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.v5i4.6822

OPTIMASI PH DAN WAKTU KONTAK DALAM ADSORPSI *METHYLENE BLUE* DENGAN EKSTRAK KULIT RAMBUTAN

Optimization of pH and Contact Time in the Adsorption of Methylene Blue Using Rambutan Peel Extract

Sridevitri & Sri Benti Etika
Universitas Negeri Padang
sridevitri3@gmail.com; sribentietika67@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Jun 15, 2025	Jul 7, 2025	Jul 19, 2025	Jul 24, 2025

Abstract

The development of the textile industry in Indonesia produces hazardous waste, including toxic, carcinogenic, non-biodegradable Methylene Blue, which threatens aquatic ecosystems and human health. Adsorption is a simple and low-cost method widely used to reduce this pollution. This study aims to determine the effectiveness of flavonoid extracts from rambutan peel (Nephelium lappaceum L.) in adsorbing Methylene Blue, identify optimal adsorption conditions, and assess adsorption capacity. Analysis of the flavonoid extract using FTIR showed absorption peaks at 3265.13 cm-1 indicating O-H, at 2971.20 cm-1 indicating aliphatic C-H, and at 2280-2080 cm -1 detected C≡C or C≡N, at 1703.06 cm -1, C=O is detected at wavenumbers 1607.35 and 1519.01 cm-1, aromatic C=C is detected at wavenumbers 1446.51 and 1287.45 cm-1, C-O-C is detected at wavenumbers 1186.59 cm -1 detection of C-O-C or C-O-H bending at wavenumbers 874.50 and 751.93 cm-1 detection of aromatic C-H. The adsorption of Methylene Blue by flavonoid extracts is more consistent with the Langmuir isotherm, with a coefficient of determination (R) value of 0.996. The results of the study showed that the optimum conditions for

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

Methylene Blue absorption occurred at pH 5 at 10.4825876 mg/g and at the optimum contact time of 80 minutes at 10.9669 mg/g.

Keywords: Adsorption; Batch; Flavonoids; Methylene Blue, Rambutan Peel

Abstrak: Perkembangan industri tekstil di Indonesia menghasilkan limbah berbahaya, termasuk Metilen Biru yang beracun, karsinogenik, tidak dapat terurai secara hayati, dan mengancam ekosistem perairan serta kesehatan manusia. Adsorpsi adalah metode sederhana dan biaya rendah yang banyak digunakan untuk mengurangi cemaran ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak flavonoid dari kulit rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) dalam mengadsorpsi Metilen Biru, menentukan kondisi optimum penyerapan, dan kapasitas penyerapan. Hasil analisa ekstrak flavonoid menggunakan FTIR menunjukkan puncak serapan bilangan gelombang 3265,13 cm^{-1} terdeteksinya O-H, pada bilangan gelombang 2971,20 cm^{-1} terdeteksinya C-H Alifatik, pada bilangan gelombang 2280-2080 cm^{-1} terdeteksinya C≡C atau C≡N, pada bilangan gelombang 1703, 06 cm^{-1} terdeteksinya C=O, pada bilangan gelombang 1607,35 dan 1519,01 cm^{-1} terdeteksinya C=C Aromatik, pada bilangan gelombang 1446,51 dan 1287,45 cm^{-1} terdeteksinya C-O-C, pada bilangan gelombang 1186, 59 cm^{-1} terdeteksinya C-O-C atau C-O-H bending, pada bilangan gelombang 874,50 dan 751,93 cm^{-1} terdeteksinya C-H Aromatik. Adsorpsi Metilen Biru oleh ekstrak flavonoid lebih cenderung pada isotherm Langmuir dengan nilai koefisien determinan (R) sebesar 0,996. Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum untuk penyerapan Metilen Biru terjadi pada pH 5 sebesar 10,4825876 mg/g.dan pada waktu kontak optimum di menit ke-80 sebesar 10,9669 mg/g.

Kata Kunci: Adsorpsi; Batch; Flavonoid; Metilen Biru, Kulit Rambutan

PENDAHULUAN

Perkembangan industri yang begitu pesat memengaruhi berbagai aspek kehidupan di Indonesia. Salah satu masalah utama yang diungkapkan dari kegiatan industri ini adalah produksi limbah cair, khususnya dari industri tekstil (Rahayu et al., 2022). Industri tekstil adalah salah satu produsen limbah warna terbesar yang mengandung banyak bahan kimia berbahaya dan beracun (Irayana, 2024). Jika limbah industri yang dihasilkan dibuang langsung ke lingkungan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu maka akan mencemari ekosistem perairan disekitarnya (Huda *et al*., 2018).

