

**EKSTRAK BAJAKAH TAMPALA MERAH (*Spatholobus littoralis* Hassk.) SEBAGAI
AGEN ANTIBAKTERI *XANTHOMONAS ORYZAE***

**RED TAMPALA PAJAKAH EXTRACT (*Spatholobus littoralis* Hassk.) AS AN
ANTIBACTERIAL AGENT OF *XANTHOMONAS ORYZAE***

Muhammad Rizki, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

Suparno, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

*e-mail: suparno_mipa@uny.ac.id (corresponding author)

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan ekstrak bajakah tampala merah sebagai agen antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Xanthomonas oryzae*. Ekstrak bajakah tampala merah diproduksi menggunakan metode dekoktasi dengan aquades sebagai pelarut. Semua sampel ekstrak bajakah tampala merah dikarakterisasi untuk mendapatkan nilai massa jenis larutan, indeks bias larutan, viskositas larutan, ukuran partikel dengan pengujian menggunakan *Particle Size Analyzer Microtac Nanotrac Wave II Q* (PSA), dan kadar konsentrasi flavonoid dengan pengujian menggunakan *Spektrofotometer visible Vernier Go Direc*. Hasil penelitian menunjukkan nilai massa jenis larutan, indeks bias larutan, dan viskositas larutan secara berturut-turut sebesar $(0,964 \pm 0,005) \text{ gr/cm}^3$, $(1,3350 \pm 0,0005) n$, dan $(0,96 \pm 0,07) \text{ Ns/m}^2$. Hasil uji PSA menunjukkan ukuran partikel sebesar 151,6 nm. Hasil uji *Spektrofotometri visible* menunjukkan adanya 16,28 mg QE/g kadar konsentrasi flavonoid dalam 200 g/l bajakah tampala merah. Hasil uji kemampuan ekstrak bajakah tampala merah sebagai agen antibakteri *Xanthomonas oryzae* menunjukkan terbentuknya zona bening sampai jam ke-72 dengan diameter rata-rata paling besar di daerah fase stasioner (jam ke-21 sampai jam ke-72) adalah $(8,79 \pm 0,06) \text{ nm}$ pada konsentrasi 30 ppm.

Kata Kunci: antibakteri, bajakah tampala merah, dekoktasi, *Xanthomonas oryzae*.

Abstract. This research aims to determine the ability of red tampala bajakah extract as an antibacterial agent in inhibiting the growth of *Xanthomonas oryzae* bacteria. Red Bajakah Tampala extract is produced using decoction with distilled water as a solvent. All samples of red bajakah tampala extract were characterized to obtain solution density values, solution refractive index, solution viscosity, particle size by testing using a *Microtac Nanotrac Wave II Q* (PSA) Particle Size Analyzer, and flavonoid concentration levels by testing using a *Vernier Go Direct visible spectrophotometer*. The results of the research show that the values of solution density, solution refractive index, and solution viscosity are $(0.964 \pm 0.005) \text{ gr/cm}^3$, $(1.3350 \pm 0.0005) n$, and $(0.96 \pm 0.07) \text{ Ns/m}^2$, respectively. The PSA test results showed a particle size of 151.6 nm. The results of the visible spectrophotometry test showed the presence of 16.28 mg QE/g flavonoid concentration levels in 200 g/l of red tampala bajakah. The test results of the ability of the red tampala barakah extract as an antibacterial agent for *Xanthomonas oryzae* showed the formation of a clear zone until the 72nd hour with the largest average diameter in the stationary phase area (21st to 72nd hour) being $(8.79 \pm 0.06) \text{ nm}$ at a concentration of 30 ppm.

