



Open access article


ISOLASI, IDENTIFIKASI, DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI FUNGI ENDOFIT DAUN BIDARA ARAB (*Ziziphus spina-christi* L.) TERHADAP *Propionibacterium acnes* DAN *Staphylococcus epidermidis*


Isolation, Identification, and Antibacterial Activity of Endophytic Fungi from Ziziphus spina-christi Leaves Against Propionibacterium acnes and Staphylococcus epidermidis


Penulis / Author (s)

Alfrida Monica Salasa¹ ¹ Jurusan Farmasi, Poltekkes Kemenkes Makassar, Makassar, Indonesia

Defline Apriliana Layuksugi¹ ¹

Sesilia Rante Pakadang¹ ¹

St. Ratnah¹ ¹

Asmawati¹ ¹

Koresponden : Alfrida Monica Salasa ¹

e-mail korespondensi: alfrida.monica@poltekkes-mks.ac.id

Reviewed: 30-05-2024

Accepted: 18-05-2025

DOI: <https://doi.org/10.32382/mf.v21i2.605>

ARTICLE INFO

ABSTRACT / ABSTRAK

Keywords:

antibacterial activity;
bidara arab leaves;
endophytic fungi;
Propionibacterium acnes;
Staphylococcus epidermidis;

Kata Kunci

aktivitas antibakteri;
daun bidara arab;
fungi endofit;
Propionibacterium acnes;
Staphylococcus epidermidis;

Ziziphus spina-christi L. (Arabian bidara) has long been used in traditional medicine for preventing acne and enhancing skin health. Acne pathogenesis is closely associated with the proliferation of *Propionibacterium acnes* and *Staphylococcus epidermidis*. This study aimed to isolate endophytic fungi from bidara leaves and assess their ability to produce antibacterial secondary metabolites. Endophytes were isolated through surface sterilization and successive purification on Sabouraud Dextrose Agar, followed by fermentation on Potato Dextrose Agar and ethyl acetate extraction. Phytochemical profiling and antibacterial activity were evaluated using standard qualitative assays and the agar diffusion method on Mueller Hinton Agar, respectively. Six pure isolates were obtained: brown (*Aspergillus niger*), grey (*Colletotrichum* sp.), cream (*Aspergillus terreus*), green (*Aspergillus flavus*), turquoise (*Aspergillus fumigatus*), and white (*Cylindrocladium* sp.). Phytochemical screening revealed the presence of alkaloids, flavonoids, polyphenols, and tannins in varying combinations across isolates. Antibacterial testing showed that all isolates inhibited *P. acnes* and *S. epidermidis*, except the green isolate, which exhibited no bactericidal activity. These findings indicate that bidara leaf endophytes represent a promising source of antibacterial compounds with potential applications in acne management.

Tanaman Bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.) adalah tanaman tradisional yang diyakini secara empiris mencegah pertumbuhan jerawat dan menghaluskan kulit. *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis* merupakan jenis bakteri yang dapat menimbulkan jerawat. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh isolat fungi endofit Daun Bidara Arab yang berpotensi menghasilkan metabolit sekunder sebagai antibakteri *Propionibacterium acnes* dan

Staphylococcus epidermidis. Fungi endofit diisolasi dengan cara sterilisasi Daun Bidara Arab, selanjutnya diinokulasi berulang pada media *Sabouraud Dextrose Agar* hingga diperoleh isolat murni. Dilakukan fermentasi pada media *Potato Dextrose Agar* diekstraksi dengan etil asetat. Skrining fitokimia ekstrak etil asetat dilakukan untuk mendapatkan metabolit sekunder digunakan untuk pengujian antibakteri dengan metode difusi agar pada media *Mueller Hinton Agar*. Hasil penelitian didapatkan 6 isolat murni, yaitu isolat coklat diduga *Aspergillus niger*, isolat abu-abu diduga *Colletotrichum* sp, isolat crem diduga *Aspergillus terreus*, isolat hijau diduga *Aspergillus flavus*, isolat toska diduga *Aspergillus fumigatus*, serta isolat putih diduga *Cylindrocladium*. Hasil skrining fitokimia menunjukkan isolat coklat mengandung alkaloid, polifenol, tannin, isolat crem mengandung alkaloid, flavonoid, polifenol dan tannin, isolat abu-abu mengandung polifenol dan tannin, isolat putih mengandung flavonoid, polifenol, tannin. Pengujian antibakteri didapatkan semua isolat pada Daun Bidara Arab berpotensi menghambat serta membunuh *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis* sedangkan isolat hijau tidak berpotensi dalam membunuh *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*

PENDAHULUAN

Infeksi merupakan salah satu penyakit yang memiliki tingkat persentase mortalitas yang termasuk tinggi di Indonesia. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya infeksi, umumnya disebabkan oleh bakteri, virus, dan jamur. Jerawat merupakan jenis infeksi yang paling umum terjadi. Dapat diperkirakan bahwa 75% dari remaja di dunia khususnya wanita pernah mengalami jerawat pada beberapa waktu dan sekitar 80% dari seluruh orang pernah mengalaminya (1). Tingkat frekuensi seseorang yang mengalami jerawat di Indonesia berkisar 80 - 85% yaitu pada remaja dengan usia 15 - 18 tahun, sekitar 12% diduduki pada wanita yang memiliki usia kurang dari 25 tahun dan 3% pada usia 35 - 44 tahun. (2). Jerawat merupakan keadaan di mana pori-pori pada kulit mengalami penyumbatan dan terbentuknya kantong nanah yang meradang atau sering disebut pustula. Jerawat mempunyai multifaktor penyebab dengan gejala klinis ditunjukkan seperti adanya komedo, papul, nodus dan kista. Penyebab jerawat yang sangat umum dan banyak terjadi yaitu karena infeksi bakteri. Bakteri yang menyebabkan munculnya jerawat salah satunya yaitu *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. Penggunaan antibiotik sering disarankan dalam menangani kasus jerawat, antibiotik topikal umum digunakan untuk mengobati jerawat yang tergolong ringan hingga sedang ketika lesi inflamasi muncul (3). Namun, dalam penggunaan antibiotika beberapa orang memiliki kendala ketidakcocokan dikarenakan beberapa orang mempunyai kulit yang cenderung sensitif

sehingga dapat memicu timbulnya efek samping yang tidak diinginkan seperti terjadi alergi pada kulit. Maka, opsi aman agar tidak terjadinya efek samping karena antibiotik yaitu dapat memilih pengobatan tradisional dapat digunakan dengan menggunakan senyawa antibakteri dari tumbuhan, yang lebih aman karena berasal dari bahan alami dan mempunyai sedikit efek samping.