Methylene Blue adalah salah satu limbah cair pewarna yang sering ditemukan dalam air, zat warna dasar dengan struktur *heterocyclic aromatic* ini sering digunakan karena mudah didapatkan dan harganya relatif murah. Methylene Blue memiliki nama kimia *(3,7-bis (dimethylamino)-phenaza thionium tetramethylthionine chloride)* dengan rumus kimia $C_{16}H_{18}N_3SCl$ dan berat molekul 373,9 g/mol (Nworie et al., 2019). Methylene Blue dikenal beracun,

karsinogenik, tidak dapat terurai secara hayati dan dapat menyebabkan ancaman terhadap kesehatan manusia seperti gangguan pernapasan, gangguan pencernaan, penyakit kuning, gastritis, *methemoglobinemia*, iritasi kulit/mata, bahkan menyebabkan kematian serta mengancam keberlangsungan kehidupan organisme didalam air (Khan *et al*., 2022). Selain itu, Methylene Blue memiliki gugus benzen dan sangat sulit terdegradasi, kemungkinan akan memburuk untuk waktu yang lama (Dwijayanti *et al*., 2020).

Oleh karena, diperlukan suatu cara untuk mengurangi efek serius yang disebabkan oleh kontaminasi pewarna ini. Adsorpsi adalah salah satu metode yang paling sering digunakan, karena pengerjaannya yang sederhana dan biaya yang kecil (Han *et al*., 2023). Metode ini banyak digunakan dan cukup efektif untuk mengolah limbah pewarna cair dengan menggunakan limbah bahan alami sebagai biosorben.

Penelitian tentang menghilangkan efek negatif yang disebabkan oleh zat warna sering dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis biosorben termasuk karbon aktif dari kulit durian terhadap zat warna Methylene Blue diperoleh kapasitas penyerapan maksimum sebesar 28,647 mg/g (Rha Hayu *et al*., 2022), karbon aktif dari kulit kelengkeng terhadap zat warna Methylene Blue menunjukkan kapasitas penyerapan optimum sebesar 69,0679 mg/g (Harmaiyani *et al*., 2023), kulit pisang sebagai bahan komposit untuk adsorpsi Methylene Blue penyerapan optimum sebesar 0,20 gram (Susanti *et al*., 2020), kulit singkong terhadap adsorpsi limbah Methylene Blue diperoleh kapasitas penyerapan maksimum terjadi pada massa adsorben sebesar 0,02 gram (Damayanti, 2020), serta kulit rambutan juga sudah pernah dilakukan.

Rambutan (*Nephelium lappaceum L.*) adalah buah tropis yang termasuk dalam kelompok tanaman berumur panjang dan tergolong dalam famili *Sapindaceae* (Lidia *et al*, 2023). Kulit buah ini mengandung berbagai senyawa, seperti flavonoid, tanin, saponin, dan antosianin. Antosianin dari flavonoid, diduga berperan sebagai pigmen yang memberikan warna merah pada kulit rambutan (Oetopo *et al*., 2021). Kulit rambutan memiliki aktivitas farmakologi yang bermanfaat dalam pengobatan berbagai penyakit (Sadino, 2017), serta memiliki sifat antioksidan (Phuong, *et al*., 2020), antidiabetes (Ma *et al*., 2017), dan antimikroba (Phuong *et al*., 2020). Selain itu, kulit rambutan berpotensi dimanfaatkan sebagai adsorben dalam proses penyerapan zat warna. Penelitian yang dilakukan oleh (Hasanah *et al*., 2022) menunjukkan bahwa bioadsorben berbahan dasar kulit rambutan mampu menyerap zat warna *procion red, congo red, dan malachite green* dengan kapasitas adsorpsi optimal masing-

masing sebesar 182,40 mg/g untuk *procion red*, 6,24 mg/g untuk *congo red*, dan 11,73 mg/g untuk *malachite green*. Sebelumnya, uji skrining fitokimia telah dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan metabolit sekunder dalam kulit rambutan, dan hasilnya menunjukkan bahwa kulit rambutan mengandung flavonoid dan saponin.

Flavonoid merupakan senyawa polifenol yang berfungsi sebagai pigmen alami, memberikan warna merah, ungu, biru, dan kuning pada tumbuhan (Widhihastuti *et al.*, 2024). Senyawa ini memiliki struktur dasar terdiri dari 15 atom karbon dalam konfigurasi C6-C3-C6, dengan dua cincin aromatik (A dan B) yang dihubungkan oleh cincin heterosiklik (C) (Alfaridz *et al.*, 2022). Flavonoid diklasifikasikan ke dalam beberapa kelompok, seperti flavon, flavonol, flavanon, flavanol, kalkon, dan antosianidin. Flavonoid tidak stabil pada suhu tinggi, mudah teroksidasi, dan larut dalam pelarut polar seperti etanol dan metanol sesuai dengan prinsip kesamaan kepolaran (Muhammad Akmal Taufik, 2023). Struktur flavonoid yang lebih spesifik dan kompleks, dengan banyak gugus hidroksil (-OH), memungkinkan interaksi yang kuat dengan molekul zat warna melalui ikatan hidrogen, interaksi elektrostatik, dan ikatan π-π. Keunikan ini menjadikannya lebih efektif dalam mengadsorpsi berbagai zat warna dibandingkan senyawa fenolik lainnya (Lu *et al.*, 2023). Penelitian menunjukkan bahwa ekstrak flavonoid dari kulit kelengkeng (Dimocarpus longan) dapat mengadsorpsi zat warna *metanil yellow* dengan kapasitas 10,877 mg/g dalam waktu kontak optimal 60 menit (Etika *et al.*, 2024).

