



Potensi ekstrak tumbuhan *Avicennia marina* untuk mengendalikan jamur *Colletotrichum* sp. penyebab penyakit antraknosa pada cabai rawit (*Capsicum frutescens*)

Salsabila Sekar Putri, Tri Maryono, Rugayah, Sudi Pramono

Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung

Abstract: Cayenne pepper (*Capsicum frutescens*) is a horticultural commodity with high economic value and increasing demand. Anthracnose disease is a major limiting factor in cayenne pepper cultivation, with yield losses reaching up to 60%. Control of anthracnose is generally achieved through fungicide application. However, the extensive use of fungicides has led to the emergence of resistant strains and environmental pollution. Various plants have been reported to contain antifungal bioactive compounds. This study aims to determine the potential of mangrove extract to control *Colletotrichum* sp., the cause of anthracnose disease in cayenne pepper. The research was conducted at the Plant Disease Science Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The tested mangrove species were some part of *Avicennia marina*. *In vitro* testing was carried out using a poison food method and arranged in a completely randomized design with 5 replications. The treatments in the *in vitro* test included: no mangrove extract, extracts from the fruit, root, leaves, stem, and bark of *A. marina*. *In vivo* testing was conducted using a completely randomized design with 3 replications. The treatments consisted of: no mangrove extract, extracts from the root, leaves, stem, and bark of *A. marina*. The results indicate that extracts from various parts of *A. marina* inhibited the growth of *Colletotrichum* sp. colonies, except for extracts from *A. marina* root and leaf. However, all extracts from *A. marina* did not affect the sporulation of *Colletotrichum* sp., the cause of anthracnose in cayenne pepper. Furthermore, extracts from different parts of *A. marina* did not impede the occurrence or severity of anthracnose on cayenne peppers

Keywords: *A. marina*, botanical fungicide, *Colletotrichum*, mangrove

Sitasi: Putri SS, Maryono T, Rugayah, Pramono S. 2024. Potensi ekstrak tumbuhan *Avicennia marina* untuk mengendalikan jamur *Colletotrichum* sp. penyebab penyakit antraknosa pada cabai rawit (*Capsicum frutescens*). JPA 2(1): 56 - 65

Artikel masuk: 8 Agustus 2024
Revisi diterima: 24 Agustus 2024
Publikasi online: 2 November 2024
*Penulis korespondensi:
Salsabila Sekar Putri
(salsabilasekarputri68884@gmail.com)

Pendahuluan

Tanaman cabai (*Capsicum frutescens*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomis tinggi di Indonesia. Permintaan terhadap produk cabai terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS, 2022), produksi cabai di Indonesia mencapai 1,48 juta ton, dengan tingkat konsumsi sebesar 636,56 ribu ton. Dalam produksi cabai, banyak petani mengalami kerugian akibat berbagai faktor yang mempengaruhi hasil, salah satunya adalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) seperti hama, patogen, dan gulma.

Patogen menjadi salah satu faktor pembatas utama dalam budidaya cabai karena dapat menyebabkan penyakit. Salah satu patogen sering menyerang tanaman cabai adalah jamur *Colletotrichum*, penyebab penyakit antraknosa. Gejala serangan patogen ini meliputi bintik

kecil berwarna coklat kehitaman pada buah, buah yang mengkerut, kering, membusuk, hingga akhirnya rontok dari pohon (Nurjasmi dan Suryani, 2020). Serangan patogen dapat menyebabkan penurunan produksi yang signifikan, sehingga pengendalian patogen perlu dilakukan untuk meminimalkan serangan penyakit.

Pengendalian patogen dapat dilakukan melalui berbagai metode, seperti penggunaan varietas tahan, pengaturan pengairan, sanitasi, penggunaan agen pengendali hayati, aplikasi fungisida, hingga penerapan praktik budidaya yang tepat (Nuryanto, 2018). Saat ini, pengendalian patogen banyak dilakukan dengan fungisida kimia karena efektivitasnya yang cepat dan praktis. Namun, penggunaan fungisida kimia memiliki kelemahan, seperti residu yang mencemari lingkungan, risiko terhadap kesehatan manusia, dan munculnya patogen resisten (Irfan, 2016).

