

UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI ISOLAT JAMUR ENDOFIT DARI DAUN KEMANGI (*Ocimum sanctum*) TERHADAP BAKTERI PENYAKIT INFEKSI PADA KULIT

Uswatun Hasanah¹⁾, Dahryana Pratiwi^{2)*}

Jurusan Biologi, Program Studi Biologi, Universitas Negeri Medan

Jl. Williem Iskandar Pasar V, Medan Estate, Kota Medan

e-mail: dahryana@gmail.com

Paper submit : 17 Desember 2020, Paper publish: September 2022

Abstrak – Penyakit infeksi merupakan salah satu permasalahan kesehatan di masyarakat yang tidak pernah dapat diatasi secara tuntas yang menjadi penyebab utama penyakit di daerah tropis seperti Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah isolat yang ditemukan dari daun kemangi (*Ocimum sanctum*) yang memiliki daya hambat pertumbuhan pada bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Streptococcus pyogenes*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yaitu dengan menguji senyawa antibakteri yang dihasilkan oleh jamur endofit daun kemangi (*Ocimum sanctum*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Streptococcus pyogenes*. Metode yang digunakan untuk uji antibakteri adalah metode difusi yaitu menurut metode Kirby-Bauer dengan menggunakan kertas cakram kemudian diamati zona bening yang terbentuk dan diukur diameternya. Hasil aktivitas antibakteri isolat JEK 2 terhadap bakteri uji menunjukkan efek paling baik dalam menghambat bakteri uji yaitu pada *Staphylococcus aureus* sebesar 12, 85 mm yang dikategorikan kuat, pada *Staphylococcus epidermidis* sebesar 10,6 mm yang dikategorikan kuat, sedangkan *Streptococcus pyogenes* sebesar 11,75 mm dikategorikan kuat. Penelitian ini untuk memperoleh data ilmiah mengenai aktivitas antibakteri ekstrak daun kemangi sehingga penggunaannya dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah dan dapat menjadi dasar penggunaan untuk menemukan obat-obat baru yang berguna dalam kehidupan manusia.

Kata kunci: Jamur endofit, *Ocimum sanctum*, antibakteri, Uji Aktivitas, Antibakteri, Bakteri Uji.

PENDAHULUAN

Penyakit infeksi kulit adalah salah satu kondisi medis yang tidak pernah dapat diselesaikan secara total yang merupakan pendorong utama infeksi di daerah tropis seperti Indonesia juga dapat ditularkan dari satu individu ke individu lain atau dari makhluk ke manusia dan dapat dibawa oleh beberapa mikroorganisme seperti mikroba, infeksi, parasit, dan pertumbuhan (Jawetz et al., 2005). Infeksi karena mikroorganisme sering terjadi di iklim, salah satunya adalah peradangan kulit yang umumnya ditemukan pada masa pra-dewasa. *Staphylococcus epidermidis* sebagian besar dapat menyebabkan penyakit yang meluas (abses) seperti jerawat, kontaminasi kulit, penyakit saluran kemih, dan kontaminasi ginjal (Radji, 2011). Adapun pemilihan dari bakteri uji ini karena sifatnya yang patogenik.

Staphylococcus aureus merupakan bakteri kokus, Gram positif yang bersifat patogenik penyebab infeksi kulit dan borok. *Staphylococcus epidermidis* merupakan bakteri gram positif. Sel-sel berbentuk bola, terdapat dalam tunggal dan berpasangan dan secara khas membelah diri pada lebih dari satu bidang sehingga membentuk gerombolan yang tak teratur dan menyebabkan infeksi kulit ringan disertai abses. (Syamsul, 2015). Bakteri bersifat komensal yang hidup di kulit manusia, seperti bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* bisa menjadi patogen pada keadaan tertentu yang dapat menginfeksi luka terbuka terutama yang tidak dirawat dengan baik. Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* dapat menyebabkan infeksi kulit impetigo, folikulitis, erisipelas, dan selulitis (Suedarto, 2015).

