

Karakterisasi Bakteri Endofit Tanaman Sirih Timor (*Piper betle* L.) Penghasil Antibakteri

GERGONIUS FALLO^{1,*}, LUKAS PARDOSI¹, ANJELINA M. DA CRUZ²

¹Program Studi Biologi, Fakultas Pertanian, Universitas Timor, Nusa Tenggara Timur

²Mahasiswa Program Studi Biologi, Fakultas Pertanian, Universitas Timor, Nusa Tenggara Timur

Diterima: 11 Agustus 2022 - Disetujui: 16 September 2022

© 2022 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih

ABSTRACT

Indonesia has a wealth of various types of plants that are useful as traditional medicinal plants. One of the medicinal plants that are often used by Indonesian people, especially on the island of Timor, East Nusa Tenggara (NTT) Province, is betel plant (*Piper betle* L.). Isolation of endophytic bacteria using the scratch method and the scatter method. The results of the isolation obtained 9 isolates. The results of the characterization of 9 isolates had round colonies, small, medium, large, flat elevation, and clear white color. The results of the bacterial test showed that 3 isolates had the potential as antibacterial, namely: SDE01, SAE03 and SBE04 isolates. Of the three isolates, SBE04 isolates had inhibition zone diameters of 1.7 and 1.35 mm against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*.

Key words: antibacterial; endophytic bacteria; characterization; *P. betle*.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan berbagai jenis tumbuhan yang bermanfaat sebagai tanaman obat tradisional. Salah satu tanaman obat yang sering digunakan oleh masyarakat Indonesia terutama di Pulau Timor, Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) adalah tanaman sirih (*Piper betle* L.) (Kandowanko *et al.*, 2010).

Tanaman sirih (*P. betle*) merupakan tanaman obat yang sudah lama dikenal oleh masyarakat Timor secara turun-temurun. Bagian dari tanaman sirih yang dimanfaatkan sebagai obat adalah daunnya. Masyarakat di Pulau Timor meyakini bahwa daun sirih dapat menguatkan gigi, menyembuhkan luka kecil di mulut, menghilangkan bau mulut, menghentikan pendarahan gusi, dan sebagai obat kumur. Namun saat ini, sebagian besar bahan bakunya diambil dari

tanaman induk sehingga lama kelamaan akan habis. Untuk tetap menjaga keterbatasan bahan baku tanaman sirih maka perlu alternatif lain yaitu memanfaatkan mikroba endofit (Zuraidah, 2015).

Mikroba endofit merupakan mikroba yang hidup dalam jaringan tanaman tumbuhan tanpa menimbulkan gejala penyakit pada tumbuhan inangnya (Bhore & Sathisha, 2010). Hubungan antara mikroba endofit dan tumbuhan inang merupakan bentuk simbiosis mutualisme, yaitu hubungan antara organisme yang berbeda jenis namun saling menguntungkan (Noviani *et al.*, 2019). Mikroba endofit mendapatkan nutrisi dari hasil metabolisme tanaman dan melindungi tanaman dalam melawan patogen, sedangkan tanaman inang mendapatkan nutrisi dan senyawa aktif yang diperlukan selama hidupnya.

Berdasarkan kemajuan bioteknologi saat ini, mikroba endofit pada tanaman obat dimanfaatkan sebagai sarana produksi antibiotik (Sepriana *et al.*, 2017; Setianah *et al.*, 2021) untuk keperluan obat dan farmasi, dan sarana transgenik gen-gen ketahanan tanaman (Parida *et al.*, 2017). Bioaktif

* Alamat korespondensi:

Program Studi Biologi, Fakultas Pertanian, Universitas Timor, Jalan KM 09, Sasi, Kec. Kota Kefamenanu, Kota Kupang NTT. E-mail: gergofallo@yahoo.com

mikroba endofit dimanfaatkan untuk menghambat pertumbuhan patogen yang merugikan kehidupan manusia, di antaranya bakteri *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, cendawan *Neurospora sp*, *Rhizopus sp*, dan *Penicillium sp*. Hasil penelitian Kusumawati *et al.* (2014) didapatkan 22 isolat bakteri endofit dari tanaman miana. Hasil uji antibiotik diketahui isolat bakteri endofit mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen *E. coli* dan *S. aureus*. Bakhtra *et al.* (2020) juga mengisolasi bakteri endofit dari tanaman sirih merah (*Piper crocatum*), didapatkan 7 isolat dan hasil uji antibakteri menunjukkan dua isolat bakteri endofit berpotensi sebagai antibakteri terhadap bakteri uji *E. coli*. Penelitian Wulansari *et al.* (2019) juga membuktikan bahwa bakteri endofit hasil isolasi dari tanaman obat bangle (*Zingiber cassumunar*) memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri uji *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa*.

