

## Pengaruh Konsentrasi Flavonoid Bajakah Tampala Merah sebagai Antibakteri pada *Bacillus subtilis*

Devika Khoirul Hafifah<sup>1\*)</sup>, Suparno<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta 55281, Indonesia

\*Corresponding author: devikakhoirul.2019@student.uny.ac.id

### ABSTRAK

Bajakah tampala merah (*Spatholobus littoralis* Hassk.) adalah salah satu jenis bajakah yang dimanfaatkan masyarakat Dayak sebagai obat tradisional. Akar bajakah tampala merah mengandung senyawa kimia yaitu flavonoid yang memiliki aktivitas antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi flavonoid ekstrak akar bajakah tampala merah terhadap daya hambat bakteri *Bacillus subtilis* dan lamanya waktu bertahan. Ekstrak akar bajakah diperoleh dengan metode dekoktasi. Kandungan flavonoid yang terdapat pada ekstrak bajakah ditentukan dengan metode spektrofotometri *visible*. Ukuran partikel ditentukan dengan *Particle Size Analyzer* (PSA) dan daya hambatnya diuji dengan teknik *Kirby Bauer*. Sebagai upaya untuk mengidentifikasi ekstrak akar bajakah telah dilakukan pengukuran massa jenis, viskositas, dan indeks bias. Hasil uji dengan metode spektrofotometri *visible* diketahui bahwa sampel memiliki konsentrasi flavonoid sebesar 16,28 ppm. Sedangkan hasil uji PSA diperoleh ukuran partikel ekstrak bajakah sebesar 94,6 nm. Hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa diameter zona bening meningkat dari  $(6,23 \pm 0,03)$  mm hingga  $(7,18 \pm 0,06)$  mm sesuai dengan peningkatan konsentrasi flavonoid dari 10 ppm hingga 30 ppm. Kemampuan ekstrak bajakah bertahan dalam menghambat bakteri bervariasi dari 48 jam hingga 72 jam. Hasil pengukuran massa jenis, viskositas, dan indeks bias adalah  $(0,960 \pm 0,002)$  gram/cm<sup>3</sup>,  $(0,890 \pm 0,010)$  N.s/m<sup>2</sup>, dan  $1,3350 \pm 0,0005$  secara berurutan.

**Kata kunci:** Bajakah tampala merah; *Bacillus subtilis*; dekoktasi; flavonoid

## Effect of Red Bajakah Tampala Flavonoid Concentration as Antibacterial on *Bacillus subtilis*

### ABSTRACT

Red bajakah tampala (*Spatholobus littoralis* Hassk.) is one type of bajakah that the Dayak people use as traditional medicine. Red bajakah tampala roots contain chemical compounds, namely flavonoids, which have antibacterial activity. This study aims to determine the effect of flavonoid concentration of red bajakah tampala root extract on the inhibitory power of *Bacillus subtilis* bacteria and the length of survival time. Bajakah root extract is obtained by decoctation method. The flavonoid content contained in bajakah extract was determined using the visible spectrophotometric method. The particle size was determined by a particle size analyzer (PSA), and the inhibition was tested by the Kirby Bauer technique. In an effort to identify bajakah root extract, density, viscosity, and refractive index were measured. The test results using the visible spectrophotometric method showed that the sample had a flavonoid concentration of 16.28 ppm. Meanwhile, the PSA test results showed that the particle size of bajakah extract was 94.6 nm. The antibacterial test results showed that the diameter of the clear zone increased from  $(6.23 \pm 0.03)$  mm to  $(7.18 \pm 0.06)$  mm according to the increase in flavonoid concentration from 10 ppm to 30 ppm. The ability of bajakah

extract to survive in inhibiting bacteria varied from 48 hours to 72 hours. The results of measurements of density, viscosity, and refractive index are  $(0,960 \pm 0,002)$  gram/cm<sup>3</sup>,  $(0,890 \pm 0,010)$  N. s/m<sup>2</sup>, dan  $1,3350 \pm 0,0005$  respectively.

