


Open access article


 Media
Farmasi
Poltekkes Makassar


ISOLASI, IDENTIFIKASI, DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI FUNGI ENDOFIT DAUN PEGAGAN (*Centella asiatica* L.) TERHADAP *Staphylococcus epidermidis* DAN *Propionibacterium acnes*


Isolation, Identification and Antibacterial Activity Of Fungi Endophyte Of Pegagan Leaves (Centella asiatica L.) against Staphylococcus epidermidis and Propionibacterium acnes

Penulis / Author (s)

Sesilia Rante Pakadang¹  ¹ Poltekkes Kemenkes Makassar, Makassar, Indonesia

Ayuasrini¹ 

St Ratnah¹ 

Alfrida Monica Salasa¹ 

Koresponden : Sesilia Rante Pakadang

e-mail korespondensi: sesilia@poltekkes-mks.ac.id

Submitted: 16-05-2024

Accepted: 23-09-2024

DOI: <https://doi.org/10.32382/mf.v20i2.600>

ARTICLE INFO
ABSTRACT / ABSTRAK
Keywords:

Pegagan leaves;
endophytic fungi;
antibacterial,
Staphylococcus epidermidis;
Propionibacterium acnes;

Kata Kunci

Daun Pegagan;
Fungi Endofit;
Antibakteri;
Staphylococcus epidermidis;
Propionibacterium acnes;

Pegagan (*Centella asiatica* L.) is widely known as a traditional medicine with various properties, including as an antibacterial. This study aims to isolate endophytic fungi from Pegagan leaves that have the potential to produce antibacterial secondary metabolites against *Staphylococcus epidermidis* and *Propionibacterium acnes*. Isolation was carried out by leaf sterilization and inoculation on SDA media, followed by fermentation and extraction using ethyl acetate. Antibacterial activity tests were carried out using the agar diffusion method. Five isolates were obtained: PTH (*Cylindrocladium*), HJ (*Aspergillus flavus*), CRM (*Aspergillus terreus*), ABAB (*Colletotrichum* sp.), and CKT (*Aspergillus niger*). All isolates were bactericidal against *S. epidermidis*. Three isolates (HJ, CRM, and CKT) were bactericidal against *P. acnes*, while PTH and ABAB isolates were bacteriostatic.

Tanaman Pegagan (*Centella asiatica* L.) dikenal luas sebagai obat tradisional dengan berbagai khasiat, termasuk sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan mengisolasi fungi endofit dari daun Pegagan yang berpotensi menghasilkan metabolit sekunder antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes*. Isolasi dilakukan melalui sterilisasi daun dan inokulasi pada media SDA, dilanjutkan fermentasi dan ekstraksi menggunakan etil asetat. Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi agar. Diperoleh lima isolat: PTH (*Cylindrocladium*), HJ (*Aspergillus flavus*), CRM (*Aspergillus terreus*), ABAB (*Colletotrichum* sp.), dan CKT (*Aspergillus niger*). Seluruh isolat bersifat bakteriosida terhadap *S.*

epidermidis. Tiga isolat (HJ, CRM, dan CKT) bersifat bakteriosida terhadap *P. acnes*, sedangkan isolat PTH dan ABAB bersifat bakteriostatik.

PENDAHULUAN

Menurut data WHO (2020), salah satu penyakit yang mematikan yaitu penyakit infeksi menempati urutan ke-4 dari 10 penyakit mematikan. Berdasarkan data Depkes RI (2013), prevalensi penyakit kulit di Indonesia sebesar 8,46% pada tahun 2012 dan meningkat sebesar 9% pada tahun 2013. Penyakit infeksi dapat diobati melalui penggunaan antibiotik (1). Antibiotik adalah obat atau zat yang membunuh bakteri atau menghentikan bakteri berkembang biak dan membantu tubuh mengobati infeksi. Antibiotik yang awalnya rentan terhadap mikroba dapat menjadi tidak sensitif yang dikenal dengan resistensi antibiotik. Salah satu upaya yang dilakukan dengan adanya resistensi antibiotik yaitu dengan memanfaatkan tanaman sebagai penghasil antibiotik alami. Pemanfaatan tanaman sebagai penghasil antibiotik alami karena menjadi sumber daya yang tersedia dan efek sampingnya relatif rendah dibandingkan dengan obat-obatan kimia.

Di Indonesia tercatat sekitar 25.000 sampai 30.000 jenis tanaman bermanfaat sebagai tanaman obat. Salah satu tanaman yang berpotensi untuk pengobatan yaitu pegagan (*Centella asiatica* L.) (Sari, 2020). *Centella asiatica* L. mengandung kandungan kimia diantaranya flavonoid, saponin, minyak atsiri dan triterpenoid sebagai agen antimikroba yang efektif merusak dinding sel bakteri yang memungkinkan bakteri untuk tumbuh akan terhalang (2).

Proses ekstraksi senyawa bioaktif yang secara langsung dimetabolisme oleh tanaman umumnya memerlukan ketersediaan biomassa dalam jumlah besar serta membutuhkan waktu pertumbuhan tanaman yang relatif lama, sehingga menjadi salah satu kendala dalam produksi senyawa tersebut secara efisien. Untuk mengatasi hambatan ini, pendekatan alternatif yang berkelanjutan dapat diterapkan, yaitu dengan memanfaatkan keanekaragaman sumber daya hayati tanpa menimbulkan gangguan terhadap keseimbangan ekosistem. Salah satu strategi yang berpotensi adalah eksplorasi senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroorganisme, khususnya fungi dan bakteri, yang hidup secara endofitik di dalam jaringan tanaman. Fungi endofit diketahui

mampu mensintesis berbagai jenis senyawa bioaktif seperti steroid, terpenoid, senyawa fenolik, dan alkaloid, yang telah dilaporkan memiliki aktivitas farmakologis penting, termasuk sebagai agen antioksidan, antikanker, antibakteri, antivirus, dan antijamur. Keberadaan fungi endofit dalam jaringan tanaman bersifat mutualistik, karena tidak menyebabkan kerugian bagi tanaman inangnya. Sebaliknya, hubungan simbiosis ini memberikan manfaat timbal balik, di mana tanaman inang memperoleh perlindungan dari serangan patogen melalui senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh fungi endofit, sedangkan fungi tersebut memperoleh nutrisi dan lingkungan yang mendukung untuk pertumbuhannya dari jaringan tanaman inang. (4).

