

Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Fungi Endofit Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) Terhadap *Streptococcus pneumoniae* dan *Klebsiella pneumoniae*

Alifa Amaliah Malik^{1*}, Alfrida Monica Salasa², Sesilia Rante Pakadang³

¹Program Studi Sarjana Terapan Farmasi, Jurusan Farmasi, Poltekkes Kemenkes Makassar, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

^{2,3}Jurusan Farmasi, Poltekkes Kemenkes Makassar, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

*Email: alifa_amaliah_far_2020@poltekkes-mks.ac.id

ABSTRAK

Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) merupakan tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai antihiperlipidemik, antibakteri, antiinflamasi dan secara empiris mengobati batuk. *Streptococcus pneumoniae* dan *Klebsiella pneumoniae* merupakan bakteri penyebab infeksi saluran pernapasan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh isolat fungi endofit Daun Ciplukan yang berpotensi menghasilkan metabolit sekunder sebagai antibakteri. Fungi endofit diisolasi dengan cara sterilisasi Daun Ciplukan selanjutnya diinokulasi berulang pada media SDA hingga diperoleh isolat murni. Dilakukan fermentasi pada media PDB diekstraksi dengan etil asetat. Skrining fitokimia ekstrak etil asetat dilakukan untuk mendapatkan metabolit sekunder dan untuk pengujian antibakteri dengan metode difusi agar pada media MHA. Hasil penelitian menunjukkan diperoleh 5 isolat yaitu isolat DC 1 diduga *Aspergillus flavus*, isolat DC 2 diduga *Aspergillus fumigatus*, isolat DC 3 diduga *Colletotrichum* sp., isolat DC 4 diduga *Cylindrocladium* sp., isolat DC 5 diduga *Aspergillus niger*. Hasil skrining fitokimia menunjukkan isolat DC 2 mengandung flavonoid, tannin, polifenol, isolat DC 4 mengandung saponin, tannin, alkaloid, polifenol, isolat DC 5 mengandung tannin, alkaloid, polifenol. Hasil Pengujian antibakteri ditemukan semua isolat Daun Ciplukan berpotensi menghambat *Streptococcus pneumoniae* dan *Klebsiella pneumoniae* atau bersifat bakteriostatik, sedangkan isolat DC 1 tidak berpotensi sebagai bakteriosida terhadap *Klebsiella pneumoniae* dan isolat DC 2 tidak berpotensi sebagai bakteriosida terhadap *Streptococcus pneumoniae* dan *Klebsiella pneumoniae*.

Kata Kunci: Antibakteri, Isolat Fungi Endofit, Metabolit Sekunder, Bakteriostatik, Bakteriosida

ABSTRACT

Ciplukan leaves (Physalis angulata L.) are a plant that is used as an antihyperglycemic, antibacterial, anti-inflammatory and empirically to treat coughs. Streptococcus pneumoniae and Klebsiella pneumoniae are bacteria that cause respiratory tract infections. This research aims to obtain isolates of Ciplukan Leaf endophytic fungi which have the potential to produce secondary metabolites as antibacterials. Endophytic fungi were isolated by sterilizing Ciplukan leaves and then repeated inoculation on SDA media until pure isolates were obtained. Fermentation was carried out on GDP media extracted with ethyl acetate. Phytochemical screening of ethyl acetate extract was carried out to obtain secondary metabolites and for antibacterial testing using the agar diffusion method on MHA media. The research results showed that 5 isolates were obtained, namely isolate DC 1 suspected of being Aspergillus flavus, isolate DC 2 suspected of being Aspergillus fumigatus, isolate DC 3 suspected of being Colletotrichum sp., isolate DC 4 suspected of being Cyindrocladium sp., isolate DC 5 suspected of being Aspergillus niger. The results of phytochemical screening showed that DC 2 isolate contained flavonoids, tannins, polyphenols, DC 4 isolate contained saponins, tannins, alkaloids, polyphenols, DC 5 isolate contained tannins, alkaloids, polyphenols. The results of antibacterial testing found that all Ciplukan Leaf isolates had the potential to inhibit Streptococcus pneumoniae and Klebsiella pneumoniae or were bacteriostatic, while the DC 1 isolate had no potential as a bacteriocidal against Klebsiella pneumoniae and the DC 2 isolate had no potential as a bacteriocidal against Streptococcus pneumoniae and Klebsiella pneumoniae.

Keywords: Antibacterial, Endophytic Fungi Isolate, Secondary Metabolites, Bacteriostatic, Bacteriocide

I. PENDAHULUAN

Penyakit infeksi merupakan salah satu penyakit yang paling sering menjadi masalah kesehatan, terutama penyakit infeksi saluran pernafasan yang disebabkan oleh bakteri menjadi masalah kesehatan di negara berkembang maupun di negara maju (Utami *et al.*, 2021). Infeksi saluran pernafasan salah satunya adalah batuk. Batuk adalah keluhan yang sering dikeluhkan pasien kepada dokter dan merupakan gejala yang paling sering ditemukan pada penyakit saluran pernapasan (Panggalo *et al.*, 2013).

Streptococcus pneumoniae dan *Klebsiella pneumoniae* merupakan salah

satu bakteri penyebab infeksi saluran pernapasan dan termasuk dalam kelompok bakteri patogen (Rini *et al.*, 2021). Kedua bakteri ini merupakan penyebab penyakit pneumonia yang menjadi salah satu penyakit infeksi saluran pernafasan yang serius di Indonesia.

Banyak cara yang digunakan untuk pengobatan penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen salah satunya adalah menggunakan antibiotik, namun penggunaan antibiotik yang salah dapat menimbulkan efek samping bagi tubuh seperti terjadinya resistensi. Oleh karena itu banyak orang yang beralih menggunakan cara tradisional untuk

pengobatan infeksi oleh bakteri patogen (Rini *et al.*, 2021).

Salah satu tanaman obat yang sangat sering kita jumpai tapi belum banyak dimanfaatkan secara luas adalah Ciplukan (*Physalis angulata* L.). Secara empiris Daun Ciplukan segar digunakan sebagai obat batuk di Kecamatan Biringere, Kabupaten Sinjai yang dikonsumsi dengan cara direbus selama 3-5 menit kemudian diminum dalam keadaan hangat. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Choirunnisa & Sutjiatmo, (2017) dimana ekstrak etanol 50% Herba Ciplukan (*Physalis angulata* L.) menunjukkan adanya efek antibakteri terhadap bakteri gram negatif *Klebsiella pneumoniae* dengan konsentrasi hambat minimum 256 µg/mL. Namun, untuk penelitian mengenai efek antibakteri Tumbuhan Ciplukan terhadap bakteri gram positif *Streptococcus pneumoniae* belum pernah dilakukan.