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, penelitian ini berfokus pada studi adsorpsi zat warna Methylene Blue menggunakan ekstrak flavonoid dari kulit rambutan *(Nephelium lappaceum, L.)* menggunakan metode *batch*.

METODE

Dalam penelitian ini peralatan laboratorium yang digunakan seperti gelas kimia, erlenmeyer, labu ukur, gelas ukur, tabung reaksi, plat tetes, botol semprot, corong pisah, statif, klem, *rotary evaporator*, pipet tetes, pipet ukur, buret, batang pengaduk, spatula, kertas saring, pH meter (*MR Hei Standart*), *magnetic stirrer*, lumpang dan alu, neraca analitik (ABS 220-4) serta *shaker* (VRN-480). Selain itu, instrumen yang digunakan dalam analisis adalah spektrofotometer UV-Vis (*Genesys 30*) dan FTIR (*PerkinElmer*).

Bahan yang digunakan diantaranya kulit rambutan sebagai sampel, metanol destilasi, n-heksana destilasi, etil asetat destilasi serta aquades. Selain itu, digunakan juga larutan zat warna Methylene Blue 1000 mg/L, larutan HNO_3 0,1 M dan NaOH 0,1 M.

Berikut adalah prosedur kerja pada penelitian ini:

1. Preparasi Sampel

   Kulit rambutan yang telah dipotong kecil-kecil dikeringkan dengan cara diangin-anginkan tanpa dibawah sinar matahari langsung. Setelah kering, sebanyak 2 kg kulit rambutan (*Nephelium lappaceum, L.*) dihaluskan. Kemudian dilakukan uji pendahuluan untuk mengetahaui senyawa metabolit sekunder yang terkandung didalam sampel. Uji pendahuluan yang dilakukan adalah alkaloid, steroid, terpenoid, flavonoid, dan saponin.

2. Ekstraksi dan Fraksinasi

a. Ekstraksi

   Sebanyak 2 kg kulit rambutan yang telah dihaluskan diekstraksi melalui proses maserasi menggunakan pelarut metanol hingga uji shinoda test menunjukkan hasil negatif terhadap flavonoid. Setelah itu, dilakukan penyaringan agar pelarut terpisah dari ampas, kemudian diuapkan menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak pekat. Selanjutnya, ekstrak pekat tersebut dicampur dengan aquades bersuhu 45°C, disaring kembali, dan menghasilkan ekstrak berair.

b. Fraksinasi

   Ekstrak berair kemudian difraksinasi menggunakan corong pisah dengan n-heksana. Proses ini dilakukan berulang kali hingga lapisan n-heksana menjadi jernih dan hasil uji Shinoda menunjukkan negatif flavonoid. Dari tahap ini, diperoleh dua fraksi, yaitu fraksi berair dan fraksi n-heksana. Fraksi berair selanjutnya difraksinasi menggunakan etil asetat hingga beberapa kali. Fraksi etil asetat yang didapatkan kemudian diuapkan menggunakan rotary evaporator untuk mendapatkan flavonoid kasar dalam bentuk ekstrak pekat EtOAc. Hasil ekstraksi ini kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR (Saputra et al., 2022).

3. Pembuatan Reagen

   a. Pembuatan Larutan Induk Methylene Blue 1000 ppm (1000 mg/L)

      Sebanyak 0,25 gram zat warna Methylene Blue dilarutkan dalam aquades menggunakan gelas kimia 100 mL. Selanjutnya, larutan tersebut dipindahkan ke dalam

labu ukur 250 mL dan ditambahkan aquades hingga mencapai tanda batas, kemudian dihomogenkan.

b. Pembuatan Larutan Standar Methylene Blue

Memipet larutan induk Methylene Blue 1000 mg/L masing-masing sebanyak 5, 7,5, 10, 12,5, dan 15 mL untuk masing-masing konsentrasi 50, 75, 100, 125, dan 150 ppm. Larutan tersebut dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, ditambahkan aquades hingga mencapai tanda batas, kemudian dihomogenkan.

c. Pembuatan larutan Natrium Hidroksida (NaOH) 0,1 M

Menimbang 0,4 gram NaOH kemudian dilarutkan dalam aquades setelah itu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Selanjutnya, larutan ditambahkan aquades hingga mencapai tanda batas serta dihomogenkan.