Beberapa penelitian telah dilakukan terhadap endofit pegagan sebagai penghasil senyawa antimikroba. Berdasarkan penelitian oleh (5), diperoleh 2 isolat bakteri endofit dan 4 isolat fungi endofit dari tanaman pegagan memiliki aktivitas penghambatan terhadap bakteri *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus thyposa* dengan diameter zona hambat sebesar 6,2 mm dan 8,1 mm untuk ekstrak etil asetat bakteri endofit, 9,3 mm dan 8,3 mm untuk ekstrak etil asetat fungi endofit. Penelitian lainnya oleh (6) diperoleh 2 isolat bakteri endofit berpotensi memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dengan zona hambat sebesar 9,02 mm dan 15,9 mm.

Penyakit infeksi kulit masih menjadi permasalahan kesehatan yang sering ditemukan. Infeksi kulit dapat disebabkan oleh bakteri, virus, jamur, dan parasit (Hidayati *et al.* 2019). Salah satu contoh penyakit infeksi kulit yaitu jerawat. Jerawat adalah suatu kondisi di mana pori-pori kulit tersumbat sehingga menyebabkan kantong nanah meradang. Salah satu mikroorganisme penyebab jerawat adalah *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes* (7). *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes* dapat dikurangi dengan pemberian zat antimikroba yang membuat bakteri tidak mungkin bertahan hidup lebih lama (8).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, peneliti ingin melakukan penelitian

mengenai isolasi, identifikasi fungi endofit dari daun pegagan (*Centella asiatica* L.) serta menguji aktivitas antibakteri senyawa metabolik sekunder yang diperoleh dari ekstrak bakteri endofit terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes*.

METODE

Eksperimen berupa pengujian senyawa aktif yang dihasilkan isolat fungi endofit daun pegagan sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes*.

Bahan dan alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium foil, autoklaf, batang pengaduk, blank paper disc, bunsen, cawan petri, cutter, erlenmeyer, *desc glass*, gelas kimia, gelas ukur, gunting, hotplate, inkubator, jarum ose, kapas, korek api, LAF (*Luminar Air Flow*), mikroskop, rotavapor, *obyek glass*, oven, *paper disk*, pinset, pisau, tabung reaksi, dan timbangan analitik.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol 75%, natrium hipoklorit (NaOCl) 5%, aquadest, Daun Pegagan segar, Media Saboroud Dextrose Agar (SDA), kloramfenikol 0,005%, Media Potato Dextrose Broth (PDB), Media Nutrient Agar (NA), Dimetil Sulfoksida (DMSO).

Sampel bakteri uji biakan murni *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes*

Langkah-Langkah Penelitian

Penelitian ini telah disetujui oleh Komite Etik Penelitian Kesehatan dengan No.:1004/M/KEPK-PTKMS/I/2024. Penelitian dilakukan di Poltekkes Kemenkes Makassar. Proses pelaksanaan penelitian dimulai dengan penyiapan bahan uji, sterilisasi permukaan dan menginokulasi daun pegagan pada media kultur, mengisolasi dan mengidentifikasi jenis isolat fungi endofit dan selanjutnya melakukan pengujian antibakteri.

Bahan uji daun pegagan segar diambil dari Kabupaten Mamasa. Herba pegagan dalam keadaan tanaman hidup dibersihkan dan diambil bagian daun yang mewakili daun pucuk, sedang dan daun tua. Proses sterilisasi permukaan daun meliputi: pencucian dari segala kotoran dengan air mengalir (10menit), pemotongan bagian daun tanaman yang akan digunakan sebagai sampel yang mewakili semua jaringan daun), direndam

dalam etanol 75% (1menit), direndam dalam NaOCl 5% (5menit), diulangi direndam dalam etanol 75% (30detik). Selanjutnya sampel dipotong lagi menjadi bagian yang siap dikultur.

Kultur isolat fungi endofit menggunakan media *Saboroud Dextrose Agar* (SDA) yang mengandung kloramfenikol 0,005% dan diinkubasi pada suhu 25°C selama 7 hari. Semua isolat yang tumbuh diinokulasikan masing-masing ke media SDA baru untuk proses memurnikan dari kontaminasi silang isolat yang tumbuh bersamaan. Proses identifikasi isolat dilakukan secara makroskopik dan mikroskopik.

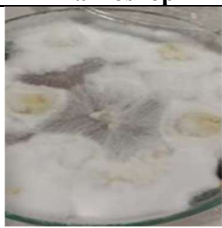




Isolat fungi yang telah dimurnikan, dilanjutkan ke tahap fermentasi untuk memproduksi metabolit sekunder yang bersifat antibakteri. Isolat murni dibuat starter pada cawan petri yang berisi medium SDA, lalu diinkubasi 2-3 hari. Setelah isolat tumbuh di potong berbentuk kotak dan diinokulasikan ke dalam labu erlenmeyer yang berisi media cair PDB dan diinkubasi selama 2-3 minggu. Setelah dilakukan fermentasi selama \pm 3 minggu, senyawa metabolit sekunder yang diperoleh dari hasil fermentasi diekstraksi dengan pelarut etil asetat menggunakan corong pisah. Selanjutnya ekstrak yang diperoleh digunakan untuk pengujian aktivitas antibakteri ekstrak etil asetat fungi endofit menggunakan metode difusi agar. Pekerjaan serupa dilakukan terhadap semua isolat fungi endofit murni yang diperoleh. Ekstrak etil asetat dari masing-masing isolat fungi endofit diuapkan menggunakan *rotary evaporator*, lalu hasil ekstrak masing-masing isolat fungi endofit diletakkan pada cawan porselen (yang sebelumnya telah ditimbang). Kemudian ekstrak tersebut diuapkan kembali di atas *waterbath* hingga kering. Kemudian cawan yang berisi ekstrak ditimbang, lalu disuspensikan ke dalam DMSO yang perhitungannya sesuai dengan banyaknya ekstrak yang diperoleh (konsentrasi 100%b/v). Paper disc direndam dalam masing-masing ekstrak selama 30 menit. Paper disc diletakkan pada permukaan media MHA yang telah diinokulasikan *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes*. Cawan petri diinkubasi pada suhu kamar selama 1 x 24 jam hingga 2 x 24 jam. Setelah itu, zona hambat yang terbentuk diamati dan diukur.