**Keywords:** *Bacillus subtilis*; decoction; flavonoids; red bajakah tampala

(Article History: Received 11-07-2023; Accepted 11-10-2023; Published 12-10-2023)

## PENDAHULUAN

Bajakah tampala merah (*Spatholobus littoralis* Hassk.) merupakan tanaman khas dari pulau Kalimantan. Masyarakat tradisional Dayak yang tinggal di pulau ini secara turun temurun telah memanfaatkan bajakah sebagai obat tradisional (Adawiyah *et al.*, 2019). Tanaman tersebut sering dimanfaatkan untuk menyembuhkan luka, mengobati diare, pegal linu, disentri, menyembuhkan kanker, dan berbagai penyakit lainnya (Nastiti & Nugraha, 2022).

Bajakah tampala merah mengandung senyawa metabolit sekunder salah satunya yaitu flavonoid. Senyawa flavonoid memiliki aktivitas antioksidan yang berkontribusi dalam meningkatkan pertahanan tubuh dari ancaman bakteri patogen, menangkal radikal bebas, dan mencegah berbagai penyakit (Saputera & Ayuchecaria, 2018; Hasna *et al.*, 2021). Menurut Fitriani & Saputra (2020), aktivitas antioksidan pada flavonoid bajakah tampala merah khususnya bagian akar mempunyai kategori sangat kuat sehingga memiliki potensi besar untuk dijadikan sebagai bahan antibakteri.

*Bacillus subtilis* merupakan salah satu bakteri penyebab munculnya banyak penyakit. Bakteri ini dapat menginfeksi beberapa organ tubuh sehingga menyebabkan penyakit antara lain endokarditis, meningitis, infeksi mata, dan infeksi gastroenteritis (Armayani, 2013). Infeksi gastroenteritis akibat *Bacillus subtilis* ditularkan melalui kontaminasi makanan (Sudarwati, 2018). Gejala infeksi gastroenteritis antara lain diare, muntah, sakit kepala, dan abdominal (Prihandani *et al.*, 2015).

Pengobatan infeksi akibat bakteri ini dapat dilakukan dengan menekan populasi *Bacillus subtilis* pada tubuh. Secara umum, pengobatan yang biasa dilakukan untuk mengatasi infeksi akibat bakteri yaitu dengan pemberian obat antibiotik. Namun, penggunaan antibiotik yang berlebihan dapat menimbulkan resistensi bakteri terhadap antibiotik yang dapat memperburuk kesehatan (Fakhrurrozi & Subrata, 2021). Menurut *World Health Organization* (2019), jika tidak ada upaya penanganan lebih lanjut terhadap resistensi antibiotik maka diperkirakan akan terdapat kematian sebanyak 10 juta jiwa setiap tahunnya pada tahun 2050. Oleh karena itu, dengan penggunaan akar bajakah tampala merah sebagai salah salah bahan obat yang berasal dari alam dapat menjadi alternatif pengganti obat antibiotik yang diharapkan tidak meningkatkan resistansi.

Resistansi bakteri terhadap bahan antibakteri kimiawi dapat diatasi dengan cara fisikawi. Secara fisika, bahan antibakteri dengan ukuran partikel 1-100 nm (nanopartikel) memiliki kemampuan antibakteri dan tidak menimbulkan resistansi (Deviyanti, 2019). Oleh karena itu, dalam penelitian ini ekstrak akar bajakah diproses sehingga menjadi nanopartikel.

Di samping ukuran partikelnya, juga telah ditentukan beberapa besaran fisika yang lain. Besaran fisika tersebut adalah massa jenis, viskositas, dan indeks bias. Pengukuran tersebut dilakukan dalam rangka identifikasi dan karakterisasi ekstrak akar bajakah tampala

merah yang dimanfaatkan sebagai bahan antibakteri selama penelitian ini.

Penelitian untuk mengungkap efektivitas ekstrak akar bajakah tampala merah sebagai bahan antibakteri telah dilakukan. Penelitian itu dilakukan dengan metode eksperimen dengan membandingkan efektivitas ekstrak akar bajakah sebagai bahan antibakteri dengan kloramfenikol sebagai kontrol positif dan akuades sebagai kontrol negatif. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh konsentrasi flavonoid ekstrak akar bajakah tampala merah terhadap daya hambat bakteri *Bacillus subtilis* dan lamanya waktu bertahan.