Keywords: *antibacterial, red bajakah tampala, decoction, Xanthomonas oryzae.*

PENDAHULUAN

Bajakah tampala merah memiliki banyak manfaat yang bisa dikembangkan di masa sekarang. Masyarakat sekitar telah memanfaatkan bajakah tampala merah sebagai tanaman obat untuk mengobati disentri, pegal, dan menghentikan pendarahan pada luka (Sampepana&Saputra, 2020). Bajakah tampala banyak mendapatkan perhatian dikarenakan memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder yang berguna dalam proses penyembuhan dan mampu mencegah penyakit dari mikroorganisme. Penelitian lanjutan mengenai uji skrining fitokimia pada bajakah tampala merah menggunakan metode infundasi menunjukkan bahwa ekstrak bajakah tampala merah mengandung metabolit sekunder seperti alkaloid, fenolik, flavonoid, tanin, terpenoid, dan saponin (Febriyanti&Ardiyanto, 2021). Selain itu, salah satu metode yang dipergunakan untuk memproduksi ekstrak bajakah tampala merah adalah metode dekoktasi. Metode ini menghasilkan kandungan senyawa yang lebih banyak sehingga membuat ekstrak bajakah tampala merah memiliki agen antibakteri yang lebih banyak untuk menembus dinding sel bakteri, merobek, dan merusaknya hingga menyebabkan kematian sel.

Ekstrak bajakah tampala merah saat ini menjadi perhatian banyak peneliti dalam menjadi agen antibakteri yang kuat. Sampai saat ini belum diketahui ada bakteri yang resistan terhadap ekstrak bajakah tampala merah termasuk bakteri patogen. Semakin besar konsentrasi ekstrak bajakah tampala merah maka semakin banyak agen dalam menyerang bakteri. Ekstrak bajakah tampala merah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai antibakteri untuk mengatasi infeksi bakteri *Xanthomonas oryzae*, dimana bakteri *Xanthomonas oryzae* semakin resistan terhadap penggunaan pestisida pada padi. Infeksi dari *Xanthomonas oryzae* di Indonesia pada umumnya menyebabkan produksi padi terhambat dan mengalami kegagalan hasil panen hingga 35,42% (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Banten, 2015).

Paper ini melaporkan hasil penelitian ekstrak bajakah tampala merah sebagai agen antibakteri terhadap bakteri *Xanthomonas oryzae*. Sebelumnya telah dilakukan proses karakterisasi fisika ekstrak bajakah tampala merah untuk mengetahui nilai massa jenis larutan, indeks bias larutan, dan viskositas larutan, *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk mengetahui diameter/ukuran ekstrak bajakah tampala merah, dan *Spektrofotometri visible* untuk mengetahui konsentrasi flavonoid ekstrak bajakah tampala merah. Sedangkan, uji kemampuan antibakteri ekstrak bajakah tampala merah dilakukan dengan metode Kirby-Bauer. Dalam hal ini, dilihat hubungan antara konsentrasi ekstrak bajakah tampala merah pada setiap variasi terhadap zona bening yang terbentuk dibandingkan dengan zona bening yang terbentuk oleh kloramfenikol sebagai kontrol positif. Pengukuran zona bening dimulai dari jam ke-3 sampai jam ke-72 dengan interval waktu 3 jam.

Berdasarkan uraian tersebut, maka telah dilakukan penelitian mengenai aplikasi ekstrak bajakah tampala merah terhadap daya hambat pertumbuhan bakteri *Xanthomonas oryzae* dengan menggunakan metode Kirby-Bauer, dimana ekstrak bajakah tampala merah diproduksi dengan metode dekoktasi serta dikarakterisasi fisika dengan menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) dan *Spektrofotometri visible*. Melalui metode Kirby-Bauer dilakukan pengukuran diameter zona bening/zona hambat yang terbentuk.