Antibiotik merupakan zat kimiawi yang dihasilkan oleh organisme seperti bakteri dan jamur, yang dapat mengganggu mikroorganisme lain. Antibiotik diketahui mempunyai spektrum luas mampu membunuh bakteri gram positif dan gram negatif, sedangkan antibiotik berspektrum sempit hanya dapat membunuh bakteri gram negatif. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengisolasi, identifikasi, dan uji potensi bakteri endofit dari tanaman sirih (*P. betle*) sebagai penghasil antibiotik.

METODE PENELITIAN

Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2021-Januari 2022 di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Timor di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU).

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Autoklaf, oven, *hotplate*, tabung reaksi, gelas ukur, batang pengaduk, spatula, bunsen, cawan petridis, erlenmeyer, jarum ose, kaca obyek, kaca

penutup, plastik sampel, beaker gelas, lingis, kamera, pipet tetes, kulkas, timbangan analitik, rak tabung reaksi, pinset, mikroskop, kertas cakram.

Bahan berupa tanaman sirih, spiritus, pemantik, safranin, iodine mordant, aluminum foil, air bersih, Media Nutrient Agar (NA), Media Nutrient Broth (NB), hipoklorit 6,25%, Media Muller Hinton Agar (MHA), Media Triple Sugar Irin Agar (TSIA), Media Simon Sitrat Agar, Hidrogen peroksida (H_2O_2) 3% dan aquades steril, pelarut etanol 96%, alkohol 70%, biakan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

Pengambilan Sampel

Sampel tanaman sirih diambil dari Desa Bonleu Kecamatan Tobu Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS). Bagian yang diambil adalah akar, batang, dan daun. Tanaman sirih dimasukan ke dalam plastik sampel yang sudah steril lalu dibawa ke laboratorium Fakultas Pertanian.

Isolasi Bakteri Endofit

Bagian tanaman sirih yang digunakan adalah daun, batang dan akar dalam kondisi segar. Sampel tanaman dalam keadaan segar dibersihkan dengan air mengalir selama 5 menit, kemudian dipotong kecil dan dipisahkan menurut bagian tanamannya. Potongan sampel dicuci dengan air selama 3 menit, lalu dimasukan ke dalam botol yang berisi akuades selama 5 menit, lalu direndam ke dalam etanol 70 % selama 5 menit, larutan natrium hipoklorit 3% (20 tetes) selama 1 menit, metanol selama 30 detik setelah itu dipindahkan ke akuades selama 5 menit dan dikeringkan di atas tissue steril selama 30 detik. Potongan sampel tanaman sirih secara steril kemudian ditanam dalam media NA. Media yang sudah mengandung sampel tersebut diinkubasi selama 48 jam pada suhu ruang dalam keadaan gelap dan diamati setiap hari sampai ada pertumbuhan koloni. Bakteri endofit yang tumbuh dimurnikan satu per satu dan dikultivasi dalam agar miring.

Uji Potensi Bakteri Endofit sebagai Antibakteri

Pengujian bakteri endofit sebagai antibakteri terhadap bakteri patogen *E. coli* dan *S. aureus*

menggunakan media MHA. Uji antibakteri diawali dengan menanam isolat bakteri ke dalam cawan petri yang berisi media MHA. Bakteri diambil dengan menggunakan jarum ose dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Hasil suspensi diambil sebanyak 10 tetes dengan mikropipet dan ditetesi ke dalam kertas cakram kemudian diinkubasi selama 24 jam. Zona hambat yang terbentuk diukur diameternya dengan menggunakan jangka sorong dalam satuan millimeter (mm) (Astari *et al.*, 2021).