Eksplorasi senyawa bioaktif secara umum dilakukan dengan cara ekstraksi simplisia kering dari tumbuhan, namun metode tersebut memerlukan sampel dalam jumlah yang banyak. Perkembangan metode isolasi senyawa bahan alam saat ini telah banyak menggunakan mikroorganisme non patogen yang hidup pada jaringan tumbuhan dan dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang sama dengan inangnya yaitu

mikroorganisme endofit (Rosalina *et al.*, 2018). Kemampuan suatu endofit memproduksi senyawa metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inang sebagai akibat transfer genetik dari tanaman inangnya ke dalam fungi endofit (Asri *et al.*, 2021). Fungi endofit merupakan fungi yang dapat hidup di dalam tumbuhan, berasosiasi dalam jaringan tumbuhan, dan mempertahankan inangnya terhadap herbivora, serangga, dan patogen melalui hubungan mutualistik. Fungi endofit mampu menghasilkan beberapa senyawa seperti steroid, terpenoid, fenolik, alkaloid yang berpotensi sebagai antioksidan, antikanker, antibakteri, antivirus, antifungi (Pakadang *et al.*, 2021). Berdasarkan pencarian literatur mengenai Tumbuhan Ciplukan, belum ada penelitian sebelumnya yang melakukan isolasi fungi endofit Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) terhadap *Streptococcus pneumoniae* dan *Klebsiella pneumoniae*. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang isolasi, identifikasi dan uji aktivitas antibakteri fungi endofit dari Daun Ciplukan terhadap *Streptococcus pneumoniae* dan *Klebsiella pneumoniae*.

II. METODE

A. Desain, Tempat dan Waktu

Penelitian yang dilakukan diawali dengan proses penyiapan bahan yaitu Daun Ciplukan kemudian mengkultur fungi endofit dari daun, dilanjutkan isolasi dan pemurnian isolat fungi endofit, terakhir dilakukan pengujian aktivitas antibakteri isolat fungi endofit. Penelitian ini bertempat di Laboratorium Jurusan Farmasi Potlekkes Kemenkes Makassar. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Januari-Maret 2024.

B. Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu aluminium foil, autoklaf, batang pengaduk, *blank paper disk*, bunsen, cawan petri, cutter, erlenmeyer, *deck glass*, oven, pinset, pisau, tabung reaksi dan timbangan analitik. Adapun bahan yang digunakan yaitu alkohol 75%, Daun Ciplukan, Natrium Hipoklorit (NaOCl) 5%, media *Nutrient Agar* (NA), media *Muller Hinton Agar* (MHA), media *Potato Dextrose Agar* (PDB), *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA), Dimetil Sulfoksida (DMSO) 100%, kloramfenikol 0,005%, etil asetat, swab steril, tissue, spiritus, kertas label dan aquadest dan bakteri uji *Streptococcus pneumoniae* dan *Klebsiella pneumoniae*.

C. Sterilisasi Alat

Sebelum disterilkan dalam oven pada suhu 180°C selama 2 jam untuk peralatan gelas dan tahan panas peralatan dicuci terlebih dahulu dengan detergen dan dibilas dengan air mengalir. Sedangkan alat yang tidak tahan panas tinggi menggunakan autoklaf selama 15 menit pada tekanan 1 atm suhu 121°C dan untuk alat logam didesinfeksi dengan lampu pijar menggunakan spiritus (Pakadang *et al.*, 2021).

D. Pembuatan Media

Untuk membuat media *Nutrient Agar* (NA), ditimbang terlebih dahulu 28 gram media NA lalu dilarutkan dengan aquadest sebanyak 1000 ml (28 gram/1000 ml) dalam erlenmeyer. Untuk media *Sabouraud Dextrose Agar* (PDA), ditimbang 16,25 gram media PDA lalu dilarutkan dalam 250 ml aquadest dalam erlenmeyer. Untuk media *Potato Dextrose Broth* (PDB) ditimbang 6 gram media PDB lalu dilarutkan dengan 250 ml aquadest dalam erlenmeyer. Untuk media *Muller Hinton Agar* (MHA) ditimbang sebanyak 6,8 gram media MHA kemudian dilarutkan dalam 200 ml aquadest dalam erlenmeyer. Kemudian masing-masing dari media dididihkan menggunakan kompor hingga media terlarut menghasilkan larutan jernih. Disterilkan

pada suhu 121°C menggunakan autoklaf selama 15 menit.

E. Alur Penelitian

Tumbuhan ciplukan yang digunakan berasal dari Kecamatan Biringere, Kabupaten Sinjai yang tumbuh di pinggir sawah, kemudian dipilih dengan seksama dan diambil bagian daun yang segar untuk dilakukan isolasi fungi endofitnya. Tahap awal daun ciplukan disterilisasi bagian permukaannya dengan cara: dilakukan pencucian menggunakan air mengalir selama 10 menit, perendaman menggunakan alkohol 75% selama 1 menit, dilanjutkan dengan perendaman dalam natrium hipoklorit (NaOCl) 5% selama 5 menit dan terakhir dilakukan perendaman kembali dalam alkohol 75% selama 30 detik. Selanjutnya daun ciplukan yang sudah disterilkan ditunggu hingga kering untuk menghilangkan sisa-sisa alkohol. Setelah itu, daun ciplukan dipotong menggunakan pisau steril dengan ukuran ± 1 cm di atas objek gelas steril (Pakadang *et al.*, 2021).

Prosedur mengkultur fungi endofit dari daun ciplukan: potongan daun ciplukan yang sebelumnya sudah disterilkan diinokulasikan dalam media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) yang sebelumnya telah ditambahkan dengan kloramfenikol 0,005%. Kemudian diinkubasi selama 5-7 hari (pertumbuhan

tiap isolat fungi diamati secara berkala). Isolat yang telah tumbuh pada media kemudian dimurnikan dengan cara menginokulasikan kembali tiap jenis isolat fungi yang tumbuh pada media SDA yang baru. Inokulasi isolat dalam media baru terus dilakukan hingga didapatkan isolat yang murni. Isolat yang murni kemudian diremajakan untuk menjadi bahan uji selanjutnya. Dilakukan pengamatan morfologi jamur endofit pada setiap isolat fungi secara makroskopik dan mikroskopik. Pengamatan makroskopik dilakukan dengan melihat bentuk, ciri-ciri permukaan, warna isolat dan bentuk pertumbuhan koloni fungi. Pengamatan mikroskopik dilakukan dengan menggunakan mikroskop pada perbesaran 10x10 dan 40x40 untuk mengevaluasi sifat-sifat dan ciri spesifik dari isolat fungi yang nantinya akan dibandingkan dengan literature atau rujukan yang mirip atau sesuai dengan pengamatan yang didapatkan.

Isolat fungi endofit murni yang tumbuh pada media SDA dipotong berbentuk kotak dan diinokulasikan ke dalam labu erlenmeyer yang telah berisi media cari *Potato Dextrose Broth* (PDB) untuk proses fermentasi selama 2-3 minggu untuk mendorong produksi metabolit sekunder yang bersifat sebagai antibakteri. Setelah dilakukan fermentasi selama 2-3 minggu, hasil fermentasi

disaring setelah itu diekstraksi menggunakan etil asetat menggunakan corong pisah. Pelarut etil asetat yang bersifat semipolar digunakan dengan maksud untuk mendapatkan komponen yang bersifat polar dan nonpolar (Pakadang *et al.* 2020). Ekstrak etil asetat dari masing-masing isolat yang telah di corong pisah, selanjutnya diuapkan menggunakan *rotary evaporator* hingga mendapatkan ekstrak kental yang diletakkan pada cawan porselen yang sebelumnya telah ditimbang (berat cawan kosong). Kemudian diuapkan kembali di *waterbath* hingga ekstrak mengering dan ditimbang kembali berat cawan beserta ekstraknya. Selanjutnya ekstrak dari masing-masing isolat dikerok lalu disuspensikan menggunakan Dimetil Sulfoksida (DMSO) 100% yang perhitungannya sesuai dengan banyaknya ekstrak yang didapatkan. Kemudian ekstrak kental yang diperoleh digunakan untuk pengujian aktivitas antibakteri dengan perendaman *blank paper disk* pada suspensi ekstrak isolat fungi endofit menggunakan media *Muller Hinton Agar* (MHA). Proses diatas dilakukan terhadap semua isolat fungi endofit yang diperoleh.

