

-Flavonoid, Alkaloid, dan Terpenoid: Senyawa Metabolit Sekunder dari Tumbuhan dan Peranannya Terhadap Perlindungan Tanaman dari Penyakit

Dwi Nurlita^{1*}, Moralita chatri¹, Bayo Alhusaeri Siregar², Dezi Handayani¹,
Irdawati¹

¹Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat.

²Sinarmas Forestry Corporate Research and Development PT. Arara Abadi, Perawang, Riau.

*Corresponding author: dwinurlita534@gmail.com

ABSTRACT

Secondary metabolites are compounds produced through secondary metabolism, which are not evenly distributed among living organisms and are typically present in small quantities. These compounds, which include alkaloids, flavonoids, terpenoids, and others, play roles as growth inhibitors of pathogens, inducers of plant defense mechanisms, and natural antimicrobial agents. This article utilizes a systematic literature review (SLR) to identify and analyze the roles of flavonoids, alkaloids, and terpenoids in protecting plants from diseases. The review findings reveal that these secondary metabolites serve as attractants, provide defense against pathogens, and contribute to plant protection and environmental adaptation. Flavonoids act as antioxidants and antimicrobials, alkaloids function as chemical defenses against herbivores and pathogens, and terpenoids are involved in plant hormone synthesis and exhibit antimicrobial properties.

Keywords: *Flavonoids, Alkaloids, Terpenoids, Secondary Metabolites*

ABSTRAK

Senyawa metabolit sekunder adalah senyawa hasil metabolisme sekunder yang tidak terdapat secara merata pada dalam makhluk hidup dan ditemukan dalam jumlah sedikit. Senyawa-senyawa yang tergolong metabolit sekunder adalah alkaloid, flavonoid, terpenoid dan lain-lain. Senyawa-senyawa ini dapat berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan patogen dan penginduksi mekanisme pertahanan tanaman. Artikel ini menggunakan tinjauan sistematis (*Systematic Literature Review*, SLR) untuk mengidentifikasi dan menganalisis peran flavonoid, alkaloid, dan terpenoid dalam perlindungan tanaman dari penyakit. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa flavonoid, alkaloid, dan terpenoid memiliki fungsi sebagai pertahanan dan perlindungan terhadap patogen. Flavonoid berfungsi sebagai antioksidan dan antimikroba, alkaloid berfungsi sebagai pertahanan kimia terhadap patogen, sedangkan terpenoid berperan dalam sintesis hormon tumbuhan dan memiliki sifat antimikroba.

Kata Kunci: *Flavonoid, Alkaloid, Terpenoid, Senyawa Metabolit Sekunder*

PENDAHULUAN

Tumbuhan merupakan salah satu sumber senyawa alam hayati yang memegang peranan penting dalam kehidupan. Tumbuhan menghasilkan metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antioksidan, antimikroba, anti jamur, zat pewarna, penambah aroma

makanan, parfum, insektisida, dan obat (Ergina *et al.*, 2014). Tanaman memiliki dua jenis metabolisme: primer dan sekunder. Metabolisme primer menghasilkan metabolit untuk mendukung pertumbuhan, sedangkan metabolisme sekunder menghasilkan metabolit yang diproduksi dalam jumlah tertentu saat tanaman mengalami cekaman (Nofiani, 2008).

Senyawa metabolit sekunder adalah senyawa hasil metabolisme sekunder yang tidak terdapat secara merata pada dalam makhluk hidup dan ditemukan dalam jumlah sedikit. Kandungan metabolit sekunder pada suatu tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor baik internal maupun eksternal (Katuuk *et al.*, 2019). Senyawa-senyawa yang tergolong metabolit sekunder adalah alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan lain-lain (Riska *et al.*, 2013). Senyawa metabolit sekunder jumlahnya kurang lebih 200.000 bentuk produk metabolit sekunder, untuk mengetahui jenis-jenisnya perlu dilakukan pengelompokan berdasarkan sifat struktural, biosintetik dan asal-usul lainnya (Kusbiantoro & Purwaningrum, 2018).