Identifikasi Isolat Potensial

Uji Motilitas

Uji motilitas dilakukan dengan cara sebagai berikut. Secara aseptis menggunakan jarum ose yang lurus bagian ujungnya, diambil sebanyak satu ose isolat bakteri ditusukkan ke dalam media NB dan diinkubasi selama 48 jam. Hasil uji motilitas bersifat motil apabila pertumbuhan bakteri menyebar, dan jika hanya berupa satu garis saja, maka bakteri tersebut bersifat non motil (Sine & Fallo, 2017).

Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram dilakukan dengan cara isolat bakteri endofit diambil 1 ose isolat dari agar miring dioles pada kaca objek dan disebar pada kaca objek lalu difiksasi. Kemudian ditetesi kristal violet selama 1 menit dan dicuci dengan air lalu ditambahkan 1 tetes iodine mordant kemudian dicuci dengan air. Ditambahkan etil alkohol selama 30 detik lalu dicuci dengan air dan dikeringkan. Ditetesi safranin dan dibiarkan selama 45-60 detik, dicuci dan dikeringkan dan diamati di mikroskop dengan perbesaran 100 kali. Bakteri gram positif akan berwarna ungu dan bakteri gram negatif akan berwarna merah.

Uji Biokimia

Uji Sitrat (*Simmons Citrat Agar*)

Isolat bakteri diambil sebanyak 1 ose dengan menggunakan ose kemudian digoreskan pada agar miring. Diinkubasi selama 28-48 jam. Hasil positif akan terlihat perubahan warna hijau medium menjadi warna biru. Sedangkan reaksi

negatif apabila tidak terjadi perubahan warna pada medium (tetap hijau).

Uji TSIA

Uji TSIA dilakukan dengan menggoreskan biakan dengan ose steril pada media TSIA. Penggoresan dilakukan dengan cara menusuk jarum ose sampai sepertiga dasar tabung. Kemudian diangkat dan digores secara zig-zag pada permukaannya setelah itu diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang.

Uji Katalase

Uji katalase dilakukan dengan cara meneteskan hidrogen peroksida (H_2O_2) 3% pada gelas objek yang bersih. Biakan dioleskan pada gelas objek yang sudah ditetesi hidrogen peroksida dengan jarum ose. Suspensi dicampur secara perlahan menggunakan jarum ose, hasil yang positif ditandai oleh terbentuknya gelembung-gelembung udara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil isolasi bakteri endofit dari tanaman sirih (*P. betle*) didapatkan 9 isolat. Tiga (3) isolat diperoleh dari akar, tiga isolat dari batang dan tiga isolat dari daun tanaman sirih. Hasil karakterisasi morfologi koloni bakteri dari ke 9 isolat sebagian besar mempunyai bentuk bulat, berukuran kecil, elevasi rata, dan warna putih bening (Tabel 1).

Hasil karakterisasi koloni diketahui 9 isolat memiliki bentuk koloni bulat, 8 isolat memiliki ukuran koloni kecil, 1 isolat memiliki koloni ukuran besar, dan 9 isolat memiliki elevasi rata dan memiliki warna koloni putih bening. Sedangkan karakter koloni berupa elevasi rata dari 9 isolat diketahui memiliki warna koloni putih bening. Hasil penelitian Safira *et al.* (2017) pada tanaman sirih hijau mendapatkan 14 isolat dengan karakterisasi morfologi koloni yaitu warna koloni putih, tepi koloni rata, dan elevasi rata. Menurut Bhore & Sathisha (2010), keanekaragaman morfologi koloni dipengaruhi oleh kondisi pertumbuhan tanaman dan kondisi tanah.

Tabel 1. Karakteristik morfologi koloni bakteri endofit dari tanaman sirih (*P. betle*).

