MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v5i4.6744

PENGARUH pH DAN WAKTU KONTAK ADSORPSI *RHODAMIN B* TERHADAP EKSTRAK PEKAT FLAVONOID DARI KULIT RAMBUTAN (*Nephelium lappaceum*)

Effect of pH and Contact Time on the Adsorption of Rhodamine B onto Concentrated Flavonoid Extract from Rambutan Peel (*Nephelium lappaceum*)

Silvani Indriani Manalu & Sri Benti Etika
Universitas Negeri Padang
silvaniindrianimanalu@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Jun 6, 2025	Jul 1, 2025	Jul 13, 2025	Jul 18, 2025

Abstract

Water pollution caused by industrial waste containing synthetic dyes such as Rhodamine B poses a serious threat to aquatic ecosystems and human health. One effective and cost-efficient method of treatment is the batch adsorption process, known for its operational simplicity and economic feasibility. This study aims to evaluate the potential of flavonoid extract as a biosorbent for Rhodamine B removal, and to determine the optimum pH, contact time, and adsorption capacity of the system. Flavonoid extract was selected due to its hydroxyl and carbonyl functional groups, which actively contribute to the adsorption process. The results indicate that the optimum pH is 3, with an adsorption capacity of 4.63710 mg/g, while the optimum contact time was reached at 60 minutes, achieving a maximum adsorption capacity of 21.59455 mg/g. These findings demonstrate that flavonoid extract, particularly derived from rambutan peel, has promising potential as a natural biosorbent for mitigating Rhodamine B contamination in aquatic environments.

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

Keywords: Adsorption; Batch; Flavonoid; Rambutan Peel; Rhodamine B

Abstrak: Pencemaran air akibat limbah industri yang mengandung zat pewarna sintetis, seperti Rhodamin B, menjadi permasalahan serius karena dampaknya terhadap kehidupan akuatik dan kesehatan manusia. Salah satu metode penanganan yang efektif dan ekonomis adalah proses adsorpsi dengan sistem *batch*, yang menawarkan keunggulan dalam kesederhanaan operasional dan efisiensi biaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi ekstrak flavonoid sebagai biosorben dalam mengadsorpsi Rhodamin B, serta menentukan pH optimum, waktu kontak optimum, dan kapasitas penyerapan dari sistem yang digunakan. Ekstrak flavonoid dipilih karena mengandung gugus hidroksil dan karbonil yang berperan aktif dalam proses adsorpsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH optimum tercapai pada pH 3 dengan kapasitas penyerapan sebesar 4,63710 mg/g, sedangkan waktu kontak optimum diperoleh pada menit ke-60 dengan kapasitas penyerapan maksimum sebesar 21,59455 mg/g. Temuan ini menunjukkan bahwa ekstrak flavonoid, khususnya yang berasal dari kulit rambutan, memiliki potensi sebagai biosorben alami yang efektif dalam mengatasi pencemaran Rhodamin B di perairan.

Kata Kunci: Adsorpsi; *Batch*; Flavonoid; Kulit Rambutan; Rhodamin B

PENDAHULUAN

Pencemaran air dapat menimbulkan dampak serius terhadap lingkungan dan disebabkan oleh banyaknya polutan beracun yang berasal dari kawasan perkotaan, sektor industri, dan kegiatan pertanian. Berbagai sumber polusi tersebut industri tekstil sebagai salah satu kontribusi utama terhadap pencemaran (Othmani *et al*., 2019). Pewarna berbahaya memiliki tingkat stabilitas yang tinggi serta kuat terhadap proses biodegradasi akibat struktur aromatiknya yang sangat kompleks. Oleh sebab itu, pewarna ini memerlukan penanganan yang tepat (Kumar *et al*., 2020).