Pengolahan dan analisis data

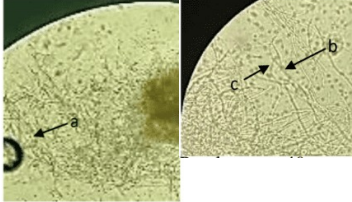
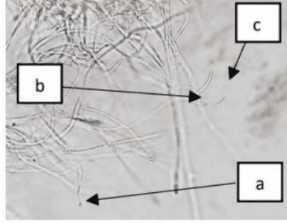

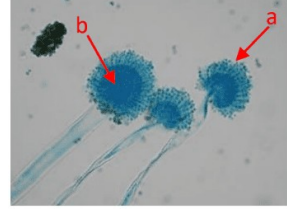
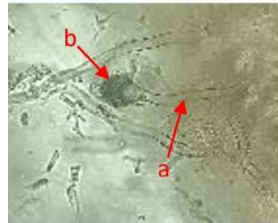
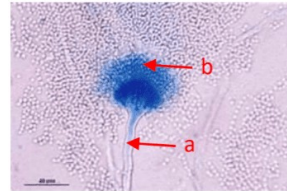
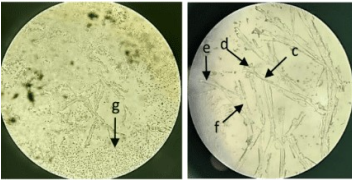
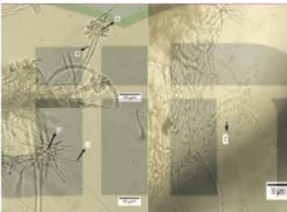
Data hasil pengukuran diameter zona hambat ditabulasi, dihitung rerata dan dianalisis secara statistik menggunakan SPSS.

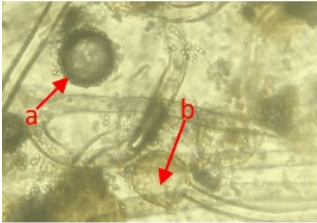
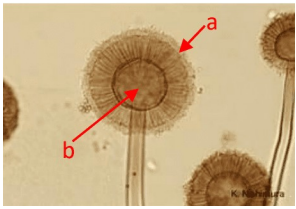
HASIL

Tabel 1. Karakteristik Isolasi Fungi Endofit dari Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) secara Makroskopik

No	Jenis Isolat	Gambar Makroskopik	Pengamatan Makroskopik	Pengamatan Rujukan
1.	Putih (PTH)		Koloni berwarna putih seperti kapas dan permukaan halus. Isolat ini awalnya tumbuh tidak memenuhi media berwarna putih bercampur dengan warna abu-abu. Diduga <i>Cylindrocladium</i>	<i>Cylindrocladium</i> Koloni permukaan berwarna putih seperti kapas serta tepi yang meruncing, memiliki konidia dan konidiofor dan cabang konidiofor.
2.	Hijau (HJ)		Pada awal mula koloni berwarna hijau dengan pinggiran berwarna putih kemudian berubah menjadi hijau berbentuk serbuk tanpa pinggiran berwarna putih. Diduga <i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus flavus</i> memiliki ciri-ciri koloni berwarna kekuningan sampai berwarna kehijauan, powdery atau berbentuk seperti pasir.
3.	Cream (CRM)		Koloni tumbuh tidak memenuhi media, awalnya koloni tumbuh berkelompok berwarna cream tua kemudian berubah warna menjadi cream berbentuk padat dan halus. Diduga <i>Aspergillus terreus</i>	<i>Aspergillus terreus</i> Pertumbuhan <i>Aspergillus terreus</i> secara makroskopik ditandai dengan koloni berwarna cream ke kayu manis dengan tekstur beluduru.
4.	Abu-Abu (ABAB)		Koloni tumbuh tidak memenuhi media, awal abu-abu dengan pinggiran putih kemudian tumbuh berbentuk bulat kecil-kecil, padat tanpa pinggiran putih. Diduga <i>Colletotrichum</i> sp	<i>Colletotrichum</i> sp <i>Colletotrichum</i> sp memiliki koloni berwarna abu-abu, berbentuk bulat dengan tepi koloni tidak teratur dan memiliki tenunan hifa yang tebal.
5.	Coklat (CKT)		Koloni berwarna coklat kehitaman berbentuk serbuk. Diduga <i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus niger</i> secara makroskopik berwarna coklat kehitaman, tekstruk lembut, terdiri dari beberapa serabut-serabut tipis dengan bentuk koloni berbentuk bulat atau juga semi bulat.

Tabel 2. Karakteristik Isolasi Fungi Endofit dari Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) secara Mikroskopik

No	Isolat	Mikroskopik	Pustaka yang Diduga	Keterangan
1.	Putih (PTH)		 <p><i>Cylindrocladium</i></p>	Memiliki konidia dan terbentuk di ujung konidiofor serta memiliki cabang konidiofor.
2.	Hijau (HJ)		 <p><i>Aspergillus flavus</i></p>	Konidia tampak seperti globose koloni bola yang kompak dan vesikula yang memanjang kemudian menjadi bundar.
3.	Cream (CRM)		 <p><i>Aspergillus terreus</i></p>	Konidia berbentuk konidia yang nampak seperti globose atau bulat mirip bola koloni, hialin, koloni terlihat serempak dan memiliki konidiofor dan vesikula yang memanjang kemudian menjadi bundar.
4.	Abu- Abu (ABAB)		 <p><i>Colletotrichum</i> sp</p>	Konidia transparan berbentuk semi bulat ke silindris, memanjang dengan ujung meruncing, konidiofor tunggal dan tegak memiliki vesikel yang muncul membulat, dan memiliki setae yang berwarna sama diantara kumpulan konidia di ujung konidiofor.

5. Coklat (CKT)			Konidia berbentuk bulat, vesikel berbentuk bulat dan memiliki konidiofor panjang tegak berbentuk silinder serta tidak berwarna (hialin)
	a. Konidia b. Vesikel	<i>Aspergillus niger</i>	

Tabel 3. Hasil analisis *Mann Whitney* Ekstrak Etil Asetat Isolat Fungi Endofit Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* 1 x 24 jam

Bakteri Uji	Perlakuan	N	Zona Hambatan Pertumbuhan Bakteri Uji			Sig.
			Mean	Std.dev	Median	
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Isolat PTH	3	21,1667	1,44338	22,00 ^a	0.429
	Isolat HJ	3	22,5000	3,04138	21,00 ^{ab}	
	Isolat CRM	3	21,8333	1,44338	21,00 ^{abc}	
	Isolat ABAB	3	18,8333	2,02073	18,50 ^{abcd}	
	Isolat CKT	3	21,8333	3,61709	20,00 ^{abcd}	

Superscript ^{abcd} : menunjukkan aktivitas yang tidak berbeda nyata dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis*

Tabel 4. Hasil analisis *Mann Whitney* Ekstrak Etil Asetat Isolat Fungi Endofit Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* 2 x 24 jam