Media MHA dituang ke dalam cawan petri yang sebelumnya telah disterilkan, biarkan hingga beku. Suspensi bakteri uji *Streptococcus pneumoniae* dan *Klebsiella pneumoniae* diinokulasikan

pada permukaan media menggunakan swab steril hingga merata, kemudian *paper disk* yang telah mengandung ekstrak isolat fungi endofit diletakkan pada permukaan media secara teratur. Perlakuan yang sama dilakukan terhadap bakteri uji *Klebsiella pneumoniae*. Setelah itu, diinkubasi pada suhu 37°C selama 1x24 jam dan 2x24 jam. Pengamatan dilakukan dengan mengukur zona hambat atau zona bening yang terbentuk disekitar *paper disk*.

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengetahui senyawa metabolit sekunder: alkaloid, flavonoid, polifenol tannin dan saponin. Pengujian skrining fitokimia dilakukan menggunakan reaksi warna dengan pereaksi yang sesuai. Uji alkaloid $\pm 0,5 \text{ g} + 2 \text{ mL}$ etanol 70% kemudian dikocok + 5 mL HCl 2N, lalu dipanaskan kemudian + 3 tetes pereaksi Mayer, hasil positif akan terbentuk endapan. Uji saponin dengan cara ekstrak $\pm 0,5 \text{ g} + 2 \text{ mL}$ etanol 70% kemudian dikocok lalu ditambahkan 10 ml air suling lalu dikocok, kemudian didiamkan selama 20 menit, hasil positif menunjukkan adanya busa. Uji tannin dengan cara ekstrak $\pm 0,5 \text{ g} + 2 \text{ mL}$ etanol 70% dikocok + 3 tetes FeCl_3 1%, hasil positif menunjukkan warna biru kehitaman jika positif senyawa tannin galat dan warna hijau kehitaman jika positif senyawa tannin katekin. Uji flavonoid dengan cara ekstrak $\pm 0,5 \text{ g} + 2 \text{ mL}$ etanol 70% kemudian dikocok + 0,5 g

serbuk Magnesium + 3 tetes HCl pekat, hasil positif menunjukkan terbentuknya warna jingga hingga merah. Uji polifenol dengan cara ekstrak $\pm 0,5$ g + etanol 70% kemudian dikocok + air suling 10 ml kemudian dipanaskan selama 10 menit kemudian didinginkan lalu disaring. Filtrat hasil saringan + 3 tetes FeCl_3 , hasil positif ditunjukkan dengan pembentukan larutan warna ungu hingga biru.

F. Pengolahan dan Analisa Data

Data yang didapatkan dari pengukuran diameter zona hambat ditabulasikan, kemudian dirata-ratakan dan dianalisis secara statistik menggunakan *Statistical Program for Social Science* (SPSS).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

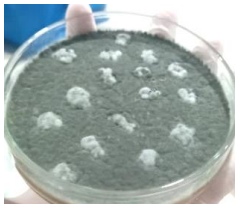
A. Hasil

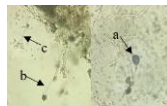
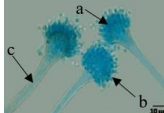
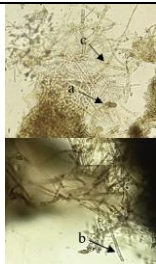
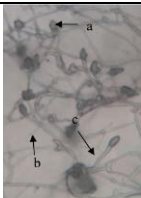
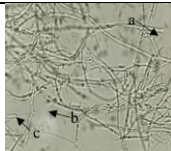
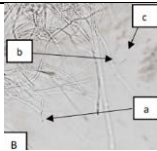
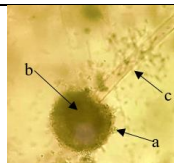
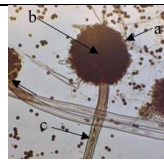
Hasil penelitian dan pengamatan yang telah dilakukan berhasil ditumbuhkan beberapa isolat fungi endofit yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel I. Hasil Isolasi Fungi Endofit dari Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.).

Bahan Uji	Jumlah Isolat
Daun Ciplukan	5

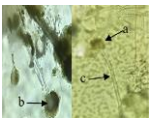
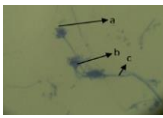
Tabel II. Karakteristik Isolat Fungi Endofit Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) secara Makroskopik.

Isolat Fungi	Karakteristik
Endofit	Isolat Fungi Endofit
	Koloni berwarna hijau muda, memiliki permukaan yang bertekstur dan kasar seperti berpasir dan pada bagian pinggirnya berwarna putih.
	Koloni berwarna hijau tua dan tumbuh menyebar, pada bagian pinggirnya berwarna putih serta di bagian tengah terdapat kelompok yang tumbuh dengan warna hijau yang lebih muda serta memiliki permukaan halus menyerupai beludru.

 Abu-abu (DC 3)	Pada awalnya koloni berwarna putih dan kemudian berubah menjadi abu-abu setelah satu hari dengan permukaan berbulu seperti kapas.	 Hijau Tua (DC 2)	 <i>Aspergillus fumigatus</i> (Lestari et al., 2019)	a. Konidia atas berwarna hijau b. Terdapat spora c. Konidiofor
 Putih (DC 4)	Koloni berwarna putih bersih permukaan berbulu seperti kapas dan tebal serta tumbuh secara berkelompok.	 Abu-abu (DC 3)	 <i>Colletotrichum sp.</i> (Hanum, 2022)	a. Konidia b. Setae c. Konidiofor
 Hitam (DC 5)	Koloni berwarna hitam dan tumbuh menyebar secara berkelompok dengan permukaan kasar menyerupai pasir.	 Putih (DC 4)	 <i>Cylindrocladium sp.</i> (Manurung & Kurniatuhadi, 2022)	a. Konidia b. Konidiofor c. Cabang konidiofor
		 Hitam (DC 5)	 <i>Aspergillus niger</i> (Fatur Bayjili et al., 2023)	a. Konidia b. Vesikel c. Konidiofor

Tabel III. Karakteristik Isolat Fungi Endofit Daun Ciplukan (*Physalis peruviana* L.) secara Mikroskopik

Tabel III. Karakteristik Isolat Fungi Endofit Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) secara Mikroskopik.

Hasil Pengamatan	Pustaka (yang diduga)	Deskripsi
 Hijau Muda (DC 1)	 <i>Aspergillus flavus</i> (Praja & Yudhana, 2018)	a. Konidia b. Vesikel c. Konidiofor

Tabel IV. Hasil Analisis *Mann-Whitney* Ekstrak Etil Asetat Isolat Fungi Endofit Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) terhadap pertumbuhan *Streptococcus pneumoniae*.