Rhodamin B adalah pewarna sintesis yang dapat digunakan untuk makanan dan pakaian. Dalam bentuk larutan dengan konsentrasi tinggi, zat ini tampak merah keunguan, sedangkan pada konsentrasi rendah berwarna merah terang. Rhodamin B berbentuk serbuk, tidak berbau, dan memiliki warna kehijauan. Meski demikian, zat ini dapat menimbulkan iritasi pada kulit, mata, saluran pernapasam, serta system pencernaan. Kandungan senyawa azo di dalamnya berpotensi menimbulkan efek toksik, ganguan hati dan kanker sehingga penting untuk membatasi keberadaannya dalam ai**r** (Astuti *et al*, 2017)**.**

Metode yang sering diterapkan untuk menghilangkan zat warna berbahaya dalam air, di antaranya pengendapan kimiawi, pertukaran ion, flokulasi koagulasi, pemisahan

membrane, ekstraksi dengan cairan suoerkritis, dan adsorpsi (Han *et al*., 2023). Adsorpsi merupakan metode yang banyak digunakan untuk menghilangkan kontaminan, dimana zat warna yang menyerap (adsorben) berinteraksi dengan zat yang akan diserap (adsorbat) dalam bentuk cair dan gas, serta memiliki keunggulan seperti biaya rendah dan pengoperasiannya yang sederhana (Sztandera *et al*., 2024). Saat ini sudah banyak penelitian terkini yang memanfaatkan bahan alam atau biomassa sebagai biosorben dalam proses penyerapan.

Beberapa biosorben digunakan untuk menyerap zat warna karena memiliki gugus fungsi seperti hidroksil, karboksil, karbonil dan amina yang dapat membentuk ligan jika ion pewarna tetap berada di permukaan (Bahrizal *et al*., 2020). Meliputi limbah pertanian sebagai biosorben diantaranya kulit pisang (*Musa Paradisiaca*) sebagai biosorben untuk menyerap zat warna Rhodamin B (Musafira & & Puspitasari, 2019), kulit matoa (*Pometiapinnata*) *(Mutia et al*., 2023), biji dan kulit kelengkeng sebagai biosorben logam Pb(II) dangan pengaruh Cd(II) (Kurniawati *et al*., 2019), kulit singkong sebagai biosorben zat warna kristal violet *(Irawati et al*., 2020) dan kulit rambutan (Hasanah *et al*., 2022).

Rambutan (*Nephelium lappaceum, L*) termasuk dalam famili Sapindaceae, buah tropis ini berasal dari Asia Tenggara, terutama dari negara-negara seperti Malaysia, Thailand, dan Indonesia (Sekar, 2020). Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Hasanah *et al*., 2022) terkait adsorpsi menunjukan bahwa kulit rambutan (*Nephelium lappaceum, L*) dapat digunakan sebagai biosorben untuk menyerap zat warna malachite green didapatkan kapasitas serapannya 11,73 mg/g dilakukan dengan metode batch.

Penelitian ini bertujuan untuk menggali lebih dalam potensi kulit rambutan sebagai biosorben dengan memfokuskan pada komponen aktifnya, yaitu senyawa flavonoid. Flavonoid merupakan senyawa polifenol yang memiliki gugus fungsi hidoksil dan karbonil yang dapat berinteraksi dengan zat warna. Dengan demikian, flavonoid memiliki potensi yang sangat baik untuk mengikat dan menyerap zat warna Rhodamin B.

METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia, botol semprot, *rotary evaporator*, pipet tetes, batang pengaduk, kertas saring, pH meter (*MR Hei Standart*), *magnetic stirrer*, lumping alu, neraca analitik (ABS 220-4), blender dan grinder, *shaker* (VRN-480), dan instrumen yang digunakan adalah Spektrofotometer UV-Vis dan FTIR.

Bahan yang digunakan adalah metanol destilasi, etil asetat destilasi, n-heksana destilasi, aquades, kertas saring, larutan zat warna Rhodamin B, HNO_3 0,1 M, dan NaOH 0,1 M.