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

Sebanyak 0,7 mL HNO_3 65% dipipet dilarutkan dengan sedikit aquades dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Larutan kemudian ditambahkan aquades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

4. Perlakuan dengan Metode Batch

a. Penentuan λ Maksimum penyerapan Methylene Blue ($C_{16}H_{18}N_3SC1$)

Larutan Methylene Blue dengan konsentrasi 2 ppm diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada rentang panjang gelombang 400-800 nm, dan diperoleh panjang gelombang maksimum penyerapan zat warna Methylene Blue.

b. Pengaruh pH

Sebanyak 25 mL larutan Methylene Blue dengan konsentrasi 100 ppm pada variasi pH 2, 3, 4, 5, 6 dan 7. Masing-masing larutan kemudian dikontakkan dengan 0,2 gram flavonoid kulit rambutan menggunakan sistem *batch*. Campuran larutan dikocok menggunakan *shaker* pada kecepatan 200 rpm selama 80 menit, kemudian disaring dan filtratnya ditampung lalu diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan pH optimum.

c. Pengaruh waktu kontak

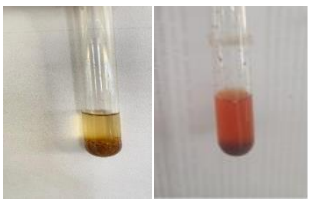
Sebanyak 0,2 gram flavonoid kulit rambutan dikontakkan dengan 25 mL larutan Methylene Blue konsentrasi 100 ppm pada pH optimum. Masing-masing

larutan kemudian dikocok dengan shaker pada kecepatan 200 rpm selama 20, 40, 60, 80, 100 dan 120 menit. Setelah itu, larutan disaring dan filtrat ditampung lalu diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan waktu kontak optimum (Nasda et al., 2023).

HASIL

Uji Fitokimia

Setelah dilakukan uji pendahuluan terhadap kulit rambutan, analisis senyawa metabolit sekunder menunjukkan hasil positif terhadap keberadaan flavonoid.

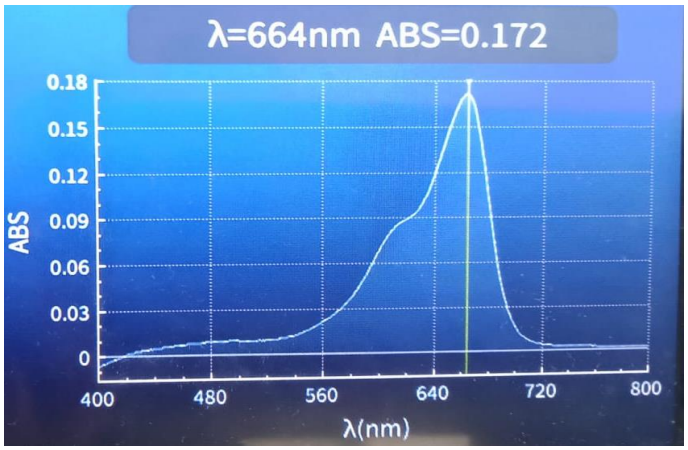


Gambar 1. Uji Flavonoid

Hal ini dibuktikan melalui *Shinoda test*, di mana filtrat kulit rambutan yang telah dipanaskan dalam larutan metanol selama 5 menit berubah menjadi merah setelah ditambahkan sedikit serbuk magnesium dan HCl.

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (λ maks) Methylene Blue

Kurva panjang gelombang maksimum Methylene Blue dapat dilihat pada berikut ini.



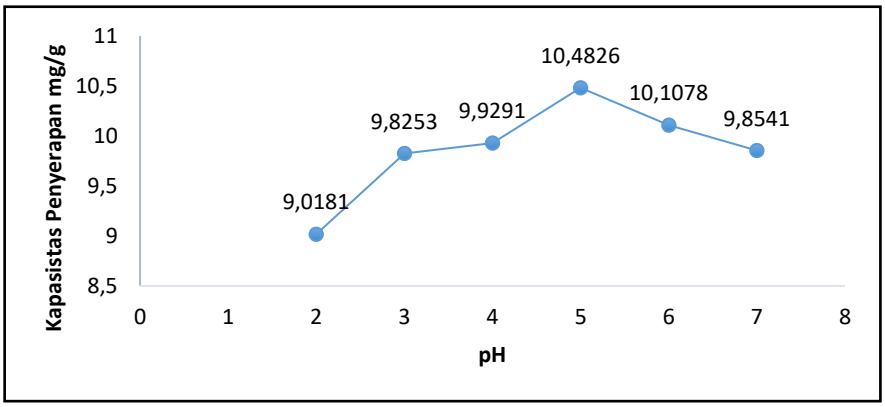
Gambar 2. Grafik Panjang Gelombang Maksimum (λ maks) Methylene Blue

Penentuan panjang gelombang Methylene Blue menggunakan spektrofotometer UV-Vis dilakukan pada rentang panjang gelombang 400-800 nm dengan konsentrasi 2 ppm

(Azamuddiin, 2025). Pada penelitian ini panjang gelombang maksimum yang diperoleh adalah 664 nm dengan nilai absorbansi 0,172.