Dalam sistem pertanian organik, penggunaan fungisida kimia tidak diperbolehkan untuk mendukung terciptanya sistem pertanian yang sehat dan berkelanjutan. Sebagai alternatif, petani menggunakan fungisida nabati. Berbagai tumbuhan telah dilaporkan mengandung senyawa bioaktif yang dapat menekan pertumbuhan patogen tanaman.

Salah satu tumbuhan yang berpotensi sebagai sumber bahan alami pengendali patogen adalah mangrove. Ekstrak batang, bunga, buah, akar, dan daun mangrove memiliki sifat antifungal karena mengandung senyawa bioaktif seperti tanin, flavonoid, fenol, terpenoid, steroid, saponin, dan alkaloid (Akasia dkk., 2021). Ekstrak *Avicennia marina* (bakau) dilaporkan bersifat antijamur terhadap *Aspergillus fumigatus* dan *Candida albicans* (Okla et al., 2021). Berdasarkan hal tersebut, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menguji potensi ekstrak *A. marina* sebagai fungisida nabati terhadap patogen tanaman.

Metode Penelitian

Tempat dan waktu penelitian. Penelitian ini dilaksanakan dari Maret 2024 hingga Juni 2024 di Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) secara *in vitro* dengan perlakuan kontrol, *A. marina* bagian buah, akar, daun, batang, dan kulit batang yang diaplikasikan terhadap patogen *Colletotrichum* sp., dengan 5 ulangan. Pengamatan dilakukan untuk mengukur diameter koloni jamur patogen serta sporulasi pada setiap perlakuan menggunakan *haemocytometer* dengan 5 kotak berukuran 0,23 x 0,23 mm² sebagai satuan pengamatan. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji BNT pada alfa 0,05.

Setelah pengujian *in vitro* terhadap patogen *Colletotrichum* sp., dilakukan pengujian *in vivo* pada jaringan buah cabai yang terinfeksi antraknosa. Dalam pengujian *in vivo*, perlakuan meliputi kontrol, *A. marina* bagian buah, akar, daun, batang, dan kulit batang, dengan masing-masing perlakuan terdiri atas 10 buah cabai dan tiga ulangan. Pengamatan meliputi keterjadian dan keparahan penyakit, dan data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) serta uji lanjut BNT pada taraf alfa 0,05.

Pembuatan media PSA. Media PSA (*Potato Sucrose Agar*) dibuat dengan bahan untuk 1 l media: 200 g kentang, 20 g sukrosa, 20 g agar, dan 1 l air. Kentang dicuci bersih, dikupas, lalu diiris tipis dan direbus hingga lunak. Ekstrak kentang dipisahkan, kemudian ditambahkan

sukrosa dan agar. Campuran diaduk hingga homogen, lalu dituang ke erlenmeyer dan disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15-20 menit.

Isolasi jamur uji. Sampel buah cabai yang bergejala antraknosa diperoleh dari lahan Desa Trimulyo, Tegineneng, Kabupaten Pesawaran. Sampel dimasukkan ke plastik bening dan dibawa ke laboratorium untuk isolasi. Isolasi dilakukan dengan metode penanaman langsung.

Buah cabai dicuci dengan deterjen cair dan air mengalir, lalu bagian yang bergejala dipotong berbentuk persegi (1 × 1 cm). Potongan disterilisasi dalam larutan kloroks 5% selama 30 detik, kemudian dicuci dengan akuades steril tiga kali, masing-masing selama lima menit. Potongan dikeringanginkan di atas tisu, kemudian diletakkan pada media PSA dan diinkubasi selama tujuh hari hingga hifa jamur tumbuh. Hifa yang tumbuh diambil menggunakan jarum ose dan dipindahkan ke media PSA baru untuk mendapatkan biakan murni.