No	Kode isolat	Karakterisasi koloni bakteri endofit			
		Bentuk	Ukuran	Elevasi	Warna
1.	SDE 01	Bulat	Kecil	Rata	Putih Bening
2.	SDE 01	Bulat	Kecil	Rata	Putih Bening
3.	SDE 01	Bulat	Kecil	Rata	Putih Bening
4.	SBE 01	Bulat	Besar	Rata	Putih Bening
5.	SBE 01	Bulat	Kecil	Rata	Putih Bening
6.	SBE 04	Bulat	Kecil	Rata	Putih Bening
7.	SAE 04	Bulat	Kecil	Rata	Putih Bening
8.	SAE 01	Bulat	Kecil	Rata	Putih Bening
9.	SAE 01	Bulat	Kecil	Rata	Putih Bening

Ket.: SDE (sampel daun endofit), SBE (sampel batang endofit), SAE (sampel akar endofit)

Tabel 2. Uji potensi isolat sebagai penghasil antibakteri

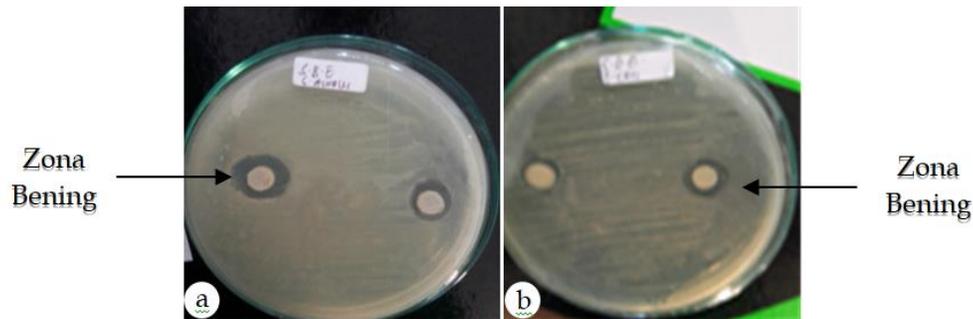
No	Kode isolat	Bakteri uji	Ulangan		Rerata diameter zona hambat (mm)
			I	II	
1.	SDE 01	<i>E. coli</i>	0,8	0,9	0,05
		<i>S. aureus</i>	0,9	0,7	0,10
2.	SAE 04	<i>S. aureus</i>	2,1	3,5	0,70
		<i>E. coli</i>	2,0	2,3	0,15
3.	SBE 04	<i>E. coli</i>	0,6	4,0	1,70
		<i>S. aureus</i>	0,4	3,1	1,35

Tabel 3. Hasil uji mikroskopis dan uji biokimia.

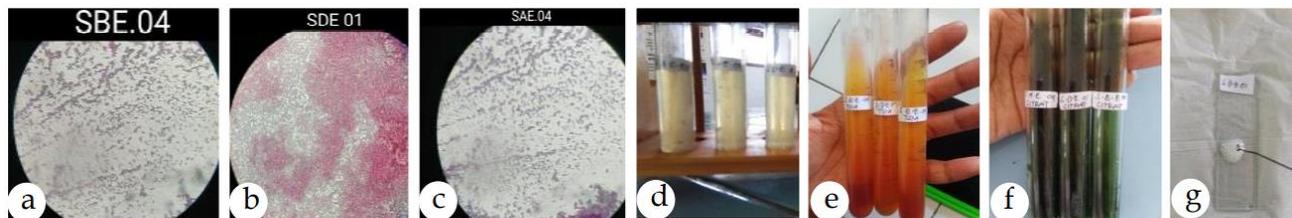
No	Kode Isolat	Bentuk Sel	Pewarnaan Gram	Motilitas	Sitrat	TSIA	Katalase
1.	SAE 04	Bulat	+	+	+	+	+
2.	SDE 01	Bulat	-	+	+	+	+
3.	SBE 04	Bulat	+	+	+	+	+

Hasil uji potensi antibakteri dari 9 isolat diketahui 3 isolat memiliki potensi sebagai antibakteri. Hasil pengukuran diameter zona hambat dari 3 isolat tersebut yaitu: Isolat SBE04 mampu menghambat pertumbuhan *E. coli* dan *S. aureus* dengan zona hambat sebesar 1,7 mm dan 1,35 mm, dan isolat SDE01 menghambat *E. coli* dan *S. aureus* dengan diameter zona hambat sebesar 0,05 mm dan 0,1 mm sedangkan isolat SAE04 juga menghambat *S. aureus* dan *E. coli* dengan diameter zona hambat 0,7 mm dan 0,15 mm (Tabel 2; Gambar 1).