Bakteri Uji	Perlakuan	N	Zona Hambatan Pertumbuhan Bakteri Uji				
			Mean	Std.dev	Median	Min	Max
<i>Streptococcus pneumoniae</i> (1x24 Jam)	Isolat DC 1	3	20,50	0,86	21,00 ^a	19,50	21,00
	Isolat DC 2	3	18,00	0,50	18,00 ^b	17,50	18,50
	Isolat DC 3	3	19,83	1,04	19,50 ^{ac}	19,00	21,00
	Isolat DC 4	3	24,66	0,57	25,00	24,00	25,00
	Isolat DC 5	3	18,66	1,04	19,00 ^{abc}	17,50	19,50

Superscript^{abc}: menunjukkan aktivitas yang tidak berbeda nyata dalam menghambat pertumbuhan *Streptococcus pneumoniae*

Bakteri Uji	Perlakuan	N	Zona Hambatan Pertumbuhan Bakteri Uji				
			Mean	Std.dev	Median	Min	Max
<i>Streptococcus pneumoniae</i> (2x24 Jam)	Isolat DC 1	3	15,66	1,52	16,00	14,00	17,00
	Isolat DC 2	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Isolat DC 3	3	11,00	1,32	11,50 ^p	9,50	12,00
	Isolat DC 4	3	11,16	1,60	10,50 ^{ps}	10,00	13,00
	Isolat DC 5	3	10,16	1,52	10,50 ^{ps}	8,50	11,50

Superscript^{pq}: menunjukkan aktivitas yang tidak berbeda nyata dalam menghambat pertumbuhan *Streptococcus pneumoniae*

Tabel V. Hasil Analisis *Mann-Whitney* Ekstrak Etil Asetat Isolat Fungi Endofit Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) terhadap pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae*.

Bakteri Uji	Perlakuan	N	Zona Hambatan Pertumbuhan Bakteri Uji				
			Mean	Std.dev	Median	Min	Max
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (1x24 Jam)	Isolat DC 1	3	20,66	1,75	20,50 ^a	19,00	22,50
	Isolat DC 2	3	19,00	1,32	19,50 ^{ab}	17,50	20,00
	Isolat DC 3	3	20,83	0,76	21,00 ^{abc}	20,00	21,50
	Isolat DC 4	3	15,50	1,73	16,50	13,50	16,50
	Isolat DC 5	3	19,66	0,76	19,50 ^{abc}	19,00	20,50

Superscript^{abc}: menunjukkan aktivitas yang tidak berbeda nyata dalam menghambat pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae*

Bakteri Uji	Perlakuan	N	Zona Hambatan Pertumbuhan Bakteri Uji				
			Mean	Std.dev	Median	Min	Max
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (2x24 Jam)	Isolat DC 1	3	0,00	0,00	0,00 ^p	0,00	0,00
	Isolat DC 2	3	0,00	0,00	0,00 ^p	0,00	0,00
	Isolat DC 3	3	10,66	1,15	10,00 ^a	10,00	12,00
	Isolat DC 4	3	14,83	2,08	15,50 ^f	12,50	16,50
	Isolat DC 5	3	13,50	3,50	12,00 ^{qf}	11,00	17,50

Superscript^{pqr}: menunjukkan aktivitas yang tidak berbeda nyata dalam menghambat pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae*

B. Pembahasan

Metabolit yang berkhasiat secara farmakologis ini ternyata tidak hanya dihasilkan tanaman tetapi juga oleh mikroorganisme yang tumbuh dalam jaringan tanaman. Potensi farmakologis yang dimiliki oleh satu jenis tumbuhan sangat mungkin disebabkan karena asosiasi mutualistik dengan mikroorganisme endofit, salah satunya adalah fungi. Fungi endofit adalah fungi yang hidup dalam jaringan tanaman pada periode tertentu dan mampu membentuk koloni dalam jaringan tanpa membahayakan inang itu sendiri (Murdiyah, 2019).

Isolasi merupakan proses mengambil mikroorganisme yang terdapat di alam atau lingkungan asalnya, dan kemudian ditumbuhkan kembali ke dalam medium buatan, tujuannya ini adalah untuk memisahkan mikroorganisme dari suatu tanaman kemudian ditumbuhkan kembali ke dalam media yang baru agar memperoleh hasil yang murni (Novaldi *et al.*, 2018).

Pada penelitian ini dilakukan isolasi fungi endofit dari Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) untuk mengetahui berapa banyak isolat yang terbentuk atau yang didapatkan, mengidentifikasi isolat fungi endofit yang diperoleh serta mengetahui aktivitas fungi endofit tersebut sebagai senyawa antibakteri terhadap pertumbuhan *Streptococcus pneumoniae* dan *Klebsiella pneumoniae*. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengamati aktivitas antibakteri ekstrak etil asetat isolat fungi endofit daun ciplukan yang terbentuk secara langsung pada media MHA dengan menggunakan metode difusi agar menggunakan *paper disk* dimana komponen antibakteri yang ada pada fungi endofit akan berdifusi ke dalam agar dan menghambat pertumbuhan dari bakteri. Zona bening yang terbentuk pada media MHA yang menandakan bahwa adanya proses penghambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh senyawa antibakteri. Pengamatan ini dilakukan setelah masa inkubasi 1x24 jam dan inkubasi 2x24 jam pada suhu 37°C.

Fungi yang terbentuk dari Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) merupakan fungi endofit karena sebelumnya telah dilakukan sterilisasi permukaan pada daun ciplukan. Sterilisasi permukaan tersebut bertujuan untuk menghilangkan mikroorganisme yang terdapat pada permukaan daun ciplukan.

Sterilisasi dilakukan dengan pencucian menggunakan air mengalir selama 10 menit, perendaman dengan alkohol 75% dan dilanjutkan dengan perendaman dalam natrium hipoklorit 5% . Natrium hipoklorit banyak digunakan karena sangat efektif membunuh bakteri dengan cara merusak membran sel bakteri. Senyawa hipoklorit mampu membersihkan mikroorganisme yang ikut dalam bahan tanaman, menghilangkan partikel-partikel tanah, debu dan lain-lain sedangkan penggunaan alkohol 75% dapat melarutkan membran lipid serta mematikan protein pada mikroba yang menyebabkan terbunuhnya mikroorganisme (Asni Setiani *et al.*, 2018). Setelah itu diinokulasikan pada media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) dan diinkubasi selama 5-7 hari pada suhu 25°C dan diperoleh fungi endofit yang tumbuh sebanyak 5 isolat murni yaitu isolat Hijau Muda, isolat Hijau Tua, isolat Abu-abu, isolat Putih dan isolat Hitam.

Pada isolat Hijau Muda (DC 1) diduga sebagai *Aspergillus flavus* yang memiliki penampakan makroskopik koloninya berwarna hijau muda dengan permukaan yang bertekstur dan kasar seperti berpasir dan dipinggirnya dikelilingi warna putih. Secara mikroskopiknya memiliki ciri khas yaitu memiliki konidia, konidiofor yang panjang dengan vesikel di terminal, dan konidianya berbentuk oval. Pengamatan secara

makroskopik dan mikroskopik ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Praja & Yudhana, (2018) *Aspergillus flavus* secara makroskopis koloni yang terlihat berwarna hijau kekuningan dan pada bagian bawahnya berwarna kekuningan sampai coklat. Secara mikroskopis konidiofor tampak jelas, tidak berpigmen, kasar, panjangnya kurang dari 1 mm. Kemudian menurut Iien *et al.*, (2020) Jamur *Aspergillus flavus* menghasilkan koloni yang berwarna kuning hijau atau kuning abu-abu hingga kehitaman. Konidiofornya tidak berwarna, kasar, bagian atas agak bulat serta konidia kasar dengan bermacam-macam warna.