## METODE PENELITIAN

### Preparasi Ekstrak Akar Bajakah Tampala Merah

Preparasi sampel bajakah tampala merah dilakukan dengan metode dekoktasi. Metode ini dilakukan dengan merebus simplisia akar bajakah tampala merah sebanyak 150 gram dalam 1500 ml akuades menggunakan titik didih air yaitu 100 °C sampai volumenya berkurang 50% (Atun, 2014).

### Karakterisasi Ekstrak Akar Bajakah Tampala Merah

#### A. Penentuan Kandungan Flavonoid

Kandungan flavonoid ekstrak bajakah tampala merah ditentukan dengan spektrofotometer *visible* di Laboratorium komersial Cendekia Nanotech Utama, Semarang. Penentuan flavonoid ini menggunakan metode kolometri ( $AlCl_3$ ), dengan kuersetin sebagai larutan standar. Untuk menentukan kadar flavonoid total pada sampel digunakan metode kalibrasi kurva baku (Puspitasari & Prayogo, 2016).

#### B. Penentuan Ukuran Partikel

Ukuran partikel ekstrak bajakah ditentukan menggunakan *particle size analyzer* Microtrac Nanotrak Wave II untuk mengetahui ukuran partikel yang terlarut. Sebelumnya, partikel yang terlarut di dalam ekstrak bajakah diperkecil melalui proses sentrifugasi dan filtrasi dengan *milipore*. Pertama, ekstrak bajakah dilakukan proses sentrifugasi menggunakan Jiwanshun 8x20 ml PRP Centrifuge Machine WCY091 dengan kecepatan 4000 rpm selang waktu 30 menit selama 2 jam (Setiawan & Nurjanah, 2018). Kedua, ekstrak bajakah yang telah melalui proses sentrifugasi kemudian difilter menggunakan filter *milipore* dengan ukuran pori 0,22  $\mu m$  dan diameter 25 mm untuk mendapatkan ukuran partikel sampel mencapai nanopartikel (Hamida, 2021).

#### C. Penentuan Massa Jenis, Viskositas, dan Indeks Bias

Penentuan sifat fisik lain yang dilakukan untuk mengidentifikasi ekstrak bajakah tampala merah yaitu massa jenis, viskositas, dan indeks bias. Penentuan massa jenis dilakukan menggunakan *volumetric flask*, viskositas menggunakan viskometer Ostwald, dan indeks bias menggunakan *hand held refractometer* HT312ATC.

### Pembuatan Variasi Konsentrasi Flavonoid

Sampel induk dengan konsentrasi 32,5 ppm diencerkan dengan menggunakan akuades menjadi sampel dengan konsentrasi 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, dan 30 ppm dengan menggunakan persamaan (Setiawan, 2013):

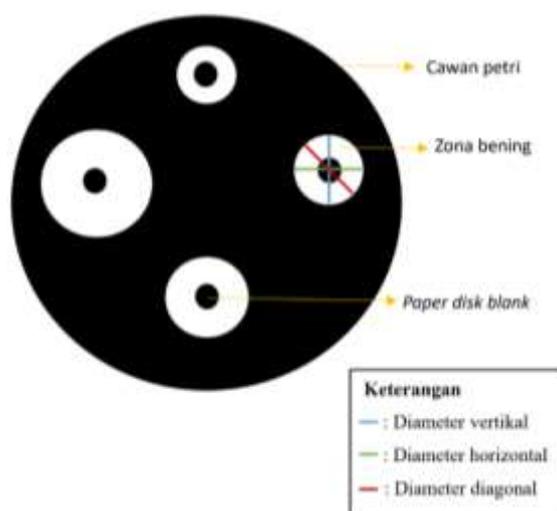
$$C_1V_1 = C_2V_2 \quad (1)$$

dimana,  $C_1$  = konsentrasi larutan induk (ppm)

- $C_2$  = konsentrasi yang diinginkan (ppm)  
 $V_1$  = volume larutan yang ditambahkan akuades (ml)  
 $V_2$  = volume yang diinginkan (ml)