Ekstraksi mangrove. Sampel *A. marina* diambil dari ari hutan mangrove di Desa Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur, sebanyak 2 kg yang terdiri atas akar, batang, kulit batang, buah, dan daun. Sampel dicuci dengan air suling dan dikeringkan dalam oven pada suhu 80 °C selama 2 × 24 jam hingga bobotnya konstan. Setelah kering, sampel dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk. Ekstrak disiapkan berdasarkan metode Flore et al. (2023), dengan merebus 10 g serbuk sampel dalam 50 ml air, menyaringnya menggunakan kertas saring, lalu menyimpan larutan ekstrak ke dalam botol kaca.

Pengujian *in vitro*. Pengujian *in vitro* dilakukan dengan metode makanan beracun (*Poison Food Technique*). Larutan ekstrak mangrove ditambahkan ke media PSA cair, diaduk merata, dan dituangkan ke cawan petri yang diberi label perlakuan. PSA tanpa ekstrak digunakan sebagai kontrol. Rasio ekstrak *A. marina* terhadap media adalah 2:8 (v/v), yaitu 2 ml ekstrak dan 8 ml media PSA. Media dibiarkan mengeras sebelum digunakan. Fragmen miselium *Colletotrichum* sp. diletakkan di tengah permukaan media secara steril, lalu diinkubasi pada suhu ±28 °C selama 7 × 24 jam.

Pengamatan meliputi diameter koloni dari empat arah yang berbeda (vertical, horizontal, dan diagonal) menggunakan rumus:

$$D = \frac{D1 + D2 + D3 + D4}{4}$$

Keterangan :

D : Diameter koloni *Colletotrichum* sp.

D1, D2, D3, D4 : Diameter koloni pada empat arah berbeda

Sporulasi dihitung melalui pengenceran berseri hingga 10⁻³, dengan 1 ml larutan ditetaskan ke hemocytometer. Jumlah spora dihitung pada 5 kotak pengamatan menggunakan rumus Gabriel dan Riyatno (1989):

Kerapatan spora dihitung menggunakan rumus Gabriel dan Riyatno (1989) sebagai berikut:

$$C = \frac{t \times fp}{(n \times 0,25)} \times 10^{-6}$$

Keterangan:

C : Kerapatan spora

t : Jumlah total spora dalam kotak yang diamati

fp : Faktor pengenceran

n : Jumlah kotak sampel (5 kotak besar x 16 kotak kecil)

0,25 : faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada *haemocytometer*

Pengujian *in vivo*. Pengujian *in vivo* dilakukan dengan 5 perlakuan yang terdiri atas kontrol, *A. marina* bagian buah, akar, daun, batang, dan kulit batang dengan masing-masing perlakuan terdiri atas 10 buah cabai rawit dengan 3 ulangan yang masing-masing cabai dilukai pada 3 titik. Pengujian ini dimulai dengan sterilisasi buah cabai dengan NaOCl 5% selama 5 menit kemudian dibilas dengan air steril dan dikering anginkan. Buah cabai dilukai pada 3 titik menggunakan jarum kemudian ditetesi ekstrak fungisida nabati sesuai perlakuan. Setelah kering, cuplikan koloni *Colletotrichum sp.* dari biakan berumur 7 hari, diletakkan secara terbalik pada permukaan buah cabai rawit yang sudah dilukai. Seluruh perlakuan diletakkan pada nampan berisi tisu basah yang ditimpa dengan sedotan plastik, kemudian ditutup dengan plastik wrap dan diletakkan pada suhu kamar selama 7 hari. Selanjutnya diamati gejala antraknosa berupa bercak coklat, kejadian penyakit, dan intensitas penyakit.