Hasil pengujian potensi antibakteri terlihat dari terbentuknya zona hambat pada media MHA (Gambar 1). Hasil pengujian diketahui 3 isolat yang berpotensi sebagai antibakteri terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. Hal ini sesuai dengan penelitian Sagita *et al.* (2017) dan Adityawarman *et al.* (2019) bahwa bakteri endofit pada tanaman obat dapat memproduksi substansi yang berpotensi sebagai antibiotik. Hasil penelitian juga didapatkan 6 isolat yang tidak menghambat bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. Hal ini diduga bakteri endofit tersebut tidak menghasilkan senyawa metabolit sekunder.



Gambar 1. Hasil uji potensi antibakteri dari Isolat SBE04 mampu menghambat pertumbuhan *E. coli* dan *S. aureus*. a. Isolat SBE04 terhadap *S. aureus*, b. Isolat SBE04 terhadap *E. coli*.



Gambar 3. Hasil uji mikroskopis dan biokimia. a. pewarnaan gram (+), b. pewarnaan gram (-), c. pewarnaan gram (+), d. uji motilitas (+), e. uji TSIA (+), f. uji sitrat (+), dan g. uji katalase (+).

Produksi senyawa metabolit sekunder suatu mikroba dipengaruhi oleh kemampuan fisiologi masing-masing jenis mikroba itu sendiri. Adapun faktor-faktor yang memengaruhi perbedaan zona hambat yaitu asal isolat, umur isolat jenis senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan, lama inkubasi saat pengujian serta kondisi lingkungan saat pengujian. Menurut Queendy *et al.*, (2019) faktor yang memengaruhi perbedaan zona hambat, yaitu kepadatan media yang digunakan pada saat uji, konsentrasi senyawa antibakteri yang dihasilkan, kecepatan senyawa antibakteri berdifusi, sensitivitas bakteri uji, dan interaksi senyawa antibakteri dengan media uji.

Hasil uji antibakteri diketahui 3 isolat yaitu: SAE04, SDE01, dan SBE04 memiliki kemampuan menghambat yang berbeda-beda, di mana diketahui diameter zona hambat terhadap *E. coli* lebih kecil dibandingkan dengan *S. aureus*. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan penyusunan struktur dinding sel antar kedua bakteri. Bakteri *E. coli* merupakan bakteri gram negatif yang memiliki struktur dinding sel yang lebih kompleks dibandingkan dengan bakteri *S. aureus*

yang merupakan bakteri gram positif. Menurut Sudarmi *et al.* (2017) dinding sel yang dimiliki bakteri gram negatif terdiri dari tiga lapisan yaitu lapisan luar lipoprotein, lapisan tengah lipopolisakarida, dan lapisan dalam bilayer (mempunyai ketahanan lebih baik terhadap senyawa-senyawa yang keluar atau masuk sel), sementara bakteri gram positif hanya memiliki lapisan tunggal pada dinding selnya yaitu mengandung peptidoglikan dan polisakarida serta sedikit lipid.

Hasil identifikasi mikroskopis berupa pewarnaan gram (Tabel 3; Gambar 3) menunjukkan bahwa isolat SBE04 dan SAE04, merupakan bakteri gram positif dengan bentuk sel bulat, sedangkan isolat SDE01 merupakan bakteri gram negatif dan bentuk sel bulat. Bakteri gram negatif adalah bakteri yang berubah warna menjadi merah ketika dilakukan uji pewarnaan gram. Sedangkan bakteri gram positif batang adalah bakteri yang tidak berubah warna ketika dilakukan uji pewarnaan gram. Hal ini sesuai dengan pendapat Swandi *et al.* (2015) bahwa pada pewarnaan bakteri gram negatif bulat ditandai

dengan warna merah muda karena dinding sel bakteri gram negatif mengandung lipid yang lebih tinggi dibanding gram positif.