Bakteri Uji	Perlakuan	N	Zona Hambatan Pertumbuhan Bakteri Uji			Sig.
			Mean	Std.dev	Median	
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Isolat PTH	3	17,1667	3,32916	15,50 ^m	0.099
	Isolat HJ	3	19,1667	2,46644	18,00 ^{mn}	
	Isolat CRM	3	18,6667	1,89297	19,50 ^{mno}	
	Isolat ABAB	3	13,3333	1,25831	13,50	
	Isolat CKT	3	20,0000	3,20000	18,50 ^{mno}	

Superscript ^{mno} : menunjukkan aktivitas yang tidak berbeda nyata dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis*

Tabel 5. Hasil analisis *Mann Whitney* Ekstrak Etil Asetat Isolat Fungi Endofit Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) terhadap pertumbuhan *Propionibacterium acnes* 1 x 24 jam

Bakteri Uji	Perlakuan	N	Zona Hambatan Pertumbuhan Bakteri Uji			Sig.
			Mean	Std.dev	Median	
<i>Propionibacterium acnes</i>	Isolat PTH	3	20,1667	2,02073	20,50 ^a	0.275
	Isolat HJ	3	19,1667	1,89297	23,50 ^b	
	Isolat CRM	3	22,8333	2,84312	22,00 ^{ab}	
	Isolat ABAB	3	21,6667	1,75594	21,50 ^{abcd}	
	Isolat CKT	3	22,1667	1,75594	22,00 ^{abcd}	

Superscript ^{abcd} : menunjukkan aktivitas yang tidak berbeda nyata dalam menghambat pertumbuhan *Propionibacterium acnes*

Tabel 6. Hasil analisis *Mann Whitney* Ekstrak Etil Asetat Isolat Fungi Endofit Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) terhadap pertumbuhan *Propionibacterium acnes* 2 x 24 jam

Bakteri Uji	Perlakuan	N	Zona Hambatan Pertumbuhan Bakteri Uji			Sig.
			Mean	Std.dev	Median	
<i>Propionibacterium acnes</i>	Isolat PTH	3	0	0	0 ^m	
	Isolat HJ	3	16,3333	0,76376	16,50 ⁿ	

Isolat CRM	3	19,0000	3,12250	18,00 ^{no}	0.016
Isolat ABAB	3	0	0	0 ^m	
Isolat CKT	3	17,3333	0,28868	17,50 ^{no}	

Superscript ^{no} : menunjukkan aktivitas yang tidak berbeda nyata dalam menghambat pertumbuhan *Propionibacterium acnes*

PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan alternatif untuk menemukan senyawa aktif dari tanaman dengan cara yang lebih bijaksana dalam menjaga kelestarian tanaman di alam. Proses ekstraksi senyawa bioaktif yang berasal langsung dari jaringan tanaman sering kali terkendala oleh kebutuhan akan biomassa dalam jumlah besar dan waktu pertumbuhan tanaman yang relatif lama. Hal ini menjadi tantangan tersendiri dalam skala produksi maupun efisiensi waktu. Untuk mengatasi kendala tersebut, pendekatan alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan dapat dilakukan dengan memanfaatkan mikroorganisme yang bersimbiosis dengan tanaman, khususnya fungi dan bakteri endofit, tanpa harus mengeksploitasi tanaman secara berlebihan sehingga tidak mengganggu stabilitas ekosistem alami. Mikroorganisme endofitik, terutama fungi endofit, diketahui mampu menghasilkan berbagai jenis metabolit sekunder seperti steroid, terpenoid, senyawa fenolik, dan alkaloid. Senyawa-senyawa tersebut telah banyak dilaporkan memiliki aktivitas biologis yang signifikan, termasuk sebagai agen antioksidan, antikanker, antibakteri, antivirus, dan antijamur. Keberadaan fungi endofit di dalam jaringan tanaman bersifat simbiotik dan tidak merugikan inangnya. Sebaliknya, hubungan ini bersifat mutualisme, di mana tanaman memperoleh perlindungan dari serangan patogen melalui metabolit yang dihasilkan oleh fungi endofit, sedangkan fungi mendapatkan nutrisi dan lingkungan yang stabil dari tanaman inang untuk menunjang kelangsungan hidupnya.

Fungi yang berhasil tumbuh dari Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) dikategorikan sebagai fungi endofit karena sebelumnya telah dilakukan proses sterilisasi permukaan pada bahan uji. Sterilisasi permukaan ini bertujuan untuk menghilangkan mikroorganisme yang ada di permukaan daun, menggunakan Alkohol 75% dan Natrium Hipoklorit 5%. Natrium Hipoklorit memiliki kemampuan untuk membunuh mikroorganisme, termasuk dalam bentuk biofilm bakteri, sehingga memastikan hanya mikroorganisme yang berasal dari dalam jaringan daun yang dapat tumbuh. (9) sedangkan Alkohol 75% dapat melarutkan dan mengubah sifat membran lipid protein dalam mikroorganisme sehingga membunuh

mikroorganisme tersebut (10). Daun Pegagan yang telah disterilkan permukaannya kemudian diinokulasikan pada media SDA selama 3-7 hari, diinkubasi pada suhu 25°C. pengamatan dilakukan sejak hari ke 3 untuk memantau pertumbuhan fungi endofit. Hasil yang didapatkan sebanyak 5 isolat murni fungi endofit yaitu isolat putih (PTH), isolat hijau (HJ), isolat cream (CRM), isolat abu-abu (ABAB), dan isolat coklat (CKT).

Isolat PTH pada awal pertumbuhan (pengamatan pada 3-5 hari inkubasi), tidak memenuhi media berwarna putih bercampur dengan warna abu-abu. Selanjutnya isolat PTH memiliki penampakan makroskopik koloni berwarna putih seperti kapas dan permukaan halus. Pengamatan secara mikroskopik memperlihatkan bahwa isolat ini memiliki konidia, konidiofor dan memiliki cabang konidiofor. Berdasarkan hal tersebut, maka isolat PTH diduga sebagai *Cylindrocladium*. Hal ini sejalan dengan penelitian (11) yang menemukan isolate fungi endofit dengan ciri-ciri yang serupa. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa secara makroskopik *Cylindrocladium* memiliki koloni permukaan berwarna putih seperti kapas dengan tepi koloni yang meruncing. Demikian pula secara mikroskopik isolat fungi memiliki konidia dan konidiofor dan cabang konidiofor. Sebelumnya telah diisolasi pula fungi endofit dari tanaman yang memiliki karakteristik mikroskopik serupa (12).

