

Analisis Golongan Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Kulit Batang Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia* L.) dan Cemara Gunung (*Casuarina junghuhniana* Mig.)

IKE G.M. SIREGAR^{1,2}, DANIEL LANTANG³, LINUS Y. CHRYSTOMO^{3*}

¹Program Magister Biologi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih, Jayapura

²Kantor UPTD Balai Pengujian Mutu dan Normalisasi Produk Industri Dinas Perindustrian, Perdagangan, Koperasi, UKM dan Tenaga Kerja, Provinsi Papua

³Program Studi Biologi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih, Jayapura

Diterima: 09 April 2021 – Disetujui: 20 September 2022

© 2022 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih

ABSTRACT

The use of medicinal plants as natural medicine is increasingly trend and developing rapidly to prevent and treat disease, also maintain human health. Spruce plants belong to Casuarinaceae family and Magnoliophyta, generally contain of secondary metabolite compounds such as: alkaloid, saponin, polyphenol, flavonoid, and tannin that can be efficacious to cure diseases in human. The purpose of this study was to analyze the secondary metabolites compound of *Casuarina equisetifolia* L. and *Casuarina junghuhniana* Mig. using the Fransworth phytochemical screening method of bark ethanol extracts. The analysis of phytochemical screening of spruce bark shows flavonoid, saponin and tannin activity, while the montain spruce shows alkaloid, steroid, saponin and tannin activity. Further research is needed to investigate the ethnopharmaceutical information on the use of the spruce plants as a traditional medicine.

Key words: Spruce plants; screening; extract; analysis; phytochemical; secondary metabolite.

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk negara yang kaya berbagai jenis tumbuhan obat yang dapat digunakan dalam penanggulangan masalah kesehatan khususnya pada manusia. Masyarakat Indonesia turun temurun telah menggunakan tumbuhan sebagai obat tradisional. Ada sekitar 30.000 jenis tanaman obat terdapat di Indonesia dan 7000 di antaranya memiliki khasiat sebagai obat (Jumiarni & Komalasari, 2017), termasuk tumbuhan cemara (Torres, 2012).

Menurut Torres (2012) pohon cemara bukan hanya bermanfaat untuk perayaan natal tetapi

juga dapat dimanfaatkan untuk mengurangi stres, meringankan penyakit mental, mengatasi bronchitis dan batuk, memiliki aroma yang menyegarkan untuk pengharum ruangan. Minyak atsiri yang diolah mampu mengatasi batuk, sinusitis dan bronchitis, dengan meneteskan minyak atsiri ke air hangat, kemudian menghirup uapnya. Akar tumbuhan cemara merupakan obat tradisional yang secara turun temurun digunakan untuk mengobati cacingan. Kambium cemara dapat dimanfaatkan sebagai bumbu pelengkap masakan. Buah tanaman cemara juga mengandung vitamin C yang tidak kalah dengan buah jeruk. Kandungan vitamin C buah cemara dapat menjaga kesehatan kulit, mencerahkan kulit, mencegah penuaan dini, dan telah dilakukan uji klinis.

Habitat cemara laut mendukung spesies lainnya untuk tumbuh. Struktur dan komposisi

* Alamat korespondensi:

Program Studi Biologi, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Cenderawasih. Jl. Kamp. Wolker, Uncen Waena Jayapura, Papua. E-mail: chrysyanka@gmail.com

vegetasi di habitat spesies cemara laut tumbuh mendominasi pada tingkat pertumbuhan pohon, sedangkan tingkat pertumbuhan semai, pancang dan tiang didominasi oleh tumbuhan pantai lainnya *Canophilum inophillum* (Farma *et al.*, 2018).

Menurut persepsi masyarakat pantai selatan di daerah Bantul Yogyakarta, *C. equisetifolia* 85% memberi manfaat yang baik dan 90% masyarakat pantai menanam *C. equisetifolia* untuk mitigasi bencana alam di kawasan pantai (Purwantara *et al.*, 2019). Lebih dari itu, Haryadi (2017) mengungkapkan bahwa pohon *C. equisetifolia* mempunyai peran dalam perbaikan iklim mikro lahan pantai berpasir di Kebumen. Di lokasi lain, upaya pelestarian kawasan konservasi wilayah pesisir Kota Bengkulu telah dilakukan. Usaha pembenihan cemara laut untuk kebutuhan pembibitan sudah dilakukan. Perlakuan terbaik pemanfaatan media diperoleh melalui campuran pasir dan kompos dengan perbandingan 1 : 1 (Marlin *et al.*, 2011). Menurut Anonim (2022) cemara gunung (*C. junghuhniana*) belum banyak dilaporkan selain bermanfaat untuk lingkungan dan juga untuk pemanfaatan secara ekonomi seperti pemanfaatan kayu bangunan, kayu bakar, arang dan untuk perayaan natal.

Tanaman obat mudah dijumpai di sekitar lingkungan kita dan kebanyakan tumbuh liar, tetapi ada yang sudah dibudidayakan. Budaya pemanfaatan tanaman obat sebagai obat alami semakin *trend* dan berkembang pesat, yang tujuannya berguna untuk mencegah penyakit, menjaga kesehatan, dan mengobati penyakit (Wahyuono, 2006).