Hasil pengamatan pada uji motilitas yang bertujuan untuk melihat pergerakan bakteri diketahui 3 isolat bakteri yaitu SAE04, SBE04, dan SDE01 bersifat motil karena terlihat adanya penyebaran bakteri endofit pada media. Hal ini didukung Sutariati *et al.* (2006), uji positif ditandai dengan pertumbuhan bakteri yang menyebar, maka bakteri tersebut bergerak (motil) dan bila pertumbuhan bakteri tidak menyebar hanya berupa satu garis, maka bakteri tersebut tidak bergerak (non motil).

Hasil pengamatan pada uji sitrat menunjukkan bahwa 3 isolat (SAE04, SBE04 dan SDE01) memberikan hasil positif ditandai dengan perubahan warna media dari hijau menjadi biru. Bakteri mampu tumbuh dengan menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon akan terlihat perubahan warna pada permukaan agar miring media tumbuh bakteri menjadi biru. Reaksi sitrat adalah mikroba yang menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon maka terlihat perubahan warna pada permukaan agar miring media tumbuh bakteri menjadi biru.

Berdasarkan hasil pengamatan pada uji TSIA yang dilakukan dengan menggunakan metode tegak miring. Hasil uji TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*) pada 3 isolat bakteri endofit, diperoleh 3 isolat yaitu SAE04, SBE04, dan SDE01 mampu memfermentasi laktosa, glukosa, dan sukrosa. Ini dapat dilihat dari warna bagian atas media kuning dan bagian bawah media kuning. Uji TSIA di tandai dengan bagian atas berwarna kuning dan bagian bawah berwarna kuning menunjukkan laktosa dan sukrosa mampu difermentasikan.

Hasil pengamatan pada uji katalase diketahui 3 isolat bakteri endofit SAE04, SBE04, dan SDE01 membentuk gelembung oksigen pada saat ditetesi hydrogen peroksida (H_2O_2) 3%. Hal ini menunjukkan bahwa semua isolat memiliki katalase positif dengan adanya gelembung oksigen. Bakteri katalase positif akan memecah H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 karena enzim katalase mempercepat reaksi penguraian peroksida di mana parameter yang menunjukkan adanya aktivitas katalase tersebut

adalah munculnya gelembung-gelembung oksigen (Pulungan & Tumangger, 2018). Munculnya gelembung oksigen menunjukkan bahwa 3 isolat bakteri endofit menghasilkan enzim katalase yang mengubah hydrogen peroksida menjadi air dan oksigen.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil isolasi bakteri endofit dari sampel akar, batang dan daun tanaman sirih (*P. betle*) diperoleh 9 isolat. Hasil karakterisasi morfologi koloni diketahui 9 isolat memiliki bentuk koloni bulat, elevasi rata, warna putih bening, sedangkan ukuran koloni diketahui 8 isolat memiliki ukuran kecil dan satu isolat ukuran koloni besar.

Hasil uji bakteri endofit sebagai penghasil antibakteri diketahui 3 isolat yaitu isolat SAE04, SBE04 dan SDE01 memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. Hasil uji diketahui isolat SBE04 memiliki nilai diameter zona hambat pada *E. coli* dan *S. aureus* sebesar 1,7 mm dan 1,35 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Adityawarman, Mahyarudin, dan Effiana. 2019. Isolasi, identifikasi dan aktivitas antibakteri bakteri endofit daun pegagan (*Centella Asiatica* L.) terhadap *Escherichia coli*. *Jurnal Cerebellum*. 5(4B): 1569-1582.
- Astari, M.S., A. Rialita, dan Mahyarudin. 2021. Aktivitas antibakteri isolat bakteri endofit tanaman kunyit (*Curcuma Longa* L.) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*. 8(2): 9-16.
- Bakhtra, D.D.A., A. Eriadi, dan S.R. Putri. 2020. Skrining aktivitas antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* ekstrak etil asetat jamur endofit dari daun sirih merah (*Piper crocatum* Ruiz & Pav.). *Jurnal Farmasi Higea*. 12(1): 99-108.
- Bhore, S., and J. Sathisha. 2010. Screening of endophytic colonizing bacteria for cytokinin-like compounds: Crude cell-free broth of endophytic colonizing bacteria is unsuitable in *Cucumber* cotyledon bioassay. *World Journal of Agricultural Sciences*. 6(4): 345-52.
- Kandowangko, N.Y., M. Solang, dan J. Ahmad. 2010. Kajian etnobotani tanaman obat oleh masyarakat Kabupaten