Pada isolat DC 2 (Hijau Tua) diduga sebagai *Aspergillus fumigatus* yang memiliki penampakan makroskopik koloni berwarna hijau tua, pada bagian pinggirannya berwarna putih dan bagian tengah terdapat kelompok yang tumbuh dengan warna hijau yang lebih muda serta memiliki permukaan halus menyerupai beludru. Secara mikroskopik yaitu konidia berbentuk bulat, serta konidiospora yang panjang dan tidak bersekat. Pengamatan secara makroskopik dan mikroskopiknya sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lestari *et al.*, (2019) *Aspergillus fumigatus* koloninya muncul sebagai filamen putih kemudian berubah warna hijau tua atau hijau gelap dengan pinggiran putih dan permukaan bawah koloni

berwarna kekuningan sampai coklat, permukaan koloni seperti beludru (velvety). Pengamatan secara mikroskopik memperlihatkan adanya sporangium yang membentuk glanula, berwarna hitam kelabu dan memiliki hifa yang bersekat. Penelitian lain oleh Lisu *et al.*, (2023) *Aspergillus fumigatus* memiliki konidia bulat berwarna biru muda, dengan konidiofor yang panjang serta memiliki sporangium, serta penelitian oleh Urip *et al.*, (2021) dimana secara makroskopik jamur *Aspergillus fumigatus* ditandai dengan koloni jamur yang berwarna hijau tua dengan pinggiran berwarna putih, dan berbentuk bulat dengan tepian koloni rata serta permukaan halus, tekstur dari jamur seperti beludru.

Pada isolat DC 3 (Abu-abu) diduga sebagai *Colletotrichum sp.* yang memiliki tampilan makroskopik koloni berwarna abu-abu muda. Awalnya koloni berwarna putih dan kemudian berubah menjadi abu-abu setelah satu hari dengan permukaan berbulu seperti kapas. Secara mikroskopiknya memiliki konidia yang berbentuk agak lonjong dan besar, memiliki konidiofor yang bersekat dan tidak bercabang serta setae yang terdapat di ujung konidiofor. Pengamatan secara makroskopik dan mikroskopiknya sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hanum, (2022) *Colletotrichum sp.* memiliki koloni berwarna abu-abu tua

dengan *conidial mass* berwarna abu-abu. Isolat berbentuk bulat dengan tepi koloni tidak teratur dan memiliki tenunan hifa yang tebal menyerupai wol. Pengamatan mikroskopisnya memiliki vesikel, konidiofor, setae dan konidia. Konidia yang dihasilkan *hyaline* dan berbentuk semi bulat ke silindris. Penelitian lainnya oleh Sudirga, (2016) jamur *Colletotrichum* sp. menghasilkan banyak miselium, koloni berwarna putih abu-abu, dasar koloni berwarna coklat kehitaman, secara mikroskopik mempunyai bentuk spora silindris tidak bersepta dengan warna *hyaline* serta miselium jamur bersepta dan bercabang.

Pada isolat DC 4 (Putih) diduga sebagai *Cylindrocladium* sp. yang memiliki tampilan makroskopik koloni berwarna putih bersih permukaan berbulu seperti kapas dan tebal. Secara mikroskopik yaitu konidia berbentuk bulat kecil, memiliki konidiospora yang panjang dan saling berangkai seperti ranting serta memiliki bagian cabang konidiofor. Pengamatan secara makroskopik dan mikroskopiknya sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Manurung & Kurniatuhadi, (2022) isolat jamur *Cylindrocladium* sp. berbentuk bulat yang berwarna putih di bagian atas, bawah, dan tepi. Ciri mikroskopis menunjukkan hifa bersekat, spora yang halus, memiliki

konidia, konidiofor, dan cabang konidiofor.

Pada isolat DC 5 (Hitam) diduga sebagai *Aspergillus niger* yang memiliki tampilan makroskopik koloni berwarna hitam dan tumbuh menyebar secara berkelompok dengan permukaan kasar menyerupai pasir. Secara mikroskopik memiliki konidia yang berbentuk bulat dan melingkar berbentuk seperti matahari, memiliki vesikel serta konidiofor yang agak panjang. Pengamatan secara makroskopik dan mikroskopiknya sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fatur Bayjili *et al.*, (2023) secara makroskopis tampak koloni *Aspergillus niger* berwarna hitam kecoklatan. Mikroskopisnya tampak konidia menempel ke permukaan vesikal berwarna hitam dan berbentuk seperti bunga matahari. Secara makroskopis *Aspergillus niger* mempunyai hifa yang tampak dipermukaan vesikel. Penelitian lain oleh Praja & Yudhana, (2018) secara makroskopik *Aspergillus niger* berwarna koloni hitam dengan pinggiran putih dan permukaan bawah koloni berwarna kekuningan sampai coklat. Secara mikroskopis dicirikan dengan konidia bulat hingga semi bulat dan berwarna coklat, phialid memenuhi seluruh permukaan vesikel dan vesikel berbentuk bulat hingga semi bulat.

Semua isolat murni yang ditemukan dilanjutkan ke tahap fermentasi menggunakan media cair *Potato Dextrose Broth* (PDB) kemudian ditempatkan di atas *orbitas 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 maupun nonpolar yang terkandung di dalam tanaman. Ekstrak etil asetat dari setiap isolat fungi endofit kemudian diuapkan. Selanjutnya dilakukan pengujian aktivitas antibakteri menggunakan media MHA, suspensi bakteri uji *Streptococcus pneumoniae* dan *Klebsiella pneumoniae* disebarkan pada permukaan media MHA menggunakan swab steril hingga merata, kemudian *paper disk* yang sebelumnya telah direndam dan telah mengandung ekstrak bahan uji kemudian diletakkan pada permukaan media MHA secara teratur. Setelah itu diinkubasi selama 1x24 jam dan 2x24 jam. Pengujian pada inkubasi 1x24 jam untuk melihat kemampuan setiap isolat dalam menghambat pertumbuhan (bakteriostatik) kedua bakteri uji, dan untuk inkubasi 2x24 jam dilakukan untuk melihat kemampuan setiap isolat dalam membunuh pertumbuhan (bakteriosida) kedua bakteri

uji. Pengamatan aktivitas antibakteri dilakukan dengan mengukur zona hambat atau bening yang terbentuk disekeliling *paper disk* dengan menggunakan pembanding kontrol negatif DMSO.