Isolat HJ memiliki penampakan secara makroskopik yaitu berwarna hijau, dimana pada awal mula koloni berwarna hijau dengan pinggiran berwarna putih kemudian berubah menjadi hijau berbentuk serbuk tanpa pinggiran berwarna putih. Pengamatan secara mikroskopik memberikan penampakan isolat ini sebagai fungi yang memiliki konidia berbentuk bundar dan memiliki konidiofor dan vesikula yang memanjang kemudian menjadi bundar. Berdasarkan hal tersebut, maka isolat HJ diduga sebagai *Aspergillus flavus*. Hal ini sejalan dengan rujukan hasil serupa dari penelitian(13), yang menyatakan bahwa *Aspergillus flavus* memiliki ciri-ciri koloni berwarna kekuningan sampai berwarna kehijauan, powdery atau berbentuk seperti pasir. Demikian pula menurut (14), secara mikroskopik *Aspergillus flavus* memiliki bentuk konidia tampak seperti globose atau bulat

serupa dengan bola dan koloni terlihat serempak. Hasil serupa juga ditemukan dari penelitian yang mengisolasi fungi endofit dan menyimpulkan sebagai *Aspergillus flavus* (15–17).

Isolat CRM memiliki penampakan secara makroskopik yaitu berwarna cream dan tumbuh tidak memenuhi media, dimana pengamatan pada hari 3-5 hari koloni tumbuh berkelompok berwarna cream tua selanjutnya hari ke 5-7 berubah warna menjadi cream berbentuk padat dan halus. Sedangkan secara mikroskopik, isolat ini memiliki konidiofor tidak berwarna, kasar bagian atas dan agak bulat dan konidia kasar dan berbentuk elips. Berdasarkan hal tersebut, maka isolat CRM diduga sebagai *Aspergillus terreus*. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh (18) yang menyatakan bahwa pertumbuhan *Aspergillus terreus* secara makroskopik ditandai dengan koloni berwarna cream ke kayu manis dengan tekstur beluduru.

Isolat ABAB memiliki penampakan secara makroskopik yaitu berwarna abu-abu, dimana koloni tumbuh tidak memenuhi media, awalnya tumbuh berwarna abu-abu dengan pinggiran putih kemudian tumbuh berbentuk bulat kecil-kecil, tebal/padat tanpa pinggiran putih. Sedangkan secara mikroskopik memiliki konidia transparan berbentuk semi bulat ke silindris, memanjang dengan ujung meruncing, konidiofor tunggal dan tegak memiliki vesikel yang muncul membulat, dan memiliki setae yang berwarna sama diantara kumpulan konidia di ujung konidiofor. Berdasarkan hal tersebut, maka isolat ABAB diduga sebagai *Colletotrichum* sp. Hal ini sejalan dengan penelitian (19–23) yang menyatakan bahwa secara makroskopik *Colletotrichum* sp memiliki koloni berwarna abu-abu, berbentuk bulat dengan tepi koloni tidak teratur dan memiliki tenunan hifa yang tebal, dan menurut (24), *Colletotrichum* sp memiliki konidia/spora bulat silindris, konidia yang transparan dan memanjang dengan ujung membulat atau meruncing panjangnya antara 10-16 μm dan lebar 5-7 μm .

Isolat CKT memiliki penampakan secara makroskopik yaitu berwarna coklat kehitaman dan berbentuk seperti serbuk. Sedangkan secara mikroskopik, isolat ini memiliki konidia berbentuk bulat, vesikel berbentuk bulat dan memiliki konidiofor panjang tegak berbentuk silinder serta tidak berwarna (hialin). Berdasarkan hal tersebut, maka isolat CKT diduga sebagai *Aspergillus niger*. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh (25), *Aspergillus niger* secara makroskopik berwarna coklat kehitaman, teksturnya lembut, terdiri dari beberapa serabut-serabut tipis dengan bentuk koloni berbentuk bulat atau juga semi bulat. Secara

mikroskopik *Aspergillus niger* memiliki konidia berukuran 13 μm – 14 μm , konidiofor tegak dan berukuran 23 μm – 110 μm (16,17,26–28).

Semua isolat murni yang berhasil ditemukan kemudian melalui tahap fermentasi untuk memproduksi metabolit sekunder yang memiliki sifat antibakteri. Proses fermentasi dimulai dengan pembuatan starter isolat murni pada cawan petri yang berisi media SDA, kemudian diinkubasi selama 2-3 hari hingga isolat tumbuh. Setelah pertumbuhan isolat, bagian isolat yang telah tumbuh dipotong berbentuk kotak dan diinokulasikan ke dalam labu erlenmeyer yang berisi media Potato Dextrose Broth (PDB). Proses inkubasi dilakukan selama 2-3 minggu. Setelah periode fermentasi selesai, hasil fermentasi diekstraksi menggunakan pelarut etil asetat dalam corong pisah. Etil asetat dipilih sebagai pelarut karena sifatnya yang semipolar, sehingga memungkinkan ekstraksi komponen yang bersifat polar dalam metabolit sekunder yang dihasilkan (29). Setelah dilakukan corong pisah menggunakan pelarut etil asetat, maka didapatkan ekstrak etil asetat dari masing-masing isolat fungi endofit. Ekstrak etil asetat dari masing-masing isolat fungi endofit kemudian diuapkan menggunakan *rotary evaporator*. Hasil ekstrak masing-masing isolat fungi endofit diletakkan pada cawan porselen, yang sebelumnya telah ditimbang. Selanjutnya ekstrak yang didapatkan diuapkan kembali di atas *water bath* hingga didapatkan ekstrak yang kering. Lalu cawan yang berisi ekstrak kering tersebut ditimbang kembali. Hasil timbangan cawan porselen kosong dengan cawan yang berisi ekstrak kering dihitung untuk mendapatkan berapa ml/tetes DMSO yang akan disuspensikan ke ekstrak kering tersebut. Kemudian cawan yang berisi ekstrak kering disuspensikan ke dalam DMSO (konsentrasi 100%) sesuai perhitungan sebelumnya sesuai dengan banyaknya ekstrak yang diperoleh.

Ekstrak yang diperoleh dari hasil fermentasi kemudian digunakan untuk menguji aktivitas antibakteri dengan metode difusi agar. Paper disc direndam dalam ekstrak yang telah dipersiapkan selama 30 menit, kemudian diletakkan pada permukaan media Muller Hinton Agar (MHA) yang telah diinokulasikan dengan *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes*. Cawan petri kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 1x24 jam hingga 2x24 jam. Setelah periode inkubasi, zona hambat yang terbentuk diamati dan diukur. Hasil pengujian dianggap positif jika terdapat zona bening di sekitar paper disc yang menunjukkan area hambatan pada media MHA, yang

mengindikasikan adanya aktivitas antibakteri dari isolat fungi endofit Daun Pegagan.