Pengamatan dilakukan setiap hari setelah gejala pertama muncul pada buah cabai setelah inokulasi patogen hingga hari ketujuh. Kemudian dihitung keterjadian penyakit dengan rumus berikut:

$$\text{Keterjadian penyakit} = (n/N) \times 100\%$$

Keterangan:

n : jumlah titik luka yang bergejala

N : jumlah titik luka yang diamati

Diamati dan dihitung intensitas penyakit antraknosa pada cabai dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Intensitas serangan penyakit} = \left(\frac{\sum (nxV)}{Z \times N} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

n : jumlah buah setiap kelas bercak

V : nilai skor setiap kelas bercak

N : jumlah buah yang diamati

Z : skor kelas bercak tinggi

Penentuan adanya penekanan pertumbuhan dan perkembangan patogen dilakukan dengan skoring penyakit menurut Haryadi dkk. (2022) sebagai berikut:

Skor 0 : tidak ada infeksi

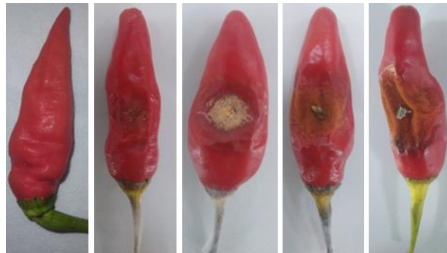
Skor 1 : luas permukaan buah cabai terserang mencapai 1-25%

Skor 2 : luas permukaan buah cabai terserang mencapai 26-50%

Skor 3 : luas permukaan buah cabai terserang mencapai 50-75%

Skor 4 : luas permukaan buah cabai terserang mencapai 76-100%

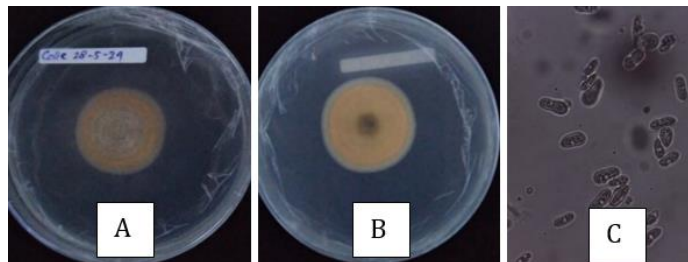
Kriteria penilaian gejala antraknosa dari 0 sampai 4 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kriteria skor gejala antraknosa pada buah cabai berturut-turut dari kiri ke kanan 0, 1, 2, 3, dan 4.

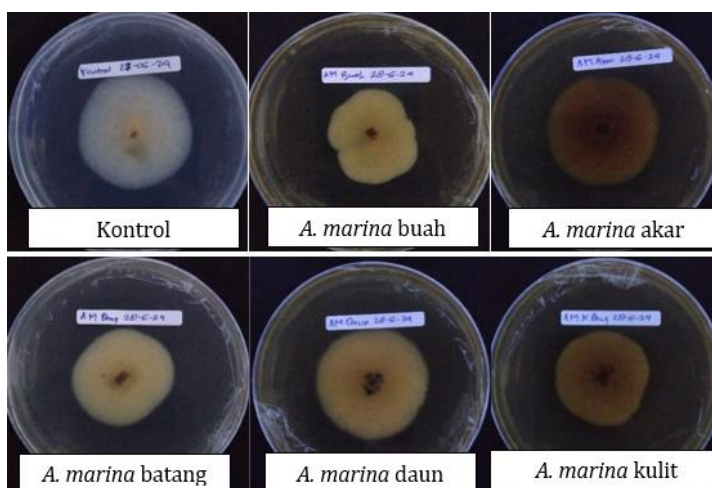
Hasil dan Pembahasan

Isolat jamur *Colletotrichum* sp. Jamur *Colletotrichum* sp. yang digunakan dalam penelitian ini diisolasi dari buah cabai rawit asal Desa Trimulyo, Tegineneng, Kabupaten Pesawaran. Jamur tersebut memiliki koloni berwarna orange dengan tepi berwarna putih. Konidia berbentuk silindris memanjang, ujung tumpul membulat, tidak bersekat, dan berwarna hialin (Gambar 2).



Gambar 2. Jamur *Colletotrichum* sp. (A) Koloni tampak depan, (B) Koloni tampak belakang, (C) Konidia *Colletotrichum* sp. dengan perbesaran 1000x.