Setiap jenis senyawa metabolit sekunder memiliki fungsi yang berbeda. Senyawa ini tidak esensial untuk kelangsungan hidup tanaman, tetapi memberikan beberapa manfaat. Metabolit sekunder berfungsi sebagai mekanisme pertahanan tumbuhan, baik dari cekaman biotik maupun abiotik. Selain sebagai mekanisme pertahanan, senyawa ini juga berfungsi sebagai atraktan. Senyawa metabolit sekunder tertentu dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai antioksidan atau bahan baku obat (Einhellig, 1996).

Kelompok senyawa pada metabolit sekunder diproduksi dalam jumlah terbatas, tidak terus-menerus dan hanya untuk tujuan spesifik. Pada tanaman, senyawa metabolit sekunder memiliki beberapa fungsi, sebagai atraktan (menarik organisme lain), pertahanan terhadap patogen, perlindungan dan adaptasi terhadap lingkungan, pelindung terhadap sinar ultra violet, zat pengatur tumbuh dan sebagai alelopati (untuk bersaing dengan tanaman lain) (Dewick, 2009; Kabera *et al.*, 2014).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi Pustaka untuk menganalisis dan mengidentifikasi berbagai studi literatur yang bersumberkan google scholar dan

PubMed terkait Flavonoid, Alkaloid, dan Terpenoid: Senyawa Metabolit Sekunder dari Tumbuhan dan Peranannya Terhadap Perlindungan Tanaman dari Penyakit dari rentang tahun 2019-2024.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pencarian artikel di database Google Scholar dan PubMed, didapatkan 10.484 artikel yang teridentifikasi. Selanjutnya, dilakukan pengecekan judul dan abstrak dari masing-masing artikel yang teridentifikasi dan didapatkan 5 artikel yang relevan dengan penentuan artikel yang memenuhi syarat kriteria inklusi yang ditetapkan dan layak digunakan untuk sintesis kualitatif dan kuantitatif. Adapun ringkasan deskripsi data dari hasil studi yang disertakan dapat dilihat pada tabel 1.

Table 1. Ringkasan deskripsi data dari studi yang disertakan

Judul	Penulis/ Tahun	Metode	Hasil
Kandungan Terpenoid Dalam Daun Ara (<i>Ficus Carica</i> L.) Sebagai Agen Antibakteri Terhadap Bakteri Methicillin-Resistant <i>Staphylococcus Aureus</i>	(Wulansari <i>et al.</i> , 2020)	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri kandungan terpenoid dalam ekstrak maupun fraksi daun ara (<i>Ficus carica</i> L.) terhadap pertumbuhan bakteri Methicillin-Resistant <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA) secara KLT bioautografi kontak. Ekstraksi dilakukan dengan cara soxhletasi bertingkat dengan pelarut n-heksana dan etil asetat. Pemisahan dilakukan dengan metode kromatografi kolom vakum cair (KVC). Uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi sumuran, sedangkan uji bioautografi kontak dilakukan untuk mengetahui aktivitas antibakteri kandungan terpenoid dalam ekstrak dan fraksi.	Kandungan terpenoid dalam daun ara berpotensi sebagai antibakteri terhadap pertumbuhan bakteri MRSA, kandungan terpenoid tersebut mengarah pada bentuk triterpenoid.
Senyawa Bioaktif Beberapa Jenis Rumput Laut Dan Aktivitas Penghambatan Terhadap Jamur <i>Aspergillus flavus</i> pada Tanaman Jagung (<i>Zea Mays</i> L.)	(Julyasih, 2022)	Pengambilan sampel dilakukan di pantai Sanur Bali, analisis selanjutnya dilaksanakan di laboratorium Teknologi Pangan Universitas Udayana. Penelitian ini menguji tiga jenis rumput laut dari kelompok alga merah, hijau, dan coklat yaitu rumput laut <i>Gracilaria salicornia</i> , <i>Halimeda</i> sp, dan <i>Padina</i> sp.	Komponen senyawa bioaktif yang terdapat pada rumput laut <i>Gracilaria salicornia</i> adalah terpenoid, fenolik, flavonoid, alkaloid. Rumput laut <i>Halimeda</i> sp. mempunyai komponen senyawa bioaktif terpenoid, fenolik, dan alkaloid. Komponen senyawa bioaktif pada <i>Padina</i> sp. adalah steroid, fenolik, dan alkaloid. Rumput laut <i>Padina</i> sp. memiliki potensi daya hambat yang sangat kuat terhadap pertumbuhan jamur <i>Aspergillus flavus</i> yaitu 23,00 mm.
Uji Aktivitas Antijamur Ekstrak Etanol Biji Buah Langsung (<i>Lansium domesticum</i> Corr.) Terhadap Jamur <i>Candida albicans</i> Secara In Vitro	(Jalianto <i>et al.</i> , 2015)	Penelitian ini dilaksanakan Juli 2014 sampai November 2014. Sampel biji buah langsung diperoleh dari kebun langsung di Desa Punggur, Kecamatan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya. Proses maserasi dan ekstraksi dilakukan di	Ekstrak etanol biji buah langsung memiliki aktivitas antijamur terhadap pertumbuhan jamur <i>Candida albicans</i> . Konsentrasi yang efektif dari ekstrak biji buah langsung (<i>Lansium domesticum</i> Corr.) yang dapat menghambat pertumbuhan