Hasil pengamatan menunjukkan terbentuknya zona hambat dari ekstrak etil asetat isolat fungi endofit Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes* selama 1 x 24 jam hingga 2 x 24 jam. Pada pengujian terhadap *Staphylococcus epidermidis* setelah 1 x 24 jam, diperoleh rata-rata diameter zona hambat sebagai berikut: isolat PTH 21,16 mm, isolat HJ 22,5 mm, isolat CRM 21,83 mm, isolat ABAB 18,83 mm, dan isolat CKT 21,83 mm. Sedangkan setelah 2 x 24 jam, rata-rata diameter zona hambat yang teramati adalah: isolat PTH 17,16 mm, isolat HJ 19,16 mm, isolat CRM 18,66 mm, isolat ABAB 13,33 mm, dan isolat CKT 20 mm. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang meneliti aktivitas antibakteri Daun Pegagan dalam kombinasi dengan Daun Kepel terhadap bakteri seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus epidermidis*. Penelitian tersebut menemukan diameter zona hambat sebesar 0,800 cm pada kombinasi 70% Daun Kepel dan 30% Daun Pegagan terhadap *E. coli*, serta diameter zona hambat sebesar 0,950 cm pada kombinasi 30% Daun Kepel dan 70% Daun Pegagan terhadap *Staphylococcus epidermidis* (30). Perbedaan diameter zona hambat yang ditemukan dalam penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya disebabkan oleh perbedaan metode dalam penyiapan bahan uji. Pada penelitian ini, digunakan isolat fungi endofit dari Daun Pegagan, sementara pada penelitian lainnya digunakan ekstrak etanol dari kombinasi Daun Kepel dan Daun Pegagan. Meskipun demikian, kedua penelitian ini sama-sama membuktikan bahwa Daun Pegagan memiliki aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap *Staphylococcus epidermidis*.

Hasil pengujian terhadap *Propionibacterium acnes* 1x24 jam diperoleh rata-rata zona hambat yaitu pada isolat PTH sebesar 20,16 mm; isolat HJ sebesar 24,33 mm; isolat CRM sebesar 22,83 mm; isolat ABAB 21,66 mm; isolat CKT sebesar 22,16 mm. Sedangkan hasil pengujian terhadap *Propionibacterium acnes* 2x24 jam tidak diperoleh diameter hambatan pertumbuhan pada isolat PTH dan isolat ABAB, tetapi hambatan yang diberikan isolat HJ sebesar 16,33 mm; isolat CRM sebesar 19 mm; dan isolat CKT sebesar 17,33 mm. Temuan ini menunjukkan kesesuaian dengan hasil penelitian terdahulu yang telah mengeksplorasi potensi mikroorganisme endofit dari tanaman *Centella asiatica* (Pegagan), di mana diketahui bahwa

mikroba endofit yang diisolasi dari tanaman tersebut menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri patogen *Propionibacterium acnes* dan *Salmonella typhosa*. Dalam studi tersebut, ekstrak etil asetat dari isolat bakteri endofit dengan kode BEF1 menunjukkan kemampuan menghambat pertumbuhan *P. acnes* dan *S. typhosa* pada konsentrasi 10.000 ppm (setara dengan 10 mg/mL), yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat berdiameter masing-masing 6,2 mm dan 8,1 mm. Sementara itu, isolat fungi endofit dengan kode FEF2 yang juga diekstraksi menggunakan pelarut etil asetat menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap kedua bakteri uji pada konsentrasi yang sama, dengan diameter zona hambat sebesar 9,3 mm terhadap *P. acnes* dan 8,3 mm terhadap *S. typhosa*. (31). Variasi ukuran diameter zona hambat yang diperoleh dalam penelitian ini dibandingkan dengan hasil yang dilaporkan sebelumnya kemungkinan besar disebabkan oleh perbedaan metode uji, khususnya dalam hal konsentrasi ekstrak yang digunakan. Penelitian sebelumnya menggunakan beberapa tingkat konsentrasi untuk uji antibakteri, sedangkan dalam penelitian ini, ekstrak diuji langsung pada konsentrasi tetap, yang menghasilkan zona hambat yang cenderung lebih besar, mengindikasikan bahwa aktivitas antibakteri dari isolat yang diperoleh dalam penelitian ini memiliki potensi yang lebih kuat dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen uji.

Perbedaan nilai diameter zona hambat yang ditemukan pada penelitian ini dengan penelitian sebelumnya disebabkan karena pada penelitian sebelumnya uji aktivitas antibakteri dibuat beberapa konsentrasi dan ditemukan bahwa penelitian ini memiliki zona hambat yang lebih besar dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Namun kedua penelitian ini telah membuktikan bahwa Daun Pegagan memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Propionibacterium acnes*.

Analisis statistik terhadap data aktivitas ekstrak etil asetat dari isolat fungi endofit yang diperoleh dari Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) terhadap *Staphylococcus epidermidis* dilakukan selama periode 1x24 jam hingga 2x24 jam. Mengingat adanya ketidaksesuaian data yang tidak terdistribusi secara normal, pengujian dilakukan dengan pendekatan uji statistik non-parametrik. Oleh karena itu, digunakan uji Kruskal-Wallis untuk menguji perbedaan antar kelompok, yang kemudian diikuti dengan uji Mann-Whitney untuk melakukan perbandingan lebih lanjut antara kelompok yang memiliki perbedaan signifikan.

Hasil uji Kruskal-Wallis pada

Staphylococcus epidermidis setelah 1x24 jam perlakuan menunjukkan nilai signifikansi (p-value) sebesar 0,429, yang lebih besar dari 0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara berbagai perlakuan ekstrak etil asetat dari isolat fungi endofit dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* pada waktu tersebut. Untuk mengidentifikasi perbedaan potensi antibakteri antara satu isolat dengan isolat lainnya, dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney. Analisis hasil uji Mann-Whitney menunjukkan bahwa isolat PTH tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik dengan isolat HJ, isolat CRM, isolat ABAB, dan isolat CKT dalam hal aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis*. Isolat HJ juga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan isolat CRM, isolat ABAB, dan isolat CKT. Selanjutnya, isolat CRM tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan isolat ABAB dan isolat CKT. Namun, isolat ABAB menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan isolat CKT dalam kemampuannya menghambat pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* selama 1x24 jam.