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit rambutan (*Nephelium lappaceum*). Berikut adalah prosedur kerja pada penelitian:

1. Preparasi Sampel

Kulit Rambutan dipotong kecil-kecil lalu dikering-anginkan dan setelah itu dihaluskan. Setelah itu lakukan uji pendahuluan untuk mengetahui senyawa metabolt sekunder yang terkandung didalam sample. Uji pendahuluan yang dilakukan adalah alkaloid, steroid, terpenoid, flavonoid, dan saponin.

2. Ekstrak Pekat Flavonoid dari kulit Rambutan (*Nephelium lappaceum*)

a. Ekstraksi

Sebanyak 2 kg sample yang sudah kering dihaluskan, dilakukan proses maserasi menggunakan pelarut methanol hingga hasil uji negatif flavonoid pada *Shinoda test* yang dilakukan pada sample. Pelarut disaring untuk dipisahkan dengan ampas dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* sampai diperoleh ekstrak pekat. Kemudian ditambahkan aquades 45˚C, lalu dilakukan penyaringan hingga didapatkan ekstrak berair.

b. Fraksinasi

Ekstrak berair difraksinasi menggunakan corong pisah, fraksinasi dilakukan beberapa kali hingga lapisan n-heksana jernih dan hasil akhir berupa negetif flavonoid pada *Shinoda test*, diperoleh dua fraksi, yakni fraksi berair dan fraksi n-heksana. Fraksi berair tersebut di fraksinasi dengan etil asetat hingga beberapa kali. Fraksi etil asetat disatukan, dan kemudian pelarutnya diuapkan menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh flavonoid kental EtoAc (Flavonoid kasar). Setelah itu dikarakterisasi menggunakan FTIR.

3. Pembuatan Reagen

a. Pembuatan larutan induk Rhodamin B ($C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$) 1000 ppm atau 1000 mg/L

Mengambil 0,5 gram Rhodamin B dilarutkan menggunakan aquades dalam gelas kimia 100 mL, lalu masukkan larutan ke dalam labu ukur 500 mL, kemudian ditambahkan aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

b. Pembutan larutan Natrium Hidroksida (NaOH) 0,1 M

Mengambil 0,4 gram NaOH dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL yang sudah berisi aquades. Kemudian tambahkan aquades sampai mencapai tanda batas lalu kocok sampai homogen dan diletakkan pada botol reagen.

c. Pembuatan larutan Asam Nitrat (HNO_3) 0,1 M

Pembuatan $HN0_3$ 0,1 M, pipet 1,65 mL HNO_3 68% dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Selanjutnya ditambahkan aquades hingga mencapai tanda batas kemudian kocok sampai homogen dan diletakkan pada botol reagen.

4. Perlakuan dengan Metode *Batch*

a. Menentukkan λ maksimum penyerapan Rhodmain B ($C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$)

Larutan Rhodamin B dengan konsentrasi 50 ppm diukur menggunakan spketrofotometer UV-Vis pada Panjang gelombang antara 400-800 nm, dan diperoleh Panjang gelombang maksimum penyerapan Rhodamin B digunakan untuk penentuan absorbansi pada uji selanjutnya

b. Pengaruh pH

Sebanyak 25 mL larutan Rhodamin B dengan konsentrasi 50 ppm diperlakukan dengan penyesuaian pH menggunakan HNO_3 dan NaOH hingga mencapai pH 2,3,4,5, dan 6. Masing-masing larutan tersebut kemudian dikontakkan dengan 0,2 gram ekstrak pekat flavonoid dari kulit rambutan menggunakan metode batch. Proses pengadukan dilakukan dengan shaker pada kecepatan 200 rpm selama 60 menit. Setelah proses selesai, larutan disaring untuk memperoleh filtrat yang selanjutnya diukur konsentrasi Rhodamin B yang tidak terserap menggunakan Spektrofotometri UV-Vis guna menentukan pH optimum.

c. Pengaruh Waktu Kontak

Sebanyak 0,2 gram ekstrak pekat flavonoid dari kulit rambutan ditimbang dan dicampurkan dengan 25 mL larutan Rhodamin B pada pH 3 dan konsentrasi 200 ppm. Kemudian masing-masing larutan dikontakkan menggunkan sistem *batch*, larutan di *shaker* dengan kecepatan 200 rpm selama 15, 30, 45, 60, 75 menit. Kemudian larutan disaring dan filtrat ditampung. Filrat tersebut dikur dengan konsentrasi Rhodamin B yang tidak terserap dengan Spektrofotometer UV-Vis, diperoleh waktu kontak optimum.