METODE

1. Tahap Preparasi Ekstrak Bajakah Tampala Merah

Proses ekstraksi bajakah tampala merah dilakukan dengan metode ekstraksi cara panas, yaitu dekoktasi. Langkah pertama adalah menimbang simplisia bajakah tampala merah sebanyak 150 g menggunakan timbangan digital. Selanjutnya simplisia bajakah tampala

merah dibersihkan menggunakan aquades. Simplisia bajakah tampala merah dimasukkan ke dalam *beaker glass* 2000 ml, kemudian ditambahkan aquades hingga mencapai volume 1500 ml. Dekoktasi ini dilakukan menggunakan kompor listrik dan berlangsung pada suhu titik didih air sebesar 100°C. Setelah itu, kompor listrik dimatikan ketika larutan ekstrak telah mencapai volume setengah dari volume awal, yaitu sebesar 750 ml.

Dari proses ekstraksi dengan metode dekoktasi diperoleh larutan sampel sebanyak 150g/750ml. Namun, dikarenakan adanya ampas dan larutan yang tertinggal pada proses penyaringan, maka diperoleh larutan sampel sebanyak 500 ml. Kemudian, larutan tersebut disaring menggunakan kertas saring. Larutan sampel yang diperoleh ini kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 30 menit sebanyak 4 kali. Sentrifugasi dilakukan berulang kali agar larutan induk habis. Hasil dari sentrifugasi disaring kembali menggunakan *syringe filter* untuk mendapatkan partikel sekecil mungkin hingga mencapai ukuran nanopartikel.

2. Tahap Karakterisasi Ekstrak Bajakah Tampala Merah

Proses pengujian karakterisasi ekstrak bajakah tampala merah untuk mendapatkan nilai massa jenis larutan, indeks bias larutan, viskositas larutan, ukuran partikel dengan pengujian menggunakan *Particle Size Analyzer Microtac Nanotrac Wave II Q* (PSA), dan kadar konsentrasi flavonoid dengan pengujian menggunakan *Spektrofotometer visible Vernier Go Direc*. Massa jenis larutan dilakukan dengan mengukur besaran massa dan volume larutan ekstrak bajakah tampala merah menggunakan piknometer. Indeks bias larutan dilakukan dengan mengukur indeks bias cahaya saat melewati suatu medium menggunakan *refractometer*. Viskositas larutan dilakukan dengan mengukur nilai waktu yang dibutuhkan aquades dan larutan ekstrak bajakah tampala merah dalam mengalir pada batas garis yang sudah ditentukan menggunakan *viscometer ostwald*. Uji menggunakan *Particle Size Analyzer Microtac Nanotrac Wave II Q* (PSA) dilakukan untuk mengetahui ukuran partikel dari larutan ekstrak bajakah tampala merah dengan menggunakan metode *dynamic light scattering* (DLS). Uji menggunakan *Spektrofotometer visible Vernier Go Direc* dilakukan untuk mengetahui konsentrasi flavonoid dari ekstrak bajakah tampala merah dengan konsentrasi larutan 200 gr/l.

3. Tahap Aplikasi Ekstrak Bajakah Tampala Merah

Sebelum dilakukan pengujian dengan metode *Kirby Bauer*, dilakukan kultur bakteri terlebih dahulu. Kultur bakteri dilakukan dalam media *Nutrient Broth* (NB). Media NB dibuat dengan cara menimbang serbuk NB sebanyak 1,3 gr lalu dilarutkan dalam 100 ml aquades kemudian dipanaskan di atas *hot plate* dan diaduk menggunakan *magnetic stirer*. Pengadukan ini dilakukan agar campuran tersebut menjadi homogen. Larutan NB yang telah homogen dan mendidih dituangkan ke dalam botol uc dengan volume 20 ml setiap botol. Selanjutnya, dilakukan sterilisasi menggunakan autoclave pada temperature 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Kemudian, bakteri yang ada pada media agar miring diambil dengan ose bulat, lalu ose bulat tersebut dicelupkan ke dalam larutan NB yang telah dibuat secara aseptik. Setelah itu, diwrap dan dishaker selama 24 jam.