Pengaruh pH Optimum Methylene Blue terhadap Ekstrak Flavonoid

Pengaruh pH terhadap penyerapan Methylene Blue dapat dilihat pada gambar berikut.

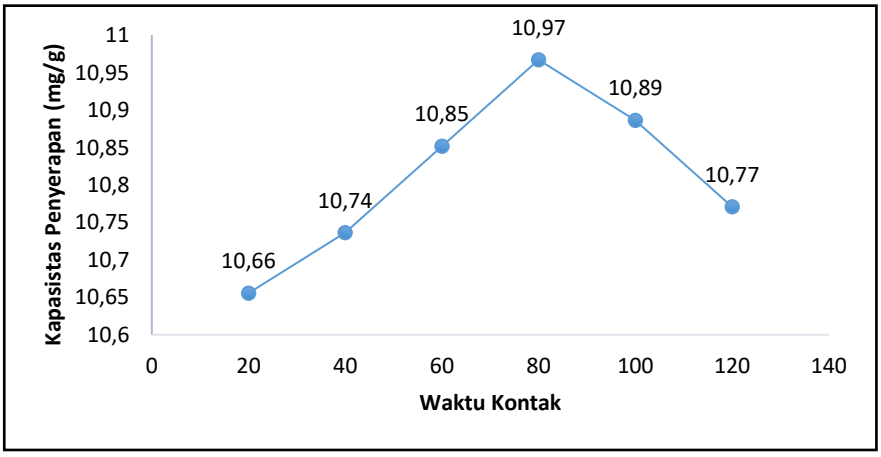


Gambar 3. Grafik pH zat warna Methylene Blue terhadap ekstrak Flavonoid

Pada pH 2 terjadinya penyerapan dimana kapasitas penyerapan yang didapatkan yakni 9,0181 mg/g. Kemudian pada pH 3 kapasitas penyerapan naik menjadi 9,8253 mg/g. Kemudian pada pH 4 kapasitas penyerapan naik lagi menjadi 9,9291 mg/g dan kapasitas penyerapan tertinggi terjadi pada pH 5 yaitu 10,4826 mg/g sehingga menjadikannya sebagai pH optimum.

Pengaruh waktu kontak Methylene Blue terhadap ekstrak Flavonoid

Pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan zat warna Methylene Blue dapat dilihat pada gambar berikut.

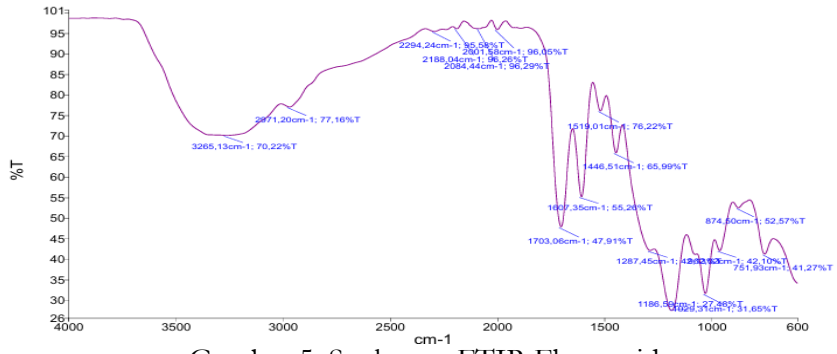


Gambar 4. Grafik waktu kontak zat warna Methylene Blue terhadap ekstrak Flavonoid

Pada menit ke-20 didapatkan kapasitas penyerapan sebesar 10,66 mg/g. Kemudian pada menit ke-40 kapasitas penyerapan naik menjadi 10,74 mg/g. Pada menit ke-60 kapasitas penyerapan naik lagi menjadi 10,85 mg/g. Kapasitas penyerapan tertinggi terjadi pada menit ke-80 yaitu 10,97 mg/g sehingga menjadikannya sebagai waktu kontak optimum. Kemudian pada menit ke 100 dan seterusnya kapasitas penyerapan turun menjadi 10,89 dan 10,77 mg/g.

Analisis FTIR

Spektrum FTIR ekstrak flavonoid yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. Spektrum FTIR Flavonoid

Hasil analisa ekstrak flavonoid menggunakan FTIR menunjukkan puncak serapan bilangan gelombang 3265,13 cm^{-1} terdeteksinya O-H, pada bilangan gelombang 2971,20 cm^{-1} terdeteksinya C-H Alifatik, pada bilangan gelombang 2280-2080 cm^{-1} terdeteksinya C≡C atau C≡N, pada bilangan gelombang 1703, 06 cm^{-1} terdeteksinya C=O, pada bilangan gelombang 1607,35 dan 1519,01 cm^{-1} terdeteksinya C=C Aromatik, pada bilangan gelombang 1446,51 dan 1287,45 cm^{-1} terdeteksinya C-O-C, pada bilangan gelombang 1186, 59 cm^{-1} terdeteksinya C-O-C atau C-O-H bending, pada bilangan gelombang 874,50 dan 751,93 cm^{-1} terdeteksinya C-H Aromatik.