		<p>Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Pengujian aktivitas antijamur dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Konsentrasi ekstrak etanol biji buah langsung yang digunakan yaitu 10%, 20%, 40% dan 80% b/v (g/10ml). Kontrol positif adalah ketokonazol dan kontrol negatif DMSO 10%.</p>	<p><i>Candida albicans</i> yaitu konsentrasi 40% dengan zona hambat paling besar. Sedangkan, senyawa-senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak etanol biji buah langsung yang menghambat pertumbuhan jamur yaitu alkaloid, fenol, flavonoid, saponin, dan terpenoid.</p>
<p>Uji Keefektifan Antijamur Ekstrak Air Rimpang Lengkuas (<i>Alpinia galanga</i> L. Willd.) sebagai Perlakuan Pratanam untuk Mengendalikan <i>Colletotrichum</i> spp. pada Kedelai (<i>Glycine max</i> L.)</p>	<p>(Yulia <i>et al.</i>, 2015)</p>	<p>Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi dan rumah kaca Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor. Metode yang digunakan yaitu metode percobaan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 8 perlakuan dan 4 kali ulangan yaitu: 10%; 30%; 50%; 70%; 90%; 100% ekstrak air rimpang lengkuas; fungsida berbahan aktif metalaksil (0,5 g/l sebagai pembanding) dan perlakuan kontrol.</p>	<p>Ekstrak air rimpang lengkuas yang digunakan dalam perlakuan biji mampu menekan pertumbuhan <i>Colletotrichum</i> spp. pada benih kedelai lengkuas mengandung senyawa metabolit sekunder salah satunya terpenoid. Penekanan perkecambahan konidia jamur <i>Colletotrichum</i> spp. tertinggi diperoleh pada penggunaan konsentrasi 100% sebesar 76,2% dimana dapat dikatakan lebih efektif daripada fungsida metalaksil. Perlakuan ekstrak air rimpang lengkuas juga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai yang tumbuh dari biji yang diberi perlakuan ekstrak serta memberikan performa benih dan tanaman kedelai yang lebih baik daripada perlakuan lainnya. Ekstrak air rimpang lengkuas dapat digunakan pada perlakuan benih kedelai karena potensi antijamur dan pupuk hayati yang dimilikinya serta pemanfaatan bahan alami ini akan bersifat aman untuk lingkungan.</p>
<p>Analisis Senyawa Alkaloid dan Uji Daya Hambat Ekstrak Buah Sirih (<i>Piper betle</i> L) terhadap Bakteri</p>	<p>(Tjandra <i>et al.</i>, 2020)</p>	<p>Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2019 – Februari 2020 di laboratorium Farmasi Lanjutan Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu</p>	<p>Ekstrak buah sirih memiliki kandungan alkaloid. Alkaloid tersebut berada pada panjang gelombang maksimum 282 nm. Hasil uji aktivitas antibakteri</p>

<i>Staphylococcus epidermidis</i>		Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi Manado. Adapun jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium.	ekstrak buah sirih terhadap bakteri <i>Staphylococcus epidermidis</i> memiliki aktivitas antibakteri kuat pada semua konsentrasi yang dinilai.
-----------------------------------	--	--	--