- Bonebolango, Provinsi Gorontalo. *Biologi FMIPA UNG*. 6: 21-22.
- Kusumawati, D.E., F.H. Pasaribu, and M. Bintang. 2014. Aktivitas antibakteri isolat bakteri endofit dari tanaman miana (*Coleus Scutellariodes* [L.] Benth.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Current Biochemistry*. 1(1): 45-50.
- Noviani, M. Ananda, and I.N. Suwastika. 2019. Karakterisasi bakteri dan jamur yang berpotensi sebagai mikroba endofit asal kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) unggul Sulawesi-2. *Natural Science: Journal of Science and Technology*. 8(3): 186-90.
- Parida, I., T.A. Damayanti, and Giyanto. 2017. Isolasi, seleksi, dan identifikasi bakteri endofit sebagai agens penginduksi ketahanan padi terhadap hawar daun bakteri. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 12(6): 199-208.
- Pulungan, A.S.S., dan D.E. Tumanger. 2018. Isolasi dan karakterisasi bakteri endofit penghasil enzim katalase dari daun buasbuas (*Premna pubescens* Blume). *BIOLINK, Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*. 5(1): 71-80.
- Queendy, Vista, dan R.M. Roza. 2019. Aktivitas antifungi isolat Aktinomisetes Arboretum Universitas Riau terhadap jamur *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* dan *Ganoderma boninense*. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*. 12(1): 73-88.
- Safira, U.M., F.H. Pasaribu, and M. Bintang. 2017. Isolasi bakteri endofit dari tanaman sirih hijau (*Piper betle* L.) dan potensinya sebagai penghasil senyawa antibakteri. *Current Biochemistry*. 1(1): 51-57.
- Sagita, D., N. Suharti, dan N. Azizah. 2017. Isolasi bakteri endofit dari daun sirih (*Piper betle* L.) sebagai antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ipteks Terapan*. 11(1): 65-74.
- Sepriana, C., D.S.D. Jekti, dan L. Zulkifli. 2017. Bakteri endofit kulit batang tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dan kemampuannya sebagai antibakteri. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 3(2): 52-59.
- Setianah, H., I.A. Nugraheni, dan D.S. Wibowo. 2021. Aktivitas antibakteri isolat bakteri endofit asal daun ciplukan (*Physalis angulata* L.) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Journal of Health Studies*. 5(1): 50-61.
- Sine, Y., dan G. Fallo. 2017. Isolasi bakteri asam laktat pada perendaman biji gude (*Cajanus Cajan* (L.) Mills). *Bio-Edu: Jurnal Pendidikan Biologi*. 21(1): 8-10.
- Sudarmi, K., I.B.G. Darmayasa, dan I.K. Muksin. 2017. Uji fitokimia dan daya hambat ekstrak daun juwet (*Syzygium cumini*) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* ATCC. *SIMBIOSIS, Journal of Biological Sciences*. 5(2): 47-51.
- Sutariati, G.A.K., Widodo, Sudarsono, dan S. Ilyas. 2006. Pengaruh perlakuan rizo-bakteri pemacu pertumbuhan tanaman terhadap viabilitas benih serta pertumbuhan bibit tanaman cabai. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 34(1): 46-54.
- Swandi, M.K., Periadnadi, dan Nurmiati,. 2015. Isolasi bakteri pendeградasi limbah cair industri minyak. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. 4(1): 71-76.
- Wulansari, A., M. Aqlinia, Wijanarka, dan B. Raharjo. 2019. Isolasi bakteri endofit dari tanaman bangle (*Zingiber cassumunar* Roxb.) dan uji aktivitas antibakterinya terhadap bakteri penyebab penyakit kulit *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Berkala Bioteknologi*. 2(2): 25-36.
- Zuraidah. 2015. Pengujian ekstrak daun sirih (*Piper* sp.) yang digunakan oleh para wanita di Gampong Dayah Bubue, Pidie dalam mengatasi kandidiasis akibat cendawan *Candida albican*. *Internasional Journal of Child and Gender Studies*. 1(2): 109-18.