Biosorben yang baik adalah yang memiliki nilai ion (Q) yang tinggi. Kapasitas penyerapan dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{(C_0 - C_1)v}{m}$$

Keterangan:

C_0 = Konsentrasi awal ion logam atau zat warna (mg/L)

C_e = Konsentrasi setimbang ion logam atau zat warna

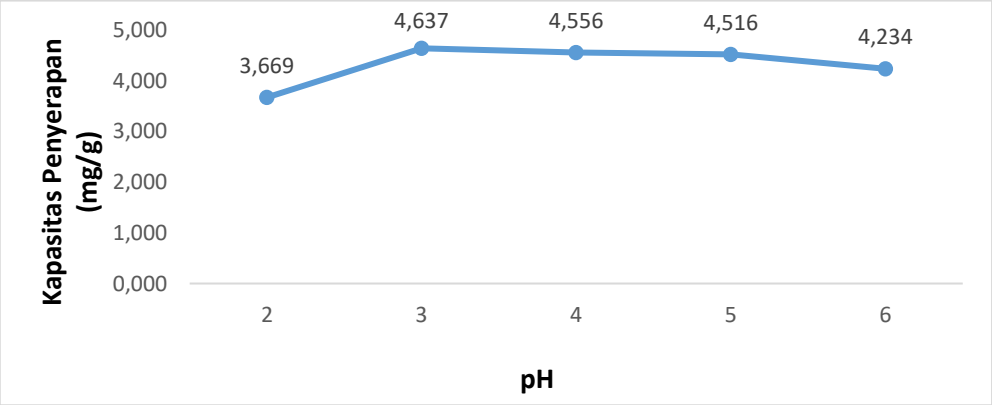
V = Volume larutan (L)

m = massa biosorben (g) (Kurniawati, 2017).

HASIL

1. Pengaruh pH Rhodamin B tehadap Ekstrak Pekat Flavonoid

Parameter pH dilakukan dengan variasi pH larutan 2, 3, 4, 5, dan 6 untuk mengetahui pH kondisi optimum larutan terhadap kapasitas penyerapan. Hasil penyerapan zat warna Rhodamin B dapat dilihat pada gambar 1.



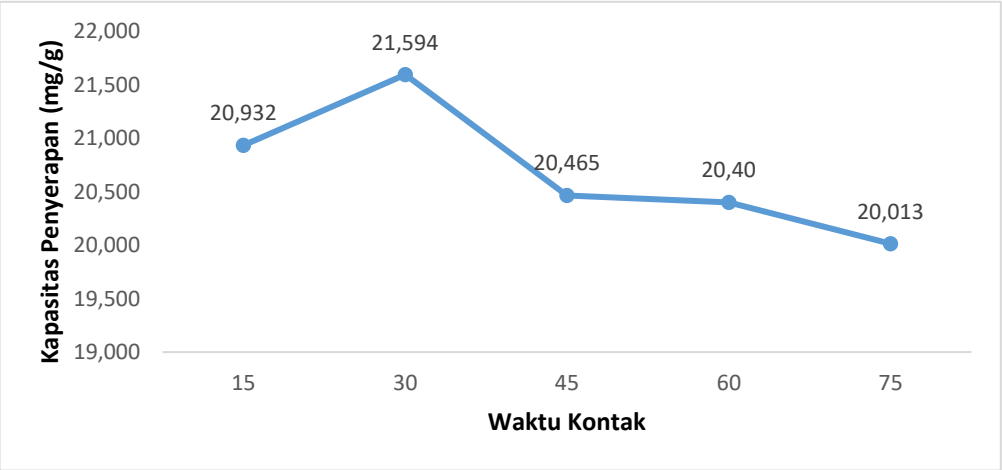
Gambar 1. Grafik pH Rhodamin B terhadap ekstrak pekat Flavonoid

Dari gambar 1. Diketahui bahwa penyerapan maksimum zat warna Rhodamin B terjadi pada pH 3 dengan kapasitas penyerapan sebesar 4,63710 mg/g.