Setelah mengkultur bakteri, barulah dilakukan pengujian dengan metode *Kirby Bauer*. Membuat media *Mueller Hinton Agar* (MHA) dilakukan dengan menimbang serbuk MHA sebanyak 3,8 gr lalu dilarutkan dalam 100 ml aquades kemudian dipanaskan di atas *hot plate* dan diaduk menggunakan *magnetic stirer*. Pengadukan ini dilakukan agar campuran tersebut menjadi homogen. Media MHA yang telah homogen dan mendidih dituangkan ke dalam *Erlenmeyer*. Selanjutnya, dilakukan sterilisasi menggunakan autoclave pada temperatur 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Media yang telah disterilisasi dituang ke dalam cawan petri dengan volume 20 ml secara aseptik. Setelah itu, media padat cawan petri diwrap untuk mencegah media terkontaminasi.

Selanjutnya, bakteri *Xanthomonas oryzae* diambil dengan menggunakan mikropipet sebanyak 0,1 ml lalu diratakan dengan *drygalsky* diatas media agar dalam cawan petri.

Kemudian, dilakukan inokulasi bakteri dengan cara meletakkan 7 buah *blank disk* dengan diameter berukuran 6 mm. 5 *blank disk* tersebut dicelupkan masing-masing pada larutan ekstrak bajakah tampala merah dengan konsentrasi 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, dan 30 ppm. Satu dicelupkan pada kloramfenikol sebagai kontrol positif dan satu dicelupkan pada aquades sebagai kontrol negatif. Selanjutnya, cawan petri ditutup dengan *plastic wrap* dan diletakkan pada permukaan datar dan tempat yang steril dengan suhu 25°C. Pengamatan dan pencatatan diameter zona bening dilakukan setiap 3 jam sekali selama 72 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Produksi Ekstrak Bajakah Tampala Merah

Proses ekstraksi bajakah tampala merah yang dilakukan menggunakan metode dekotasi menghasilkan larutan ekstrak 500 ml dengan konsentrasi 200 g/l. Larutan tersebut telah dikirim ke Laboratorium Cendekia Nanotech Utama Semarang untuk diuji konsentrasi flavonoidnya dengan menggunakan teknik spektroskopi *visible*. Uji laboratorium menunjukkan bahwa sampel ekstrak bajakah tampala merah mengandung flavonoid dengan konsentrasi 16,28 ppm. Larutan sampel dipekatkan dan menghasilkan larutan induk sebanyak 50 ml dengan konsentrasi flavonoid sebesar 32,56 ppm. Kemudian, larutan induk dilakukan pengenceran, sehingga diperoleh 5 buah sampel dengan konsentrasi yang menghasilkan sebanyak 5 variasi, yaitu 120 g/l, 180 g/l, 240 g/l, 300 g/l, dan 360 g/l yang setara dengan konsentrasi flavonoid, yaitu 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, dan 30 ppm. Hal ini dilakukan untuk mengetahui aktivitas flavonoid pada konsentrasi yang berbeda-beda dan menentukan konsentrasi yang paling efektif dalam aktivitas antibakterinya.

2. Karakterisasi Ekstrak Bajakah Tampala Merah

Larutan ekstrak bajakah tampala merah dikarakterisasi untuk mengetahui karakteristik fisik yang meliputi massa jenis, indeks bias, viskositas, ukuran partikel, serta untuk mengetahui konsentrasi kandungan flavonoid. Dalam hal ini, dilakukan pengujian karakteristik fisik ekstrak bajakah tampala merah yang merupakan ciri khas dan digunakan untuk membedakan dengan yang lainnya. Data hasil uji karakteristik fisik ekstrak bajakah tampala merah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil karakteristik fisik ekstrak bajakah tampala merah meliputi massa jenis, indeks bias, dan viskositas

Karakteristik fisik	Nilai
Massa jenis	$(0,964 \pm 0,005) \text{ gr/cm}^3$
Indeks bias	$(1,3350 \pm 0,0005) \text{ n}$
Viskositas	$(0,96 \pm 0,07) \text{ Ns/m}^2$