PEMBAHASAN

Uji fitokimia bertujuan untuk mengidentifikasi secara kualitatif keberadaan senyawa metabolit sekunder yang ada didalam ekstrak kulit rambutan. Hasil uji menunjukkan bahwa ekstrak kulit rambutan mengandung senyawa flavonoid. Hal ini dibuktikan dari uji Shinoda, di mana terjadi perubahan warna menjadi merah setelah penambahan serbuk magnesium dan HCl ke dalam larutan metanol ekstrak. Reaksi warna merah ini merupakan indikator klasik adanya flavonoid yang memiliki struktur fenolik yang mampu membentuk kompleks dengan ion logam seperti Mg^{2+} dalam suasana asam (Maheshwaran et al., 2024). Flavonoid diketahui

memiliki gugus fungsional hidroksil yang memungkinkan terjadinya interaksi dengan zat warna melalui mekanisme adsorpsi**.**

Penentuan panjang gelombang maksimum (λ maks) Methylene Blue bertujuan untuk mengetahui panjang gelombang di mana senyawa tersebut menyerap cahaya secara maksimal. Dari hasil pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada rentang 400–800 nm, diperoleh panjang gelombang maksimum pada 664 nm dengan nilai absorbansi 0,172. Nilai ini sesuai dengan karakteristik spektrum dari Methylene Blue, di mana senyawa ini termasuk zat warna kationik yang memiliki serapan maksimum pada wilayah merah dari spektrum tampak. Panjang gelombang maksimum ini menjadi dasar dalam pengukuran absorbansi zat warna pada tahap-tahap adsorpsi berikutnya.

pH larutan merupakan faktor penting yang memengaruhi kapasitas adsorpsi. Pada penelitian ini, peningkatan pH dari 2 hingga 5 menunjukkan peningkatan kapasitas adsorpsi Methylene Blue, dari 9,0181 mg/g menjadi maksimum pada pH 5 sebesar 10,4826 mg/g. Hal ini dapat dijelaskan melalui mekanisme interaksi elektrostatik antara gugus aktif pada flavonoid dan ion Methylene Blue. Pada pH rendah (pH 2), protonasi gugus hidroksil (-OH) pada flavonoid lebih dominan, sehingga menurunkan daya tarik elektrostatik terhadap ion Methylene Blue yang bermuatan positif.

Seiring naiknya pH, deprotonasi terjadi sehingga gugus aktif menjadi lebih bermuatan negatif, meningkatkan afinitas terhadap kation Methylene Blue. Namun, setelah melewati pH optimum (pH 5), kemungkinan kompetisi antara ion H^+ dan MB^+ berkurang, tetapi bisa muncul efek lain seperti pembentukan spesies ionik baru atau perubahan struktur flavonoid, sehingga perlu penelitian lanjutan jika ingin meningkatkan kapasitas adsorpsi di pH lebih tinggi.

Waktu kontak merupakan parameter kinetika yang menentukan kecepatan dan efisiensi adsorpsi. Berdasarkan hasil penelitian, peningkatan waktu kontak dari 20 hingga 80 menit menunjukkan peningkatan kapasitas adsorpsi dari 10,66 mg/g menjadi maksimum pada 10,97 mg/g. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak, semakin banyak molekul zat warna yang teradsorpsi hingga tercapai kondisi jenuh.

Namun, setelah 80 menit, kapasitas adsorpsi mulai menurun (10,89 dan 10,77 mg/g pada menit ke-100 dan 120), yang mengindikasikan terjadinya desorpsi atau telah tercapainya kesetimbangan antara zat warna yang teradsorpsi dan yang tersisa dalam larutan. Penurunan

ini juga dapat disebabkan oleh kejenuhan situs aktif pada senyawa flavonoid atau terjadinya reorientasi molekul Methylene Blue pada permukaan adsorben.

Analisis spektrum FTIR bertujuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat dalam ekstrak flavonoid dari kulit rambutan. Hasil spektrum menunjukkan adanya berbagai puncak serapan yang merepresentasikan gugus fungsional khas senyawa flavonoid.

Puncak serapan kuat pada 3265,13 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur (stretching) dari gugus –OH yang merupakan karakteristik utama dari senyawa fenolik, termasuk flavonoid. Gugus hidroksil ini berperan penting dalam mekanisme adsorpsi terhadap zat warna, karena dapat membentuk ikatan hidrogen atau berinteraksi elektrostatik dengan molekul Methylene Blue.

Puncak pada 2971,20 cm^{-1} mengindikasikan adanya vibrasi ulur dari gugus C–H alifatik, yang menunjukkan keberadaan rantai karbon jenuh dalam struktur senyawa. Sedangkan keberadaan gugus rangkap tiga seperti C≡C atau C≡N terdeteksi pada rentang 2280–2080 cm^{-1}, meskipun tidak selalu dominan dalam struktur flavonoid, namun bisa menandakan adanya senyawa turunan atau kontaminan minor.