Uji *in vitro*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pertumbuhan koloni *Colletotrichum* sp. terhambat pada perlakuan ekstrak *A. marina* bagian buah, batang, dan kulit batang, sedangkan perlakuan ekstrak akar dan daun tidak menunjukkan penghambatan (Gambar 3).



Gambar 3. Keragaan koloni jamur *Colletotrichum* sp. pada 7 HSI di masing-masing perlakuan ekstrak *A. marina*.

Pengukuran diameter koloni setelah 7 hari inkubasi menunjukkan perlakuan ekstrak buah, batang, dan kulit batang *A. marina* memberikan penghambatan terbaik. Sebaliknya, ekstrak bagian akar dan daun tidak berbeda nyata dengan kontrol Tabel 1.

Tabel 1. Diameter koloni jamur *Colletotrichum* sp. pada media tumbuh yang diberi ekstrak beberapa bagian *A. marina* setelah 7 HSI

Perlakuan ekstrak	Diameter koloni <i>Colletotrichum</i> sp. (cm)	Penghambatan (%)
Tanpa ekstrak (kontrol)	3,93 b	-
<i>A. marina</i> buah	3,35 a	14,79
<i>A. marina</i> akar	3,93 b	0,16
<i>A. marina</i> batang	3,39 a	13,83
<i>A. marina</i> daun	3,90 b	0,79
<i>A. marina</i> kulit batang	3,53 a	10,33
F hitung	**	-

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf alfa 0,05. HSI = hari setelah inkubasi.

Adanya penghambatan dengan pemberian ekstrak *A. marina* bagian buah, batang, dan kulit batang disebabkan adanya kandungan senyawa bioaktif yang bersifat antifungal yang meliputi alkaloid, saponin, flavonoid, glikosida, triterpenoid, fenolik, dan steroid. Tidak adanya penghambatan pada ekstrak bagian akar dan daun *A. marina* diduga disebabkan oleh kandungan senyawa aktif yang lebih rendah dibandingkan bagian lain. Namun hal ini bertolak belakang dengan hasil penelitian Wu et.al. (2023) yang menyatakan bahwa kandungan flavonoid dan fenolik pada *A. marina* bagian daun memiliki presentasi lebih tinggi dibandingkan dengan bagian lainnya. Secara umum, perbedaan peran dari masing-masing senyawa antifungi tersebut yaitu alkaloid mampu menyisip diantara dinding sel dan DNA kemudian mencegah replikasi DNA jamur sehingga pertumbuhan jamur akan terganggu,

saponin menghambat sintesis dinding sel, tanin menghambat enzim glikosiltransferase yang berperan dalam sintesis kitin, flavonoid melisiskan membran sel, glikosida menghambat pertumbuhan hifa, dan triterpenoid menghambat sintesis kitin (Khalimah dan Ainy, 2019). Berdasarkan hasil penelitian Soesanto *et al.* (2022), senyawa fenolik lebih berfokus pada penghambatan langsung terhadap metabolisme dan struktur sel jamur, sedangkan steroid lebih berperan dalam mengurangi permeabilitas membran sel.

Selain diameter koloni, pengamatan lain yang diamati dan dihitung adalah kerapatan spora dari masing-masing perlakuan. Berdasarkan penghitungan kerapatan spora dari masing-masing perlakuan, didapat bahwa kerapatan spora terbesar terdapat pada perlakuan tanpa ekstrak (kontrol) yaitu sebesar $8,0 \times 10^8$. Hasil analisis ragam menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara perlakuan kontrol dengan perlakuan ekstrak *A. marina* (Tabel 2).

Tabel 2. Kerapatan spora *Colletotrichum* sp. pada media tumbuh yang diberi ekstrak beberapa bagian tumbuhan *A. marina*

Perlakuan ekstrak	Kerapatan spora ($\times 10^8$ sel/ml)	Data transformasi log	Penghambatan sporulasi (%)
Tanpa ekstrak (kontrol)	8,00	8,90 b	-
<i>A. marina</i> akar	2,33	8,35 a	70,83
<i>A. marina</i> batang	3,33	8,52 a	58,33
<i>A. marina</i> buah	3,33	8,52 a	58,33
<i>A. marina</i> daun	2,67	8,36 a	66,67
<i>A. marina</i> kulit batang	3,50	8,52 a	56,25
F hitung	-	**	-

Keterangan: Huruf yang sama di belakang angka menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT alfa 0,05.