Antibiotik baru dapat disintesis dari senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh jamur endofit. Jamur endofit mampu menghasilkan senyawa metabolit yang mirip dengan tanaman inangnya (Radji, 2005). Hal ini menjadi kesempatan besar yang bisa dimanfaatkan untuk mengeksplorasi antibiotik baru. Pemanfaatan jamur endofit untuk memperoleh metabolit sekunder memiliki keuntungan dari segi efisiensi karena siklus hidup jamur endofit lebih singkat daripada tanaman inangnya maka bisa mempersingkat masa produksi dan melalui proses fermentasi dapat menghasilkan berbagai zat bioaktif dalam jumlah banyak tanpa menggunakan lahan yang luas (Prihatiningtias, 2006), serta dapat mengurangi kerusakan alam karena menebang tumbuhan obat dalam jumlah yang banyak (Noverita *et al.*, 2009). Pemberian antibiotik saja belum memberikan hasil yang paling maksimal untuk mengalahkan organisme mikroskopis. Ini karena setiap bakteri memiliki perlindungan alternatif dari antibiotik. Selanjutnya, ketidakpekaan bakteri terhadap antibiotik menyebabkan tingkat kematian meningkat (Pelczar dan Chan, 1988).

Hasil pengamatan yang dilakukan oleh Angelina *et al.*, (2015) ditemukan adanya senyawa metabolit sekunder berupa flavonoid, saponin, dan minyak atsiri pada ekstrak etanol daun kemangi. Dalam konsentrasi minimal 20%, metabolit tersebut mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Desale & Bodhankar (2014) berhasil mengisolasi 6 jamur endofit dari daun kemangi (*Ocimum sanctum* L.) dengan menunjukkan kekuatan daya hambat sedang, sedangkan satu isolat dengan spesies *Nigrospora oryzae* menunjukkan aktivitas penghambat paling tinggi, yaitu terhadap *E. coli* (20 mm), *K. pneumonia* (18 mm), dan *S. aureus* (12 mm). Kandungan minyak atsiri

dalam daun kemangi dapat menghambat perkembangan mikroba *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Candida albicans*, *Streptococcus alfa* dan *Bacillus subtilis* (Sudarsono *et al.*, 2002). Zat flavonoid bekerja dengan merusak dinding yang dapat menyebabkan kematian sel dan menghambat penyatuan protein (Heinrich, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah isolat yang ditemukan dari daun kemangi (*Ocimum sanctum*) yang memiliki daya hambat pertumbuhan pada bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Streptococcus pyogenes*. Isolat jamur endofit dari daun kemangi (*Ocimum santum*) yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan senyawa antibakteri, sehingga nantinya dapat dikembangkan sebagai produk antibiotik alami yang lebih efektif, aman, dan terjangkau. Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui daya hambat antibakteri isolat jamur endofit daun kemangi terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Streptococcus pyogenes*.

METODE PENELITIAN

Sterilisasi, Isolasi dan Pemurnian Jamur Endofit

Daun kemangi dibersihkan dengan air mengalir, kemudian dibagi menjadi potongan kecil berukuran $\pm 1 \times 1$ cm². Potongan daun direndam dalam alkohol 70% selama 1 menit, selanjutnya dengan larutan NaOCl 1% selama 1 menit, lalu kembali direndam dengan aquadest sebanyak dua kali selama 1 menit (Sunitha, 2013). Potongan daun ditanam diatas permukaan media PDA+kloramfenikol. Setiap cawan petri berisi 2-3 potongan daun dan dilakukan duplo. Isolat diinkubasi selama 7-14 hari

pada suhu kamar (25°C) (Setiawan & Musdalipah, 2018).

Setiap koloni endofit yang dianggap berbeda dilakukan pemurnian dengan menginokulasikan satu ose ke media PDA baru. Isolat endofit diinkubasi pada suhu 25°C selama 7-14 hari (Kumala *et al.*, 2007).