2. Pengaruh Waktu Kontak Rhodamin B terhadap Ekstrak Pekat Flavonoid

Penentuan waktu kontak pada penelitian adalah 15, 30, 45, 60, 75 menit pada pH 3 (pH optimum) dan konsentrasi larutan 200 ppm (konsentrasi optimum). Dari hasil penelitian didapatkan waktu kontak optimum penyerapan Rhodamin B oleh ekstrak flavonoid selama

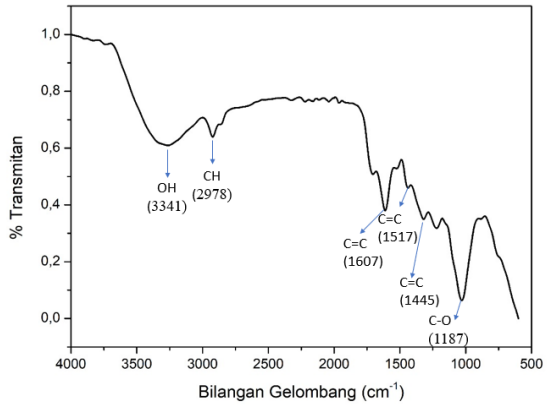
30 menit dengan kapasitas penyerapan 21.59455 mg/g. Pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan Rhodamin B dapat di lihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Waktu Kontak Rhodamin B terhadap ekstrak pekat Flavonoid

3. Karakterisasi FTIR

Spektrofotometer Infrared Transformasi Fourier (FTIR) merupakan alat yang digunakan untuk mengkarakterisasi dan mengidentifikasi senyawa kimia, serta untuk menentukan gugus fungsi yang ada dengan rentang frekuensi anatara 4000-650 cm^{-1}. Hasil FTIR dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil FTIR ektrak pekat Flavonoid

PEMBAHASAN

Penentilian ini bertujuan untuk menggali lebih dalam potensi kulit rambutan sebagai biosorben dengan memfokuskan pada komponen aktifnya yaitu senyawa flavonoid untuk penyerapan zat warna Rhodamin B. Prosedur awal yang dilakukan adalah preparasi sampel , dimana Kulit kelengkeng mentah dipotong kecil-kecil dan dikering anginkan, tujuan dari

dipotong kecil-kecil agar sampel cepat kering. Setelah kering, 2 Kg sampel di haluskan untuk memperluas bidang kontak antara sampel dan juga pelarut sehingga proses pelarutan senyawa atau ekstraksi terjadi secara maksimal. Sampel kemudian di ekstraksi menggunakan pelarut. Metode ekstraksi yang digunakan adalah maserasi. Metode maserasi merupakan proses pengekstrakkan simplisia dengan perendaman menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengadukan pada temperatur ruangan dan rata-rata waktu perendaman 3x24 jam sampai simplisia negatif terhadap senyawa yang diinginkan (Sa'adah & Nurhasnawati, 2017). Pelarut yang digunakan adalah metanol destilasi dikarenakan pelarut ini baik dalam menarik semua senyawa metabolit sekunder yang ada pada sampel.