Berdasarkan data pada tabel (1) dari hasil uji karakteristik fisik ekstrak bajakah tampala merah menunjukkan bahwa nilai massa jenis larutan ekstrak bajakah tampala merah pada suhu ruangan 25°C adalah $(0,964 \pm 0,005) \text{ gr/cm}^3$, yang sedikit lebih kecil daripada nilai massa jenis aquades sebesar $0,997 \text{ gr/cm}^3$ (Kestin et al. 1978). Nilai indeks bias larutan ekstrak bajakah tampala merah adalah $(1,3350 \pm 0,0005) \text{ n}$, yang sedikit lebih besar daripada nilai indeks bias aquades yaitu 1,333 n. Sedangkan, nilai viskositas larutan ekstrak bajakah tampala merah adalah $(0,96 \pm 0,07) \text{ Ns/m}^2$, yang sedikit lebih besar daripada viskositas aquades sebagai pelarut sebesar $(0,894 \text{ Ns/m}^2)$ berdasarkan *handbook of physic* (Haynes, 2014).

Kemudian, untuk mengetahui ukuran partikel maka dilakukan penentuan ukuran partikel dengan menggunakan *Particle Size Analyzer Microtac Nanotrac Wave II Q* (PSA). Pengujian

PSA menggunakan metode *dynamic light scattering* (DLS) yang terbukti mampu menentukan partikel dibawah 10 nm (Suparno, 2013). Data hasil uji PSA disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil uji PSA

Peaks Summary		
Diameter (nm)	Vol%	Width
485	26,3	272,6
151,6	73,7	143,8

Berdasarkan data pada Tabel 2 dari hasil uji PSA menunjukkan bahwa ukuran partikel dalam partikel ekstrak bajakah tampala merah sebesar 151,6 nm. Dilihat dari ukuran partikel, dapat disimpulkan bahwa larutan tersebut berukuran nanopartikel, hal ini karena ukuran partikel masih berukuran nano (Manurung, 2018). Ukuran nanometer ini diharapkan mampu menembus dinding bakteri *Xanthomonas oryzae*.

Untuk mengetahui konsentrasi kandungan flavonoid larutan ekstrak bajakah tampala merah menggunakan *Spektrofotometer visible Vernier Go Direc*. Ekstrak bajakah tampala merah dengan konsentrasi 200 gr/l dikirim ke Laboratorium Cendekia Nanotech Utama Semarang untuk dilakukan uji kadar flavonoid dalam sampel. Konsentrasi ekstrak bajakah tampala merah diperoleh dengan persamaan linear yang diperoleh dari kurva baku kuersetin. Data hasil uji konsentrasi kandungan flavonoid disajikan pada Tabel 3.

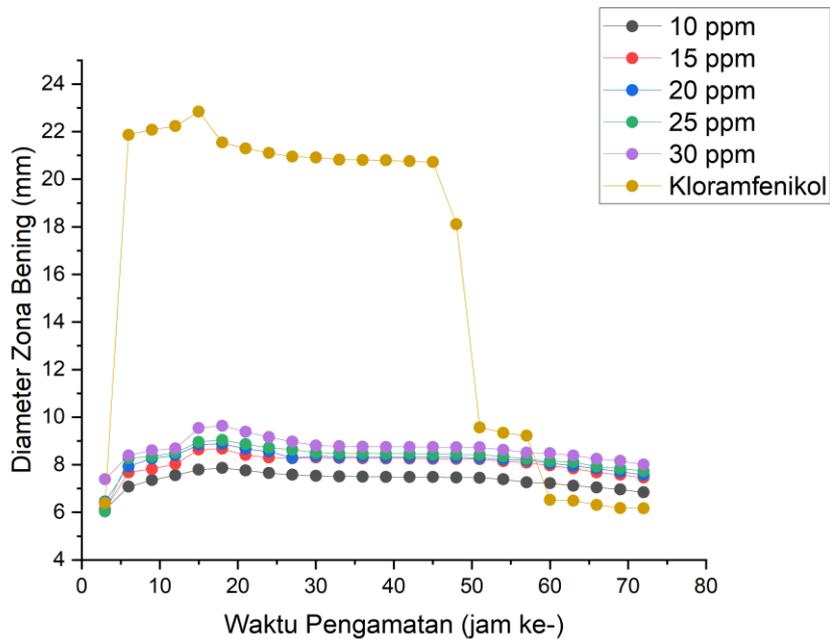
Tabel 3. Data Hasil Uji Kandungan Flavonoid