Hasil pengujian antibakteri terhadap *Streptococcus pneumoniae* 1x24 jam menunjukkan bahwa isolat DC 1 (Hijau Muda), isolat DC 2 (Hijau Tua), isolat DC 3 (Abu-abu), isolat DC 4 (Putih) dan isolat DC 5 (Hitam) memiliki aktivitas antibakteri atau bersifat bakteriostatik. Dimana data yang menunjukkan aktivitas antibakteri yang sangat optimal dihasilkan oleh isolat DC 4 yang diduga *Cylindrocaldium* dengan rata-rata zona hambat sebesar 24,66 mm, sedangkan pada *Streptococcus pneumoniae* inkubasi 2x24 jam menunjukkan isolat DC 1 (Hijau Muda), isolat DC 3 (Abu-abu), isolat DC 4 (Putih) dan isolat DC 5 (Hitam) dapat membunuh pertumbuhan bakteri atau bersifat bakteriosida. Isolat fungi endofit yang paling optimal dihasilkan oleh isolat DC 1 dengan rata-rata zona hambat sebesar 15,66 mm.

Hasil pengujian antibakteri terhadap *Klebsiella pneumoniae* 1x24 jam menunjukkan bahwa isolat DC 1 (Hijau Muda), isolat DC 2 (Hijau Tua), isolat DC 3 (Abu-abu), isolat DC 4 (Putih) dan isolat DC 5 (Hitam) memiliki aktivitas antibakteri atau bersifat bakteriostatik. Dimana data yang menunjukkan aktivitas

antibakteri yang sangat optimal dihasilkan oleh isolat DC 3 dengan rata-rata zona hambat sebesar 20,83 mm, sedangkan pada *Klebsiella pneumoniae* inkubasi 2x24 jam menunjukkan isolat DC 3 (Abu-abu), isolat DC 4 (Putih) dan isolat DC 5 (Hitam) dapat membunuh pertumbuhan bakteri bersifat bakteriosida dan yang paling optimal dihasilkan oleh isolat DC 4 dengan rata-rata zona hambat sebesar 14,83 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 (Pakadang *et al.*, 2022). Potensi antibakteri dari ekstrak Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) dipengaruhi oleh kandungan senyawa kimia dalam ekstrak. Dilakukan skrining fitokimia terhadap isolat DC 2 (Hijau Tua) yang positif mengandung flavonoid, tannin, polifenol dan negatif alkaloid dan saponin. Isolat DC 4 (Putih) positif mengandung alkaloid, saponin, tannin, polifenol dan negatif flavonoid. Isolat DC 5 (Hitam) positif mengandung alkaloid, tannin, polifenol dan negatif mengandung flavonoid dan saponin. Untuk isolat DC 1 dan Isolat DC 3 tidak dilakukan skrining fitokimia karena ekstrak etil asetat yang dihasilkan sedikit. Hasil skrining fitokimia ekstrak etil asetat Daun Ciplukan yang

didapatkan sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan dimana hasil skrining fitokimia serbuk simplisia dan ekstrak etanol daun ciplukan mengandung alkaloid, flavonoid, glikosida, tanin dan saponin (Gultom *et al.*, 2021). Hal ini membuktikan bahwa fungi endofit mengandung senyawa yang sama dengan tanaman inangnya.

Hasil pengujian aktivitas antibakteri diperoleh terdapat satu isolat yang paling optimal terhadap *Streptococcus pneumoniae* dan *Klebsiella pneumoniae* yaitu isolat DC 4 karena memiliki diameter zona hambat yang paling besar dan dari hasil skrining fitokimia juga mengandung senyawa metabolit sekunder yang banyak yaitu alkaloid, saponin, tannin, dan polifenol.

Senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak etil asetat isolat fungi endofit Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) memiliki kemampuan dalam menghambat dan membunuh *Streptococcus pneumoniae* dan *Klebsiella pneumoniae*, karena tiap senyawa aktif tersebut memiliki mekanisme kerja yang berbeda-beda sebagai antibakteri. Mekanisme kerja dari senyawa alkaloid yaitu dengan mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri. Lapisan peptidoglikan digunakan sebagai keberlangsungan hidup bakteri pada lingkungan hipotonis. Jika lapisan tersebut

mengalami kerusakan maka terjadi kekakuan pada dinding sel bakteri yang menyebabkan kematian sel tersebut. Senyawa saponin mengandung molekul yang bersifat hidrofilik dan lipofilik sehingga menurunkan tegangan permukaan sel dan permeabilitas membran menjadi rusak. Senyawa tannin bekerja sebagai antibakteri dengan menghambat enzim ekstraseluler bakteri dan mengambil alih substrat yang dibutuhkan dalam pertumbuhan bakteri (Sadiah *et al.*, 2022). Senyawa polifenol dapat menyebabkan kerusakan pada sel bakteri, denaturasi protein, menginaktivkan enzim, dan menyebabkan kebocoran sel (Anggraini *et al.*, 2019).

Uji selanjutnya yaitu analisis statistik pada data aktivitas antibakteri ekstrak etil asetat isolat fungi endofit Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) terhadap bakteri uji *Streptococcus pneumoniae* dan *Klebsiella pneumoniae* menggunakan SPSS.

Pengujian pertama yang dilakukan yaitu uji normalitas diperoleh bahwa bakteri uji *Streptococcus pneumoniae* 1x24 jam pada isolat DC 2, DC 3 dan DC 5 memiliki nilai signifikan >0.05 yang artinya data berdistribusi normal, sedangkan pada isolat DC 1 dan DC 4 memiliki nilai signifikan <0.05 yang artinya data tidak berdistribusi normal. Pada *Streptococcus pneumoniae* 2x24 jam

isolat DC 1, DC 3, DC 4 serta DC 5 memiliki nilai signifikan >0.05 yang artinya data berdistribusi normal, sedangkan isolat DC 2 memiliki nilai signifikan <0.05 yang artinya data tidak berdistribusi normal. Pada bakteri uji *Klebsiella pneumoniae* 1x24 jam isolat DC 1, DC 2, DC 3 serta DC 5 memiliki nilai signifikan >0.05 yang artinya data berdistribusi normal, sedangkan pada isolat DC 4 memiliki nilai signifikan <0.05 yang artinya data tidak berdistribusi normal. Pada *Klebsiella pneumoniae* 2x24 jam isolat DC 4 dan DC 5 memiliki nilai signifikan >0.05 yang artinya data berdistribusi normal, sedangkan isolat DC 1, DC 2 serta DC 3 memiliki nilai signifikan <0.05 yang artinya data tidak berdistribusi normal.

Pengujian yang kedua adalah uji homogenitas menunjukkan bahwa hasil homogenitas bakteri uji *Streptococcus pneumoniae* 1x24 jam dan 2x24 jam serta *Klebsiella pneumoniae* 1x24 jam memiliki nilai signifikan >0.05 yang artinya data homogen. Sedangkan pada bakteri uji *Klebsiella pneumoniae* 2x24 jam menunjukkan nilai signifikan <0.05 yang artinya data tidak homogen.

Hasil pengujian Normalitas dan Homogenitas menunjukkan terdapat data yang tidak berdistribusi normal dan tidak homogen maka dilakukan pengujian dengan uji nonparametrik yaitu uji *Kruskal*

Wallis yang dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney*.