Hasil ekstraksi yang didapatkan kemudian dilakukan pemekatan dengan menggunakan *rotary evaporator*. Tujuan dari *rotary evaporator* memisahkan atau menghilangkan pelarut dengan cara menurunkan tekanan uap pelarut, maka titik didih juga akan turun sehingga tidak akan merusak sampel. Selanjutnya dilakukan proses fraksinasi, dimana fraksinasi merupakan proses penarikan senyawa dari hasil ektraksi yang memanfaatkan dua jenis pelarut yang tidak saling bercampur. Pelarut yang digunakan adalah n-heksana untuk menarik senyawa yang bersifat non polar dan pelarut etil asetat untuk menarik senyawa yang bersifat semi polar. Pada penelitian dilakukan ftaksinasi n-heksana sebanyak 5 kali dan setelah itu fraksinasi berair di fraksinasi dengan etil asetat sebanyak 7 kali. Kemudian di *rotary evaporator* dan didapatkan hasil ekstrak flavonoid sebanyak 21 gram.

Hasil ekstrak flavonoid yang didapatkan akan dilanjutkan ke tahap karakterisasi FTIR dan selanjutnya akan digunakan untuk penyerapan zat warna Rhodamin B.

Analisa FTIR

Dari hasil pengukuran spektrum IR terhadap ekstrak flavonoid, terdeteksi serapan-serapan penting pada bilang gelombang 3341,29 cm^{-1} (3650-3200 cm^{-1}) ditafsirkan sebagai gugus OH peregangan. Hal ini didukung kuat oleh vibrasu tekuk ikatan C-O pada gugus alcohol yang muncul pada bilangan gelombang 1187,71 cm^{-1} (1300-900 cm^{-1}). Vibrasi 2978,98 cm^{-1} (3000-2800 cm^{-1}) ditafsirkan sebagai peregangan C-H alifatik. Selain itu, keberadaan cincin aromatik didukung oleh pita serapan pada bilangan gelombang 1607,96 cm^{-1}, 1517,86 cm^{-1}, 1445,38 cm^{-1} yang berkaitan dengan regangan ikatan C=C aromatik, suatu ciri khas gugus kromofor dalam struktur flavonoid yang memiliki sistem ikatan terkonjugasi. Spektrum FTIR dari ekstrak flavonoid yang diperoleh menunjukkan kemiripan dengan hasil penelitan sebelumnya (Etika & Iryani, 2019).

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (λ maks) Rhodamin B

Penentuan panjang gelombang maksimum bertujuan untuk mengukur daerah serapan dengan mencatat nilai absorbansi. Pengukuran ini dilakukan pada konsentrasi 50 mg/L menggunakan spektrofotometer di rentang Panjang gelombang 400-800 nm *(Lismawati et al*., 2024). Panjang gelombang maksimum yang diperoleh adalah 554 nm.

Variasi pH larutan

pH larutan pewarna berperan penting dalam adsorpsi dikarenakan dapat mempengaruhi cara molekul pewarna terionisasi atau disosiasi molekul pewarna. Karakteristik permukaan adsorben, serta interaksi elekstrostatik antara molekul pewarna (adsorbat) dan permukaan adsorben (Zein *et all*, 2020). Penentuan pH optimum dalam proses adsorpsi bertujuan untuk menentukan kondisi optimum pH Rhodamin B saat proses terjadinya penyerapan dengan adsorben. Penyerapan maksimum zat warna Rhodamin B di dapatkan pada pH 3 dengan kapasitas penyerapan sebesar 4,63710 mg/g.

Pada kondisi yang terlalu asam, terjadi persaingan antara ion H^+ dan ion Rhodamin B untuk menempati situs aktif adsorben akibat proses protonasi, sehingga ion Rhodamin B tidak dapat berikatan dengan optimal. Hal ini disebabkan oleh tingginya konsentrasi ion H^+ dibandingkan ion OH^- pada pH rendah, dimana ion H^+ bersaing dengan gugus N^- dari molekul Rhodamin B yang pada akhirnya menurunkan kapasitas adsorpsinya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa baik pada pH yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi, kapasitas adsorpsi cenderung lebih rendah (Setiyanto *et al*, 2015).