Tanaman Bidara Arab (*Ziziphus spinachristi* L.) merupakan salah satu tanaman tradisional yang diyakini masyarakat secara nyata bisa mencegah dan menghambat pertumbuhan jerawat. Pada penelitian yang dilakukan oleh (4) tentang pengujian aktivitas antibakteri dari ekstrak Daun Bidara Arab dengan menggunakan konsentrasi 15% dan 20% hasilnya dapat menghambat *Propionibacterium acnes* dimana diameter zona hambat yang terbentuk masing-masing sebesar 5,41 mm dan 6,43 mm. Begitu pula pada penelitian Puteri, P. S., dkk pada tahun 2019 ekstrak etanol Daun Bidara Arab dengan konsentrasi 2,5 - 40% menunjukkan terbentuknya daya hambat terhadap *Propionibacterium acnes*. Ekstraksi dari tanaman menjadi kurang efektif dengan kendala ketersediaan tumbuhan, maupun degradasi lingkungan yang dapat berdampak pada hilangnya keanekaragaman hayati khususnya untuk tanaman yang saat ini sudah langka atau sudah mulai punah. Pemanfaatan mikroba endofit dapat menjadi salah satu pendekatan untuk mengeksplorasi senyawa-senyawa bioaktif yang terdapat pada tumbuhan dengan tidak membutuhkan lagi sampel tumbuhan dalam jumlah yang sangat banyak.

Mikroba endofit yang terdapat pada tumbuhan dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang dapat digunakan sebagai aktivitas antibakteri dimana senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan bersifat identik atau serupa dengan tanaman asalnya. Oleh karena itu, tidak selalu perlu memangkas tanaman inang sebagai simplisianya untuk mengisolasi senyawa bioaktif tersebut, sehingga tetap menjaga keanekaragaman hayati tanaman tersebut di alam (5). Mikroba endofit memproduksi senyawa metabolit sekunder yang mempunyai potensi dalam bidang kefarmasian antara lain senyawa antibiotik, antivirus, antikanker, antioksidan, biosektisida, immunosupresif, dan antidiuretik. Kemampuan yang dimiliki endofit dalam menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang sama dengan tanaman inangnya sebagai hasil transfer genetik dari tanaman inang ke jamur endofit (6).

Penelitian tentang mikroba endofit khususnya fungi endofit dari Daun Bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.) belum banyak dilakukan. Berpijak dari problematika yang dijelaskan di atas, oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian tentang isolasi, identifikasi dan uji aktivitas fungi endofit dari Daun Bidara Arab terhadap *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*.

METODE

Desain, tempat dan waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Poltekkes Kemenkes Makassar. Penelitian diawali dari prose penyiapan bahan yaitu Daun Bidara Arab, mengkultur fungi endofit dari daun, isolasi dan pemurnian isolate fungi endofit, dan terakhir dilakukan pengujian aktivitas antibakteri isolate fungi endofit.

Bahan dan alat

Adapun bahan – bahan yang digunakan selama proses penelitian ini yaitu Aluminium foil, Aquadest steril, Daun Bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.), Etanol 75%, kloramfenikol, larutan NaOCl 5%, media *Saboraud Dextrose Agar* (SDA), media *Potato Dextrose Broth* (PDB), media *Mueller Hinton Agar* (MHA), NaCl 0,9%, spiritus, swab steril dan tissue. Adapun bakteri yang digunakan pada penelitian ini adalah *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu autoklaf, batang pengaduk, cutter, cawan petri, *deck glass*, erlenmeyer, gelas kimia, gelas ukur, gunting, incubator, jarum ose, label, *laminari air flow*, mikroskop, *object glass*, oven,

paper disk, penggaris, pinset, pipet tetes, rak tabung, spiritus, spoit, tabung reaksi dan timbangan analitik.

Langkah-Langkah Penelitian

1. Pengumpulan dan pengerjaan bahan uji

Fungi endofit yang diperoleh bersumber dari dari daun bidara arab segar yang didapatkan dari Kabupaten Toraja Utara. Daun bidara arab dipilih dengan seksama dan yang diambil yaitu daun yang berasal dari tanaman hidup yang ada dalam pot guna untuk mencegah terjadinya kontaminasi mikroba cemaran yang berlebih. Daun bidara arab dicuci bersih dengan air mengalir lalu dilakukan sterilisasi permukaan dengan cara aseptis

2. Isolasi dan Pemurnian Isolat Fungi Endofit Daun Bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.)

Daun Bidara Arab dicuci bersih dengan air mengalir selama 10 menit, pemotongan bagian-bagian daun tanaman dengan ukuran kecil hingga sedang (seluruh bagian daun yang diambil sebagai sampel mewakili semua jaringan daun), perendaman menggunakan alkohol 75% selama 1 menit, dilanjutkan dengan perendaman dalam natrium hipoklorit (NaOCl) 5% hingga 5 menit, dan terakhir perendaman dalam alkohol 75% selama 30 detik. Selanjutnya daun yang sudah dilerikan dikeringkan untuk menghilangkan sisa-sisa alkohol. Lalu daun tersebut dipotong menggunakan pisau steril dengan ukuran ± 1 cm di atas objek gelas steril.

Proses mengkultur fungi endofit dari daun bidara arab: potongan daun bidara arab yang sudah melewati proses sterilisasi diinokulasikan dalam media *Saboraud Dextrose Agar* (SDA) yang sebelumnya telah ditambahkan dengan kloramfenikol 0,005%. Setelah daun ditanam pada media, selanjutnya akan diinkubasi selama waktu 5-7 hari (pertumbuhan tiap isolat fungi diamati secara berkala). Hasil isolat yang telah tumbuh pada media dimurnikan dengan cara menginokulasikan kembali tiap jenis isolat fungi yang tumbuh pada media SDA secara terpisah atau ditumbuhkan pada media baru. Inokulasi isolat terus dilakukan pada media baru hingga didapatkan beberapa isolat yang murni. Isolat yang murni kemudian diremajakan untuk menjadi bahan uji selanjutnya. Selama inokulasi, dilakukan pengamatan morfologi jamur endofit secara makro dan mikro.

Pengamatan makroskopik dilakukan dengan melihat bentuk, ciri-ciri permukaan, warna isolat dan bentuk pertumbuhan koloni fungi. Investigasi mikroskopis dilakukan dengan menggunakan mikroskop perbesaran 10x10 untuk mengevaluasi sifat-sifat unik dan ciri spesifik dari isolat fungi yang nantinya akan

dibandingkan dengan literatur atau rujukan yang sesuai dengan isolat fungi endofit yang mirip atau sejenis.

3. Pengujian aktivitas antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri isolat fungi endofit daun bidara arab menggunakan metode difusi agar menggunakan media *Mueller Hinton Agar* (MHA). Isolat fungi yang murni dilanjutkan ke proses fermentasi untuk memproduksi metabolit sekunder yang bersifat antibakteri. Isolat fungi endofit murni yang tumbuh pada media SDA dipotong berbentuk kotak dan diinokulasikan kedalam labu erlenmeyer yang telah berisi media cair *Potato Dextrose Broth* (PDB) lalu tempatkan di atas *orbital shaker* 2-3 minggu mendorong produksi metabolit sekundernya. Setelah dilakukan fermentasi selama 2-3 minggu, hasil fermentasi disaring kemudian diekstraksi menggunakan etil asetat di dalam corong pisah. Pelarut etil asetat yang bersifat semipolar digunakan dengan maksud untuk mendapatkan komponen yang bersifat polar maupun nonpolar (Rante *et al.* 2020).

Ekstrak etil asetat dari masing-masing isolat yang telah di corong pisah, selanjutnya diupakan menggunakan *rotary evaporator* hingga mendapat ekstrak kental metabolit sekundernya yang diletakkan pada cawan porselin yang sebelumnya telah ditimbang (berat cawan kosong). Kemudian diupakan kembali di *waterbath* hingga ekstrak mengering dan di timbang kembali cawan beserta ekstraknya. Selanjutnya ekstrak kental yang diperoleh digunakan sebagai pengujian aktivitas antibakteri. Pekerjaan serupa dilakukan terhadap semua isolat fungi endofit murni yang diperoleh. Ekstrak etil asetat dari masing-masing isolat di kerok lalu disuspensikan ke dalam DMSO yang perhitungannya sesuai dengan banyaknya ekstrak yang diperoleh (konsentrasi 100%). *Blank paper disc* direndam dalam masing-masing suspensi bahan uji.

Media dituang dalam cawan petri yang sebelumnya sudah disterilkan, biarkan hingga beku. Suspensi bakteri uji *Proponibacterium acnes* disebar pada permukaan media MHA menggunakan swab steril hingga merata,

kemudian *paper disk* yang telah mengandung ekstrak bahan uji diletakkan pada permukaan media secara teratur. Perlakuan yang sama pula untuk bakteri uji *Staphylococcus epidermidis*. Diinkubasi pada suhu 37°C selama 1 x 24 jam hingga 2 x 24 jam. Pengamatan dilakukan dengan mengukur zona bening yang terbentuk disekitar isolat.

4. Skrining fitokimia


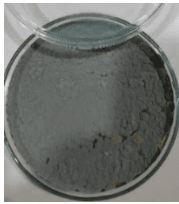
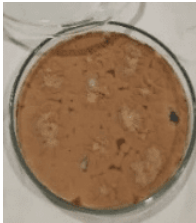
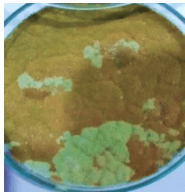
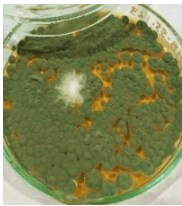

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengetahui senyawa metabolit sekunder: alkaloid, flavonoid, polifenol, tannin dan saponin. Pengujian skrining fitokimia yang dilakukan menggunakan reaksi warna dengan pereaksi yang sesuai. Uji Alkaloid dengan cara Ekstrak $\pm 0,5$ g + 2 mL etanol 70% kemudian dikocok + 5 mL HCl 2N, lalu dipanaskan kemudian ditambah 3 tetes pereaksi Mayer dan hasil positif akan terdapat endapan. Uji Saponin dengan cara. Ekstrak $\pm 0,5$ g + 2 mL etanol 70% kemudian dikocok lalu tambahkan 10 mL air suling lalu dikocok, kemudian didiamkan hingga 20 menit. Hasil positif menunjukkan adanya busa. Uji Tanin dengan cara. Ekstrak $\pm 0,5$ g + 2 mL etanol 70% dikocok ditambahkan FeCl₃ 1% sebanyak 3 tetes, hasil positif menunjukkan warna biru kehitaman jika positif senyawa tanin galat dan warna hijau kehitaman jika positif senyawa tannin katekin. Uji Flavonoid dengan cara. Ekstrak $\pm 0,5$ g + 2 mL etanol 70% kemudian dikocok lalu ditambahkan 0,5 g serbuk magnesium dan 3 tetes HCL pekat. Hasil positif flavon menunjukkan terbentuknya warna jingga sampai merah, merah sampai merah padam menunjukkan flavanol, merah padam hingga merah keunguan menunjukkan flavanon. Uji Polifenol dengan cara. Ekstrak etanol + 10mL air kemudian dipanaskan selama 10 menit menggunakan spiritus, dinginkan lalu disaring. Filtrat + FeCl₃ 3 tetes akan terbentuk larutan berwarna ungu sampai biru jika hasil positif (7)

Pengolahan dan analisis data

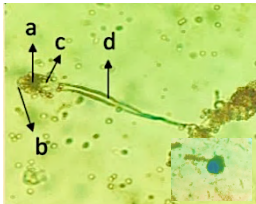
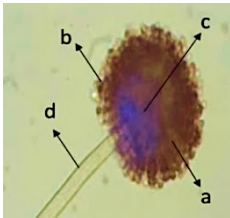
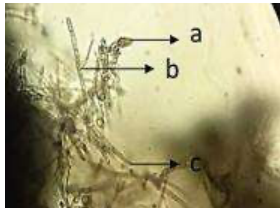
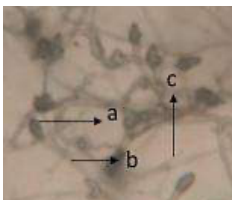
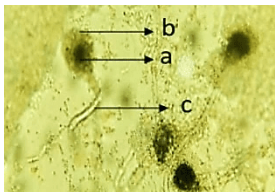
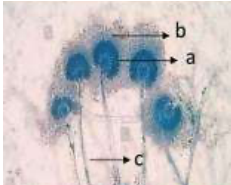
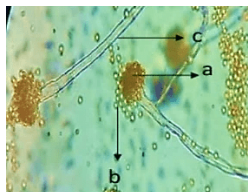
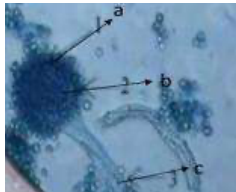
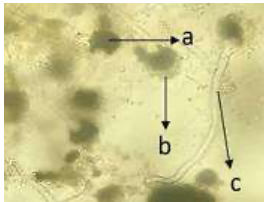

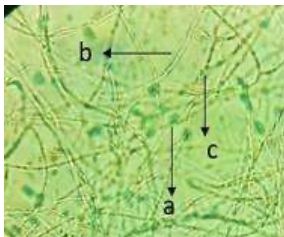
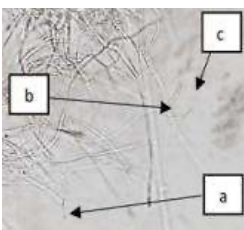
Data yang didapatkan dari pengukuran diameter zona hambat ditabulasikan, kemudian dirata-ratakan, lalu dianalisis secara statistik menggunakan SPSS.

HASIL

Tabel 1. Karakteristik Makroskopik Isolat Fungi Endofit Daun Bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.)

No.	Nama Isolat	Gambar Makroskopik	Pengamatan Makroskopik	Pengamatan Rujukan
1.	Coklat (CKT)		Koloni memiliki warna coklat tua mendekati hitam dengan tekstur serbuk halus dan kering, pertumbuhan merata pada media Diduga <i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus niger</i> Secara makroskopik berwarna coklat kehitaman, tektur lembut, terdiri dari beberapa serabut tipis dengan bentuk koloni berbentuk bulat atau juga semi bulat
2.	Abu-abu (ABU)		Koloni memiliki warna abu-abu muda mendekati tua dengan tektur halus dan padat melekat, pertumbuhan merata pada media, tidak teratur Diduga <i>Colletotrichum sp</i>	<i>Colletotrichum sp</i> Memiliki koloni berwarna abu-abu berbentuk nulat dengan tepi koloni tidak teratur dan memiliki tenunan hifa yang tebal
3.	Crem (CRM)		Koloni berwarna krem kecoklatan dengan tekstur seperti kulit dan tipis tekstur seperti beludru Diduga <i>Aspergillus terreus</i>	<i>Aspergillus terreus</i> Pertumbuhan <i>Aspergillus terreus</i> secara makroskopik ditandai koloni yang berwarna crem seperti kayu manis dengan tekstur beludru
4.	Hijau (HJU)		Koloni berwarna hijau tua bercampur dengan koloni hijau muda dengan tekstur serbuk halus, dan padat Diduga <i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus flavus</i> memiliki ciri-ciri koloni berwarna kekuningan sampai kehijauan, powerderry atau seperti pasir
5.	Toska (TSK)		Koloni berwarna tosca dengan permukaan seperti beludru kemudian berubah mendekati warna abu-abu setelah lebih dari 5 hari penanaman Diduga <i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i> Memiliki permukaan seperti beludru, berbulu halus, memperlihatkan nuansa hijau sampai kebiruan
6.	Putih (PTH)		Koloni berwarna putih tulang dengan tekstur seperti kapas dan tumbuh secara berkelompok pada media Diduga <i>Cylindrocladium</i>	<i>Cylindrocladium</i> Koloni permukaan berwarna putih seperti kapas serta tepi meruncing

Tabel 2. Karakteristik Isolat Fungi Endofit Daun Bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.) secara mikroskopik setelah inkubasi 7 hari

Isolat	Hasil Pengamatan	Pustaka Rujukan	Deskripsi
Coklat (CKT)		 <i>Aspergillus niger</i>	<p>a. Konidia b. Spora c. Vesikel d. Konidiofor</p> <p>Pengamatan mikroskopik konidiofor tumbuh tegak dan tidak bercabang, vesikel berbentuk bulat, memiliki konidia berbentuk bulat dan hitam.</p>
Abu-abu (ABU)		 <i>Colletitrichum sp.</i>	<p>a. Konidia b. Konidiofor c. Seata/duri</p> <p>Mikroskopiknya memiliki vesikel, kondiofor, setae dan konidia. Vesikel membulat dari konidiofor yang tunggal berdinding tebal, terdapat setae</p>
Crem (CRM)		 <i>Aspergillus terreus</i>	<p>a. Konidia b. Spora c. Konidiofor</p> <p>Mikroskopis menunjukkan adanya sejumlah kecil konidia. Vesikel berbentuk bulat dan terdapat konidiofor panjang dan pendek.</p>
Hijau (HJU)		 <i>Aspergillus flavus</i>	<p>a. Konidia b. Spora c. Konidiofor</p> <p>Secara mikroskopis <i>Aspergillus flavus</i> yang terdiri atas konidia, vesikel serta konidiofor</p>
Toska (TSK)		 <i>Aspergillus fumigatus</i>	<p>a. Konidia b. Spora c. Konidiofor</p> <p>Mikroskopis menunjukkan hifa tidak memiliki sekat, konidiofornya panjang, dinding konidia halus serta berbentuk kolumnar memanjang.</p>
Putih (PTH)		 <i>Cyllindrocladium</i>	<p>a. Konidia b. Konidiofor c. Cabang konidiofor</p> <p>Ciri mikroskopisnya yaitu hifa memiliki sekat, spora yang halus, mempunyai konidia dan konidiofor serta cabang konidiofor, mempunyai</p>

Tabel 3. Hasil Mann Whitney Ekstrak Etil Asetat Isolat Fungi Endofi Daun Bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.) terhadap Pertumbuhan *Propionibacterium acnes*

Bakteri Uji	Perlakuan	N	Zona Hambatan Pertumbuhan Bakteri Uji				
			Mean	Std.dev	Median	Min	Max
<i>Propionibacteriu m acnes</i> (1x24 jam)	Isolat CKT	3	15.5000	0.86603	15.00 ^a	15.00	16.5
	Isolat ABU	3	16.8333	2.30940	15.50 ^{ab}	15.50	19.5
	Isolat CRM	3	21.6667	2.51661	22.00 ^b	19.00	24.0
	Isolat HJU	3	14.1667	2.46644	13.00 ^{abc}	12.50	17.0
	Isolat TSK	3	14.6667	2.08167	14.00 ^{abc}	13.00	17.0
	Isolat PTH	3	18.1667	0.28868	18.00 ^b	18.00	18.5

Superscript ^{abc} : menunjukkan aktivitas yang tidak berbeda nyata dalam menghambat pertumbuhan *Propionibacterium acnes* 1x24 jam

Bakteri Uji	Perlakuan	N	Zona Hambatan Pertumbuhan Bakteri Uji				
			Mean	Std.dev	Median	Min	Max
<i>Propionibacterium acnes</i> (2x24 jam)	Isolat CKT	3	9.3333	0.28868	9.50 ^p	9.00	9.5
	Isolat ABU	3	10.1667	1.15470	9.50 ^{pq}	9.50	11.5
	Isolat CRM	3	15.5000	0.50000	15.50	15.00	16.0
	Isolat HJU	3	0	0	0	0	0
	Isolat TSK	3	7.6667	0.28868	7.50	7.50	8.0
	Isolat PTH	3	10.5000	0.50000	10.50 ^q	10.00	11.0

Superscript ^{pq}: menunjukkan aktivitas yang tidak berbeda nyata dalam menghambat pertumbuhan *Propionibacterium acnes* 2x24 jam

<i>Propionibacterium acnes</i> (1x24jam)							<i>Propionibacterium acnes</i> (2x24jam)						
	Coklat	Abu-abu	Crem	Hijau	Toska	Putih	Coklat	Abu-abu	Crem	Hijau	Toska	Putih	
Coklat	-	0,261 (ns)	0,046	0,507 (ns)	0,507 (ns)	0,043	-	0,197 (ns)	0,046	0,034	0,043	0,046	
Abu-abu	0,261 (ns)	-	0,121 (ns)	0,268 (ns)	0,268 (ns)	0,500 (ns)	0,197 (ns)	-	0,046	0,034	0,043	0,507 (ns)	
Crem	0,046	0,121 (ns)	-	0,050	0,050	0,046	0,046	0,046	-	0,037	0,046	0,050	
Hijau	0,507 (ns)	0,268 (ns)	0,050	-	0,500 (ns)	0,046	0,034	0,034	0,037	-	0,034	0,037	
Toska	0,507 (ns)	0,256 (ns)	0,050	0,500 (ns)	-	0,046	0,043	0,043	0,046	0,034	-	0,046	
Putih	0,043	0,500 (ns)	0,046	0,046	0,046	-	0,046	0,507	0,050	0,037	0,046	-	

Tabel 4. Hasil Mann Whitney Ekstrak Etil Asetat Isolat Fungi Endofi Daun Bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis*

Bakteri Uji	Perlakuan	N	Zona Hambatan Pertumbuhan Bakteri Uji				
			Mean	Std.dev	Median	Min	Max
<i>Staphylococcus epidermidis</i> (1x24 jam)	Isolat CKT	3	15.8333	0.57735	15.50 ^a	15.50	16.50
	Isolat ABU	3	14.1667	1.44338	15.00 ^b	12.50	15.00
	Isolat CRM	3	20.1667	0.76376	20.00 ^c	19.50	21.00
	Isolat HJU	3	11.5000	2.29129	12.00 ^b	9.00	13.50
	Isolat TSK	3	15.6667	1.44338	16.50 ^{abd}	14.00	16.50

Isolat PTH 3 17.3333 2.02073 17.00^{acd} 15.50 19.50
Superscript ^{abc} : menunjukkan aktivitas yang tidak berbeda nyata dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* 1x24 jam

Bakteri Uji	Perlakuan	N	Zona Hambatan Pertumbuhan Bakteri Uji				
			Mean	Std.dev	Median	Min	Max
<i>Staphylococcus epidermidis</i> (1x24 jam)	Isolat CKT	3	9.0000	0.50000	9.00 ^p	8.50	9.50
	Isolat ABU	3	9.6667	0.28868	9.50 ^{pq}	9.50	10.00
	Isolat CRM	3	14.5000	0.50000	14.50	14.00	15.00
	Isolat HJU	3	0	0	0	0	00.00
	Isolat TSK	3	8.1667	1.25831	8.00 ^{pqr}	7.00	9.50
	Isolat PTH	3	9.1667	0.28868	9.00 ^{pqr}	9.00	9.50

Superscript ^{pqr} : menunjukkan aktivitas yang tidak berbeda nyata dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* 2x24 jam

<i>Staphylococcus epidermidis</i> (1x24jam)							<i>Staphylococcus epidermidis</i> (2x24jam)					
	Coklat	Abu-abu	Crem	Hijau	Toska	Putih	Coklat	Abu-abu	Crem	Hijau	Toska	Putih
Coklat	-	0,043	0,046	0,046	0,814 (ns)	0,246 (ns)	-	0,105 (ns)	0,050	0,037	0,376 (ns)	0,637 (ns)
Abu-abu	0,043	-	0,046	0,121 (ns)	0,261 (ns)	0,046 (ns)	0,105 (ns)	-	0,046	0,034	0,105 (ns)	0,099 (ns)
Crem	0,046	0,046	-	0,050	0,046	0,077 (ns)	0,050	0,046	-	0,037	0,050	0,046
Hijau	0,046	0,121 (ns)	0,050	-	0,046	0,050	0,037	0,034	0,037	-	0,037	0,034
Toska	0,814 (ns)	0,261 (ns)	0,046	0,046	-	0,268 (ns)	0,376 (ns)	0,105 (ns)	0,050	0,037	-	0,369 (ns)
Putih	0,246 (ns)	0,046	0,077 (ns)	0,050	0,268 (ns)	-	0,637 (ns)	0,099 (ns)	0,046	0,034	0,369 (ns)	-

PEMBAHASAN

Fungi endofit merupakan makhluk mikroskopis yang mengembangkan koloni pada jaringan tanaman dan bertahan hidup dengan tinggal di sana tanpa menyakiti tanaman inangnya. Setiap tanaman tingkat tinggi dapat menampung berbagai mikroorganisme, salah satunya adalah jamur endofit, yang mendapatkan materi genetik dari tanaman inangnya dan dapat menghasilkan zat bioaktif yang disebut metabolit sekunder (8). Fungi endofit dapat menghasilkan metabolit sekunder yang sama dengan inangnya atau tanaman asalnya (Pasappa *et al.*, 2022).

Penelitian ini dilakukan isolasi fungi endofit dari Daun Bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.) untuk mengetahui dan mendapatkan jenis-jenis fungi endofit yang diisolasi dari tanaman tersebut serta untuk mengetahui potensi metabolit sekunder isolat fungi endofit Daun Bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus*

epidermidis. Proses pengamatan dilakukan dengan cara mengamati aktivitas antibakteri fungi endofit secara langsung pada media *Mueller Hinton Agar* (MHA) dengan metode difusi agar menggunakan *paper disk* yang membuat seluruh komponen antibakteri yang terdapat pada fungi endofit akan tersebar ke dalam media agar lalu akan menghambat pertumbuhan bakteri yang ada. Adanya zona bening yang terbentuk pada media *Mueller Hinton Agar* (MHA) menunjukkan terdapat penghambatan terhadap pertumbuhan mikroorganisme oleh agen antibakteri, proses pengamatan akan dilakukan setelah menunggu proses selama inkubasi 1x24 jam hingga 2x24 jam dengan suhu 37°C.

Isolat DBA Coklat (CKT) berasal dari Daun Bidara Arab Tua, memiliki penampakan makroskopik koloni warna cokelat tua mendekati hitam dengan tekstur serbuk halus menyerupai beludru, dimana pertumbuhan mula-mula isolat ini bercampur dengan isolat berwarna putih dikultur kembali pada media

SDA secara terpisah dan setelah tiga hari mendapat isolat berwarna coklat tua yang tumbuh merata pada media. Sedangkan mikroskopiknya yaitu memiliki konidiofor lembut, panjang, tidak berwarna. Konidia berbentuk bulat dan berwarna hitam. Berdasarkan hal ini maka isolat DBA CKT diduga *Aspergillus niger*, dimana menurut (9) Secara makroskopis tampak koloni *Aspergillus niger* berwarna hitam kecoklatan dan menurut (10) makroskopik *Aspergillus niger* mempunyai koloni berbentuk bulat, bertekstur lembut, tepi koloni rata berwarna coklat dan dapat juga berwarna kehitaman serta pengamatan mikroskopik menunjukkan konidiofor tumbuh tegak dan tidak bercabang, vesikel berbentuk bulat, memiliki konidia berbentuk bulat dan hitam.

Isolat DBA Abu-abu (ABU) memiliki penampakan makroskopik koloni berwarna abu-abu muda hingga tua tidak teratur dengan tekstur halus dan padat melekat, pertumbuhan merata pada media, sedangkan mikroskopiknya konidiofor tunggal, tegak, tajam dan terlihat tebal. Berdasarkan hal ini maka isolat DBA ABU diduga *Colletotrichum* sp. Karena menurut (11), makroskopik dari *Colletotrichum* sp. Koloni berwarna abu-abu dengan conidial mass berwarna abu-abu. Isolat berbentuk bulat dengan tepi koloni tidak teratur dan memiliki hifa yang tebal menyerupai wol dan pengamatan mikroskopiknya memiliki vesikel, konidiofor, setae dan konidia. Vesikel yang membulat dari konidiofor yang tunggal, tidak bercabang dan berdinding tebal, terdapat setae berwarna sama yang muncul diantara kumpulan konidia di ujung konidiofor. Menurut (12) makroskopis *Colletotrichum* sp. yaitu miselium berwarna putih kekuningan, bentuk koloni silinder panjang, tidak memiliki septa, dan berbentuk batang.

Isolat DBA Crem (CRM) memiliki penampakan makroskopik koloni berwarna krem kuning kecoklatan dengan tekstur seperti kulit halus menyerupai beludru dan tipis, tumbuh merata pada media setelah di kultur kembali pada media SDA karena sebelumnya bercampur dengan koloni lain. Penampakan mikroskopiknya konidiofor panjang, konidia bulat, berbentuk seperti jari. Berdasarkan hal ini maka isolat DBA CRM diduga *Aspergillus terreus*, dimana menurut (13) uji makroskopik *Aspergillus terreus* memiliki koloni berwarna putih kekuningan sampai kecoklatan dan uji mikroskopis didapatkan konidia yang berjumlah sangat sedikit. Bentuk vesikel bulat serta terdapat konidiofor yang panjang dan pendek.

Pada *Aspergillus terreus* ditemukan terdapat konidiofor berwarna coklat kekuningan dimana akan semakin gelap seiring bertambahnya umur dari koloni. Kepala konidia berwarna coklat kekuningan, konidiofor tidak berwarna dan memiliki dinding yang halus. Terdapat vesikula berbentuk semi bulat, berdiameter 1,5 – 2,5 µm, bentuk konidia elips hingga bulat, serta menurut (14) secara makroskopik memiliki warna koloni krem ke kayu manis, dan tekstur seperti beludru. Mikroskopik tangkai konidia (konidiofora) yang kasar tidak berwarna, vesikel dan spora/konidia bentuknya menyerupai elips dan berwarna hijau kebiruan.

Isolat DBA Hijau (HJU) memiliki penampakan makroskopik koloni berwarna hijau tua dengan tekstur serbuk halus seperti beludru, koloni agak tebal sedangkan mikroskopiknya bagian atas sporangium dan konidia bulat, konidiofor panjang sama dengan *Aspergillus flavus* dimana menurut Nontji *et al* (2023), *Aspergillus flavus* secara makroskopis yaitu terlihat koloni tampak seperti tepung dimana mula-mula berwarna putih hijau dengan diakhir nampak hijau tebal serta secara mikroskopis *Aspergillus flavus* yang terdiri atas konidia, vesikel serta konidiofor. Menurut Putra *et al* (2020) *Aspergillus flavus* memiliki morfologi koloni yang berwarna hijau hingga hijau kekuningan dengan bentuk koloni menyerupai granular. Koloni yang berusia masih muda memiliki warna putih dan akan berubah menjadi hijau kekuningan setelah berubah membentuk konidia, konidianya memiliki bentuk bulat dan berdiameter 3- 6 µm, serta konidiofornya memanjang berbentuk silinder.

Isolat DBA Toska (TSK) memiliki penampakan mikroskopik koloni berwarna tosca dengan permukaan seperti beludru kemudian berubah mendekati warna abu-abu setelah lebih dari 5 hari penanaman sedangkan mikroskopiknya yaitu hifa tidak bersepta, memiliki konidiofor yang tidak berwarna, konidia memanjang seperti rantai. Berdasarkan hal tersebut maka isolat DBA TSK diduga *Aspergillus fumigatus*, dimana menurut (15) *Aspergillus fumigatus* dilihat dari tampilan makroskopis memiliki pertumbuhan permukaan koloni seperti beludru, lebih dominan berwarna nuansa hijau, berbulu halus, umumnya koloni yang ditemukan berwarna biru-hijau ke abu-abu-hijau dan memiliki batas tepi berwarna putih sempit. Pengamatan tampilan secara mikroskopis dilakukan dan menunjukkan hasil dengan ciri-ciri hifa tidak yang bersepta, konidia yang memiliki bentuk

kolumnar yang memanjang serta konidioformya panjang dan berdinding halus, bentuk ujung pada vesikel berbentuk gada.

Isolat DBA Putih (PTH) memiliki penampakan makroskopik koloni berwarna putih tulang dengan tekstur seperti kapas dan tumbuh secara berkelompok pada media sedangkan penampakan mikroskopiknya hifa seperti benang-benang, memiliki spora yang halus serta konidioformya bercabang. Berdasarkan hal tersebut maka isolat DBA PTH diduga *Cylindrocladium*, karena menurut (16) penampakan makroskopik isolat jamur *Cylindrocladium* memiliki bentuk bulat yang bagian atas, bawah dan tepi koloni berwarna putih. Dilihat dari ciri-ciri mikroskopis yang dilakukan di mikroskop menunjukkan terdapat spora yang halus, hifa memiliki sekat, mempunyai konidia, konidiofor, dan cabang konidiofor yang banyak, *Cylindrocladium* memiliki bentuk konidiofor bulat dan tidak berwarna atau hialin dan bercabang. Selain itu dapat pula di lihat bentuk umum makroskopis yaitu berbentuk bulat, memiliki tekstur seperti kapas yang meruncing pada bagian tepinya.

Semua isolat murni yang ditemukan dilanjutkan ke tahap fermentasi menggunakan media cair *Potato Dextrose Broth* (PDB) kemudian ditempatkan di atas *orbital shaker* selama 2-3 minggu untuk mendorong produksi metabolit sekundernya, hasil fermentasi disaring lalu ditambahkan etil asetat sebagai pelarut untuk melakukan ekstraksi menggunakan corong pisah. Pelarut etil asetat digunakan karena bersifat semipolar dimana mampu untuk menarik semua senyawa-senyawa baik polar ataupun nonpolar yang dikandung oleh tanaman. Ekstrak etil asetat dari setiap isolat fungi endofit kemudian diuapkan. Selanjutnya dilakukan pengujian aktivitas antibakteri menggunakan media *Mueller Hinton Agar* (MHA), suspensi bakteri uji *Propionibacterium acnes* disebarkan pada permukaan media MHA menggunakan swab steril hingga merata, kemudian *paper disc* yang sebelumnya telah di rendam dan telah mengandung ekstrak bahan uji diletakkan pada permukaan media secara teratur. Perlakuan yang sama pula dilakukan terhadap bakteri uji *Staphylococcus epidermidis*. Setelah itu, diinkubasi pada suhu 37°C lalu di tunggu selama 1 x 24 jam hingga 2 x 24 jam. Pengujian dilakukan 1 x 24 jam untuk melihat kemampuan isolat untuk menghambat dan pengujian 2 x 24 jam dilakukan untuk melihat kemampuannya dalam membunuh bakteri uji. Pengamatan aktivitas antibakteri dilakukan dengan cara

mengukur zona hambat yang terbentuk pada sekeliling isolat dengan menggunakan pembanding kontrol negatif DMSO. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya zona bening yang menunjukkan area hambatan pada media MHA disekitar *paper disk* isolat fungi endofit Daun Bidara Arab.

Hasil pengujian antibakteri terhadap *Propionibacterium acnes* 1x24 jam menunjukkan bahwa isolat CKT (coklat), isolat ABU (abu-abu), isolat CRM (crem), isolat HJU (hijau), isolat TSK (toska) dan isolat PTH (putih) memiliki aktivitas antibakteri. Dimana data yang menunjukkan aktivitas antibakteri yang sangat optimal dihasilkan oleh isolat CRM yang diduga *Aspergillus terreus* dengan rata-rata zona hambat sebesar 21,6 mm, sedangkan pada *Propionibacterium acnes* 2x24 jam menunjukkan isolat CKT (coklat), isolat ABU (abu-abu), isolat CRM (crem), isolat TSK (toska) dan isolat PTH (putih) bersifat bakterisida dan yang paling optimal dihasilkan oleh isolat CRM dengan rata-rata zona hambat sebesar 15,5 mm.

Hasil pengujian antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis* 1x24 jam menunjukkan bahwa isolat CKT (coklat), isolat ABU (abu-abu), isolat CRM (crem), isolat HJU (hijau), isolat TSK (toska) dan isolat PTH (putih) memiliki aktivitas antibakteri. Dimana data yang menunjukkan aktivitas antibakteri yang paling optimal dihasilkan oleh isolat CRM yang diduga *Aspergillus terreus* dengan rata-rata zona hambat sebesar 20,16 mm, sedangkan pada *Staphylococcus epidermidis* 2x24 jam menunjukkan isolat CKT (coklat), isolat ABU (abu-abu), isolat CRM (crem), isolat TSK (toska) dan isolat PTH (putih) bersifat bakterisida dan yang paling optimal dihasilkan oleh isolat CRM dengan rata-rata zona hambat sebesar 14,5 mm.

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengetahui senyawa metabolit sekunder: alkaloid, flavonoid, saponin, tannin dan polifenol. Pengujian skrining fitokimia menggunakan reaksi warna dengan pereaksi yang sesuai (17). Isolat yang memiliki daya hambat paling optimal terhadap *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis* yaitu pada isolat CRM karena dari hasil uji skrining fitokimia isolat tersebut positif mengandung alkaloid, flavonoid, polifenol dan tannin. Isolat CKT positif mengandung alkaloid, polifenol, tannin dan negatif flavonoid. Isolat ABU positif mengandung polifenol dan tannin serta negatif alkaloid dan flavonoid. Isolat PTH positif mengandung flavonoid, polifenol, tannin

dan negatif alkaloid. (18) menyimpulkan hasil skrining ekstrak Daun Bidara Arab mengandung senyawa metabolit sekunder golongan alkaloid, flavonoid, saponin, tannin dan polifenolat. Hal ini membuktikan bahwa fungi endofit mengandung senyawa yang sama dengan tanaman inangnya.

Hasil pengujian aktivitas antibakteri diperoleh terdapat satu isolat yang memiliki diameter zona hambat paling besar atau menunjukkan aktivitas antibakteri yang sangat optimal yaitu pada isolat CRM (crem) hal ini disebabkan karena pada uji skrining fitokimia isolat CRM mengandung banyak senyawa metabolit sekunder yaitu alkaloid, flavonoid, tannin dan polifenol dimana senyawa-senyawa ini memiliki kemampuan atau mekanisme kerja dalam menghambat dan membunuh bakteri. Sedangkan isolat lain hanya mengandung beberapa senyawa tetapi meskipun demikian isolat lainnya tetap memiliki aktivitas antibakteri walaupun tidak seoptimal isolat CRM.

Senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak etil asetat isolat fungi endofit Daun Bidara Arab memiliki kemampuan untuk menghambat dan membunuh *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*, karena tiap senyawa aktif diatas masing-masing isolat memiliki berbagai mekanisme kerja sebagai aktivitas antibakteri. Mekanisme kerja senyawa alkaloid sebagai antibakteri diprediksi melalui penghambatan sintesis dinding sel yang akan menyebabkan lisis pada sel sehingga sel akan mati (19). Mekanisme flavonoid bertindak sebagai antibakteri adalah dengan membentuk senyawa kompleks dengan protein terlarut dan ekstraseluler. Hal ini mencegah fosfolipid menahan membran sel bakteri pada tempatnya, yang menyebabkan membran sel bocor, resistensi pertumbuhan, dan bahkan kematian bakteri (20). Karena kemampuannya untuk mengganggu transportasi protein di lapisan dalam, mengaktifkan enzim, dan mengaktifkan adhesin sel mikroba, tanin memiliki aktivitas antibakteri (21). Mekanisme kerja polifenol sebagai antibakteri bertindak sebagai toksin dalam sitoplasma, menyebabkan kerusakan dinding sel hingga menembus dinding sel serta mendapatkan protein sel bakteri (22).

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan ditemukan bahwa isolat CKT, isolat ABU, isolat CRM, isolat HJU, isolat TSK, isolat PTH yang ditemukan pada Daun Bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.) berpotensi dalam menghambat *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis* (bersifat bakteriostatik) sedangkan isolat HJU merupakan

satu dari sembilan isolat yang ditemukan pada Daun Bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.) yang tidak berpotensi dalam membunuh (bakteriosida) *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. Hal ini membuktikan bahwa fungi endofit yang terkandung dalam suatu tanaman memiliki aktivitas antibakteri yang dapat dimanfaatkan sehingga menjadi suatu penemuan yang efektif karena tidak membutuhkan sampel atau ekstrak dalam jumlah yang banyak.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sifatullah N, Zulkarnain Z. Jerawat (Acne vulgaris): Review penyakit infeksi pada kulit. Pros Sem Nas Biol. 2021 Nov;(November):19–23.
2. Panjaitan JS. Hubungan antara penggunaan kosmetik terhadap terjadinya Akne Vulgaris di Poliklinik Kulit dan Kelamin Royal Prima dan Murni Teguh Memorial Hospital Kota Medan. Nommensen J Med. 2020;6(1):22–25. doi:10.36655/njm.v6i1
3. Madelina W, Sulistyaningsih S. Review: Resistensi antibiotik pada terapi pengobatan jerawat. J Farmaka. 2018;16(2):105–17.
4. Alydrus LN, Gama SI, Rijai L. Skrining fitokimia dan uji aktivitas antibakteri ekstrak daun bidara (*Ziziphus mauritiana*) terhadap bakteri *Propionibacterium acnes*. Proceeding Mulawarman Pharmaceuticals Conferences. 2023;17:38–43.
5. Mukhlis DK, Hendri M. Isolasi dan aktivitas antibakteri jamur endofit pada mangrove *Rhizophora apiculata* dari kawasan Mangrove Tanjung Api-api, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Maspari J. 2018;10(2):151–60.
6. Asri MI, Sabaruddin S, Fitriana F. Isolasi fungi endofit daun srikaya (*Annona muricata* L.) sebagai antioksidan secara KLT-autografi. J Microbiol Sci. 2021;1(1):16–22.
7. Pakadang SR, Dewi STR, Ahmad T, Prihartini I, Razak F. Potensi antibakteri ekstrak daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) terhadap *Staphylococcus aureus* dengan metode dilusi cair termodifikasi dan difusi agar. Media Farmasi. 2021;17(1):43–50.
8. Meyllianawaty Pratiwy F, Nurul Arifah F, Herawati T, Nurul Widya S, Husna W. Isolasi bakteri endofit pada alga merah (*Gracilaria* sp.) dan aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan *Vibrio* sp. dan *Staphylococcus aureus*. Bioma. 2022;18(2):

9. Fatur Bayjili M, Chamzurni T, Jauharlina J. Pengaruh kerapatan tanaman penayang terhadap tingkat serangan hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) dan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* di Perkebunan Kopi Arabika Gayo. J Ilm Mahasiswa Pertanian. 2023;8(4):1033–42.
10. Septiana LM, Ajizah A, Halang B. Karakterisasi jamur mikroskopis pada buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai materi pengayaan konsep fungi kelas X SMA/MA. JUPEIS: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial. 2023;2(3):24–32.
11. Hanum S. Keanekaragaman kapang endofit asal tanaman *Artemisia annua* L. Skripsi. Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta; 2022.
12. Sanathan A, Montong VB, Lengkong M. Antagonistic test of *Trichoderma* sp. against anthracnose disease, *Colletotrichum* sp., on curly chili (*Capsicum annuum* L.) in the laboratory. J Entomol Fitopatol. 2023;3(1):15–23.
13. Febriyossa A, Salsabil A. Isolasi dan identifikasi jamur *Aspergillus* sp. pada paru-paru ayam pedaging yang dijual di Pasar Cengkareng, Jakarta Barat. J Sehat Indones (JUSINDO). 2022;4(1):28–35.
14. Indriani C, Fadhila FR, Kodariah L. Identification of *Aspergillus* sp. growth on white bread against storage temperature. J Kesehat Rajawali. 2020;10(2):92–103.
15. Nontji M, Palad M, Diniarti W. Isolasi dan inventarisasi cendawan endofit pada tanaman tomat. AGRIMUM: J Ilmu Pertanian. 2023;26(1):37–49.
16. Manurung LP, Kurniatuhadi R. Inventarisasi jamur endofit dari daun *Avicennia marina* di Mempawah Mangrove Center, Desa Pasir, Kalimantan Barat. LenteraBio. 2022;11(3):378–84.
17. Pakadang SR, Waris MAA, Sari KA, Karim D. Perbandingan karakteristik potensi antibakteri ekstrak daun dan bunga kemangi (*Ocimum sanctum* L.) terhadap *Propionibacterium acnes*. Media Farmasi. 2022;18(1):60–68.
18. Mauludiyah EN, Darusman F, Darma GCE. Skrining fitokimia senyawa metabolit sekunder dari simplisia dan ekstrak air daun bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.). Prosiding Farmasi. 2020:1084–9.
19. Sadiyah HH, Cahyadi AI, Windria S. Kajian daun sirih hijau (*Piper betle* L) sebagai antibakteri. J Sain Veteriner. 2022;40(2):128–134.
20. Pertiwi FD, Rezaldi F, Puspitasari R. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) terhadap *Staphylococcus epidermidis*. Biosaintropis (Bioscience-Tropic). 2022;7(2):57–68.
21. Liling VV, Lengkey YK, Sambou CN, Palandi RR. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol kulit buah pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap bakteri penyebab jerawat *Propionibacterium acnes*. Biofarmasetikal Tropis. 2020;3(1):112–21.
22. Kumalasari E, Aina A, Ayu CN, Aisyah N. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun bawang dayak (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr) terhadap pertumbuhan *Propionibacterium acnes*. J Insan Farmasi Indones. 2020;3(2):261–70.



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/>.