Seleksi Isolat Jamur Endofit sebagai Penghasil Metabolit Antibakteri

Seleksi jamur endofit dilakukan dengan menggunakan metode difusi agar. Sebanyak satu biakan jamur endofit dengan ukuran $\pm 0,5$ cm diinokulasikan ke permukaan media MHA yang telah diinokulasikan 1 mL bakteri uji. Kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam (Ismail *et al.*, 2018). Isolat jamur endofit yang menunjukkan zona hambat paling besar kemudian dipilih sebanyak tiga isolat untuk digunakan pada proses fermentasi.

Ekstraksi Jamur Endofit

Supernatan (cairan fermentasi) dan biomassa (miselia) dipisahkan menggunakan kertas saring Whatman No.1 125 mm. Supernatan diekstraksi dengan metode ekstraksi cair-cair menggunakan pelarut etil asetat. Dalam cawan pisah supernatan diekstraksi sebanyak tiga kali dengan perbandingan jumlah pelarut sama dengan jumlah supernatan (1:1 v/v). Biomassa diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol. Biomassa dihaluskan menggunakan mortar dan alu dengan penambahan pelarut metanol. Ekstraksi dibiarkan selama 24 jam untuk memaksimalkan proses maserasi. Ekstrak jamur endofit selanjutnya diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C sampai diperoleh ekstrak kental (Kursia *et al.*, 2017; Rostagno & Prado, 2013).

Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi agar menurut uji Kirby

Bauer. Satu mL suspensi bakteri *Staphylococcus aureus* dan 10 mL media MHA dituangkan secara aseptik ke dalam cawan petri, kemudian media dan suspensi bakteri dihomogenkan dan ditunggu sampai media memadat. Kertas cakram (6 mm) diserapkan pada setiap ekstrak jamur endofit sebanyak 20 μ l, kloramfenikol dengan konsentrasi 30 μ g (kontrol positif), serta pelarut etil asetat dan metanol (kontrol negatif), kemudian didiamkan sampai kering. Kertas cakram secara aseptik ditempelkan di atas permukaan media MHA, lalu diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C. Pengamatan dilakukan dengan melihat daerah bening disekitar kertas cakram yang menunjukkan daerah hambat pertumbuhan bakteri uji (Kumala *et al.*, 2008). Dilakukan hal yang sama pada bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Streptococcus pyogenes*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jamur endofit dari daun kemangi mulai tumbuh pada hari ke-4. Tumbuhnya jamur endofit di sekitar potongan daun kemangi membenarkan pernyataan Radji (2005) bahwa jamur endofit merupakan organisme mikroskopis yang hidup di dalam jaringan tanaman, daun, akar, buah, dan batang. Jamur endofit yang tumbuh diamati morfologi makroskopis dan laju pertumbuhannya untuk dilanjutkan ke tahap pemurnian. Hasil isolasi dan pemurnian ditemukan 10 isolat murni dengan kode isolat yaitu, JEK1, JEK2, JEK3, JEK4, JEK5, JEK6, JEK7, JEK8, JEK9, dan JEK10. Hasil uji antagonis dapat dilihat pada tabel 1. dibawah ini.

Ketidaksamaan isolat yang mempunyai diameter zona hambat terbaik ketiga bakteri uji biasa dikarenakan jenis metabolit antibakteri yang dihasilkan masing-masing isolat juga berbeda. Siswandono (1995) juga menyatakan bahwa antibiotik mempunyai spesifikasi dalam efektifitasnya.

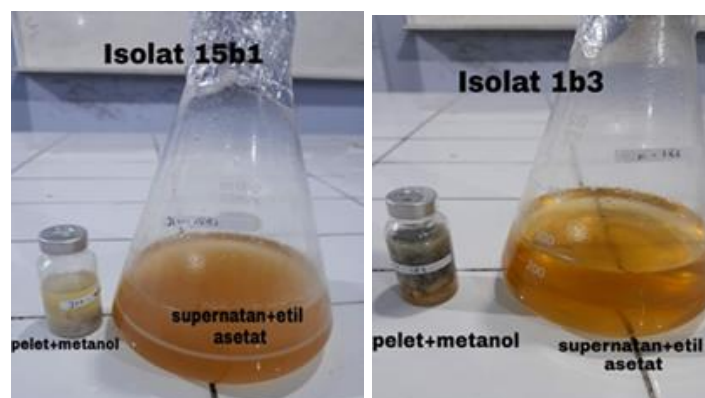
Tabel 1. Data Rata-Rata Diameter Zona Hambat dari Jamur Endofit Daun Kemangi (*Ocimum sanctum*) pada Uji Antagonis.