Proses adsorpsi Rhodamin B paling efektif terjadi pada pH 3, dimana tercapat kondisi kesetimbangan antara molekul zat warna dan ion H^+ yang ditambahkan. Pada kondisi basa, keberadaan ion OH^- meningkat sementara ion H^+ menurun, sehingga gugus fungsional pada permukaan adsorben menjadi kurang terprotonasi. Hal ini mengakibatkan turunnya kapasitas penyerapan zat warna, seperti yang tergambar dalam grafik yang menunjukkan penurunan kapasitas penyerapan pada pH 4 hingga 6.

Variasi Waktu Kontak

Waktu kontak adalah salah satu parameter penting untuk mengendalikan proses adsorpsi. Semakin meningkat waktu kontak antara zat warna dan adsorben maka semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi oleh adsorben (Sonker *et al*., 2020). Penentuan waktu kontak bertujuan untuk mengetahui waktu pengadukan optimum adsorben terhadap Rhodamin B agar didapatkan penyerapan optimum.

Pada gambar 2 menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak maka semakin banyak Rhodamin B yang terserap pada permukaan ekstrak flavonoid. Namun pada menit ke 45 terjadi sedikit penurunan kapasitas serapan karena sisi aktif pada ekstak flavonoid mengalami kejenuhan sehingga tidak dapat menyerap Rhodamin B lebih banyak lagi. Pada titik kesetimbangan, adsorben tidak mampu lagi untuk mengikat adsorbat dalam larutan. adsorpsi telah mencapai ke setimbangan pada menit ke 30. Pada titik kesetimbangan, adsorben tidak mampu lagi untuk mengikat adsorbat dalam larutan. Penambahan lama waktu adsorpsi menjadi 75 menit tidak dapat lagi meningkatkan adsorpsi ion zat warna bahkan cenderung menurunkannya. Hal ini dikarenakan terjadinya desorpsi yang mengakibatkan pelepasan kembali ion atau molekul zat warna yang telah terikat pada sisi aktif adsorben sehingga kapasitas penyerapan mengalami penurunan (Hadayani *et al*., 2015). Sehingga di dapatkan waktu optimal pada selama 30 menit dengan kapasitas penyerapan 21.59455 mg/g.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Proses ektraksi senyawa flavonoid dari kulit rambutan menghasilkan ektrak pekat flavonoid yang cukup murni sebanyak 21 gram. Kapasitas serapan dari ekstrak flavonoid kulit rambutan pada pH optimum yang didapatkan pada pH 3 dengan kapasitas penyerapan 4,63710 mg/g dan waktu kontak optimum didapatkan yakni pada waktu 30 menit dengan kapasitas penyerapan 21.59455 mg/g.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti, W., Taba, P., & Hala, ; Yusafir. (N.D.). (2017). No Titlp. *Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kluwak (Pangium Edule Reinw) Sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B*.

Bahrizal, Adella, F., & Kurniawati, D. (2020). Adsorption of Rhodamine B from Aqueous Solution Using Langsat (Lansium domesticum) Shell Powder. *ICoBioSE 2019*, *10*, 273–276. https://doi.org/10.2991/absr.k.200807.054

Etika, S. B., & Iryani, I. (2019). Isolation and Characterization of Flavonoids from Black Glutinous Rice (Oryza Sativa L. Var Glutinosa). *Eksakta : Berkala Ilmiah Bidang MIPA*, *20*(2), 6–16. https://doi.org/10.24036/eksakta/vol20-iss2/186

Hadayani, lilik wuri, Riwayati, I., & Ratnani, rita dwi. (2015). Kata kunci : merek. *Journal of Momentum*, *11*(1), 19–23.

Han, Q., Liu, F., Wang, C., Tang, Z., Peng, C., & Tan, Y. (2023). Polyethylene glycol functionalized Fe3O4@MIL-101(Cr) for the efficient removal of heavy metals from

Ligusticum chuanxiong Hort. *Arabian Journal of Chemistry*, *16*(4), 104635. https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.104635

Hasanah, M., Juleanti, N., Priambodo, A., Arsyad, F. S., Lesbani, A., & Mohadi, R. (2022). Utilization of Rambutan Peel as a Potential Adsorbent for the Adsorption of Malachite Green, Procion Red, and Congo Red Dyes. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, *23*(3), 148–157. https://doi.org/10.12912/27197050/147449

Irawati, H., Hidayat Aprilita, N., & Sugiharto, E. (2020). Adsorpsi Zat Warna Kristal. *Berkala MIPA*, *25*(1), 18–31.