Berdasarkan hasil pengamatan kerapatan spora yang dilakukan dengan haemocytometer, didapat bahwa semua perlakuan fungisida ekstrak bagian *A. marina* berpengaruh secara nyata terhadap sporulasi jamur patogen, namun antarperlakuan ekstrak *A. marina* tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan.

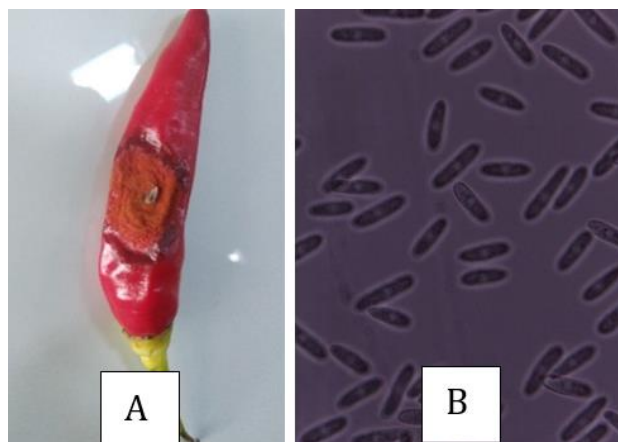
Uji *in vivo*. Uji *in vivo* menunjukkan bahwa gejala antraknosa mulai muncul pada 4 HSI dengan bercak coklat hingga hitam. Persentase penghambatan tertinggi ditemukan pada perlakuan ekstrak batang (50%) dan kulit batang (48,57%) (Tabel 3). Namun, analisis menunjukkan bahwa perlakuan tidak signifikan terhadap keterjadian dan keparahan penyakit.

Tabel 3. Pengaruh ekstrak *A. marina* terhadap keterjadian dan keparahan penyakit antraknosa pada cabai rawit

Perlakuan ekstrak	Keterjadian penyakit (%)	Keparahan penyakit (%)	Penghambatan keparahan penyakit (%)
Tanpa ekstrak (kontrol)	100,00	58,33	-
<i>A. marina</i> akar	86,67	42,50	27,14
<i>A. marina</i> batang	76,67	29,17	50,00
<i>A. marina</i> daun	93,33	43,33	25,71
<i>A. marina</i> kulit batang	66,67	30,00	48,57
F hitung	tn	tn	-

tn= tidak nyata

Pada akhir pengamatan, ditemukan gejala antraknosa berupa kumpulan konidia berwarna *orange* pada titik inokulasi. Pengamatan mikroskopis didapatkan konidia dengan bentuk silindris memanjang dengan ujung tumpul (Gambar 4). Dari hasil pengamatan tersebut didapat bahwa jamur yang menginfeksi cabai pada uji *in vivo* merupakan jamur yang sama dengan jamur yang diinokulasikan.



Gambar 4. Hasil pengujian *in vivo*: (A) gejala penyakit antraknosa pada buah cabai dan (B) konidia *Colletotrichum* sp. dengan perbesaran 1000x

Dari hasil uji *in vivo*, didapat bahwa pemberian ekstrak beberapa bagian *A. marina* tidak efektif dalam menekan keterjadian dan keparahan penyakit. Hal tersebut diduga karena antraknosa bersifat laten sehingga perlu pestisida dengan konsentrasi lebih tinggi dan sistemik untuk mampu menghambat infeksi patogen yang berada di dalam jaringan. Di samping itu, ketebalan lapisan lilin pada permukaan buah cabai juga menjadi penyebab ekstrak fungisida berbasis air tidak meresap ke dalam cabai (Trisnawati dkk., 2019). Ketidakefektivan tersebut disebabkan oleh pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi menggunakan pelarut air. Pemilihan pelarut pada proses ekstraksi yaitu menggunakan pelarut air karena pelarut ini murah, mudah diperoleh, stabil, tidak beracun, dan tidak mudah

menguap sehingga didapat ekstrak yang lebih banyak dibandingkan bahan pelarut lain (Saadah dan Nurhasnawati, 2015).