### Pengujian Sifat Antibakteri Ekstrak Akar Bajakah Tampala Merah

Uji antibakteri dilakukan di Laboratorium mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta dengan menggunakan teknik *Kirby Bauer* yang diawali dengan pembuatan *Nutrien Broth* (NB) untuk media peremajaan bakteri dan *Mueller Hinton Agar* (MHA) untuk media pertumbuhan bakteri. Satu ose isolate bakteri dimasukkan ke dalam 20 ml media NB dan di letakkan pada shaker selama 24 jam. Setelah diremajakan, bakteri tersebut diratakan ke dalam cawan petri berisi media MHA yang telah padat dan di atasnya diletakkan 7 *paper disk blank* yang sebelumnya telah direndam ke dalam sampel (5 buah), kloramfenikol (1 buah) sebagai kontrol positif dan akuades (1 buah) sebagai kontrol negatif. Selanjutnya di lakukan pengamatan dan pengukuran zona bening yang terukur di sekitar *blank disk* setiap 3 jam selama 72 jam pada suhu 25 °C (Palupi & Suparno, 2020). Hasilnya disajikan dalam bentuk grafik hubungan antara waktu pengamatan dan diameter zona bening untuk 5 buah konsentrasi sampel yang berbeda. Skema pembentukan zona bening dapat dilihat pada Gambar 1 .



**Gambar 1.** Zona bening di sekitar *paper disk blank*

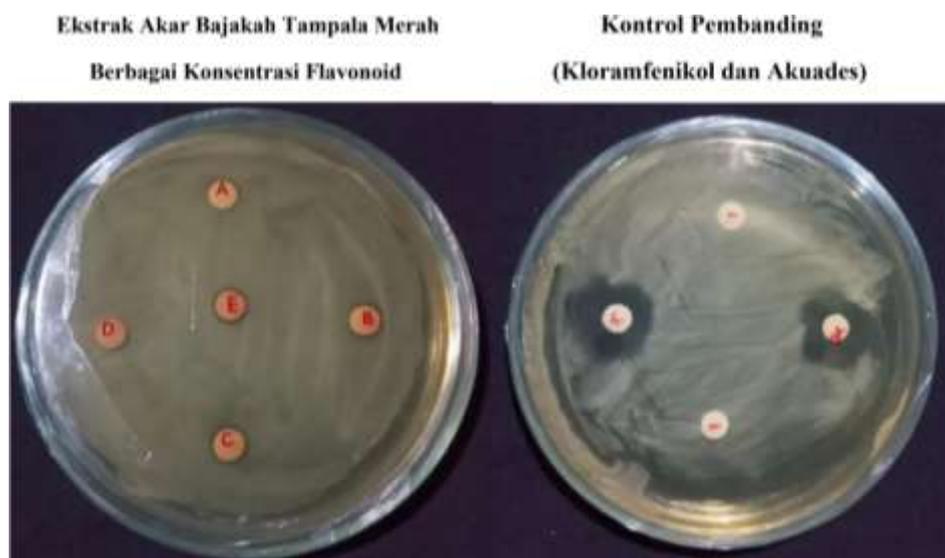
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses dekoktasi yang dilakukan menghasilkan ekstrak bajakah tampala merah dengan konsentrasi 200 g/l. Ekstrak bajakah tersebut setelah diuji dengan menggunakan spektrofotometer *visible* di laboratorium Cendekia Nanotech Utama Semarang menghasilkan kandungan flavonoid sebesar 16,28 ppm. Menurut Henaulu & Kaihena (2020), senyawa antibakteri yang terkandung pada ekstrak meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak. Oleh sebab itu, sampel dipekatkan dengan cara penguapan untuk meningkatkan konsentrasi dan diperoleh sampel induk dengan konsentrasi 32,5 ppm. Dari sampel induk ini diturunkan 5 buah sampel lain dengan metode pengenceran menggunakan akuades sehingga diperoleh sampel dengan konsentrasi 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, dan 30 ppm.

Penentuan ukuran partikel menggunakan *particle size analyzer* (PSA) menghasilkan bahwa ekstrak akar bajakah tampala merah yang terlarut menunjukkan bahwa 83% volume dari sampel berukuran 94,6 nm. Artinya, ukuran 94,6 nm tersebut dominan dengan presentase mendekati 100% dan termasuk kedalam rentang ukuran nanopartikel yaitu 1-100 nm (Manurung, 2018). Ukuran partikel ekstrak bajakah dalam skala nanometer ini diharapkan mampu menembus bakteri *Bacillus subtilis* yang mempunyai lebar 0,7  $\mu\text{m}$  dan panjang 2  $\mu\text{m}$  dengan aktivitas merusak sel bakteri hingga mematikan bakteri (Wakita *et al.*, 2001). Dalam hal ini, partikel ekstrak dengan ukuran nanometer diharapkan mudah masuk ke dalam bakteri sehingga dapat merusak bakteri atau hingga mematikan bakteri.