Kode Isolat	Zona Hambat		
	<i>S. aureus</i>	<i>S. epidermidis</i>	<i>S. pyogenes</i>
JEK1	14,93	14,33	7,65
JEK2	14,71	20,88	16,31
JEK3	12,8	11,38	17,21
JEK4	18	12,93	14,96
JEK5	14,65	17,45	19,8
JEK6	17	16	16,6
JEK7	17,71	18,36	21,2
JEK8	20,83	17,75	22,36
JEK9	17,75	15,65	19,85
JEK10	15,66	11,53	10,51

Berdasarkan Tabel 1 diatas dapat diketahui bahwa isolat jamur endofit 8 dapat menghambat pertumbuhan *S. aureus* dan *S. pyogenes* dengan diameter zona hambat tertinggi, sedangkan pada *S. epidermidis* diameter zona hambat paling tinggi ditunjukkan oleh isolat jamur endofit 2 Hasil seleksi uji aktivitas dari 10 isolat jamur endofit secara in vivo terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Streptococcus pyogenes* memperlihatkan bahwa semua isolat dapat menghambat pertumbuhan bakteri tersebut dengan zona hambat yang relative besar yaitu mencapai 22,36 mm pada *S. pyogenes* dan *S. aureus* 20,83 mm yaitu dengan isolat 5 juga pada *S. epidermidis* mencapai 20,88 mm

yaitu dengan kode isolat 2 (Tabel 1). Sedangkan pada *S. epidermidis* memperlihatkan zona hambat yang relative kecil yaitu mencapai 7,65 mm dengan kode isolat 1.

Fermentasi dilakukan dengan bantuan pengojokan oleh *rotary shaker* dengan kecepatan 120 rpm pada suhu ruang. Fermentasi bertujuan untuk membantu jamur endofit dalam menguraikan metabolit sekundernya (Kursia *et al.*, 2018). Lamanya waktu fermentasi diketahui dengan membuat grafik kurva pertumbuhan dari data nilai absorpsi (OD) yang didapat, sehingga diketahui fase-fase pertumbuhan jamur endofit dan waktu yang optimal untuk memproduksi metabolit sekunder.



Gambar 1. Maserasi Supernatan dan Pelet jamur endofit daun kemangi Isolat 8 dan 2

Kedua isolat jamur endofit Pada Gambar 1 di atas yang paling potensial masing masing dimaserasi dengan pelarut etil asetat sebanyak 250 ml untuk supernatant sedangkan untuk pellet pelarut methanol sebanyak 30 ml. Setelah dilakukan sentrifugasi diperoleh ekstrak supernatan jamur endofit sebanyak 7,35 gr isolat 2 berwarna coklat, 6,81 gr ekstrak supernatant isolat 5 berwarna coklat, dan ekstrak pellet jamur endofit isolat 2 sebanyak 3,36 gr berwarna hitam sedangkan ekstrak pelet isolat 5 sebanyak 4,03 berwarna putih susu.