Menurut Lim *et al.* (2024), tepung dari beberapa macam bagian tumbuhan memiliki kelarutan yang rendah dalam air panas, dan memiliki kelarutan tinggi dalam metanol, etanol, dan aseton. Dalam penelitian tersebut, diperoleh bahwa ekstraksi air panas menghasilkan analisis fenolik dan flavonoid yang paling rendah dibandingkan dengan penggunaan metanol, etanol, dan aseton. Hal tersebut karena metanol dapat dengan mudah masuk ke dalam sel sehingga senyawa-senyawa yang ada di dalam ekstrak tumbuhan dapat terlarut dan terekstraksi dengan sempurna. Hal ini juga didukung Yu *et al.* (2004) yang mengamati bahwa penggunaan pelarut organik seperti etanol atau metanol lebih efektif dalam mengekstrak senyawa-senyawa aktif yang bersifat antifungi. Pelarut organik memiliki kemampuan larut yang lebih baik terhadap berbagai jenis senyawa aktif, sehingga menghasilkan ekstrak dengan konsentrasi yang lebih tinggi dan menghasilkan potensi yang lebih besar dalam menghambat pertumbuhan jamur *Colletotrichum sp.*

Proses pemanasan yang digunakan dalam ekstraksi dengan pemanasan air juga dapat mempengaruhi stabilitas senyawa aktif. Pemanasan dengan suhu yang terlalu tinggi atau waktu yang terlalu lama dapat menyebabkan degradasi atau hilangnya beberapa senyawa aktif yang sensitif terhadap panas, sehingga dapat mengurangi efektivitas fungisida nabati yang dihasilkan. Salah satunya kandungan flavonoid yang memiliki senyawa yang stabil terhadap pemanasan suhu tertentu. Suhu yang meningkat dapat menaikkan kadar flavonoid hingga suhu tertentu yang kemudian semakin menurun seiring dengan peningkatan suhu yang lebih tinggi. Tingkat flavonoid berubah dalam kisaran 40-60°C (Maryam dkk., 2023).

Hasil penelitian ini memberikan gambaran bahwa ekstrak *A. marina* dapat menghambat pertumbuhan dan sporulasi jamur *Colletotrichum sp.* secara *in vitro*, namun tidak berpotensi sebagai fungisida nabati untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai. Namun demikian, pengkajian potensi ini masih harus dilakukan karena pengujian pada penelitian ini masih menggunakan air sebagai pelarut. Selain itu, kandungan senyawa bioaktif dalam ekstrak tumbuhan mangrove yang berperan atas efek fungisida terhadap patogen *Colletotrichum sp.* juga perlu diketahui atau diidentifikasi.

Simpulan

Ekstrak bagian tumbuhan *A. marina* bagian akar, batang, kulit batang, buah, dan daun mampu menghambat pertumbuhan dan sporulasi jamur *Colletotrichum sp.*, namun semua ekstrak bagian tumbuhan *A. marina* tidak dapat menghambat terjadinya dan keparahan penyakit antraknosa pada buah cabai rawit.

Referensi

- Akasia, A. I., Putra, I. D. N. N., & Putra, I. N. G. 2021. Skrining fitokimia ekstrak daun mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata* yang dikoleksi dari kawasan mangrove desa Tuban, Bali. *Journal of Marine Research and Technology*. 4(1): 16-22.
- BPS. 2022. *Produksi Tanaman Sayuran 2022*. <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/1/produksi-tanaman-sayur%20ran.html>. Diakses pada 06 November 2023.