Uji *Kruskal Wallis* menunjukkan pada *Streptococcus pneumoniae* 1x24 jam menunjukkan nilai signifikan 0.021 (<0.05) hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan ekstrak etil asetat isolat fungi endofit dalam menghambat pertumbuhan *Streptococcus pneumoniae* selama 1x24 jam. Selanjutnya dilakukan uji *Mann Whitney* untuk mengetahui perbedaan potensi antibakteri ekstrak etil asetat isolat fungi endofit antara satu dengan yang lainnya. Analisis *Mann Whitney* menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri isolat DC 1 tidak berbeda nyata dengan isolat DC 3 dan DC 5 (nilai signifikan >0.05) dan aktivitas antibakteri isolat DC 2 tidak berbeda nyata dengan isolat DC 5 (nilai signifikan >0.05) yang berarti tidak ada perbedaan yang nyata sebagai antibakteri terhadap *Streptococcus pneumoniae* selama 1x24 jam. Sedangkan aktivitas antibakteri isolat DC 4 berbeda nyata dengan isolat DC 1, DC 2, DC 3 dan DC 5 (nilai signifikan <0.05) yang berarti ada perbedaan yang nyata dalam menghambat pertumbuhan *Streptococcus pneumoniae* selama 1x24 jam.

Uji *Kruskal Wallis* menunjukkan pada *Streptococcus pneumoniae* selama 2x24 jam menunjukkan nilai signifikan 0.025 (<0.05) hal ini menunjukkan bahwa

terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan ekstrak etil asetat isolat fungi endofit dalam menghambat pertumbuhan *Streptococcus pneumoniae* selama 2x24 jam. Selanjutnya dilakukan uji *Mann Whitney* untuk mengetahui perbedaan potensi antibakteri ekstrak etil asetat isolat fungi endofit antara satu dengan yang lainnya. Analisis *Mann Whitney* menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri isolat DC 3 tidak berbeda nyata dengan isolat DC 4 dan DC 5 (nilai signifikan >0.05) yang berarti tidak ada perbedaan nyata sebagai antibakteri terhadap *Streptococcus pneumoniae* selama 2x24 jam. Sedangkan aktivitas antibakteri isolat DC 1 berbeda nyata dengan isolat DC 2, DC 3, DC 4 dan DC 5 (nilai signifikan <0.05) dan aktivitas antibakteri isolat DC 2 berbeda nyata dengan isolat DC 3, DC 4 dan DC 5 (nilai signifikan <0.05) yang berarti ada perbedaan yang nyata dalam menghambat pertumbuhan *Streptococcus pneumoniae* selama 2x24 jam.

Uji *Kruskal Wallis* menunjukkan pada *Klebsiella pneumoniae* 1x24 jam menunjukkan nilai signifikan 0.054 (>0.05) hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara perlakuan ekstrak etil asetat isolat fungi endofit dalam menghambat pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae* 1x24 jam. Selanjutnya dilakukan uji *Mann Whitney* untuk mengetahui perbedaan potensi

antibakteri ekstrak etil asetat isolat fungi endofit yang satu dengan yang lainnya. Analisis *Mann Whitney* menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri isolat DC 1 tidak berbeda nyata dengan isolat DC 2, DC 3 dan DC 5 (nilai signifikan >0.05) yang berarti tidak ada perbedaan yang nyata sebagai antibakteri terhadap *Klebsiella pneumoniae* selama 1x24 jam. Sedangkan aktivitas antibakteri isolat DC 4 berbeda nyata dengan isolat DC 1, DC 2, DC 3 dan isolat DC 5 (nilai signifikan <0.05) yang berarti ada perbedaan yang nyata dalam menghambat pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae* selama 1x24 jam.

Uji *Kruskal Wallis* menunjukkan pada *Klebsiella pneumoniae* 2x24 jam menunjukkan nilai signifikan 0.014 (<0.05) hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan ekstrak etil asetat isolat fungi endofit dalam menghambat pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae* selama 2x24 jam. Selanjutnya dilakukan uji *Mann Whitney* untuk mengetahui perbedaan potensi antibakteri ekstrak etil asetat isolat fungi endofit satu dengan lainnya. Analisis *Mann Whitney* menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri isolat DC 1 tidak berbeda nyata dengan isolat DC 2 (nilai signifikan >0.05), aktivitas antibakteri isolat DC 3 tidak berbeda nyata dengan isolat DC 5 (nilai signifikan >0.05) dan aktivitas antibakteri isolat DC 4 tidak

berbeda nyata dengan isolat DC 5 (nilai signifikan >0.05) yang berarti tidak ada perbedaan yang nyata sebagai antibakteri terhadap *Klebsiella pneumoniae* selama 2x24 jam. Sedangkan aktivitas antibakteri pada isolat DC 1 berbeda nyata dengan isolat DC 3, DC 4 dan DC 5 (nilai signifikan <0.05) dan aktivitas antibakteri isolat DC 3 berbeda nyata dengan isolat DC 4 (nilai signifikan <0.05) yang berarti ada perbedaan yang nyata dalam menghambat pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae* selama 2x24 jam.

IV. KESIMPULAN

1. Isolat fungi endofit Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) yang ditemukan ada 5 isolat murni yaitu isolat DC 1 diduga *Aspergillus flavus*, isolat DC 2 diduga *Aspergillus fumigatus*, isolat DC 3 diduga *Colletotrichum sp.*, isolat DC 4 diduga *Cylindrocladium sp.*, isolat DC 5 diduga *Aspergillus niger*.
2. Hasil skrining fitokimia memperlihatkan isolat fungi endofit dari Daun Ciplukan dapat menghasilkan metabolit sekunder dimana isolat DC 2 positif mengandung senyawa flavonoid, tannin, dan polifenol, isolat DC 4 positif mengandung senyawa saponin, tannin, alkaloid dan polifenol, isolat DC 5 positif mengandung senyawa tannin, alkaloid dan polifenol.

3. Uji aktivitas antibakteri dari metabolit sekunder yang dihasilkan oleh isolat fungi endofit Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) memperlihatkan adanya daya hambat pada semua isolat terhadap *Streptococcus pneumoniae* dan *Klebsiella pneumoniae* atau bersifat bakteristatik. Untuk isolat DC 1 (Hijau Muda) merupakan isolat yang tidak berpotensi sebagai bakteriosida terhadap *Klebsiella pneumoniae* dan isolat DC 2 (Hijau Tua) tidak berpotensi sebagai bakteriosida terhadap *Streptococcus pneumoniae* dan *Klebsiella pneumoniae*.

V. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas perlu dilakukan penelitian aktivitas antibakteri isolat fungi endofit Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) terhadap bakteri lain yang dapat menyebabkan infeksi serta sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui dengan pasti jenis jamur dari tiap isolat dengan melakukan penelitian biokimia murni.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kepada Ayahanda **Abdul Malik, S.Pd**, Ibunda **Hartati, S.Pd**, Adik **Annisa Mutmainnah Malik** dan **Muh. Rayhan Malik**, serta seluruh keluarga besar

penulis atas segala perhatian, pengorbanan, kasih sayang serta doa restunya yang luar biasa selama ini, penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen Jurusan Farmasi Poltekkes Kemenkes Makassar khususnya dosen pembimbing **Ibu Alfrida Monica Salasa, S.Si., M.Kes** dan **Ibu Dr. Sesilia Rante Pakadang, S.Si., M.Si., Apt** yang dengan penuh kesabaran dan keikhlasan meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, W., Nisa, S. C., DA, R. R., & ZA, B. M. (2019). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Buah Blewah (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis*) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 5(1), 61–66. <https://pji.ub.ac.id/index.php/pji/article/view/16>
- Asni Setiani, N., Nurwinda, F., & Astriany, D. (2018). Pengaruh Desinfektan dan Lama Perendaman pada Sterilisasi Eksplan Daun Sukun . *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 6(3), 78–82.
- Asri, M. I., Sabaruddin, & Fitriana. (2021). Isolasi Fungi Endofit Daun Srikaya (*Annona muricata* L) Sebagai Antioksidan Secara KLT-Autografi. *Journal Microbiology Science*, 1(1), 16–22. <http://jurnal.farmasi.umi.ac.id/index.php/microbiologyscience>
- Choirunnisa, A., & Sutjiatmo, A. B.