Serapan pada 1703,06 cm^{-1} mengindikasikan adanya gugus karbonil (C=O) yang khas terdapat pada struktur flavonoid jenis flavon dan flavonol. Gugus ini berkontribusi terhadap aktivitas biologis dan juga interaksi adsorptif terhadap senyawa lain.

Puncak serapan kuat pada 1607,35 dan 1519,01 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur dari ikatan C=C aromatik, yang mengonfirmasi keberadaan cincin aromatik pada struktur flavonoid. Keberadaan gugus ini sangat penting karena struktur aromatik sering menjadi pusat interaksi π–π stacking dengan molekul aromatik lain seperti Methylene Blue.

Puncak serapan pada 1446,51 dan 1287,45 cm^{-1} serta 1186,59 cm^{-1} mengindikasikan vibrasi dari gugus C–O–C dan kemungkinan juga bending dari C–O–H, yang merupakan bagian dari gugus eter dan alkohol yang lazim ditemukan dalam flavonoid. Gugus-gugus ini memperkuat sifat polar senyawa dan memfasilitasi interaksi dengan zat warna.

Terakhir, puncak pada 874,50 dan 751,93 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi deformasi dari C–H aromatik, mempertegas keberadaan struktur cincin aromatik dalam senyawa.

Ekstrak kulit rambutan ini mengandung senyawa flavonoid, yang ditandai oleh keberadaan gugus –OH, C=O, C=C aromatik, dan C–O–C yang merupakan karakteristik

utama dari senyawa tersebut. Identifikasi gugus-gugus ini memperkuat dugaan bahwa flavonoid memiliki peran aktif dalam proses adsorpsi Methylene Blue, baik melalui interaksi fisik (π–π interaction) maupun kimia (ikatan hidrogen dan elektrostatik).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa:

Ekstrak kulit rambutan *(Nephelium lappaceum L.)* menunjukkan hasil positif terhadap kandungan flavonoid berdasarkan uji fitokimia menggunakan uji Shinoda, yang ditandai dengan perubahan warna menjadi merah.

Panjang gelombang maksimum (λ maks) dari larutan zat warna Methylene Blue diperoleh pada 664 nm dengan nilai absorbansi sebesar 0,172, sehingga digunakan sebagai panjang gelombang untuk analisis selanjutnya.

pH optimum untuk proses adsorpsi Methylene Blue oleh ekstrak flavonoid adalah pada pH 5, dengan kapasitas adsorpsi tertinggi sebesar 10,4826 mg/g. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi pH yang lebih mendekati netral meningkatkan efisiensi adsorpsi.

Waktu kontak optimum diperoleh pada menit ke-80, dengan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 10,97 mg/g, setelah itu kapasitas menurun karena kemungkinan terjadinya desorpsi atau kesetimbangan adsorpsi telah tercapai.

Dengan demikian, ekstrak flavonoid dari kulit rambutan berpotensi sebagai adsorben alami yang efektif dalam proses penghilangan zat warna Methylene Blue dari larutan, dengan efisiensi yang dipengaruhi oleh faktor pH, waktu kontak dan dan keberadaan gugus aktif yang terkonfirmasi melalui analisis FTIR.

DAFTAR PUSTAKA

Alfaridz, F., & Amalia, R. (2022). Klasifikasi Dan Aktivitas Farmakologi Dari Senyawa Aktif Flavonoid. *Farmaka*, *16*(3), 1–9.

Azamuddiin, A. (2025). *Magnetit Biochar Sekam Padi Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Methylene Blue Pada Limbah Batik Cair Di Kampung Batik Yogyakarta*.

Damayanti, T. (2020). Pengaruh Variasi Massa Biochar dari Kulit Singkong (Manihot Esculenta Crantz) Termodifikasi Fe3O4 Terhadap Adsorpsi Limbah Methylene Blue. In *Skripsi: Vol. 62 Hal* Issue Universitas Islam Indonesia.

Dwijayanti, U. (2020). Adsorpsi Methylene Blue (MB) Menggunakan Abu Layang Batubara

Teraktivasi Larutan NaOH. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, *5*(1), 1–14. https://doi.org/10.23960/aec.v5.i1.2020.1-14

Etika, S. B. Suryani, O. (2024). *Adsorption of Metanil Yellow Using Flavonoid Extract from Longan Peel (Dimocarpus longan): Optimization of pH and Concentration*. *16*(6), 1315–1319.