Hasil uji Kruskal-Wallis pada *Staphylococcus epidermidis* setelah perlakuan selama 2x24 jam menunjukkan nilai signifikansi (p-value) sebesar 0,099, yang lebih besar dari 0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara perlakuan ekstrak etil asetat dari isolat fungi endofit dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* pada periode waktu tersebut. Untuk mengetahui perbedaan potensi antibakteri antara masing-masing isolat, dilakukan uji Mann-Whitney. Analisis hasil uji Mann-Whitney menunjukkan bahwa isolat PTH tidak memiliki perbedaan signifikan secara statistik dengan isolat HJ, isolat CRM, dan isolat CKT, namun menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan isolat ABAB dalam hal aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis*. Isolat HJ juga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan isolat CRM dan isolat CKT, tetapi menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan isolat ABAB. Selanjutnya, isolat CRM menunjukkan hasil yang tidak berbeda signifikan dengan isolat CKT, tetapi memiliki perbedaan yang signifikan dengan isolat ABAB. Terakhir, isolat ABAB menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan isolat lainnya, yang mengindikasikan adanya perbedaan nyata dalam kemampuannya menghambat pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* selama 2x24 jam.

Analisis statistik terhadap data aktivitas ekstrak etil asetat dari isolat fungi endofit yang diperoleh dari Daun Pegagan (*Centella asiatica*

L.) terhadap *Propionibacterium acnes* dilakukan selama periode 1x24 jam hingga 2x24 jam. Mengingat bahwa data yang diperoleh tidak terdistribusi normal dan tidak homogen, maka untuk memastikan hasil yang valid dan tepat, pengujian dilakukan dengan menggunakan metode uji statistik non-parametrik. Oleh karena itu, digunakan uji Kruskal-Wallis untuk menguji adanya perbedaan antar kelompok perlakuan. Selanjutnya, jika ditemukan perbedaan yang signifikan, dilakukan uji Mann-Whitney untuk menentukan perbedaan lebih lanjut antara kelompok yang diuji.

Hasil uji Kruskal-Wallis pada *Propionibacterium acnes* setelah perlakuan selama 1x24 jam menunjukkan nilai signifikansi (p-value) sebesar 0,275, yang lebih besar dari 0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara perlakuan ekstrak etil asetat dari isolat fungi endofit dalam menghambat pertumbuhan *P. acnes* pada waktu tersebut. Selanjutnya, untuk mengevaluasi perbedaan potensi antibakteri antar isolat fungi endofit, dilakukan uji Mann-Whitney. Hasil analisis Mann-Whitney menunjukkan bahwa isolat PTH memiliki aktivitas antibakteri yang tidak berbeda signifikan dengan isolat CRM, isolat ABAB, dan isolat CKT, namun menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan isolat HJ. Isolat HJ memiliki aktivitas yang tidak berbeda signifikan dengan isolat CRM, isolat ABAB, dan isolat CKT, tetapi menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan isolat PTH. Selain itu, isolat ABAB tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan isolat CKT dalam kemampuannya menghambat pertumbuhan *P. acnes* selama 1x24 jam.

Hasil uji Kruskal-Wallis pada *Propionibacterium acnes* setelah perlakuan selama 2x24 jam menunjukkan nilai signifikansi (p-value) sebesar 0,016, yang lebih kecil dari 0,05. Hal ini menandakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan ekstrak etil asetat dari isolat fungi endofit dalam menghambat pertumbuhan *P. acnes* selama periode 2x24 jam. Untuk menggali perbedaan lebih lanjut mengenai potensi antibakteri antar isolat, dilakukan uji Mann-Whitney. Hasil analisis uji Mann-Whitney menunjukkan bahwa isolat PTH memiliki aktivitas antibakteri yang tidak berbeda signifikan dengan isolat ABAB, namun menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan isolat HJ, isolat CRM, dan isolat CKT. Sementara itu, isolat HJ memiliki aktivitas yang tidak berbeda signifikan dengan isolat CRM dan isolat CKT, tetapi berbeda signifikan dengan isolat PTH dan isolat ABAB. Isolat CRM, di sisi lain, menunjukkan aktivitas yang tidak berbeda

signifikan dengan isolat CKT, namun memiliki perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan isolat PTH, isolat HJ, dan isolat ABAB dalam menghambat pertumbuhan *P. acnes* setelah perlakuan 2x24 jam..

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh lima isolat fungi endofit dari Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.), yaitu isolat PTH (diduga *Cylindrocladium*), isolat HJ (diduga *Aspergillus flavus*), isolat CRM (diduga *Aspergillus terreus*), isolat ABAB (diduga *Colletotrichum* sp.), dan isolat CKT (diduga *Aspergillus niger*). Uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat dari semua isolat memiliki daya hambat terhadap *Staphylococcus epidermidis*, dengan sifat bakteriosida pada semua isolat. Isolat HJ, CRM, dan CKT juga bersifat bakteriosida terhadap *Propionibacterium acnes*, sementara isolat PTH dan ABAB bersifat bakteriostatik terhadap bakteri tersebut.

SARAN

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk menguji karakteristik biokimia murni dari setiap isolat fungi endofit yang diperoleh dari Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai sifat-sifat spesifik masing-masing isolat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rusli R, Kosman R, Melinda P. penelusuran fungi endofit pada daun kopasanda (*Chromolaena odorata* L.) yang berpotensi sebagai penghasil antibakteri terhadap bakteri penyebab infeksi kulit. *Jurnal Ilmiah As-Syifaa*. 2020;12(1):64–9.
2. Jasmansyah J, Fitriyani P, Sujono H, Aisyah LS. Uji Aktivitas Antimikroba Minyak Atsiri Tanaman Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urb). *Jurnal Kartika Kimia*. 2020;3(1):43–7.
3. Pakadang SR, Marsus I, Ihsanawati I. Antibacterial Activity of Endophytic Fungus Isolates of Mangrove Fruit (*Sonneratia alba*) Against *Staphylococcus aureus* and *Esherichia coli*. *Jurnal Info Kesehatan*. 2021;19(1):55–63.
4. Ayuningtias tri wahyuni. 1 Eksplorasi Fungi Endofit Pada Tanaman Serai Merah (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer. *Skripsi*. 2020;1–79.
5. Hidayat M, Mufidah M, Rante H. Isolasi Dan Karakterisasi Molekuler Mikroba Endofit Tanaman Pegagan (*Centella asiatica* L.) Sebagai Penghasil Antimikroba. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. 2018;22(2):56–60.
6. Kurniawan SE, Mahyarudin M, Rialita A. Aktivitas antibakteri isolat bakteri endofit daun pegagan (*Centella asiatica*) terhadap *Staphylococcus aureus*. *Bioma : Jurnal Ilmiah Biologi*. 2021;10(1):14–29.
7. Ratu DR, Fifendy M, Advinda L. The Effect of Various Concentrations of Anti-Acne Liquid Soap on the Bacteria of *Staphylococcus aureus* Causes Acne. *Serambi Biologi*. 2022;7(4):311–7.
8. Deswita W, Manalu K, Tambunan EPS. Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Umbi Lobak Putih (*Raphanus Sativus* L) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Propionibacterium acnes* Dan *Staphylococcus epidermidis*. *KLOROFIL: Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*. 2021;5(2):111.
9. Widiastuti D, Karima IF, Setiyani E. Efek Antibakteri Sodium Hypochlorite terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Masyarakat*. 2019;11(4):302–7.
10. Auliya A, Aulia Siti Pathoni, Devi Aliefiyardi, Aulia Widowati, Nita Aresanti, Rina Agustina, et al. Animasi Panduan Pembuatan Serta Penggunaan Hand Sanitizer Dan Disinfektan Yang Aman Dan Efektif Di Masa Pandemi Covid-19. *Sarwahita*. 2021;18(01):36–49.
11. Manurung LP, Kurniatuhadi R. Inventarisasi Jamur Endofit dari Daun *Avicennia marina* di Mempawah Mangrove Center, Desa Pasir. *LenteraBio*. 2022;11(3):378–84.
12. Suliati, Rahmawati, Mukarlina. Jenis-Jenis Jamur Endofit Tanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) di Perkebunan Dungun Prapakan Sambas. *Jurnal Protobiont*. 2017;6(3).
13. Lindawati S, Rini CS. Identifikasi *Aspergillus flavus* pada Kue Pia yang Di Jual Di Dusun Warurejo Kabupaten Pasuruan. *Medicra Journal of Medical Laboratory Science/Technology*. 2019;2(2):56–62.
14. Putri MC, Erina E, Abrar M, AK MD. Isolasi dan Identifikasi *Aspergillus* Sp. pada Kantong Hawa Puyuh (*Cortunix*