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa tanaman banyak mengandung senyawa metabolit sekunder seperti terpenoid, flavonoid, dan alkaloid. Alkaloid adalah senyawa metabolit sekunder terbanyak yang memiliki atom nitrogen, yang ditemukan dalam jaringan tumbuhan dan hewan. Sebagian besar senyawa alkaloid bersumber dari tumbuh-tumbuhan, terutama angiosperm. Lebih dari 20% spesies angiosperm mengandung alkaloid (Wink, 2008). Alkaloid adalah zat aktif tanaman yang berfungsi sebagai obat dan aktivator imun untuk menghancurkan bakteri, virus, jamur, dan sel kanker (Olivia *et al.*, 2004).

Alkaloid bersifat basa, sehingga dapat mengganti basa mineral dalam mempertahankan kesetimbangan ion dalam tumbuhan. Alkaloid pada tanaman berfungsi sebagai racun yang dapat melindunginya dari serangga dan herbivora, faktor pengatur pertumbuhan, dan senyawa simpanan yang mampu menyuplai nitrogen dan unsur-unsur lain yang diperlukan tanaman (Wink, 2008).

Flavonoid ditemukan di semua tumbuhan hijau, sehingga terdapat di setiap ekstrak tumbuhan. Tanaman mengandung flavonoid yang mendorong pembentukan pigmen kuning, merah, orange, biru dan ungu (Arifin & Ibrahim, 2018). Flavonoid terdapat pada buah, akar, daun dan kulit luar batang (Worotikan, 2011). Flavonoid pada tumbuhan berfungsi untuk melindungi diri dari penyakit dan lingkungan sekitarnya. Flavonoid adalah senyawa romatik yang bersifat antioksidan (Ekawati *et al.*, 2017). Tanaman merespons infeksi mikroba dengan mensintesis flavonoid, yang secara in vitro efektif menghambat pertumbuhan mikroba (Lathifah *et al.*, 2022).

Menurut penelitian yang dilakukan Wulansari *et al.*, (2020) Uji KLT bioautografi kontak terhadap 12 fraksi aktif dari ekstrak etil asetat daun ara diketahui bahwa terdapat senyawa terpenoid yang berpotensi sebagai antibakteri MRSA dalam fraksi 2 (EA.F2) dan fraksi 5 (EA.F5). Senyawa terpenoid merupakan salah satu metabolit sekunder yang dapat dijumpai pada bagian akar, batang, daun, buah maupun biji tanaman. Terpenoid

dikenal sebagai kelompok terbesar dari senyawa bioaktif alami (Singh *et al.*, 2015). Terpenoid merupakan komponen yang mendominasi minyak esensial yang terdapat pada tumbuhan (Cox-Georgian *et al.*, 2019). Terpenoid bersifat fungistatik dengan menghambat enzim tertentu, sehingga mengganggu metabolisme, pemanjangan hifa, dan fragmentasi hifa fungi, yang menyebabkan fungi tidak dapat berkembang biak (Putri, 2013).

Senyawa metabolit sekunder memiliki fungsi sebagai atraktan, pertahanan terhadap patogen, perlindungan dan adaptasi terhadap lingkungan (Amin *et al.*, 2022).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, dan terpenoid memiliki peran penting dalam melindungi tanaman dari patogen. Alkaloid berfungsi sebagai antibakteri, antijamur, dan racun alami untuk melindungi tanaman dari serangga dan herbivora. Flavonoid memiliki sifat antioksidan dan melindungi tanaman dari infeksi mikroba serta adaptasi lingkungan. Terpenoid, yang mendominasi minyak esensial tanaman, bertindak sebagai agen antibakteri dan antijamur dengan menghambat metabolisme mikroorganisme. Secara keseluruhan, metabolit sekunder menjadi mekanisme pertahanan alami yang potensial untuk pengendalian penyakit tanaman secara ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S., Andri, C.N. & Selvira, A.I.M., 2022. *Skrining Virtual Senyawa Alkaloid Sebagai Inhibitor Main Protease Untuk Kandidat Anti-Sars-Cov-2*. Jakarta: Deepublish.
- Arifin, B. & Ibrahim, S., 2018. Struktur, Bioaktivitas dan Antioksidan Flavonoid. *Jurnal Zarah*, 6(1), pp.21–29.
- Cox-Georgian, D. *et al.*, 2019. Medical Plants: Therapeutic and Medicinal Uses of Terpenes. In *Springer*. pp.333–359.
- Einhellig, F.A., 1996. Interactions involving allelopathy in cropping systems. *Agronomy*, 88, pp.886–893.