Penentuan fisik massa jenis, viskositas, dan indeks bias menghasilkan  $(0,960 \pm 0,002)$  gram/cm<sup>3</sup>,  $(0,890 \pm 0,010)$  N. s/m<sup>2</sup>, dan  $1,3350 \pm 0,0005$  secara berurutan. Beberapa sifat fisik tersebut dapat menggambarkan ciri khas dari ekstrak akar bajakah tampala merah. Oleh karena itu, penentuan ini sangat penting agar kita dapat mengetahui perlakuan yang tepat untuk tetap mempertahankan kualitas dari ekstrak akar bajakah tampala merah. Perlakuan yang dapat dilakukan untuk menjaga kualitas dari ekstrak bajakah ini yaitu dengan penyimpanan ekstrak dengan baik pada lemari pendingin dan menjaga suhunya dalam kondisi konstan, sehingga dapat meminimalkan risiko penggumpalan yang dapat mempengaruhi besarnya massa jenis, viskositas, dan indeks bias pada ekstrak bajakah tampala merah.

Pengujian kemampuan antibakteri yang dilakukan menggunakan Teknik *Kirby Bauer* menunjukkan bahwa di sekeliling kloramfenikol dan semua sampel ekstrak bajakah tampala merah menunjukkan adanya zona bening. Di luar daerah zona bening itu bakteri tumbuh dengan baik sedangkan di daerah zona bening bakteri tidak mampu tumbuh. Sedangkan untuk *paper disk blank* yang direndam dengan akuades tidak menunjukkan adanya zona bening. Pemilihan akuades sebagai kontrol negatif karena akuades tidak memiliki sifat antibakteri sehingga dapat menunjukkan bahwa zona bening yang terbentuk murni dari aktivitas senyawa aktif yang terdapat pada ekstrak akar bajakah tampala merah. Zona bening yang terbentuk pada fase stasioner pada setiap konsentrasi dimulai dari jam ke-21 hingga jam ke-48 sedangkan pada kloramfenikol terjadi pada jam ke-36 hingga jam ke-48. Di atas jam ke-48 ekstrak akar bajakah dan kloramfenikol masih menunjukkan adanya aktivitas antibakteri sampai jam ke-72 meskipun sangat kecil. Nilai rata-rata diameter zona bening pada konsentrasi 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, dan 30 ppm berturut-turut yaitu  $(6,23 \pm 0,03)$  mm,  $(6,41 \pm 0,05)$  mm,  $(6,92 \pm 0,06)$  mm,  $(7,06 \pm 0,06)$  mm, dan  $(7,18 \pm 0,06)$  mm. Sedangkan pada kloramfenikol memiliki rata-rata diameter  $(11,86 \pm 0,58)$  mm. Hasil pembentukan zona bening dapat dilihat pada Gambar 2 dan rata-rata diameter zona bening pada fase stasioner pada Tabel 1.