Pada pengujian ini menggunakan kontrol positif dan negatif sebagai pembanding. Kontrol positif yang digunakan yaitu kloramfenikol karena kloramfenikol memiliki spectrum yang luas. Penggunaan kontrol positif berfungsi sebagai kontrol dari zat uji, dengan membandingkan diameter daerah hambat yang terbentuk (Dwijendra, 2014). Kontrol negatif yaitu etil asetat pada supernatant sedangkan methanol pada pelet, kontrol negatif digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh terhadap pertumbuhan mikroba uji. Pemberian pelarut etil asetat kedalam media kultur ini bertujuan agar supaya pelarut bisa masuk ke dalam sel sehingga diharapkan senyawa-senyawa yang ada di dalam media tersebut bisa keluar (Yohanes, 2017). Pada hasil penelitian ini kontrol negatif metanol dan etil asetat tidak menunjukkan pengaruh

terhadap aktivitas antibakteri. Kontrol positif yang digunakan sebagai pembanding pada uji antibakteri ini adalah kloramfenikol dengan konsentrasi 30 µg. Kloramfenikol digunakan sebagai kontrol positif dalam uji antibakteri ini, karena mempunyai spektrum yang luas terhadap bakteri gram positif ataupun gram negatif. Mekanisme kerja kloramfenikol dengan menghambat biosintesis protein pada siklus pemanjangan rantai asam amino. Pada umumnya kloramfenikol memberikan efek bakteriostatik, tetapi jika dikadar yang tinggi memberikan efek bakterisid pada bakteri-bakteri tertentu Davis dan Stout (1971). Setelah masa inkubasi selama 24 jam selanjutnya dilakukan pengamatan.

Setelah dilakukannya seleksi jamur endofit yaitu sebanyak 2 isolat yang digunakan untuk ketiga jenis bakteri uji. Hasil pengujian efek antibakteri jamur endofit daun kemangi (*Ocimum sanctum*) menghasilkan adanya aktivitas dan daya hambat yang ditandai dengan adanya zona bening terdapat disekeliling cakram yang masing-masing berbeda ukurannya, dengan adanya zona bening menunjukkan bahwa adanya kepekaan terhadap ekstrak daun kemangi. Pengamatan ini dilakukan setelah diinkubasi selama 1x24 jam pada suhu 37°C. Pada Tabel menunjukkan hasil rata-rata uji aktivitas antibakteri dari supernatan dan pelet ekstrak daun kemangi (*Ocimum sanctum*).

Tabel 2. Data Diameter Zona Hambat dari Ekstrak Jamur Endofit Daun Kemangi (*Ocimum sanctum*) pada Uji Aktivitas Antibakteri

Kode Isolat	Ekstrak	Diameter Zona Hambat (mm)		
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Streptococcus pyogenes</i>
JEK8	S	1,25	0,65	0,6
	P	2,05	1,5	3,55
JEK2	S	1,85	6	11,75
	P	2,6	4,6	4,7
Kontrol (K)				
K(-) Metanol		-	-	-
K(-) Etil Asetat		-	-	-
K(+) Kloramfenikol		16,3	19,55	16,55

Keterangan: (S): Supernatan

(P): Pelet

Berdasarkan hasil pengujian antibakteri, ekstrak Supernatan Isolat jamur endofit 2 menunjukkan bahwa zona bening yang terbentuk pada *S. aureus* tergolong yang kuat dimana pada ulangan 1 yaitu (12,85 mm), ulangan 2 yaitu (10,2 mm), dan pada *S. pyogenes* juga tergolong kuat dimana ulangan 1 yaitu (11,75 mm), ulangan 2 (10,75 mm), sedangkan pada *S. epidermidis* dengan ulangan 1 yaitu (10,6 mm), ulangan 2 (9,35mm). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun Kemangi memiliki spektrum kerja yang luas dalam menghambat aktivitas antibakteri dengan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Streptococcus pyogenes*. Ekstrak pelet pada isolat jamur endofit 2 pada ketiga bakteri uji ulangan 1 dan ulangan 2 menunjukkan bahwa terdapat zona bening yang terbentuk digolongkan kategori sangat rendah pada *S. aureus* yaitu (2,06 mm), pada *S. epidermidis* yaitu (4,6 mm) dan *S. pyogenes* (4,7 mm). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak pelet 2 memiliki spektrum kerja yang sempit dalam menghambat aktivitas antibakteri pada bakteri uji.