- Ekawati, M.A., Suirta, I.W. & Santi, S.R., 2017. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid pada Daun Sembukan (*Paederia foetida* L.) serta Uji Aktivitasnya Sebagai Antioksidan. *Jurnal Kimia*, 11(1), pp.43–48.
- Ergina, S.N. & Indrarini, D.P., 2014. Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder Pada Daun Palado (*Agave angustifolia*) yang Diekstraksi dengan Pelarut Air dan Etanol. *Jurnal Akademika Kimia*, 3(3), pp.165–172.
- Jalianto, 2015. Uji Aktivitas Antijamur Ekstrak Etanol Biji Buah Langsung (*Lansium domesticum* Corr.) terhadap Jamur *Candida albicans* secara in vitro. Pontianak: Fakultas Kedokteran.
- Julyasih, K.S.M., 2022. Senyawa Bioaktif Beberapa Jenis Rumput Laut dan Aktivitas Penghambatan Terhadap Jamur *Aspergillus flavus* pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Perikanan*, 12(3).
- Kabera, J.N., Semana, E., Mussa, A.R. & He, X., 2014. Plant Secondary Metabolites: Biosynthesis, Classification, Function and Pharmacological Properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2, pp.377–392.
- Lathifah, S., Chatri, M., Advinda, L. & Anhar, A., 2022. Potensi Ekstrak Daun Sukun (*Artocarpus altilis* Park.) sebagai Antifungi terhadap Pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* secara in vitro. *Serambi Biologi*, 7(3).
- Nofiani, R., 2008. Artikel Ulas Balik: Urgensi dan Mekanisme Biosintesis Metabolit Sekunder Mikroba Laut. *Jurnal Natur Indonesia*, 10(2), pp.120–125.
- Olivia, F., Alam, S. & Hadibroto, I., 2004. *Seluk Beluk Food Suplemen*. Jakarta: Gramedia.
- Putri, A.U., 2013. Uji Potensi Antifungi Ekstrak Berbagai Jenis Lamun terhadap Fungi *Candida albicans*. Skripsi.
- Riska, A., Weny, J.A.M. & La, A., 2013. Identifikasi Senyawa Alkaloid Dari Ekstrak Metanol Kulit Batang Mangga (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Entropi*, 7(1), pp.514–519.
- Singh, B. & Sharma, R.A., 2015. Plant Terpenes: Defense Responses, Phylogenetic Analysis, Regulation and Clinical Applications. *3 Biotech*, 5(2), pp.129–151.
- Tjandra, R.F., Fatmawati & Datu, O.S., 2020. Analisis Senyawa Alkaloid dan Uji

Daya Hambat Ekstrak Buah Sirih (*Piper betle* L.) terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal eBiomedik*, 8(2), pp.173–179.

Wink, M., 2008. Ecological Roles of Alkaloids. In Wink, M. (Ed.) *Modern Alkaloids: Structure, Isolation Synthesis and Biology*. Jerman: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA.

Wulansari, E.D., Lestari, D. & Khoirunisa, M.A., 2020. Kandungan Terpenoid dalam Daun Ara (*Ficus carica* L.) sebagai Agen Antibakteri terhadap Bakteri Methicilin Resistant *Staphylococcus aureus*. *Pharmacon*, 9(2), pp.219–225.

Yulia, E., Suganda, T., Widiyanti, F. & Prasetyo, R.I., 2015. Uji Keefektifan Antijamur Ekstrak Air Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga* L.) sebagai Perlakuan Pratanam untuk Mengendalikan *Colletotrichum spp.* Pada Kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Agrikultura*, 26(2).