Ket: A=10 ppm, B=15 ppm, C= 20 ppm, D=25 ppm, E= 30 ppm

- = Kontrol negatif, + = Kontrol positif

**Gambar 2.** Pembentukan diameter zona bening pada fase stasioner

**Tabel 1.** Nilai rata-rata diameter zona bening pada fase stasioner

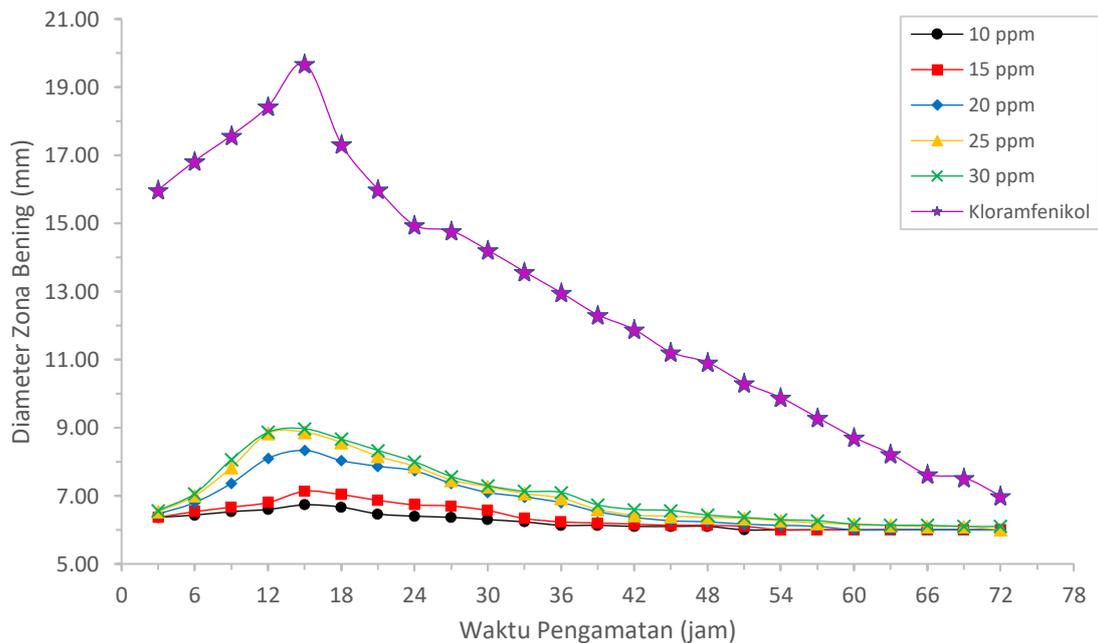
Bahan Antibakteri	Rata-Rata Diameter Zona Bening (mm)
10 ppm	6,23 ± 0,03
15 ppm	6,41 ± 0,05
20 ppm	6,92 ± 0,06
25 ppm	7,06 ± 0,06
30 ppm	7,18 ± 0,06
Kloramfenikol	11,86 ± 0,58

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa diameter zona bening meningkat sejalan dengan peningkatan konsentrasi flavonoid sebagai bahan antibakteri. Hal tersebut boleh jadi diakibatkan karena semakin besar konsentrasi flavonoid, semakin banyak ‘pasukan’ yang dapat dikerahkan untuk membunuh bakteri uji sehingga mereka mampu membebaskan daerah yang lebih luas dari musuhnya (bakteri *Bacillus subtilis*). Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan Brooks *et al.* (2005) yang menyatakan bahwa efektivitas dari bahan antibakteri dipengaruhi oleh konsentrasi zat yang diberikan, semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi pula bahan aktif antibakteri sehingga dapat meningkatkan kemampuannya dalam menghambat bakteri. Pernyataan tersebut didukung pula oleh penelitian yang dilakukan Tanauma *et al.* (2016) dan Dhuha *et al.* (2016), bahwa kemampuan dari bahan antibakteri dipengaruhi oleh konsentrasi zat antibakteri yang terkandung didalamnya. Keberadaan senyawa flavonoid pada ekstrak bajakah boleh jadi memiliki peranan penting dalam menghambat bakteri uji berdasarkan mekanismenya sebagai bahan antibakteri. Mekanisme antibakteri dari senyawa flavonoid yaitu melalui penghambatan sintesis dinding sel bakteri, fungsi membran sel, sintesis protein dan asam nukleat (Husniah & Gunata, 2020; Heni *et al.*, 2015). Mekanisme penghambatan inilah yang dapat mengganggu pertumbuhan atau

bahkan hingga membunuh bakteri yang ditunjukkan melalui pembentukan zona bening.

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 1, diketahui bahwa diameter zona bening semua sampel ekstrak masih jauh berada di bawah diameter zona bening kloramfenikol. Hal ini boleh jadi disebabkan karena konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini masih relatif rendah. Sehingga untuk mendapatkan efek antibakteri seperti kloramfenikol, konsentrasi flavonoid perlu ditingkatkan hingga ke tingkat yang diperlukan. Konsentrasi flavonoid ekstrak bajakah tersebut dapat ditingkatkan dengan cara penguapan melalui pemanasan. Selain itu, akuades yang menjadi kontrol negatif tidak menunjukkan adanya aktivitas antibakteri karena akuades merupakan bahan organik yang dibutuhkan oleh semua makhluk hidup termasuk bakteri *Bacillus subtilis*.