Ekstrak supernatan isolat jamur endofit 8 menunjukkan bahwa zona bening yang terbentuk pada *S. aureus* tergolong sangat rendah yaitu ulangan 1 (1,25 mm), ulangan 2 (1,1 mm), pada *S. epidermidis* juga

tergolong sangat rendah yaitu ulangan 1 (0,1 mm), ulangan 2 (0,9 mm) dan pada *S. pyogenes* yaitu ulangan 1 (0,6 mm), ulangan 2 (1,25 mm). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak supernatan isolat jamur endofit 5 memiliki spektrum kerja yang sempit dalam menghambat aktivitas antibakteri dengan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Streptococcus pyogenes*. Ekstrak pelet pada isolat jamur endofit 8 pada ketiga bakteri uji ulangan 1 dan ulangan 2 menunjukkan bahwa terdapat zona bening yang terbentuk digolongkan kategori sangat rendah pada *S. aureus* yaitu (2,05 mm), pada *S. epidermidis* yaitu (1,5 mm) dan *S. pyogenes* (3,55 mm). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak pellet isolat jamur endofit 5 memiliki spektrum kerja yang sempit dalam menghambat aktivitas antibakteri dengan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Sterptococcus pyogenes*.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ekstrak supernatan dan pelet isolat jamur endofit 2 yang kuat dan mampu menghambat pertumbuhan bakteri uji. Berdasarkan penelitian sebelumnya menunjukkan ekstrak Kemangi daun berdiameter sangat kuat karena dipengaruhi oleh kandungan kimia tertinggi Kemangi terdapat pada daun Kemangi (Kicel, 2005). Ekstrak supernatant dan pelet isolat 8

menghasilkan zona bening berdiameter sedang dan lemah menghambat pertumbuhan bakteri uji. Perbedaan diameter dipengaruhi oleh jenis bakterinya, setiap bakteri memiliki tingkat kepekaan yang berbeda-beda terhadap sampel (Syamsul, 2015).

Faktor-faktor lain yang mempengaruhi stabilitas senyawa aktif yaitu suhu, cahaya, udara (terutama oksigen, karbondioksida dan uap air), kelembaban, sifat air, kondisi biotik serta keberadaan bahan kimia lain yang merupakan kontaminan atau dari pencampuran produk yang berbeda (Pelczar, 1986). Davis dan Stout (1971) menentukan kriteria kekuatan daya antibakteri sebagai berikut: daerah hambatan 20 mm atau lebih termasuk sangat kuat, daerah hambatan 10-20 mm kategori kuat, daerah hambatan 5-10

mm kategori sedang, dan daerah hambatan 5 mm atau kurang termasuk kategori lemah.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa hasil seleksi diperoleh 2 isolat potensial yang memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri uji dengan kode isolat JEK 2 dan JEK 8. Aktivitas antibakteri isolat JEK 2 terhadap bakteri uji menunjukkan efek paling baik. Ekstrak jamur endofit daun kemangi mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Streptococcus pyogenes* sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai antibiotik baru dalam mengatasi resistensi dan penyakit infeksi kulit.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I. M., Kun, H., Agus, S., 2013. Pemanfaatan Kemangi (*Ocimum sanctum*) Sebagai Substitusi Aroma Pada Pembuatan Sabun Herbal Antioksidan, <https://publikasiilmiah.ums.ac.id>.
- Agbor, V. O., Ma'ori, L., and Opajobi, S. O. 2011. *Bacterial Resistance to Cephalosporins Clinical Isolates in Jos University Teaching Hospital (JUTH)*. NewYorkScienceJournal,4(9):4649,<https://academic.oup.com/cid/article/24/3/487/430953>.
- Dattani, M., 2008. *Ocimum Sanctum And Its Therapeutic Applications*. PharmaceuticalReviews,6. Availableat:therapeuticapplications,<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>.
- Djide, M. N. & Sartini. (2008). *Dasar-Dasar Mikrobiologi Farmasi*. Makassar: Lembaga Penerbitan Unhas.
- Dwilestari, Awaloei. H., Jimmy. P., & Robert. B . 2015. Uji Efek Antibakteri Jamur Endofit Pada Daun Mangrove *Sonneratia alba* Terhadap Bakteri Uji *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal E-Biomedik (Ebm)*,3(1),<https://ejournal.unsrat.ac.id>.
- Fitriana & Eka, N. (2017). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Isolat Fungi Endofit dari Akar Mangrove (*Rhizophora apiculata* Blume) secara KLT Bioautografi. *As-Syifaa*,9(1): 27-36.
- Haniah, M. 2008. *Isolasi Jamur Endofit dari Daun sirih (Piper betle L.) sebagai Antimikroba terhadap Escherichia coli, Staphylococcus aureus dan Candida albicans*. Skripsi, Fakultas SAINS dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Malang, Malang.
- Heinrich, M. 2009. *Farmakognasi dan Fitoterapi*., Jakarta: Buku Kedokteran Indonesia.
- Ismail, Megawati & Nur, F. B. (2018). Exploration of Endofit Fungus from Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steen) as Antibacterial. *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, 3(2): 22-27.
- Jawetz, E., J. Melnick & Adelberg. (2010). *Mikrobiologi Kedokteran (Edisi 25)*. Jakarta: EGC.