Kumar, V., Singh, M., Behera, K., & Pandey, S. (2020). Ionic liquid induced removal of Rhodamine B from water. *Journal of Molecular Liquids*, *319*, 114195. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2020.114195

Kurniawati, D. (2017). *Pengaruh Blocing Agent Terhadap Biosorpsi Ion Logam Zn (II), Cd(II), Pd(II) dan Cu(II) Pada Biji dan Kulit Buah Lengkeng (Euphoria longan Lour) Secara Dinamis*. Universitas Andalas.

Kurniawati, D., Lestari, I., & Sy, S. (2019). *JCNaR Effect of Cadmium in Biosorption of Lead by*. *01*(02), 23–29.

Lismawati, M., Nasra, E., Kimia, P. S., & Padang, U. N. (2024). *Adsorpsi Zat Warna Rhodamine B Menggunakan Selulosa Kulit Pisang Kepok (Musa balbisiana Colla) Program Studi Kimia , Universitas Negeri Padang*. *8*, 27258–27264.

Musafira, A. N. M. ., & & Puspitasari, D. J. (2019). PEMANFAATAN LIMBAH KULIT BUAH PISANG KEPOK (Musa paradisiaca) SEBAGAI BIOSORBEN ZAT WARNA RHODAMIN B [The Utilization of Banana Peels (Musa paradisiaca) as Biosorbent of Rhodamine B]. *Kovalen*, *5*(3), 308–314.

Mutia, C., Nasra, E., & Kurniawati, D. (2023). Optimasi Penyerapan Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Biosorben Kulit Matoa (Pometiapinnata) dengan Metode Batch. *Periodic*, *12*(3), 31–34.

Othmani, A., Kesraoui, A., Boada, R., Seffen, M., & Valiente, M. (2019). Textile wastewater purification using an elaborated biosorbent hybrid material (Luffa-Cylindrica-Zinc Oxide) assisted by alternating current. *Water (Switzerland)*, *11*(7). https://doi.org/10.3390/w11071326

Sa'adah, H., & Nurhasnawati, H. (2017). Perbandingan Pelarut Etanol dan Air Pada Pembuatan Ekstrak Umbi Bawang Tiwai (Eleutherine americana Merr) Menggunakan Metode Maserasi. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, *1*(2), 149–153. https://doi.org/10.51352/jim.v1i2.27

Sekar, M. (2020). Rambutan fruits extract in aging skin. In *Aging: Oxidative Stress and Dietary Antioxidants* (2nd ed.). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818698-5.00031-6

Setiyanto, Riwayati, I., & Kurniasari, L. (2015). Adsorpsi Pewarna Tekstil Rhodamin B Menggunakan Senyawa Xanthat Pulpa Kopi. *Jurnal Momentum, 11*(1), 24–28.

Sonker, R. K., Hitkari, G., Sabhajeet, S. R., Sikarwar, S., Rahul, & Singh, S. (2020). Green synthesis of TiO2 nanosheet by chemical method for the removal of Rhodamin B from industrial waste. *Materials Science and Engineering: B*, *258*(April), 114577. https://doi.org/10.1016/j.mseb.2020.114577

Sztandera, K., Rodríguez-García, J. L., & Ceña, V. (2024). In Vivo Applications of Dendrimers: A Step toward the Future of Nanoparticle-Mediated Therapeutics. *Pharmaceutics*, *16*(4), 1–22. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16040439

Zein, R., Tomi, Z. B., Fauzia, S., & Zilfa, Z. (2020). Modification of rice husk silica with bovine serum albumin (BSA) for improvement in adsorption of metanil yellow dye. *Journal of the Iranian Chemical Society*, *17*(10), 2599– 2612.