Setiap konsentrasi ekstrak bajakah dan kloramfenikol memiliki kemampuan yang berbeda berdasarkan lama waktu bertahan. Apabila terdapat kenaikan konsentrasi flavonoid ekstrak maka semakin lama waktu interaksi antara ekstrak dengan bakteri sehingga semakin banyak bakteri yang terhambat pertumbuhannya (Sabir, 2005). Hasil pengamatan pada penelitian ini diketahui bahwa ekstrak akar bajakah tampala merah dengan konsentrasi flavonoid sebesar 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, dan 30 ppm dapat menghambat bakteri uji berturut turut yaitu selama 48 jam, 51 jam, 57 jam, 69 jam, dan 72 jam. Sedangkan pada kloramfenikol zona bening yang teramati dapat bertahan lebih dari 72 jam. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik hubungan antara waktu pengamatan terhadap diameter zona bening

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi flavonoid semakin lama menunjukkan kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri. Hal itu boleh jadi disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka kemampuannya semakin kuat dalam membunuh dan menghambat pertumbuhan bakteri sehingga semakin lama bakteri terhambat untuk tumbuh kembali. Dengan demikian, lamanya waktu bertahan

atau lamanya bahan antibakteri berinteraksi (kontak) dengan bakteri dapat menjadi indikator untuk mengetahui daya hambat dari bahan antibakteri (Dwiyanti *et al.*, 2018).

### KESIMPULAN

Ekstrak akar bajakah tampala merah memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri meskipun masih di bawah bahan antibakteri komersial, kloramfenikol. Semakin tinggi konsentrasi flavonoid maka semakin tinggi pula kemampuannya dalam menghambat bakteri *Bacillus subtilis* dan kemampuannya menghambat bakteri dapat bertahan hingga 72 jam.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Maimunah, S., & Rosawanti, P. (2019). Keanekaragaman Tumbuhan Potensi Obat Tradisional di Hutan Kerangas Pasir Putih KHDTK UM Palangkaraya. *Talenta Conference Series: Agricultural and Natural Resources (ANR)*, 2(1), 71–79.
- Armayani, M. (2013). Pengaruh Iradiasi Gamma terhadap Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Etanol Temu Putih (*Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe.) dan Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff) Boerl.) pada Bakteri *Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus aureus*. [Skripsi]. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta.
- Atun, S. (2014). Metode Isolasi dan Identifikasi Struktural Senyawa Organik Bahan Alam. *Jurnal Konservasi Cagar Budaya Borobudur*, 8(2), 53–61.
- Brooks, Geo F., Butel, J.S., & Morse, S.A. (2005). Mikrobiologi Kedokteran. Salemba Medika, Jakarta.
- Deviyanti, S. (2019). Potensi Antimikroba *Photo Activated Disinfection* terhadap *Enterococcus faecalis* pada Perawatan Saluran Akar Gigi. *Cakradonya Dental Journal*, 11(1), 13–22.
- Dhuha, S., Bodhi, W., & Kojong, N. (2016). Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun lamun (*Syringodium isoetifolium*) terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. *Pharmakon*, 5(1), 231–237.
- Dwiyanti, R.D., Muhlisin, A., & Lutpiatina, L. (2018). Efektivitas air perasan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dalam menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*. *Jurnal Skala Kesehatan*, 9(2).
- Fakhrurrozi, M., & Subrata, I.M. (2021). Gambaran Penderita Diare pada Balita di UPTD Puskesmas II Dinas Kesehatan Kecamatan Denpasar Barat Periode Juni-November Tahun 2019. *Archive Community Health*, 8(3), 398–408.
- Fitriani, E.S., & Saputra, S.H. (2020). Karakteristik Tanaman Akar Bajakah (*Spatholobus littoralis* Hassk) dari Loakulu Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 14(2), 365–376.
- Hamida, F. (2021). Aktivitas antibakteri ekstrak kasar bakteriosin termofilik yang dihasilkan oleh *Pediococcus pentosaceus* terhadap *Salmonella enteritidis* dan *Enterococcus casseliflavus*. *Sainstech Farma*, 14(1), 59–62.
- Hasna, L.Z., Sehkaemi, P., & Aviciena, M.A. (2021). Review: Akar Kayu Bajakah dan Manfaatnya untuk Kesehatan. *FoodTech: Jurnal Teknologi Pangan*, 4(1), 32–39. <https://doi.org/10.26418/jft.v4i1.56637>.