- Rusli, R. K. & Pina, M. (2020). Penelusuran Fungi Endofit pada Daun Kopasanda (*Chromolaena odorata* L.) yang Berpotensi sebagai Penghasil Antibakteri terhadap Bakteri Penyebab Infeksi Kulit. *Jurnal Farmasi*, 12(1): 64-69.
- Pelczar, M. J. & Chan. (1986). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Press.
- Prihatiningtias, W. (2006). *Mikroba Endofit Sumber Penghasil Antibiotik yang Potensial*. Yogyakarta: Fakultas Farmasi UGM.
- Radji, M. (2005). Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 11: 113-126.
- Jawetz, M., Adelberg. 2001. *Mikrobiologi Kedokteran*. Edisi XXII. diterjemahkan oleh Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. 205-209. Penerbit Salemba Medika. Jakarta.
- Kumala, S. & E. B. Siswanto. (2007). Isolation and Screening of Endophytic Microbes from *Morinda citrifolia* and Their Ability to Produce Anti-Microbial Substances. *Microbiology Indonesia*, 1(3): 145-148.
- Kumala, S., Juniarti, H. D. & Wahyudi, P. (2008). Isolasi Mikroba Endofit dari Ranting Tanaman Trengguli (*Cassia fistula* L) dan Aktivitas Enzim Xilanase. *Jurnal Bahan Alam Indonesia*, 6(4): 139-144.
- Kumala, S. (2019). *Mikroba Endofit: Pemanfaatan Mikroba Endofit dalam Bidang Farmasi (Edisi 2)*. Jakarta: PT. ISFI Penerbitan.
- Shintia, Inna. 2017. *Uji Aktivitas Antioksidan Kapang Endofit Makroalga Eucheuma sp.* . Skripsi, Fakultas SAINS dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar, Makassar.
- Simarmata, R., S. Lekalompessy, & H. Sukiman. 2007. Isolasi Mikroba Endofitik dari Tanaman Obat Sambung Nyawa *Gynura procumbens* dan Analisis Potensinya sebagai Antimikroba. *Berk. Penelitian. Hayati* 13 : 85-90
- Soedarto. 2015. *Mikrobiologi Kedokteran*. Edisi ke-1. Jakarta: Sagung Seto.
- Setiawan, M. & Musdalipah. (2018). Uji Daya Hambat Antibakteri Fungi Endofit Daun Beluntas (*Pluchea indica* (L.) Less.) terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 4(1): 53-60.
- Sugiyarto. 2004. Soil Macro-invertebrates Diversity and Inter-Cropping Plants Productivity in Agroforestry System based on Sengon. [Dissertation]. Brawijaya University, Malang.