- (2017). Pengaruh Kombinasi Ekstrak Etanol Herba Cecendet (*Physalis angulata* L.) dengan Beberapa Antibiotik terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae*. *Kartika : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 5(2), 50. <https://doi.org/10.26874/kjif.v5i2.114>
- Fatur Bayjili, M., Chamzurni, T., & Jauharlina, J. (2023). Pengaruh Kerapatan Tanaman Penaung terhadap Tingkat Serangan Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*) dan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* di Perkebunan Kopi Arabika Gayo. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(4), 1033–1042. www.jim.usk.ac.id/JFP
- Gultom, E. D., Rambe, R., Paramitha, R., Sylvia, O., & Ginting, B. (2021). Uji Aktivitas Antidiare Ekstrak Etanol Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) Terhadap Mencit Jantan (*Mus musculus*) (Vol. 1, Issue 1). <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/34625>
- Hanum, S. (2022). Keanekaragaman Kapang Endofit Asal Tanaman Artemisia (*Artemisia annua* L.) Program Studi Biologi 2022 M / 1443 H.
- Iien, H., Zulkifli, L., & Sedijani, P. (2020). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Daun Turi (*Sesbania grandiflora* L.) Terhadap Pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae*. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(2), 219–226. <https://doi.org/10.29303/jbt.v20i2.1790>
- Lestari, A. D., Elfrida, & Indriyati. (2019). Identifikasi Jamur Pada Roti yang Dijual di Kota Langsa Berdasarkan Lama Penyimpanan. *Jurnal Jeumpa*, 6(2), 2–3. <https://ejurnalunsam.id/index.php/jeumpa/article/view/2491>
- Lisu, M., Hartati, & Sulfiani. (2023). Identifikasi Jamur *Aspergillus Sp* pada Roti Tawar Setelah Melewati Masa Kadaluarsa Selama Tiga Hari di Daerah Antang Kota Makassar. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 3(2), 465–470. <https://doi.org/10.54082/jupin.190>
- Manurung, L. P., & Kurniatuhadi, R. (2022). Inventarisasi Jamur Endofit dari Daun *Avicennia marina* di Mempawah Mangrove Center, Desa Pasir, Kalimantan Barat. *LenteraBio*, 11(3), 378–384. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/15276>
- Murdiyah, S. (2019). Fungi endofit pada Berbagai Tanaman Berkhasiat Obat Di Kawasan Hutan Vergreen Taman Nasional Baluran dan Potensi Pengembangan Sebagai Petunjuk Parktikum Mata Kuliah Mikologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3(1), 1–10. <http://ejournal.umm.ac.id/index.php/jpbi>
- Novaldi, A. L., Dewi, D. K., Ulpa, L. N., Apriyani, S., Hapida, Y., Yuniar, Habisukan, U. H., Nurokhman, A., & Maretha, D. E. (2018). Isolasi, Identifikasi Molekuler Fungi Endofit Serta Potensinya Sebagai Sumber Bahan Baku. <https://proceedings.radenfatah.ac.id/index.php/semnaspbio/article/view/91>
- Pakadang, S. R., Marsus, I., & Ihsanawati. (2021). Antibacterial Activity of Endophytic Fungus Isolates of Mangrove Fruit (*Sonneratia alba*) Against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Jurnal Info Kesehatan*, 19(1), 55–63. <https://doi.org/10.31965/infokes.Vol19Iss1>
- Pakadang, S. R., Waris, M. A. A., Sari, K. A., & Karim, D. (2022). Perbandingan Karakteristik Potensi Antibakteri Ekstrak Daun dan Bunga Kemangi (*Ocimum sanctum*

- L) Terhadap *Propionibacterium acnes*. *Media Farmasi*, 18(1), 60. <https://doi.org/10.32382/mf.v18i1.2652>
- Panggalo, J. T., Porotu'o, J., & Buntuan, V. (2013). Identifikasi Bakteri Aerob Pada Penderita Batuk Berdahak Di Poliklinik Interna Blu Rsup Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. *Jurnal E-Biomedik*, 1(1). <https://doi.org/10.35790/ebm.1.1.2013.4572>
- Praja, R. N., & Yudhana, A. (2018). Isolasi Dan Identifikasi *Aspergillus Spp* pada Paru-Paru Ayam Kampung yang Dijual di Pasar Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*, 1(1), 6. <https://doi.org/10.20473/jmv.vol1.i1.2017.6-11>
- Rini, C. S., Prakoso, Y. A., & Kholifah, D. amanatul. (2021). Uji Antibakteri Ekstrak Buah Pare (*Momordica Charantia*) Terhadap Bakteri *Streptococcus Pneumoniae* dan *Klebsiella Pneumoniae*. *Jl. Dukuh Kupang XXV* (Vol. 54). <https://journal.polbangtanyoma.ac.id/pros2021yoma/article/view/645>
- Rosalina, R., Ningrum, R. S., & Lukis, P. A. (2018). Aktifitas Antibakteri Ekstrak Jamur Endofit Mangga Podang (*Mangifera indica* L.) Asal Kabupaten Kediri Jawa Timur. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera*, 35. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2018.35.3.757>
- Sadiah, H. H., Cahyadi, A. I., & Windria, S. (2022). Kajian Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L) Sebagai Antibakteri. *Jurnal Sain Veteriner*, 40(2), 128. <https://doi.org/10.22146/jsv.58745>
- Sudirga, S. K. (2016). Isolasi dan Identifikasi Jamur *Colletotrichum spp*. Isolat PCS Penyebab Penyakit Antarkanosa Pada Buah Cabai Besar (*Capsicum annum* L.) di Bali. *Jurnal Metamorfosa*, 108(3), 400–405. <https://doi.org/10.1017/S0007485317000906>
- Urip, Jiwintarum, Y., & Gandi, N. L. P. G. (2021). Studi Jamur *Aspergillus fumigatus* di Pasar Cakranegara Kota Mataram Penyebab Penyakit Aspergillosis Menggunakan Media Pertumbuhan Potato Dextrose Agar. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(2), 631. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v9i2.4560>
- Utami, B. C., Nyoman Sri Yuliani, N., & Klarita Furtuna, D. (2021). Perbandingan Uji Aktivitas Antibakteri Filtrat Aquadest Umbi Bawang Suna (*Allium schoenoprasum*) Terhadap Pertumbuhan *Streptococcus pneumoniae* Dan *Escherichia coli* Dengan Metode Difusi Cakram KIRBY-BAUER. In *Herb-Medicine Journal*. <https://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/HMJ/article/view/8812>