- Japonica). *Acta Vet Indones.* 2021;9(2):134–42.
15. Zahara N, Soekarno BPW, Munif A. Uji Konsentrasi Metabolit Cendawan Endofit asal Tanaman Kacang Tanah sebagai Penghambat Pertumbuhan *Aspergillus flavus*. *PENDIPA Journal of Science Education.* 2021;5(1).
 16. Situmorang DAG, Rozirwan R, Hendri M. Isolasi dan aktivitas antibakteri jamur endofit pada mangrove *Avicennia marina* dari Pulau Payung Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains.* 2021;23(3).
 17. Sudewi S, Ratnawati R, Jaya K, Hardiyanti S. Isolasi dan karakterisasi cendawan endofit asal rizosfer bawang merah. Lembah Palu dan potensinya menghambat penyakit bercak ungu *Alternaria porri* (ELL) CIF. *Jurnal AGRO.* 2023;10(2).
 18. Indriani C, FR F, L K. Identification Of *Aspergillus Sp* Growth On White Bread Against Storage Temperature Indriani C, Fadhila FR, Kodariah L. *Jurnal Kesehatan Rajawali.* 2020;10(2):92–103.
 19. Cahyani PW, Aziza NL, Marsuni Y. Potensi Cendawan Endofit dari Bunga Bawang Dayak untuk Menekan Pertumbuhan *Ralstonia solanacearum* pada Tanaman Tomat. *Agroekotek View.* 2021;4(1).
 20. Oktaviana MA, Haryono NY, Yunimar. Uji Antagonis Bakteri Endofit terhadap Fungi Patogen *Colletotrichum sp.* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Stroberi (*Fragaria x ananassa*). *Live and Applied Science.* 2022;1.
 21. Dhia Salsabila Hakim, Kasiamdari RS. Identifikasi dan Seleksi Fungi Endofit Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) Penghasil Enzim Selulase. *Berkala Ilmiah Biologi.* 2023;14(3).
 22. Sulistiyani TR, Meliah S, Damayanti . Bakteri Endofit Yang Diisolasi Dari Akar (*Eurycoma longifolia*) Dan Potensinya Sebagai Pengendali Jamur Patogen Tanaman. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia* (JBBI). 2020;7(1).
 23. Nurhafida N, Puspita F. Uji Beberapa Isolat Jamur Endofit Terhadap Jamur Tular Benih Dan Pertumbuhan Bibit Cabai Merah. *Jurnal Agroteknologi.* 2022;13(1).
 24. Jahra, Nur Ilmi, radhatullah Rahim. Karakterisasi morfologi cendawan *Colletotrichum* pada rhizofe tanaman cabe. *Prosiding Seminar Nasional 2019.* 2019;2(1):26–7.
 25. Erdiansyah I, Zaini Q. Identifikasi Karakteristik Agens Hayati *Aspergillus niger* dan Uji Daya Hambat terhadap Perkembangan Penyakit Bercak Daun pada Kacang Tanah. *Agropross : National Conference Proceedings of Agriculture.* 2023;2023:296–306.
 26. Suhardi JA, Pakadang SR, Rosmala Dewi ST, Ratnah ST, Karim DK, Salasa AM. Isolasi, Identifikasi dan Aktivitas Antibakteri dari Fungi Endofit Daun Miana Terhadap *Escherichia Coli* dan *Vibrio Cholerae*. *Media Farmasi.* 2023;19(1).
 27. Viogenta P, Nurjanah S, Mulyani YWT. Isolasi Jamur Endofitik Rumput Mutiara (*Hedyotis corymbosa* (L.) Lamk.) dan Analisis Potensi Sebagai Antimikroba. *Jurnal Pharmascience.* 2020;7(1).
 28. Rosa LP, Wahyuni D, Murdiah S. Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit Tanaman Suruhan (*Peperomia pellucida* L. Kunth). *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi.* 2020;22(1).
 29. Rante TRK, Simbala HEI, Mansauda KLR. Phytochemical Screening and Antioxidant Potential of (*Stachytarpheta jamaicensis* L.) Leaf Extract Using 1.1 Diphenyl-2-Picrylhydrazyl (DPPH) Method. *Jurnal MIPA.* 2020;9(2):91–6.
 30. Suzan Astyamalia, Maulana Tegar Aditya Nugraha, Ferli Eko. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kombinasi Daun Kepel (*Stelechocarpus Burahol*) dan Pegagan (*Centella Asiatica*). *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi.* 2023;2(2):378–84.
 31. Hidayat M, Mufidah M, Rante H. Isolasi Dan Karakterisasi Molekuler Mikroba Endofit Tanaman Pegagan (*Centella asiatica* L.) Sebagai Penghasil Antimikroba. *Majalah Farmasi dan Farmakologi.* 2018;22(2):56–60.



Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution, and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third-party material in this article are included in the article's Creative Commons license unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.