- Flore, M. P. T., Martial, T. T. P., Ebenezer, F. T., Aristide, D., Annie, E. C., Desire, M. H., & Thaddee, B. 2023. Formulation of biofungicide from *Cymbopogon citratus* and *Tithonia diversifolia*: evaluating its antimicrobial activities against *Phytophthora myriophyllum*, the causal agent of root rot of *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott. *American Journal of Plant Sciences*. 14:896-914.
- Gabriel, B. P. & Riyatno. 1989. *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor: Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya. Jakarta. Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan. Departemen Pertanian.
- Haryadi, N. T., Muhlison, W., & Ashar, M. B. D. A. 2022. Efektifitas penanaman refugia terhadap populasi intensitas serangan hama kutu kebul (*Bemisia tabaci*) pada pertanaman cabai merah besar (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Bioindustri*. 4(2): 135-148.
- Irfan, M. 2016. Uji pestisida nabati terhadap hama dan penyakit tanaman. *Jurnal Agroteknologi*. 6(2): 39-45.
- Khalimah, D. & Ainy, E. Q. 2019. Isolasi fungi endofit daun mangrove *Avicennia marina* dan uji aktivitasnya sebagai antifungi terhadap *Candida albicans* ATCC. *Prosiding Symbion*. Yogyakarta. 30 Agustus 2019. Hal 298-305.
- Lim, J., Kim, K., Kwon, D. Y., Kim, J. K., Sathasivam, R., & Park, S. U. 2024. Effects of different solvents on the extraction of phenolic and flavonoid compounds, and antioxidant activities, in *Scutellaria baicalensis* hairy roots. *Horticulturae*. 10(160):1-14.
- Maryam, F., Utami, Y. P., Mus, S., & Rohana. 2023. Perbandingan beberapa metode ekstraksi ekstrak etanol daun sawo duren (*Chrusophyllum cainito* L.) terhadap kadar flavonoid total menggunakan metode spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*. 9(1): 132-138.
- Nuryanto, B. 2018. Pengendalian penyakit tanaman padi berwawasan lingkungan melalui pengelolaan komponen epidemik. *Jurnal Litbang Pertanian*. 37(1): 1-12.
- Okla, M. K., Alatar, A. A., Amri, S. S. A., Soufan, W. H., Ahmad, A., & Maksoud, M. A. A. 2021. Antibacterial and antifungal activity of the extracts of different parts of *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. *Plants*. 10(2):1-14.
- Peng, K., Pan, Y., Tan, T., Zeng, X., Lin, M., Jiang, S., Zhao, Z., Tian, F., and Zhao, X. 2022. Characterization and fungicide sensitivity of *Colletotrichum godetiae* causing sweet cherry fruit anthracnose in Guizhou, China. *Frontiers in Microbiology*. 13: 1-14.
- Sa'adah, H. & Nurhasnawati, H. 2015. Perbandingan pelarut etanol dan air pada pembuatan ekstrak umbi bawang tiwai (*Eleutherine Americana* Merr) menggunakan metode maserasi. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 1(2): 149-153.
- Soesanto, L., Ikbali, D. H., Mugiastuti, E., Sastyawan, M. W. R., & Tamad. 2022. Evaluation of effervescent tablet formulation of *Trichoderma harzianum* Raw secondary metabolites toward fusarium wilf on pepper. *Agrivita Journal of Agricultural Science*. 44(2): 303-311.
- Trisnawati, D., Nugroho, L. P. E., & Tondok, E. T. 2019. Pengaruh ekstrak daun sirih dan metode ekstraksinya dalam menghambat penyakit antraknosa pada cabai pascapanen. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 15(6): 213-227.
- Wu, Z., Shang, X., Liu, G., & Xie, Y. 2023. Comparative analysis of flavonoid, polyphenols, and volatiles in root, stem, and leaves of five mangrove. *Peerj*. 1(1): 1-24.
- Yu, J., Ahmedna, M., & Goktepe, I. 2004. Effects of processing methods and extraction solvents on concentration and antioxidant activity of peanut skin phenolics. *Food Chemistry*. 90(1-2): 199-206.