113	0,6622	
40	2,8109	1,1622	2,4187	1,0335	
50	4,7147	1,4152	3,3316	1,5507	

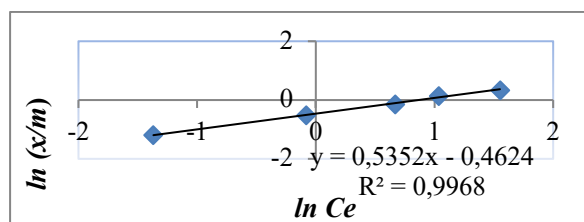
Untuk menentukan apakah adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif sesuai dengan isoterm Langmuir atau Freundlich, maka dibuat grafik hubungan antara $C_e/(x/m)$ terhadap C_e dan hubungan linearitas $\ln (x/m)$ terhadap $\ln C_e$ dengan membandingkan nilai koefisien korelasinya [13]. Hubungan tersebut diperlihatkan pada Gambar 5 dan 6.

Model Langmuir berdasarkan asumsi bahwa pada permukaan adsorben terdapat situs aktif (*active sites*) tertentu yang sebanding dengan luas permukaan adsorben, sehingga bila situs aktif pada permukaan dinding sel adsorben telah jenuh oleh ion zat warna, maka penambahan konsentrasi tidak lagi dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi dari adsorben tersebut [14].



Gambar 5. Grafik linier $C_e/(x/m)$ vs C_e menurut isoterm Langmuir sistem adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif sisik ikan kakap putih

Isoterm Freundlich sering digunakan untuk menggambarkan adsorpsi senyawa organik dan anorganik dalam larutan. Pada isoterm Freundlich terdapat permukaan heterogen dengan beberapa tipe pusat adsorpsi yang aktif. Dengan membandingkan nilai garis kuadrat terkecil, maka dibakukan pola adsorpsi yang sesuai [13].



Gambar 6. Grafik linier $\ln (x/m)$ vs $\ln C_e$ menurut isoterm Freundlich sistem

adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif sisik ikan kakap putih

Dari Gambar 5 dan 6 menunjukkan adsorpsi zat warna rhodamin B dengan menggunakan karbon aktif sisik ikan kakap putih lebih memenuhi persamaan Freundlich dengan nilai koefisien korelasi (r^2) yang mendekati 1 yaitu 0,9968, yang berarti adsorpsi terjadi pada lapisan heterogen. Hasil penelitian tersebut masih perlu dikembangkan karena penggunaan karbon aktif sisik ikan kakap putih sebagai adsorben kurang efektif pada saat digunakan untuk mengolah limbah cair dengan konsentrasi terlalu tinggi [13].

Berdasarkan grafik isoterm Freundlich, maka nilai K_F dan n dapat dihitung dengan menggunakan persamaan isoterm Freundlich sehingga diperoleh nilai K_F sebesar 0,6298 mg g^{-1} . Nilai K_F menunjukkan kapasitas jerap suatu adsorben, semakin besar nilai K_F maka semakin besar pula kapasitas adsorben dalam menyerap adsorbat. Nilai K_F yang diperoleh cukup besar, berarti bahwa kapasitas karbon aktif dari sisik ikan dalam menyerap zat warna rhodamin B cukup bagus. Nilai $1/n$ menunjukkan indikator ketergantungan konsentrasi yang berhubungan dengan adsorpsi [15]. Dengan nilai $n < 1$, proses adsorpsi ini merupakan proses kimisorpsi dan jika $n > 1$, dipastikan bahwa adsorpsi yang terjadi merupakan proses fisisorpsi. Nilai $n = 1,8685$, maka proses yang terjadi merupakan proses fisisorpsi. Adsorpsi fisik terjadi sebagai akibat gaya tarik-menarik antara molekul polar (rhodamin B) dan molekul nonpolar (karbon aktif), sehingga terjadi interaksi melalui dipol induksian [13].

Ucapan Terimakasih

Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Pattimura dan Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Hassanudin Makassar.

Kesimpulan

Karbon aktif sisik ikan kakap putih dapat menyerap zat warna rhodamin B pada kondisi optimum jumlah adsorben 0,8 g, waktu kontak optimum 100 menit dan pH larutan dalam suasana asam (pH 3), serta konsentrasi optimum yang diperoleh adalah 10 ppm.