Sampel	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	ug QE/g	mg QE/g	%Flavonoid
Ekstrak	0,376	8,09478673	16189,57	16,18957	1,61896
Bajakah	0,378	8,14218009	16284,36	16,28436	1,62844
	0,380	8,18957346	16379,15	16,37915	1,63791

Berdasarkan data pada Tabel (3) dari hasil uji konsentrasi kandungan flavonoid menunjukkan nilai absorbansi berturut-turut yang didapatkan dari sampel larutan ekstrak bajakah tampala merah adalah sebesar 0,376; 0,378; dan 0,380. Hasil uji yang diperoleh menunjukkan bahwa ekstrak bajakah tampala merah (*Spatholobus Littoralis Hassk*) mengandung flavonoid sebesar 16,2844 mg QE/g atau sama dengan 16,28 ppm, artinya dalam setiap gram ekstrak bajakah tampala merah terdapat flavonoid yang setara dengan 16,2844 mg kuersetin.

3. Hasil Pengukuran Zona Bening

Efektivitas larutan ekstrak bajakah tampala merah dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Xanthomonas oryzae* dilakukan dengan pengujian menggunakan metode Kirby-Bauer. Pada pengujian dengan metode Kirby-Bauer akan terbentuk zona bening disekitar *blank disk* yang merupakan bukti adanya zona hambat dari pertumbuhan bakteri. Pengujian dilakukan dengan lima variasi konsentrasi ekstrak bajakah tampala merah yang masing-masing sebesar 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, dan 30 ppm. Selain ekstrak bajakah tampala merah, dalam pengujian disertakan juga kloramfenikol sebagai kontrol positif dan aquades sebagai kontrol negatif. Pengujian dilakukan selama 72 jam dan dilakukan pengukuran zona bening yang terbentuk setiap 3 jam sekali.



Gambar 1. Grafik hubungan diameter zona bening dan waktu pengamatan pada tiap konsentrasi ekstrak bajakah dan kloramfenikol

Pengamatan zona bening terhadap *blank disk* yang dicelup aquades tidak menunjukkan adanya zona bening, sedangkan untuk kontrol positif kloramfenikol zona bening hanya teramati dari jam ke-3 hingga jam ke-51, sementara jam ke-53 hingga ke-72 zona bening tidak teramati. Selain itu, pada ketiga *blank disk* yang dicelup pada ekstrak bajakah tampala merah dengan konsentrasi 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, dan 30 ppm menunjukkan zona bening sejak jam ke-3 hingga jam ke-72. Gambar (1) menunjukkan zona bening di sekitar *blank disk* yang dicelup larutan ekstrak bajakah tampala merah dengan konsentrasi sebesar 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, 30 ppm, dan kloramfenikol sebagai kontrol positif.

Tabel 4. Nilai rata-rata diameter zona bening pada fase stasioner

	10,0 ppm	15,0 ppm	20,0 ppm	25,0 ppm	30,0 ppm	Kloramfenikol
Rata-rata diameter zona bening (mm)	7,53 ± 0,02	8,26 ± 0,01	8,34 ± 0,02	8,50 ± 0,03	8,79 ± 0,06	20,97 ± 0,08