- Henaulu, A.H., & Kaihena, M. (2020). Potensi Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC) Terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* In Vitro. *Biofaal Journal*, 1(1), 44–54.
- Heni, Arreneuz, S., & Zaharah, T.A. (2015). Efektivitas antibakteri ekstrak kulit batang belimbing hutan (*Baccaurea angulata* Merr.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(1), 84–90.
- Husniah, I., & Gunata, A.F. (2020). Ekstrak kulit nanas sebagai antibakteri. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 2(1), 85–90.
- Manurung, P.G. (2018). Nanomaterial: Tinjauan Ilmu Masa Kini. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Nastiti, K., & Nugraha, D.F. (2022). Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Kayu Bajakah (*Spatholobus littoralis* Hask): Anti-inflammatory Activity of Bajakah Wood Extract (*Spatholobus littoralis* Hask). *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 7(2), 45–50.
- Palupi, S.K.I., & Suparno, S. (2020). Ionic Silver Nanoparticles (Ag<sup>+</sup>) Sebagai Bahan Antibiotik Alternatif Untuk Salmonella Typhimurium. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 10(01), 8–15.
- Prihandani, S., Poeloengan, M., Noor, S.M., & Andriani. (2015). Uji daya antibakteri bawang putih (*Allium sativum* L.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* dan *Pseudomonas aeruginosa* dalam meningkatkan keamanan pangan. *Informatika Pertanian*, 24(1), 53–58.
- Puspitasari, A.D., & Prayogo, L.S. (2016). Pengaruh waktu perebusan terhadap kadar flavonoid total daun kersen (*Muntingia calabura*). *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 1(2), 104–108.
- Sabir, A. (2005). Aktivitas antibakteri flavonoid propolis *Trigona* sp terhadap bakteri *Streptococcus mutans* (in vitro). *Majalah Kedokteran Gigi*, 38(3), 135–141.
- Saputera, M.M.A., & Ayuchecaria, N. (2018). Uji efektivitas ekstrak etanolik batang bajakah tampala (*Spatholobus littoralis* Hassk.) terhadap waktu penyembuhan luka. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 3(2), 318–327.
- Setiawan, A.A. (2013). Pengaruh Konsentrasi Ion Pb<sup>2+</sup> Terhadap Daya Serap Kulit Kacang Tanah, Sekam Padi Dan Serbuk Gergaji. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 10(1), 51–58.
- Setiawan, N.C.E., & Nurjanah, A. (2018). Inhibisi Xantin Oksidase oleh Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum*). *JC-T (Journal Cis-Trans): Jurnal Kimia Dan Terapannya*, 2(1).
- Sudarwati, T.P.L. (2018). Aktivitas Antibakteri Daun Pepaya (*Carica Papaya*) Menggunakan Pelarut Etanol Terhadap Bakteri *Bacillus subtilis*. *Journal of Pharmacy and Science*, 3(2), 13–16.
- Tanauma, H.A., Citraningtyas, G., & Lolo, W.A. (2016). Aktivitas antibakteri ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora*) terhadap bakteri *Escherichia coli*. *Pharmacon*, 5(4), 243–251.
- Wakita, J., Shimada, H., Itoh, H., Matsuyama, T., & Matsushita, M. (2001). Periodic colony formation by bacterial species *Bacillus subtilis*. *Journal of the Physical Society of Japan*, 70(3), 911–919.
- World Health Organization. (2019). New report calls for urgent action to avert antimicrobial resistance crisis. Available at: <https://www.who.int/news/item/29-04-2019-new-report-calls-for-urgent-action-to-avert-antimicrobial-resistance-crisis>. Diakses tanggal 1 Februari 2023.