Adsorpsi zat warna rhodamin B oleh karbon aktif dari sisik ikan kakap putih mengikuti isotherm adsorpsi Freundlich dengan nilai koefisien korelasi (r^2) 99,64%, K_F sebesar 0,6298 mg/g dan nilai n sebesar 1,8685, yang menunjukkan proses adsorpsi yang terjadi adalah proses fisisorpsi.

Daftar Pustaka

1. [Tang, S. K. Sonocatalytic Degradation of Rhodamine B in Aqueous Solution in the Presence of TiO₂ Coated Activated Carbon. *International Journal of Environmental Science and Development*. 2012, 3\(1\), 61.](#)
2. [Inyibor, A. A.; Adekola, F. A.; Olatumji, G. A. Liquid Phase Adsorption of Rhodamine B Dye Onto Raw and Chitosan Supported Mesoporous Adsorbents : Isotherms and Kinetics Study. *Apply Water Sci*. 2017, 7, 2297-2307.](#)
3. [Songchotikunpan, P.; Tattiyakul, J.; Supaphol, P. Extraction and Electrospinning of Gelatin from Fish Skin. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2008, 2\(3\), 247-255.](#)
4. [Nurjanah, Suwandi, R.; Yogaswari, V. Karakteristik Kimia dan Fisik Ikan Gurami \(*Osphronemus gouramy*\). *Jurnal Sumberdaya Perairan Akuatik*, 2010, 4\(2\), 7-12.](#)
5. [Zahera, R.; Nurhayati; Awaluddin, A. Studi Kinetika Adsorpsi Logam Pb\(II\) Pada Sisik Ikan Lomak \(*Leptobarbus hoevani*\). *Repository University Of Riau*, 2009, 1-7.](#)
6. [Fransina, E. G.; Latupeirissa, J. The Optimum Conditon of Biosorpti of Red Snapper's Scales \(*Lutjanus argentimaculatus*\) Toward Rhodamine By Dye. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 2016, 3\(2\), 295-301.](#)
7. [Nurmasari, R.; Astuti, M. D.; Umaningrum, D.; Khusnaria, D. A. Kajian Adsorpsi Rhodamin B pada Humin. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 2014, 203-210](#)
8. [Taer, E.; Oktaviani, T.; Taslim, R.; Farma, R. Karakterisasi Sifat Fisika Karbon Aktif Tempurung Kelapa dengan Variasi Konsentrasi Aktivator sebagai Kontrol Kelembaban. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 2015, 97-100.](#)
9. [Das, B.; Dadhich, P., Pal, P.; Srivas, P. K.; Bankoti, K.; Dhara, S. Carbon Nanodots from Date Molasses: New Nanolights for the in Vitro Scavenging of Reactive Oxygen Species. *Journal of Materials Chemistry B*, 2015, 2\(39\), 6839-6847.](#)
10. [Pamela, I. W.; Widianoro.; Lidya, F. E. S.; Suryadi, I. Kinetika Adsorpsi Zat Warna Congo Red dan Rhodamin B Dengan Menggunakan Serabut Kelapa dan Ampas Tebu. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 2018, 5\(3\), 461-468.](#)
11. [Lucinaldo, S.; Luciano, C.; Fransisco, J.; Mateus, S.; Josy, A.; Roosevelt, D.; Edson, C. Sorption of the Anion Rective Red RB Dye in Cellulose: Assesment of Kinetic, Thermodynamic, and Equilibrium. *Journal Open Chem*, 2015, 13, 801-812.](#)
12. [Arivoli, S.; Thenkuzhali, M.; dan Parasath, P. M. D. Adsorption of Rhodamine B by Acid Activated Carbon-Kinetic, Thermodynamic and Equilibrium Studies. *The Electronic J. of Chemistry*, 2009, 1\(2\), 138-155.](#)
13. [Atkins, P. W.; *Kimia Fisika*, jilid 2, edisi 4, Erlangga, Jakarta, 1999.](#)
14. [Oscik, J.; Oper, I. L. *Adsorption*. Ellish Horwood Publisher Limited, Chichester, 1994](#)
15. [Sekewael, S. J.; Latupeirissa, J.; Johannes, R. Adsorption of Cd Metal Using Active Carbon from Cacao Shell \(Theobroma Cacao\). *Indones. J. Chem. Res*. 2015, 2, 197-204.](#)



© 2024 by the authors. Licensee Fulleren Journal Of Chem. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).