Dalam rangka mengetahui perbandingan ukuran besarnya zona bening yang terbentuk, maka hasil pengukuran zona bening yang ada pada fase stasioner bakteri *Xanthomonas oryzae* yaitu mulai jam ke-21 hingga ke-60 dirata-rata (Hawkins et al., 2019). Berdasarkan data pada Tabel 4, diketahui bahwa diameter zona bening yang dihasilkan sampel ekstrak 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, dan 30 ppm berukuran lebih kecil dibandingkan kloramfenikol. Namun, pada konsentrasi 30 ppm, diameter zona bening yang terbentuk lebih unggul daripada diameter zona bening pada sampel ekstrak yang lainnya,

yaitu $(8,79 \pm 0,06)$ mm. Kemampuan menghambat pertumbuhan variasi sampel 30 ppm tersebut masih 58,08% berada dibawah kemampuan kloramfenikol dimana diameter yang terbentuk yaitu $(20,97 \pm 0,08)$ mm. Boleh jadi dengan meningkatkan 60% konsentrasi ekstrak bajakah tampala merah akan melampaui kemampuan daya hambat kloramfenikol.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa metode dekoktasi mempengaruhi konsentrasi kandungan pada larutan ekstrak bajakah tampala merah yang terkandung. Berdasarkan hasil uji PSA diketahui diameter/ukuran dari larutan ekstrak bajakah tampala merah sebesar 151,6 nm. Berdasarkan uji dari *Spektrofotometer visible* diketahui didalam larutan ekstrak bajakah tampala merah dengan konsentrasi larutan 200 gr/l mengandung kadar flavonoid sebesar 16,28 ppm. Konsentrasi ekstrak bajakah tampala merah dengan konsentrasi 30 ppm memiliki sifat antibakteri yang paling kuat ditunjukkan oleh rata-rata diameter zona bening pada fase stasioner sebesar $(8,79 \pm 0,06)$ mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Universitas Negeri Yogyakarta dan seluruh jajarannya, serta Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) dan Jurusan Pendidikan Fisika. Terima kasih penulis ucapkan juga kepada Suparno, M.App. Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dan mengarahkan proses penelitian hingga pada terselesaikannya penulisan jurnal ini. Terima kasih penulis ucapkan pula kepada teman-teman yang mendukung dan membantu menyukseskan penyusunan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitriani, Sampepana, E., & Saputra, S. H. (2020). Karakteristik Tanaman Akar Bajakah (*Spatholobus littoralis hassk*) Dari Loakulu Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 14, 365-376.
- Febriyanti, R., Mahardika, M. P., & Ardiyanto, R. (2021). Skrining Fitokimia Pada Ekstrak Hasil Proses Infudasi Akar Bajakah (Skripsi). Tersedia dari Politeknik Harapan Bersama.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Banten. (2015). Teknologi Spesifik Lokasi Komoditas Padi di Provinsi Banten. Banten: Kementerian Pertanian.
- Kestin, J., Sokolov, M., & Wakeham, W. A. (1978). Viscosity of liquid water in the range-8 C to 150 C. *Journal of physical and chemical reference data*, 7(3), 941-948.
- Haynes, W. M. (2014). Handbook of Chemistry and Physics. In *CRC Press*.
- Suparno, S. (2013). Electrophoretic Mobility and Size Determination of Aerosol OT Inverse Micelle in Decane Using Phase Analysis Light Scattering (PALS) and Dynamic Light Scattering (DLS) Respectively. *International Journal of Applied Physics and Mathematics*, 3(2), No. 2, 92-94.
- Manurung, P. G. (2018). *Nanomaterial-Tinjauan Masa Kini*. Yogyakarta: ANDI
- Hawkins, J. L., Uknalis, J., Oscar, T. P., Schwarz, J. G., & Vimini, B. (2019). The Effect of Previous Life Cycle Phase on the Growth Kinetics, Morphology, and Antibiotic Resistance of Salmonella Typhimurium DT104 in Brain Heart Infusion and Ground Chicken Extract Preparation of Bacterial Inoculum. *Frontiers in Microbiology*, Vol. 10.