Harmaiyani, R. Kurniawati, D. (2023). Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Karbon Aktif Kulit Kelengkeng (Euphoria longan lour) Dengan Metode Batch. *Periodic*, *12*(3), 75. https://doi.org/10.24036/periodic.v12i3.118807

Hasanah, M. 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

Huda, T., & Yulitaningtyas, T. K. (2018). Kajian Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Selulosa dari Alang-Alang. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, *1*(01), 9–19. https://doi.org/10.20885/ijca.vol1.iss1.art2

Irayana, C. (2024). *Investigasi Perbedaan Penyinaran Terhadap Kemampuan Degradasi dari Fotokatalis Magnetit-TiO_2 Pada Limbah Zat Warna Metilen Biru*. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Lidia Gusfi Marni, Jefrimon, Intan Noviarni, R. S. (2023). Pemanfaatan Kulit Buah Rambutan (Nephelium Lappaceum L.) Sebagai Inhibitor Korosi. *JSSIT: Jurnal Sains Dan Sains Terapan*, *1*(1), 18–29. https://doi.org/10.30631/jssit.v1i1.4

Lu, L. Liu, Z. (2023). Adsorption and Desorption of Flavonoids on Activated Carbon Impregnated With Different Metal Ions. *RSC Advances*, *13*(28), 19235–19242. https://doi.org/10.1039/d3ra03476c

Ma, Q. Zhuang, Y. (2017). Anti-diabetic Effects of Phenolic Extract From Rambutan Peels (Nephelium Lappaceum) In High-Fat Diet and Streptozotocin-Induced Diabetic Mice. *Nutrients*, *9*(8). https://doi.org/10.3390/nu9080801

Maheshwaran, L. Pathirana, R. N. (2024). Phytochemical Testing Methodologies and Principles for Preliminary Screening/ Qualitative Testing. *Asian Plant Research Journal*, *12*(5), 11–38. https://doi.org/10.9734/aprj/2024/v12i5267

Muhammad Akmal Taufik. (2023). *Penentuan Kadar Flavonoid Hasil Ekstraksi Metode Maserasi Dan Microwave Assisted Extraction (Mae) Pada Limbah Sabut Kelapa (Cocos nucifera L.)*, 13(1).

Nasda, M., Kurniawati, D., & Nasra, E. (2023). Pengaruh Waktu Kontak dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyerapan Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Biosorben Kulit Matoa (Pometia Pinnata). *Periodic*, *12*(2), 58–62.

Nworie, F. S. Nwali, B. U. (2019). Removal of Methylene Blue From Aqueous Solution Using Activated Rice Husk Biochar : *Journal of The Chilean Chemical Society*, *1*(64), 4365–4376.

Oetopo, R. A. Hazmi, F. Al. (2021). Penerapan Zat Pewarna Alami Limbah Organik Kulit Rambutan (Nephelium Lappaceum) Pada Bahan Katun Dengan Teknik Shibori (Tie Dyes) Dan Batik. *Jurnal Imajinasi*, *5*(1), 1. https://doi.org/10.26858/i.v5i1.20322

Phuong, N., Raes, K. (2020). Antioxidant Activity of Rambutan (Nephelium Lappaceum L.) Peel Extract in Soybean Oil During Storage and Deep Frying. *European Journal of Lipid Science and Technology*, *122*(2), 1900214. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ejlt.201900214

Phuong, N., Raes, K. (2020). Evaluation of Antimicrobial Activity of Rambutan (Nephelium Lappaceum L.) Peel Extracts. *International Journal of Food Microbiology*,*321*,108539.https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108539

Rahayu, A., Juliantri, L., & Amalia, R. Y. (2022). Degradasi Remazol Yellow Fg Dengan Katalis Oksida Besi/Karbon Aktif Dengan Metode Fotokatalis. *Jurnal Teknik Kimia*, *28*(3), 126–132. https://doi.org/10.36706/jtk.v28i3.1222

Rha Hayu, L. D. Etika, S. B. (2022). Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Karbon Aktif dari Kulit Durian (Durio zibethinus Murr.). *Jurnal Periodic Jurusan Kimia UNP*, *11*(1), 8. https://doi.org/10.24036/p.v11i1.113349

Sadino, A. (2017). Reveiew: Aktivitas Farmakologis, Senyawa Aktif Dan Mekanisme Kerja Rambutan (Nephelium lappaceum L.). *Farmaka*, *15*, 16–26. https://jurnal.unpad.ac.id/farmaka/article/view/12693/pdf

Saputra, Y. F., Etika, S. B., & Mulia, M. (2022). Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Pada Jantung Pisang Kapas (Musa x paradisiaca L.). *Jurnal Periodic Jurusan Kimia UNP*, *11*(3), 1. https://doi.org/10.24036/p.v11i3.114981

Susanti, I., & Santoso, A. (2020). Efektivitas Lempung Alam dan Kulit Pisang Sebagai Bahan Komposit Untuk Adsorpsi Metilen Biru. *Barometer*, *5*(2), 258–260. https://doi.org/10.35261/barometer.v5i2.3803

Wang, X. Duez, P. (2023). Flavonoids and saponins: What Have We Got Or Missed? *Phytomedicine*, *109*, 154580. https://doi.org/10.1016/j.phymed.2022.154580

Widhihastuti, E. Abstrak, I. A. (2024). Formulation and Sunscreen Activity of Cream Preparation from Iler Leaves Extract (Coleus scutellarioides (L.) Benth). *Indo J. Chem. Sci*, *13*(1), 52–63. http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs