

Antibacterial Activity Test of Endophytic Microbes of Bird's Nest Fern (*Asplenium nidus*) Against *Propionibacterium acnes* Bacteria

Rodesia Mustika Roza^{1*} & Cloudia Pramesti Kusuma Wardani²

¹Dosen Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia;

²Mahasiswa Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia;

Article History

Received : December 03th, 2025

Revised : December 20th, 2025

Accepted : December 24th, 2025

*Corresponding Author:

Rodesia Mustika Roza, Dosen Jurusan Biologi Fakultas MIPA, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia;

Email:

rodesiamustikaroza@yahoo.com

Abstract: Acne is a widespread skin treatment frequently seen within Indonesia. This condition, also known as *Acne vulgaris*, arises from an infection or irritation affecting the pilosebaceous units. This is caused by obstructions and build-up of keratin, which are spurred on by the existence of *Propionibacterium acnes* bacteria. Current acne treatment uses a lot of synthetic antibiotics, as a result if used for a long period of time it can increase resistance so that acne is difficult to cure. One effort to overcome drug resistance is to utilize endophytic bacteria that have the ability to produce similar compounds from their host plants including antibacterial compounds. Plants that have the potential as antibacterials are bird's nest ferns (*Asplenium nidus*). The content of this plant is flavonoids, alkaloids, terpenoids, phenolics, tannins, and saponins. This research intends to evaluate the antibacterial properties of endophytic microorganisms derived from the *A. nidus* plant against *P. acnes* bacteria. The assessment of antibacterial capabilities was performed through the utilization of the agar disk diffusion technique. The separation process resulted in a total of 16 endophytes, which were further categorized into 11 bacterial strains and 5 fungal strains. Evaluation of the antibacterial properties of the endophytes revealed that 9 bacterial endophyte strains could impede the proliferation of *P. acnes*, with strain BRAN 10 exhibiting the greatest antibacterial effect, characterized by a zone of inhibition measuring 13.47 mm in diameter. Isolate JDAN 3 demonstrated the most potent antifungal activity among the endophytes, marked by an inhibition zone diameter of 9.9 mm.

Keywords: Antibacterial activity, *Asplenium nidus*, endophytic microbes, *Propionibacterium acnes*.

Pendahuluan

Penyakit kulit merupakan salah satu penyakit yang sering dijumpai di negara beriklim tropis seperti Indonesia (Prastika & Zuliarso, 2021). Siapa saja dapat terserang gangguan kulit, dan dapat memengaruhi bagian tubuh mana saja. Kulit merupakan organ penting pada manusia yang berfungsi sebagai pertahanan fisik paling luar tubuh. Kulit manusia menjadi tempat tinggal berjuta mikroorganisme yaitu bakteri, jamur, dan virus. Mikroorganisme tersebut disebut dengan mikrobioma kulit yang ikut berperan dalam perlindungan tubuh terhadap serangan bakteri patogen. Namun penyakit sistemik dapat muncul

ketika pertahanan pada kulit rusak atau jika terjadi ketidakseimbangan antara mikroorganisme komensal dan patogen (Fitriyani & Murlistyarini, 2022).

Penyakit kulit yang umum ditemui di Indonesia adalah jerawat. Penyakit ini tidak fatal tetapi sangat meresahkan para remaja dan dewasa muda karena dapat menurunkan rasa percaya diri akibat berkurangnya keindahan pada wajah (Sampelan *et al.*, 2017). Jerawat atau *Acne vulgaris* terjadi karena adanya infeksi atau peradangan pada polisebaseus yang disebabkan oleh penyumbatan dan penimbunan bahan keratin yang dipicu oleh keberadaan bakteri *Propionibacterium acnes* (Pariury *et al.*, 2021).

Bakteri ini tidak berbahaya dalam kondisi normal, tetapi dapat menjadi agresif jika terjadi perubahan pada kulit. Meskipun jerawat dapat berkembang pada semua usia, perubahan hormonal yang terjadi selama masa pubertas dan antara usia 12 hingga 15 tahun seringkali menjadi penyebabnya (Utami *et al.* 2021).

Penggunaan antibiotik merupakan salah satu strategi yang digunakan untuk mengendalikan bakteri penyebab infeksi. Antibiotik adalah senyawa yang bersifat antibakteri, yang berarti dapat mematikan atau menghentikan perkembangbiakan bakteri. Umumnya antibiotik yang digunakan adalah antibiotik sintetis yang sangat ampuh membunuh bakteri. Namun, penggunaan antibiotik sintetis tergolong mahal dan dapat meningkatkan resistensi bakteri. Sehingga perkembangan penelitian sangat diperlukan untuk menemukan antibiotik dari bahan alami (Zulkarnain *et al.* 2021).

Bahan alami dari tumbuhan paku-pakuan sangat populer dalam pengobatan tradisional dan sering digunakan untuk berbagai keperluan, seperti mengobati infeksi bakteri, malaria, sebagai obat pencahar, menghentikan pendarahan, hingga meredakan peradangan dan penyakit kulit (Arini & Kinho, 2012). Paku Sarang Burung (*Asplenium nidus*) adalah salah satu tanaman yang diyakini sejak lama memiliki kemampuan melawan bakteri. Menurut riset Brahmana *et al.* (2022) terbukti secara ilmiah melalui uji skrining fitokimia bahwa spesies *A. nidus* mengandung beberapa kelas senyawa metabolit sekunder yang signifikan secara biologis. Secara spesifik, keberadaan alkaloid, steroid, saponin, dan tanin telah terkonfirmasi dalam ekstrak tumbuhan tersebut.

Penelitian Wibowo *et al.* (2022) melaksanakan investigasi komprehensif terhadap kandungan fitokimia pada daun *A. nidus*. Pengujian ini secara definitif memastikan kehadiran empat kelompok metabolit sekunder utama yaitu flavonoid, tanin, fenolik, dan saponin. Selanjutnya, ekstrak daun *A. nidus* diuji kemampuannya melawan spektrum bakteri patogen, mencakup *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, dan *Staphylococcus aureus*. Ekstrak tersebut terbukti efektif dalam menghambat proliferasi (perkembangbiakan) semua strain bakteri yang diuji. Penting untuk dicatat bahwa efikasi

antibakteri ini terbukti bervariasi sesuai dengan kadar konsentrasi ekstrak yang diaplikasikan.

Pemanfaatan ekstrak alami dari berbagai tumbuhan obat sebagai antibakteri *P. acnes* telah banyak dilakukan. Namun senyawa bioaktif yang didapatkan melalui metode ekstraksi memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi, ditandai dengan tingginya kebutuhan biomassa dan durasi proses yang lama. Penggunaan bakteri endofit kini menjadi strategi yang lebih efisien karena mempersingkat waktu perolehan senyawa bioaktif. Rekombinasi genetik antara endofit (mikroorganisme) dan tanaman inangnya memungkinkan endofit memproduksi senyawa identik dengan yang dihasilkan oleh tanaman inang (Fitriana & Nursithya, 2017).

Berdasarkan sejumlah penelitian, bakteri endofit tertentu yang diisolasi dari tumbuhan obat telah terbukti mampu menyintesis metabolit sekunder dengan efek farmakologis (Sadikin *et al.* 2021). Penelitian antibakteri dari mikroba endofit tanaman obat terhadap *P. acnes* yang telah dilakukan diantaranya yaitu dengan menggunakan bakteri endofit *Aloe vera* (Susanti 2021), bakteri endofit daun pucuk merah (Alhayyu *et al.* 2022), bakteri endofit pada rimpang temulawak (Fatimah 2024), jamur endofit pegagan (Pakadang *et al.* 2024), dan jamur endofit mangga mempelam (Alfiah & Roza, 2024). Namun pengujian mikroba endofit dari tanaman paku sarang burung belum dilakukan. Oleh karena itu, penelitian antibakteri mikroba endofit dari tanaman *A. nidus* perlu dilakukan terhadap bakteri penyebab jerawat sebagai antibiotik alami. Penelitian bertujuan untuk mengisolasi, mengkarakterisasi, dan melakukan uji aktivitas antibakteri mikroba endofit daun dan rimpang paku sarang burung (*Asplenium nidus*) terhadap *P. acnes*.

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian bertempat di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau, pada bulan Desember 2024 hingga April 2025. Sampel tanaman paku sarang burung (*A. nidus*) diambil di Kawasan Universitas Riau dan Kabupaten Kampar yang

mencakup Desa Pancuran Gading dan Desa Pantai Cermin. Sampel yang digunakan adalah bagian daun dan rimpang *A.nidus*. Menurut Linda *et al.* (2022) spesimen tumbuhan paku yang dipilih adalah individu dewasa, berdaun steril yang secara morfologi tampak sehat, yaitu berwarna hijau cerah, bertekstur segar, dan bebas dari tanda-tanda penyakit jamur atau serangan serangga. Akar atau rimpang tanaman harus dipilih yang segar untuk memastikan bahwa tanaman tersebut sehat sehingga bebas dari mikroba patogen. Sampel daun diambil pada helaian daun ketiga dari bawah, rimpang yang dipilih harus segar dan bebas dari kontaminan. Pengambilan sampel *A. nidus* dilakukan menggunakan alat yang panjang seperti dodos dan sejenisnya, lalu disimpan ke plastik sampel dan diletakkan di dalam kotak pendingin (*cool box*) agar suhunya terjaga dan sampel tetap dalam kondisi yang baik untuk dibawa ke laboratorium.

Isolasi Mikroba Endofit dari Daun dan Rimpang Paku Sarang Burung

Daun dan rimpang diiris hingga berukuran 1x1 cm, setelah itu dibersihkan dengan air mengalir kurang lebih 5 menit. Proses sterilisasi diawali dengan merendam sampel pada alkohol 70% selama 60 detik, diikuti perendaman 5 menit menggunakan natrium hipoklorit 5,25%. Setelah itu, sampel dibilas kembali dengan alkohol 70% selama 30 detik. Pembilasan akhir dilakukan dengan akuades steril dan direndam 3 hingga 5 detik. Setelah steril, irisan daun dan rimpang dikeringkan di atas tisu steril (Suhartina *et al.* 2018).

Setelah disterilkan, bagian daun dan rimpang dipindahkan ke cawan petri berisi media NA, PDA, dan SCA (masing-masing dua ulangan). Proses inkubasi dilakukan pada suhu ruang dengan durasi yang disesuaikan untuk masing-masing kelompok mikroorganisme yaitu 48 jam untuk bakteri, 5 hingga 7 hari untuk jamur, dan 7 hingga 14 hari untuk aktinomisetes. Keberhasilan isolasi harus divalidasi dengan kontrol sterilisasi: 1 ml air bilasan akhir dari daun dan rimpang harus diinokulasi pada media NA secara *spread plate* kemudian diinkubasi 48 jam. Hasil inkubasi tidak boleh ada koloni mikroorganisme yang tumbuh pada cawan kontrol sterilisasi tersebut. Jika didapatkan

mikroorganisme yang tumbuh maka isolasi dikatakan gagal.

Pemurnian dan Karakterisasi Mikroba Endofit

Isolat bakteri endofit yang telah tumbuh dipindahkan menggunakan jarum ose pada medium NA, PDA, dan SCA baru dengan teknik *streak* kuadran untuk mendapatkan koloni tunggal. Setiap koloni bakteri yang tumbuh dan memiliki perbedaan morfologi dilakukan pemisahan pada media baru.

Karakterisasi parsial mikroba endofit diamati secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis isolat bakteri endofit dilakukan dengan cara mengamati karakter morfologi koloni diantaranya yaitu warna, bentuk, tepian, elevasi koloni dan ukuran koloni (Pulungan & Tumangger, 2018). Secara mikroskopis bakteri dibedakan berdasarkan warna dan bentuk selnya dengan metode pewarnaan Gram (Suryani & A'yun, 2022).

Pengamatan makroskopis isolat jamur endofit dilakukan dengan mengamati warna koloni, warna permukaan tampak atas dan bawah, tekstur permukaan, bentuk pinggiran, elevasi, dan bentuk koloni (Angelin *et al.* 2022). Pengamatan mikroskopis jamur endofit dilakukan dengan metode selotip untuk mengamati tipe spora, bentuk spora, hifa (Musyalina *et al.* 2023) dan warna hifa serta percabangan hifa (Elfina *et al.* 2022).

Pengamatan makroskopis isolat aktinomisetes endofit mencakup ciri-ciri visual koloni secara detail meliputi warna miselium aerial dan miselium substrat, serta morfologi koloni yang mencakup bentuk, tepi, elevasi, permukaan, dan ukuran koloni. (Gustiana *et al.* 2021). Pengamatan mikroskopis pada aktinomisetes dilakukan dengan metode *slide culture* meliputi bentuk sel dan spora (Armaida & Khotimah, 2016).

Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap *Propionibacterium acnes*

Aktivitas antibakteri diuji melalui teknik difusi agar. Prosedur diawali mikroba endofit diremajakan sesuai dengan media dan waktu inkubasi jenis mikrobanya. Setelah masa inkubasi di suhu ruang medium agar dipotong menggunakan *blue tip* berdiameter 7,8 mm. Langkah berikutnya 1 ml suspensi *P. acnes* yang

telah ditumbuhkan dalam *Nutrient Broth* (NB) dengan populasi 10^8 CFU/mL dimasukkan ke dalam cawan petri steril. Suspensi ini kemudian ditambahkan dengan 15 ml medium *Mueller Hinton Agar* (MHA). Dihomogenkan hingga media memadat. Medium agar mikroba endofit yang telah dipotong-potong diletakkan diatas medium MHA yang telah memadat sebanyak 3 ulangan. Kontrol negatif dilakukan menggunakan *blank disk* dan kontrol positif menggunakan antibiotik eritromisin (Yuliani *et al.* 2022).

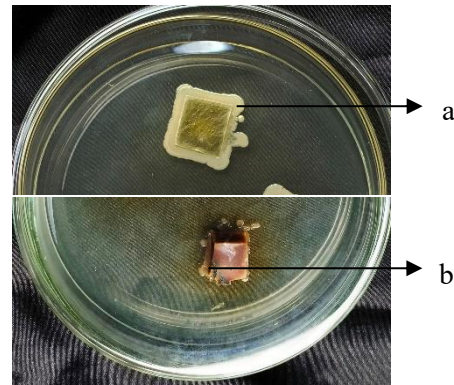
Hasil dan Pembahasan

Isolasi dan Pemurnian Mikroba Endofit Paku Sarang Burung (*Asplenium nidus*)

Hasil isolasi mikroba endofit daun dan rimpang paku sarang burung (*A. nidus*) diperoleh 16 isolat yang meliputi isolat bakteri dan isolat jamur. Bakteri endofit yang diperoleh berjumlah 11 isolat diantaranya tujuh isolat didapatkan dari organ daun dengan kode isolat (BDAN 1, BDAN 2, BDAN 3, BDAN 4, BDAN 5, BDAN 6, dan BDAN 7) dan empat isolat bakteri didapatkan dari rimpang dengan kode isolat (BRAN 8, BRAN 9, BRAN 10, dan BRAN 11). Isolasi bakteri endofit pada media NA dapat dilihat pada Gambar 1. Bakteri endofit tampak tumbuh melekat pada pinggiran sampel. Kondisi ini sejalan dengan pernyataan Pakaya *et al.* (2022) ciri bakteri endofit adalah bakteri akan tumbuh melekat di sekitar sampel, tetapi jika pertumbuhannya terlihat tidak beraturan dan berada jauh dari sampel maka mikroba tersebut adalah kontaminan.

Penelitian serupa mengenai isolasi bakteri

endofit dengan metode yang sama telah banyak dilakukan di Indonesia diantaranya yaitu penelitian Sagita *et al.* (2017) memperoleh 13 isolat bakteri endofit dari daun sirih (*Piper betle* L.), Alhayyu *et al.* (2022) memperoleh 20 isolat bakteri endofit dari daun pucuk merah (*Syzigium myrtifolium* Walp.), Linda *et al.* (2022) memperoleh 6 isolat bakteri endofit dari daun tanaman paku laut (*Acrostichum aureum*), dan Ngazizah *et al.* (2024) memperoleh 2 isolat dari daun kelakai (*Stenochlaena palustris* (Burn) Bedd).



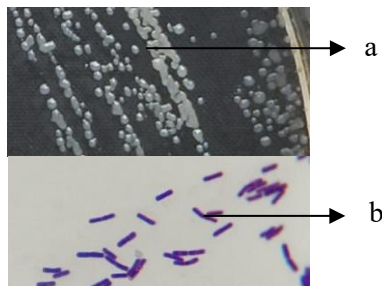
Gambar 1. (a) Bakteri endofit daun, (b) Bakteri endofit rimpang.

Berdasarkan penelitian ini bakteri endofit pada daun lebih banyak didapatkan dibandingkan pada rimpang tanaman paku sarang burung. Hal ini merupakan cara endofit beradaptasi terhadap kondisi mikroekologi dan fisiologis yang unik dari setiap jenis tanaman inang. Suatu jaringan hidup dari sebuah tanaman dapat menghasilkan lebih dari satu jenis mikroba endofit yang dapat diisolasi (Noverita *et al.* 2009). Hasil pemurnian dari isolasi bakteri endofit paku sarang burung pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakterisasi koloni bakteri endofit

No.	Karakter Makroskopis Bakteri Endofit				
	Kode Isolat	Warna	Bentuk	Tepian	Elevasi
1.	BDAN 1	White	Irregular	Undulate	Convex
2.	BDAN 2	White	Circular	Entire	Raised
3.	BDAN 3	Cream	Irregular	Undulate	Flat
4.	BDAN 4	White	Circular	Entire	Umbonate
5.	BDAN 5	White	Filamentous	Filiform	Flat
6.	BDAN 6	White	Circular	Entire	Umbonate
7.	BDAN 7	White	Circular	Entire	Umbonate
8.	BRAN 8	White	Circular	Curled	Umbonate
9.	BRAN 9	Cream	Circular	Entire	Raised
10.	BRAN 10	Cream	Circular	Entire	Raised
11.	BRAN 11	Cream	Circular	Entire	Raised

Pengamatan makroskopis bakteri endofit dalam penelitian ini menunjukkan karakteristik yang sama dengan temuan dari studi sebelumnya. Ngazizah *et al.* (2024) mengidentifikasi koloni berwarna putih hingga krem, dengan bentuk bulat (*circular*) dan permukaan rata (*flat*). Oktafiyanto & Rakuti (2022) juga melaporkan bakteri endofit yang berwarna putih hingga krem, namun dengan variasi dalam bentuk (*irregular*, *filamentous*, dan *circular*), tepian (*curled*, *undulate*, *entire*), elevasi (*raised*, *flat*, dan *convex*), serta ukuran (besar, sedang, dan kecil). Untuk memperoleh hasil yang sempurna karakteristik mikroskopis perlu dilakukan dengan pengujian Gram. Tampilan makroskopis dan mikroskopis bakteri endofit dapat dilihat pada Gambar 2.

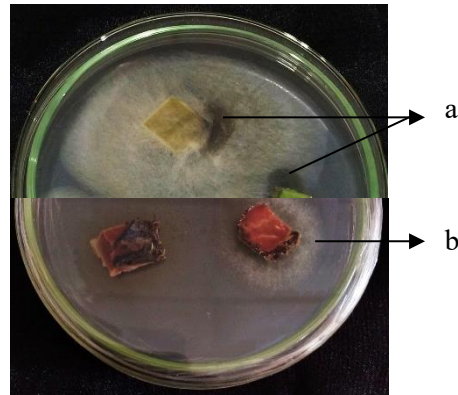


Gambar 2. Isolat bakteri BRAN 8 (a) Koloni bakteri, (b) Sel bakteri.

Hasil karakterisasi mikroskopis bakteri endofit paku sarang burung diperoleh semua isolat berbentuk basil, 10 isolat berwarna ungu dan 1 isolat berwarna merah muda. Bakteri endofit yang diperoleh didominasi oleh basil Gram positif dibanding basil Gram negatif. Bakteri berwarna ungu menandakan bahwa bakteri tersebut diklasifikasikan ke dalam Gram positif dan bakteri yang berwarna merah muda diklasifikasikan ke dalam bakteri Gram negatif (Suryani & A'yun, 2022).

Struktur dan komposisi membran sel bakteri mempengaruhi mekanisme pewarnaan Gram. Bakteri Gram positif memiliki kandungan protein lebih tinggi, sementara bakteri Gram negatif mengandung lemak lebih besar daripada Gram positif. Karakteristik lain dari bakteri Gram negatif adalah kompleksitas dinding selnya yang tersusun atas tiga lapisan, salah satunya adalah lapisan luar kaya akan lipopolisakarida. Pewarna lugol berperan membentuk ikatan dengan kristal violet yang meningkatkan penyerapan warna oleh bakteri. Namun etanol

menyebabkan munculnya pori-pori dalam dinding sel karena lapisan lipid dapat larut yang mengakibatkan kristal violet tidak dapat melekat pada membran sel dan terlihat transparan sehingga Gram negatif dapat menyerap warna merah dari safranin (Amin *et al.* 2023).

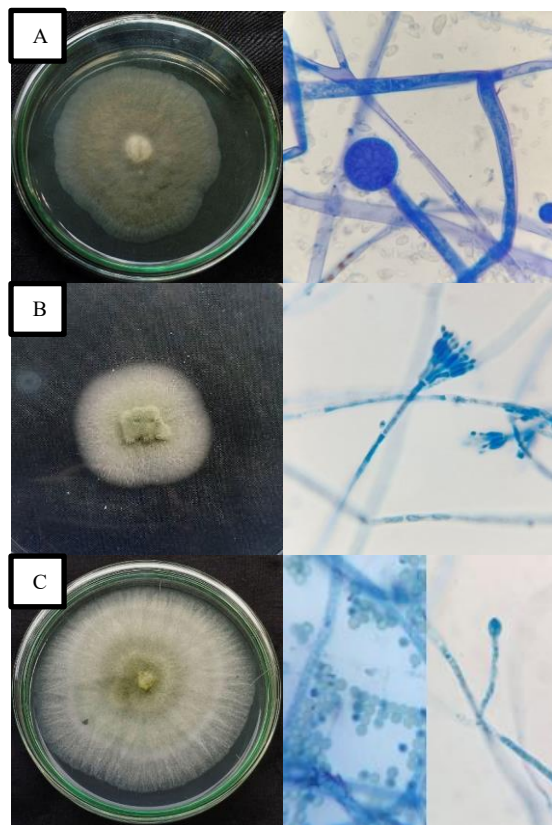


Gambar 3. (a) Jamur endofit daun, (b) Jamur endofit rimpang.

Jamur endofit pada penelitian ini juga berhasil diisolasi dari organ daun dan rimpang paku sarang burung (Gambar 3) yang berjumlah lima isolat diantaranya empat isolat didapatkan dari organ daun dan satu isolat didapatkan dari rimpang. Jamur yang berhasil diisolasi diberi kode isolat JDAN 1, JDAN 2, JDAN 3 JDAN 4, dan JRN 5. Data tersebut menunjukkan adanya prevalensi isolat yang signifikan lebih tinggi pada daun dibandingkan rimpang. Ini mengindikasikan bahwa ketersediaan nutrisi pada daun lebih optimal untuk mendukung perkembangan jamur endofit. Selain itu keberadaan endofit dipengaruhi oleh keadaan mikrohabitat dari tanaman inang serta kesesuaian endofit dengan genotip tanaman inang tersebut. Keadaan ini menyebabkan keanekaragaman koloni endofit dan tingginya infeksi pada tumbuhan inang yang dihuni oleh jamur endofit di area organ serupa (Noverita *et al.* 2009). Elfina *et al.* (2022) dalam penelitiannya juga mendapatkan konsentrasi isolat jamur endofit paling tinggi di bagian daun. Hal ini diperkirakan karena angin berperan besar dalam menyebarkan spora jamur dan memfasilitasi penetrasinya ke jaringan daun.

Isolasi jamur endofit dengan metode yang sama dari daun tanaman paku sarang burung telah dilakukan oleh Suhartina *et al.* (2018) yang memperoleh lima isolat jamur endofit. Isolasi

jamur endofit dari paku-pakuan juga telah dilakukan oleh Rusli & Rahmiani (2013) yang berhasil mendapatkan 5 isolat dari rimpang paku kepala tupai (*Drynaria quercifolia* J. Smith). Selain itu, Fadila *et al.* (2023) juga memperoleh lima isolat dari rimpang pakis simpei (*Cibotium barometz*. (L.) J.Sm). Berdasarkan pengamatan makroskopis diperoleh isolat jamur dengan karakter yang sama yaitu JDAN 1, JDAN 3, dan JDAN 4 yang memiliki warna depan dan sebalik *cream*, bentuk *irregular*, pinggiran *undulate*, dan mempunyai tekstur *cottony*. Sementara dua isolat lain memiliki karakter makroskopis yang berbeda. JDAN 2 memiliki warna depan hijau putih, warna sebalik putih, bentuk *circular*, pinggiran *entire*, bertekstur *granular*. JDAN 5 memiliki warna depan dan sebalik kuning kehijauan, bentuk *irregular*, pinggiran *filiform* dengan tekstur *velvety*. Semua jamur memiliki elevasi *raised*.

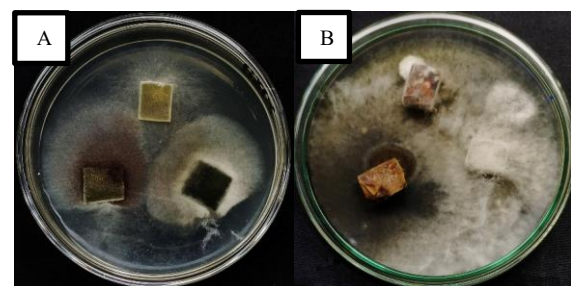


Gambar 4. Isolasi jamur endofit (A) JDAN 1, (B) JDAN 2, (C) JDAN 5

Hasil karakterisasi mikroskopis jamur endofit yang dapat dilihat pada Gambar 4 diperoleh kelima jenis jamur memiliki warna hialin (transparan), hifa bersepat dan bercabang.

Perbedaan struktur mikroskopis pada jamur endofit ditunjukkan oleh tipe spora dan bentuk spora. Tipe spora berupa sporangiospor dimiliki oleh isolat JDAN 1, JDAN 3, JDAN 4, dan JDAN 5. Sporangiospor yaitu spora yang berasal dari sporangium. Sporangium umumnya berbentuk bulat atau semi bulat yang dibentuk pada hifa fertil atau sporangiofor (Gandjar *et.al.* 2006). Sedangkan tipe spora berupa konidiospora dimiliki oleh JDAN 2. Tipe spora ini dibentuk pada konidium atau konidia. Konidia dibentuk pada hifa fertil yang disebut konidiofor (Kosasih *et al.* 2022).

Karakter bentuk spora yang didapatkan pada penelitian ini juga berbeda. Bentuk spora oblong dimiliki oleh isolat JDAN 1, JDAN 3, dan JDAN 4. Bentuk spora *obovoid* dimiliki oleh JDAN 2, dan bentuk spora *globose* dimiliki oleh JIRAN 5. Hasil pengamatan mikroskopis ini selaras dengan temuan Ristiari *et al.* (2018) jamur endofit dari tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) mempunyai ciri mikroskopis hifa berwarna hialin kebiruan, tipe spora berupa sporangiospor, spora berbentuk *obovoid*, dan Nisa *et al.* (2023) juga memperoleh jamur endofit tanaman gambir (*Uncaria gambir* (Hunter) Roxb) dengan spora *globose*, serta penelitian Yulian & Ismail (2023) memperoleh jamur endofit dari tanaman sarang semut (*Myrmecodia pendans*) yang memiliki hifa bersepat dan bercabang. Isolasi terhadap aktinomisetes juga dilakukan pada penelitian ini menggunakan medium *Starch Casein Agar* (SCA) yang merupakan medium selektif untuk aktinomisetes. Namun upaya ini tidak berhasil mendapatkan isolat aktinomisetes endofit. Hal ini dikarenakan isolat aktinomisetes tidak tumbuh dan terdapat jamur endofit pada medium SCA.



Gambar 5. Isolasi aktinomisetes (A) Daun, (B) Rimpang

Tampak pada Gambar 5 medium SCA ditumbuhi banyak jamur yang melekat di sekitar

sampel daun dan rimpang paku sarang burung. Jamur tersebut merupakan jamur endofit, namun tidak dilakukan purifikasi dan uji lanjut dikarenakan tumbuh pada medium selain PDA.

Isolasi untuk mendapatkan aktinomisetes endofit telah dilakukan 3 kali guna memastikan aktinomisetes dapat tumbuh, tetapi aktinomisetes tetap saja tidak tumbuh pada medium SCA. Masalah ini diduga berkaitan dengan pertumbuhan aktinomisetes yang lebih lambat daripada jamur endofit (Pratama 2018). Tingginya prevalensi mikroorganisme kontaminan menghambat isolasi aktinomisetes

disebabkan pertumbuhannya yang lambat sehingga rentan terhadap kompetisi (Nurkanto & Agusta 2015).

Aktivitas Antibakteri Mikroba Endofit Paku Sarang Burung (*Asplenium nidus*) terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode *agar disk* pada media MHA. Hasil pengujian aktivitas antibakteri mikroba endofit paku sarang burung terhadap *P.acnes* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Diameter Zona Hambat Mikroba Endofit *Asplenium nidus* terhadap *Propionibacterium acnes*

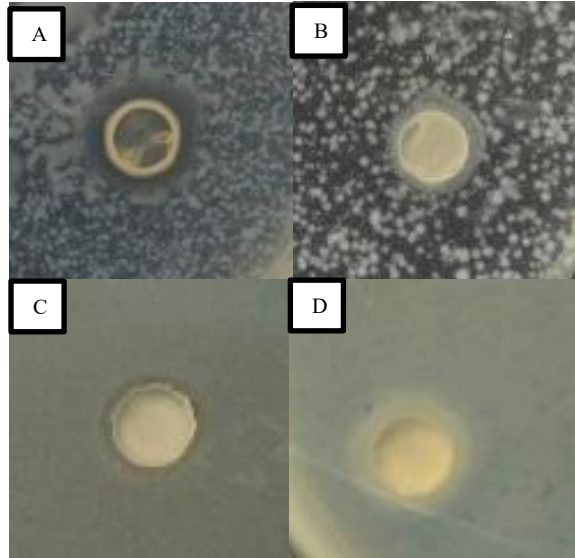
No.	Kode Isolat	Rata-rata Diameter Zona Hambat (mm) ± Standar Deviasi	Kriteria
1.	BDAN 1	-	-
2.	BDAN 2	11,45±1,08	Resisten
3.	BDAN 3	11,79±0,65	Resisten
4.	BDAN 4	10,31±0,54	Resisten
5.	BDAN 5	-	-
6.	BDAN 6	10,89±0,90	Resisten
7.	BDAN 7	9,69±0,69	Resisten
8.	BRAN 8	10,35±0,35	Resisten
9.	BRAN 9	12,54±1,16	Resisten
10.	BRAN 10	13,47±1,53	Resisten
11.	BRAN 11	11,3±1,17	Resisten
12.	JDAN 1	9,34±0,58	Resisten
13.	JDAN 2	9,68±0,73	Resisten
14.	JDAN 3	9,9±1,05	Resisten
15.	JDAN 4	9,19±0,34	Resisten
16.	JRAN 5	9,86±0,12	Resisten
17.	Eritromisin	22,25	Intermediet
18.	Blank disk	-	-

Zona hambat yang dihasilkan oleh mikroba endofit dalam menghambat pertumbuhan *P. acnes* kriteria penghambatannya dikategorikan berdasarkan CLSI (2009) yaitu zona hambat ≤ 13 mm tergolong kriteria resisten, 14-22 mm tergolong kriteria intermediet, dan zona hambat ≥ 23 mm tergolong sensitif. Kontrol positif digunakan sebagai pembanding untuk zona hambat yang dihasilkan oleh mikroba endofit. Kriteria resisten merupakan kondisi mikroba patogen yang sudah kebal terhadap antibiotik, kriteria intermediet adalah kondisi mikroba patogen yang sudah tidak sensitif atau rentan terhadap antibiotik, namun tidak sepenuhnya resisten, sedangkan kriteria sensitif merupakan kondisi mikroba patogen yang sangat rentan terhadap senyawa antibiotik yang diberikan

sehingga antibiotik tersebut masih tergolong kuat untuk menghambat atau membunuh bakteri patogen (Artati *et al.* 2016).

Berdasarkan data zona hambat pada Tabel 2, sembilan dari sebelas isolat bakteri mampu menghasilkan zona hambat terhadap bakteri patogen *P.acnes*. Isolat tersebut mampu menghasilkan zona hambat dengan kriteria resisten. Meskipun memiliki kriteria yang sama setiap bakteri endofit mempunyai ukuran diameter zona hambat yang berbeda beda. Ukuran zona hambat bakteri endofit paling tinggi terdapat pada isolat BRAN 10 diikuti oleh BRAN 9 dan BDAN 3. Perbedaan hasil ini muncul karena setiap jenis bakteri endofit menghasilkan metabolit yang unik, sehingga aktivitas penghambatan yang ditunjukkan juga bervariasi

(Balosi *et al.* 2014). Zona hambat (zona inhibisi) yang terbentuk adalah bukti bahwa metabolit sekunder yang diproduksi oleh bakteri endofit memiliki aktivitas antibakteri (Nurhakiki *et al.* 2022).



Gambar 6. Aktivitas antibakteri; (A) Zona bening isolat BRAN 8, (B) Zona keruh isolat BRAN 11, (C) Zona bening isolat JRAN 5, (D) Zona keruh isolat JDAN 4.

Zona hambat yang dihasilkan oleh isolat bakteri endofit BRAN 8, BRAN 9, dan BRAN 10 menunjukkan zona bening di sekitar koloni bakteri yang bersifat bakterisidal. Sedangkan zona hambat yang dihasilkan oleh isolat bakteri BDAN 2, BDAN 3, dan BRAN 11 merupakan zona keruh yang bersifat bakteriostatik. Bakterisidal merupakan antibakteri yang bersifat membunuh bakteri sedangkan bakteriostatik bersifat menghambat pertumbuhan bakteri (Arna *et al.* 2023). Perbedaan zona bening dan zona keruh yang dihasilkan mikroba endofit paku sarang burung dapat dilihat pada Gambar 6.

Dua jenis bakteri endofit, yakni isolat BDAN 1 dan BDAN 5 tidak memperlihatkan adanya zona hambat. Kemungkinan penyebabnya adalah perbedaan kemampuan setiap bakteri endofit dalam menghasilkan metabolit sekunder untuk menghambat bakteri patogen. Hal serupa dialami oleh Fatimah (2024) empat dari tujuh isolat bakteri endofit yang diisolasi dari rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) tidak mampu menghambat pertumbuhan *P. acnes*. Menurut pendapatnya diduga disebabkan oleh sedikitnya senyawa

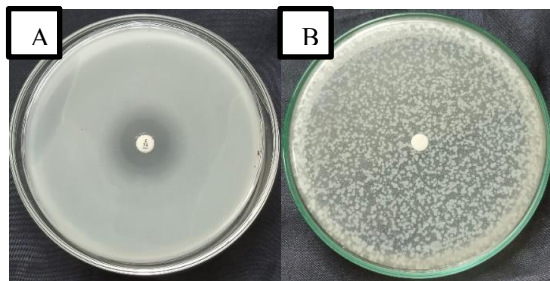
antibakteri yang dihasilkan bakteri endofit atau isolat tersebut menghasilkan senyawa aktif lain yang belum diketahui fungsinya dan dapat digunakan selain sebagai antibakteri.

Beberapa penelitian mengenai aktivitas antibakteri dari bakteri endofit terhadap *P. acnes* telah banyak dilakukan di Indonesia. Zona hambat tertinggi pada penelitian ini terlihat lebih besar dibanding penelitian Susanti (2021) yang melakukan pengujian bakteri endofit dari tanaman lidah buaya (*Aloe vera*) terhadap *P. acnes*. Hasil yang diperoleh empat isolat bakteri endofit mampu menghasilkan zona hambat 5,0-12,26 mm dengan metode cakram. Namun hasil penelitian bakteri endofit penelitian ini lebih kecil dibanding beberapa penelitian lain yaitu oleh Alhayyu *et al.* (2022) yang melakukan pengujian bakteri endofit daun pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) terhadap *P. acnes* dengan rata-rata zona hambat 6,5-23,17mm menggunakan metode cakram. Baraga *et al.* (2022) juga telah melakukan pengujian bakteri endofit tanaman kunyit (*Curcuma longa* L.) terhadap *P. acnes*. Hasil yang diperoleh 12 dari 17 bakteri endofit mampu menghambat pertumbuhan *P. acnes* dengan zona hambat 8,44-21,2 mm. Rizqoh *et al.* (2022) berpendapat bahwa Setiap jenis bakteri menunjukkan kecepatan pertumbuhan yang berbeda-beda. Hal ini terjadi karena setiap bakteri memiliki perangkat enzim yang unik. Enzim-enzim yang berbeda ini menentukan cara kerja proses metabolisme sel yang secara langsung memengaruhi seberapa cepat bakteri tersebut tumbuh dan seberapa banyak metabolit sekunder yang dapat dihasilkan.

Selanjutnya dilakukan pengujian aktivitas antibakteri isolat jamur endofit terhadap *P. acnes*. Pengujian ini dilakukan dengan metode *agar disk* pada media MHA. Angka yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan lima isolat jamur endofit memiliki kemampuan berbeda dalam menghambat pertumbuhan bakteri *P. acnes*. Zona hambat tertinggi dihasilkan oleh isolat JDAN 3 diikuti JRAN 5 dan JDAN 2. Ketidaksamaan isolat dalam menghambat pertumbuhan *P. acnes* dikarenakan dalam masing-masing isolat jamur endofit mempunyai antibiotik yang berbeda-beda (Nurhidayah *et al.* 2014). Zona hambat yang dihasilkan oleh isolat jamur endofit pada Gambar 6 ditandai dengan adanya zona bening atau zona keruh di sekitar

koloni jamur yang menandakan jamur endofit memiliki aktivitas antibakteri (Rusli *et al.* 2020). Zona bening yang diperoleh pada penelitian ini hanya dimiliki oleh isolat JRAN 5 meskipun zona hambat terbesar dimiliki oleh isolat JDAN 3.

Penelitian lain mengenai aktivitas antibakteri dari jamur endofit terhadap *P. acnes* pun telah dilakukan di Indonesia dengan berbagai metode. Ukuran zona hambat jamur endofit pada penelitian ini masih lebih tinggi dibanding dengan penelitian Alfiah & Roza (2025) yang menguji lima jamur endofit dari mangga mepelam (*Mangifera laurina* Blume.) dengan metode serupa terhadap *P. acnes*. Penelitian tersebut memperoleh hasil zona hambat rata-rata sebesar 1,73-9,91 mm. Pengujian antibakteri jamur endofit dengan metode berbeda juga dilakukan oleh Nurdyani *et al.* (2024) menguji jamur endofit akar bidara (*Ziziphus mauritiana*) terhadap *P. acnes* diperoleh satu isolat jamur endofit mampu menghasilkan zona hambat 7,30-8,69 mm menggunakan metode difusi cakram dengan konsentrasi berbeda. Hasil ini juga masih lebih kecil dibanding aktivitas antibakteri jamur endofit paku sarang burung.



Gambar 7. Kontrol pembanding (A) Kontrol +, (B) Kontrol-

Kontrol positif berupa eritromisin dan kontrol negatif berupa *blank disk* sebagai pembanding pada penelitian ini (Gambar 7). Kontrol positif eritromisin menunjukkan adanya zona bening di sekitar cakram dan kontrol negatif *blank disk* tidak menghasilkan zona hambat. Diameter zona hambat eritromisin yang diperoleh sebesar 22,25 mm yang tergolong dalam kriteria intermediet yaitu dimana bakteri *P. acnes* mulai tidak sensitif terhadap antibiotik eritromisin namun juga tidak sepenuhnya resisten terhadap antibiotik tersebut. Hasil pengukuran zona hambat eritromisin jika

dibandingkan dengan zona hambat yang dihasilkan mikroba endofit, maka eritromisin masih lebih baik dalam menghambat pertumbuhan *P. acnes*. Meskipun demikian mikroba endofit *A. nidus* memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri *P. acnes*. Senyawa antibakteri yang dimiliki oleh mikroba endofit ini merupakan salah satu upaya pencarian antibiotik baru yang dilakukan untuk mengurangi bakteri *P. acnes* sebagai bakteri penyebab jerawat.

Kesimpulan

Penelitian ini diperoleh 16 isolat mikroba endofit paku sarang burung yang terdiri dari 11 isolat bakteri dan 5 isolat jamur. Isolat bakteri endofit dengan aktivitas antibakteri tertinggi dihasilkan oleh kode isolat BRAN 10 dan jamur endofit dengan aktivitas antibakteri tertinggi diperoleh dari kode isolat JDAN 3.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Rodesia Mustika Roza, M.Si., Laboran Laboratorium Mikrobiologi FMIPA UNRI, keluarga dan rekan seperjuangan, serta seluruh pihak yang turut membantu menyelesaikan penelitian ini.

Referensi

- Alfiah H & Roza RM. (2025). Uji Aktivitas Antimikroba Jamur Endofit Yang Diisolasi Dari Mangga Mepelam (*Mangifera laurina* Blume.) Terhadap Mikroba Patogen Kulit. *Jurnal Biologia*. 3(1): 40-51. DOI: <https://doi.org/10.31258/jbsa.v3i1.49>
- Alhayyu WN, Astuti W, Marliana E. (2022). Potensi Bakteri Endofit Daun Pucuk Merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) Sebagai Antibakteri Terhadap *Propionibacterium acnes*. *Jurnal Kimia Mulawarman*. 20(1): 1-8. doi: 10.30872/jkm.v20i1.1015
- Amin SS, Ghazali TZ, Efendi MRS. (2023). Identifikasi Bakteri dari Telapak Tangan dengan Pewarnaan. *CHEMVIRO: Jurnal Kimia dan Ilmu Lingkungan*. 1 (1): 30-35. DOI:

- <https://doi.org/10.56071/chemviro.v1i1.563>
- Angelin M, Patading GF, Endey B, Kolondam B, Tangapo AM. (2022). Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri dari Jamur Endofit Daun Leilem (*Clerodendrum minahassae* L.). *Jurnal Bios Logos*. 12 (1): 62-70. DOI: <https://doi.org/10.35799/jbl.v12i1.39529>
- Arini DID & Kinho J. (2012). Keragaman Jenis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Cagar Alam Gunung Ambang Sulawesi Utara. *Balai Penelitian Kehutanan Manado*. 2(1): 17-40. https://www.researchgate.net/publication/260337707_KERAGAMAN_JENIS_TUMBUHAN_PAKU_PTERIDOPHYTA_DI_CAGAR_ALAM_GUNUNG_AMBAN_G_SULAWESI_UTARA
- Armaida E & Khotimah S. (2016). Karakterisasi *Actinomycetes* yang Berasosiasi dengan *Porifera* (*Axinella* spp.) dari Perairan Pulau Lemukutan Kalimantan Barat. *Protobiont*. 5 (1): 68-73. <https://doi.org/10.26418/protobiont.v5i1.14>
- Arna YD, Batarogoa E, Purnamasari Y, Suwarja, Dewi AP, Aliyah SH, Astuti RAW, Maulina NTA, Yulyani SR, Barung EN, Nurjannah NF, Antara NY, Kusuma IAP. (2023). *Bioteknologi Mikrobial*. Cilacap: PT Media Pustaka Indo. ISBN: 978-634-7156-52-5.
- Artati, Hurustiati, Armah Z. (2016). Pola Resistensi Bakteri *Staphylococcus Sp* Terhadap 5 Jenis Antibiotik Pada Sampel Pus. *Media Kesehatan Politeknik Kesehatan Makassar*. 11(2): 60-64. DOI: 10.32382/medkes.v11i2.227
- Balosi F, Lakani I, Panggeso J. (2014). Eksplorasi Bakteri Endofit Sebagai Agens Pengendalian Hayati Terhadap Penyakit Darah Pada Tanaman Pisang Secara In-Vitro. *e-J. Agrotekbis*. 2 (6): 579-586. <https://www.neliti.com/id/publications/244658/eksplorasi-bakteri-endofit-sebagai-agens-pengendalian-hayati-terhadap-penyakit-d>
- Baraga PV, Mahyarudin M, Rialita A. (2022). Aktivitas Antibakteri Metabolit Sekunder Isolat Bakteri Endofit Kunyit (*Curcuma longa* L.) Terhadap *Propionibacterium acnes*. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*. 11(1): 103-120. DOI:10.26877/bioma.v11i1.10558
- Brahmana EM, Mubarrak J, Lestari R, Dahlia. (2022). Uji Skrining Fitokimia pada Ekstrak Metanol dari Tanaman Paku Sarang Burung (*Asplenium nidus* L.). *Jurnal Edu Research*. 11(2): 1-4. DOI:10.30606/jer.v11i2.1668
- CLSI. (2009). *Perfomance standard for antimicrobbial disk susceptibility test*, M2-A10. Wayne, PA: Clinical Laboratory Standards Insitute.
- Elfina Y, Ali M, Wulandari SF, Ibrahim R. (2022). Identifikasi Morfologi Lima Isolat Jamur Endofit Tanaman Bawang Merah dan Kemampuannya Menghambat *Alternaria porri* Ellis Cif. *Jurnal Budidaya Pertanian*. 18(1): 74-80. <https://doi.org/10.30598/JBDP.2022.18.174>
- Fadila SN, Handayani D, Anhar A, Violita. (2023). Isolasi Cendawan Endofit Pelarut Fosfat Dari Daun Tumbuhan Pakis Simpei (*Cibotium Barometz* (L.) J.Sm). *Serambi Biologi*. 8(2): 119-125. <https://serambibiologi.ppj.unp.ac.id/index.php/srmb/article/download/203/111>
- Fatimah AD. (2024). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Endofit dari Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri Terhadap *Propionibacterium acnes*. [skripsi]. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. <http://etheses.uin-malang.ac.id/65521/>
- Fitriana & Nursithya E. (2017). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Isolat Fungi Endofit dari Akar Mangrove (*Rhizophora apiculata* Blume) Secara KLT Bioatografi. *As Syifa*. 09 (01): 27-36. DOI:10.33096/ja.v9i1.234
- Fitriyani NW & Murlistyarini S. (2022). Mikrobiom Pada Kulit Dalam Perspektif Dermatologi. *Majalah Kesehatan*. 9(2): 109-120. <https://doi.org/10.21776/majalahkesehatan.2022.009.02.7>
- Gandjar I, Sjamsuridzal W, Oetari A. (2006). *Mikologi: Dasar dan Terapan*: Jakarta. ISBN: 979-461-616-8.

- Gustiana T, Rozirwan, Ulqodry TZ. (2021). Actinomycetes yang diisolat dari mangrove *Rhizophora apiculata* di perairan Tanjung Api-api, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*. 23 (3): 140-149.
<https://doi.org/10.56064/jps.v23i3.662>
- Kosasih, Paramarta V, Mulyani SR, Yulianti F, Fitriana. (2022). Budi Daya Jamur Tiram Dalam Rangka Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Desa Tambakmekar Kecamatan Jalancagak Kabupaten Subang Provinsi Jawa Barat. 2(1): 101-110. DOI:10.47492/eamal.v2i1.1228
- Linda TM, Berlyansyah A, Fibriarti BL, Sofiyanti N, Devi S. (2022). Isolation and Analysis Compounds Endophytic Bacteria of Sea Fern (*Acrostichum aureum* L.) from Bengkalis Island, Riau. *Jurnal Biologi Tropis*. 22(1): 46-54. DOI: 10.29303/jbt.v22i1.3104
- Musyalina A, Habisukan UH, Oktiansyah R, Laksono PJ. 2023. Identifikasi Fungi Endofit yang Diisolasi dari Tanaman Jambu Monyet (*Anacardium occidentale* L.) pada Wilayah Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Konservasi Hayati*. 19(1): 1-11. <https://doi.org/10.33369/hayati.v19i1.26570>
- Ngazizah FN, Oksal E, Chuchita, Irawan A, Pereiz Z. (2024). Isolasi Bakteri Endofit Dari Tumbuhan Kelakai (*Stenochlaena palustris* (Burm) Bedd). *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*. 7(3): 269-278. <https://doi.org/10.36387/8x82wj94>.
- Nisa K, Lia R, Putri O, Bella EV, Karisma T, Habisukan UH. (2023). Isolasi Fungi Endofitik dari Organ Kulit Batang Tanaman Gambir (*Uncaria gambir* (Hunter) Roxb). *Konservasi Hayati*. 19(2): 70-77. <https://doi.org/10.33369/hayati.v19i2.28332>
- Noverita, Fitria, D. & Sinaga, E. (2009). Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Jamur Endofit dari Daun dan Rimpang *Zingiber ottensii* Val. *Jurnal Farmasi Indonesia*. 4(4): 171-176. DOI:10.35617/JFI.V4I4.26
- Nurdayani S, Fitriana, Amirah S. (2024). Antibacterial Activity of Endophytic Fungi from Bidara Roots Against Bacteria that Cause Skin Infections. *Journal Microbiology Science*. 4(1): 53-65. DOI:10.56711/jms.v4i1.1001
- Nurhakiki, Elsie, Harahap I. (2022). Potensi Bakteri Endofit Asal Tumbuhan Katemas (*Euphorbia heterophylla* L.) Sebagai Pengendali Bakteri Penyebab Penyakit Busuk Lunak (*Erwinia chrysanthemi*). *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*. 10(1): 400-408. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i1.5083>
- Nurhidayah, Hasanah U, Idramsa. (2014). Pengaruh Ekstrak Metabolit Sekunder Jamur Edofit Tumbuhan *Cotylelobium melanoxylon* Dalam Menghambat Pertumbuhan Mikroba Patogen. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*. <https://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/4810/1/Fulltext.pdf>
- Nurkanto A, Agusta A. (2015). Identifikasi Molekular dan Karakterisasi Morfo-Fisiologi Actinomycetes Penghasil Senyawa Antimikroba. *Jurnal Biologi Indonesia*. 11(2):195-203. <https://perbiol.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/12/11-2-195-204.pdf>
- Oktafiyanto MF & Rangkuti EE. (2022). Identifikasi Agens Hayati Potensial Dari Tanaman Karuk (*Piper Sarmentosum*). *Jurnal Agro Wiralodra*. 5(1): 28-35. DOI:10.31943/agrowiralodra.v5i1.75
- Pakadang SR, Ayuasrini, Ratna St, Salsa AM. (2024). Isolasi, Identifikasi, dan Aktivitas Antibakteri Fungi Endofit Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) Terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes*. *Media Farmasi*. 21(1): 50-62. DOI:10.32382/mf.v20i2.600
- Pakaya MS, Akuba, Papeol DRP, Makkulawul A, Puspitadewi AA. (2022). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Akar Pare (*Momordica charantia* L.). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*. 4(1): 301-309. <https://doi.org/10.37311/jsscr.v4i1.15536>
- Pariury JA, Herman JPC, Rebecca T, Veronica E, Arijana IGKN. (2021). Potensi Kulit Jeruk Bali (*Citrus Maxima* Merr) Sebagai

- Antibakteri *Propionibacterium acne* Penyebab Jerawat. *Hangtuh Medical Journal*. 19(1):119-131. DOI:10.30649/htmj.v19i1.65
- Prastika IW & Zuliarso E. (2021). Deteksi Penyakit Kulit Wajah Menggunakan *Tensorflow* Dengan Metode *Convolutional Neural Network*. *Jurnal Manajemen Informatika & Sistem Informasi*. 4(2): 84-91. DOI:10.36595/misi.v4i2.418
- Pratama FB. (2018). Potensi Antagonisme *Actinomycetes* Dari Rhizosfer Tanaman Kubis Terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans* Penyebab Layu Fusarium Pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea*). [skripsi]. Malang: Fakultas Pertanian Unniversitas Brawijaya. <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/165286/>
- Pulungan AS & Tumangger DE. (2018). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Penghasil Enzim Katalase dari Daun Buasbuas (*Premna pubescens* Blume). *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*. 5(1): 72-80. DOI:10.31289/biolink.v5i1.1665
- Ristiari NPN, Julyasih KSM, Suryanti IAP. (2018). Isolasi Dan Identifikasi Jamur Mikroskopis Pada Rizosfer Tanaman Jeruk Siam (*Citrus Nobilis* Lour.) Di Kecamatan Kintamani, Bali. 2018. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*. 6(1): 10-19. <https://doi.org/10.23887/jjpb.v6i1.21921>
- Rizqoh D, Sahfitri FD, Sipriyadi, Dita AA, Suryani UH. (2022). Ekstraksi dan Uji Penghambatan Minimum Bakteri Endofit Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) terhadap Jamur *Candida albicans*. 1: 91-97. <https://semnas.bppf-unib.com/index.php/perlintan/article/view/30/23>
- Rusli & Rahmaniar D. 2013. Penelusuran Potensi Mikroba Endofit Dari Rimpang Paku Kepala Tupai (*Drynaria quercifolia* J.Smith) Sebagai Penghasil Senyawa Antibiotika. 05(02): 128-139. <https://jurnal.farmasi.umi.ac.id/index.php/as-syifaa/article/viewFile/54/pdf>
- Rusli, Kosman R, Melinda P. (2020). Penelusuran Fungi Endofit Pada Daun Kopasanda (*Chromolaena odorata* L.) Yang Berpotensi Sebagai Penghasil Antibakteri Terhadap Bakteri Penyebab Infeksi Kulit. *As-Syifaa Jurnal Farmasi*. 12(1):64-69. DOI:10.33096/ja.v12i1.622
- Sadikin NAN, Bintari SH, Widiatningrum T, Dewi P. (2021). Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Aktivitas Antibakteri dari Bakteri Endofit Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Life Science*. 10 (2): 109-119. DOI:10.15294/lifesci.v10i2.54441
- Sagita D, Suharti N, Azizah N. (2017). Isolasi Bakteri Endofit Dari Daun Sirih (*Piper betle* L.) Sebagai Antibakteri Terhadap *Escherichia coli* Dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ipteks Terapan*. 11(1): 65-74. DOI:10.22216/jit.2017.v11i1.459
- Sampelan MG, Pangemanan D, Kundre RM. (2017). Hubungan Timbulnya *Acne Vulgaris* Dengan Tingkat Kecemasan Pada Remaja Di SMP N 1 Likupang Timur. *e-Journal Keperawatan (e-Kp)*. 5(1). DOI: <https://doi.org/10.35790/jkp.v5i1.14892>
- Suhartina, Kandou FEF, Singkoh MFO. (2018). Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Pada Tumbuhan Paku *Asplenium nidus*. *Jurnal FMIPA* 7(2): 24-28. DOI: <https://doi.org/10.35799/jm.7.2.2018.20640>
- Suryani S & A'yun Q. (2022). Isolasi Bakteri Endofit dari Mangrove *Sonneratia alba* Asal Pondok 2 Pantai Harapan Jaya Muara Gembong, Bekasi. *Bio Sains: Jurnal Ilmiah Biologi*. 1(2): 12-18. DOI: <https://doi.org/10.34005/bio-sains.v1i2.1831>
- Susanti ARH. (2021). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Tanaman *Aloe vera* Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri Terhadap *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus aureus*. [skripsi]. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. <https://share.google/images/tHtffKTd8tG8b2dsd>
- Utami MP, Kholis A, Mulyasari I, Noor LN, Fadel MN. (2021). Aktivitas Antibakteri Krim Ekstrak Daun Putri Malu (*Mimosa pudica* L.) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes* Penyebab Jerawat. LPPM PTMA. Prosiding 14th

-
- Urecol: Seri Kesehatan; Cilacap.242-252.
<https://www.repository.urecol.org/index.php/proceeding/article/view/1581/1546>
- Wibowo RH, Setiawan R, Darwis W, Sipriyadi, Supriati R, Sinisuka ANFG. (2022). Aktivitas Antibakteri dan Analisis Fitokimia Ekstrak Metanol dari Daun Paku Sarang Burung (*Asplenium nidus*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*. 27(2): 295–30. DOI:10.18343/jipi.27.2.295
- Yulian W & Ismail R. (2023). Uji Aktivitas Antijamur Fungi Endofit Tanaman Sarang Semut (*Myrmecodia pendans*) Terhadap Jamur *Candida albicans*. *Pharmacy Genius*. 2(1): 31-42. DOI:10.56359/pharmgen.v2i1.172
- Yuliani D, Dewi IK, Marhamah S. (2022). Efektivitas Ekstrak Daun Sirih Cina (*Peperomia pellucida*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Propionibacterium acnes* dan Tinjauannya Menurut Pandangan Islam. *Jurnal Sosial dan Sains*. 2(1): 173-181. DOI:10.36418/sosains.v2i1.333
- Zulkarnain, Muthiadin C, Nur F, Sijid SS. (2021). Potensi Kandungan Senyawa Ekstraksi Daun Patikan Kebo (*Euphorbia hirta* L.) Sebagai Kandidat Antibiotik Alami. *Jurnal Teknosains*. 15(2): 190-196. DOI:10.24252/teknosains.v15i2.19545