Tumbuhan memiliki bahan alam senyawa kimia bioaktif dan mempunyai manfaat, memiliki aktifitas farmakologi sebagai kandidat obat dengan senyawa yang lebih potensial dengan toksisitas minimal. Sebagai contoh misalnya alkaloid, yang merupakan senyawa kimia sebagai senjata untuk mempertahankan diri dari musuh dan hama. Polifenol mampu menetralkan senyawa beracun, terpenoid sebagai atraktan atau penarik makhluk lain dan lain sebagainya. Secara farmakologis senyawa metabolit sekunder dapat

memiliki aktivitas biologis yaitu anti bakteri, anti infeksi, anti kolesterol, anti kanker, anti diabetes dan lain-lain (Saifudin, 2014).

Metode analisis dengan skrining fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan golongan senyawa kimia pada organ atau bagian tertentu dari tumbuhan. Skrining melalui reaksi pengujian warna dapat dilakukan menggunakan suatu pereaksi warna. Hal penting yang berperan dalam skrining fitokimia adalah pemilihan pelarut dan metode ekstraksi (Kristianti *et al.*, 2008). Skrining fitokimia serbuk simplisia dan sampel dalam bentuk basah meliputi pemeriksaan kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, terpenoid/steroid, tannin, dan saponin menurut prosedur yang telah dibakukan (Harborne, 1987; Fransworth, 1996; Depkes, 1995; Novi *et al.*, 2008).

Kimia bahan alam yang dimanfaatkan untuk obat tradisional mengandung senyawa-senyawa metabolit sekunder antara lain: alkaloid, flavonoid, steroid, terpenoid, saponin, dan lainnya. Senyawa tersebut mempunyai kemampuan bioaktivitas dan sebagai pelindung tumbuhan itu sendiri (Aksara *et al.*, 2013).

Ningrum *et al.* (2016) menyebutkan bahwa alkaloid berkhasiat sebagai anti diare, anti diabetes, antimikroba dan anti malaria yang ditemukan dalam jaringan tumbuhan dan hewan. Berdasarkan fungsi kandungan senyawa alami dari metabolit sekunder tersebut, diindikasikan bersifat toksis atau racun, yang mampu menghambat bahkan mematikan organisme penyebab penyakit pada makhluk hidup khususnya manusia. Patogenik pada manusia sering ditimbulkan oleh bakteri maupun jamur.

Sementara itu, penggunaan obat sintetis dapat berisiko menimbulkan efek samping karena memiliki efek yang lebih kuat dari pada obat tradisional. Obat sintesis mengandung senyawa aktif murni, sedangkan obat tradisional merupakan ekstrak yang banyak mengandung senyawa kimia tertentu yang bersinergi (Sutrisna, 2016).

Tumbuhan famili *Casuarinaceae* memiliki kandungan kimia antara lain: saponin, polifenol,

flavonoida dan tanin yang bekhasiat menyembuhkan penyakit di dalam tubuh (Anonim, 2014). Klasifikasi ilmiah tumbuhan cemara termasuk divisi angiosperm atau *Magnoliophyta*. Ningrum *et al.* (2016) mengungkapkan bahwa tumbuhan *Magnoliophyta* banyak mengandung senyawa alkaloid. Anonim (2015) menuliskan bahwa cemara laut mengandung senyawa antioksidan, flavonol dan bioflavonoid.

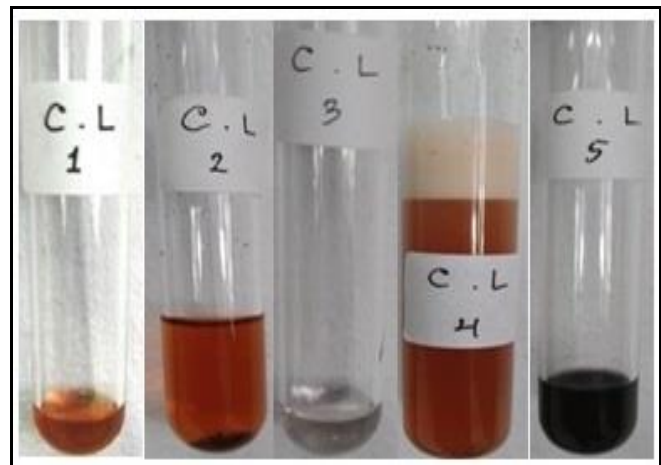
Pemanfaatan cemara laut (*C. equisetifolia*) dan cemara gunung (*C. junghuhniana*) sebagai tanaman obat belum banyak dilakukan penelitian. Masyarakat umumnya hanya menganggap sebagai pohon hiasan dan dalam dunia kesehatan memberikan manfaat untuk menyehatkan kulit (perawatan kulit) dan mengobati cacangan. Padahal kandungan senyawa yang beragam sangat penting untuk berbagai keperluan. Menurut Sagar (2022), memberikan contoh bahwa senyawa flavonoid yang ada dalam suatu tanaman sangat bermanfaat dalam farmakoterapeutik.

World Health Organization (WHO) (2009) menginformasikan bahwa aktivitas biologi *C. equisetifolia* adalah dapat digunakan sebagai antibakteri, antijamur, antivirus, sitotoksik, menghambat enzim oksidasi xanthin, pembunuh moluska, hypoglisemia (gula darah rendah). Usaha skrining kandungan senyawa kimia metabolit sekunder merupakan langkah awal yang penting dalam penelitian untuk pencarian senyawa bioaktif yang berasal dari bahan alam yang digunakan sebagai prekursor sintesis obat tradisional baru (Kilunga *et al.*, 2019).

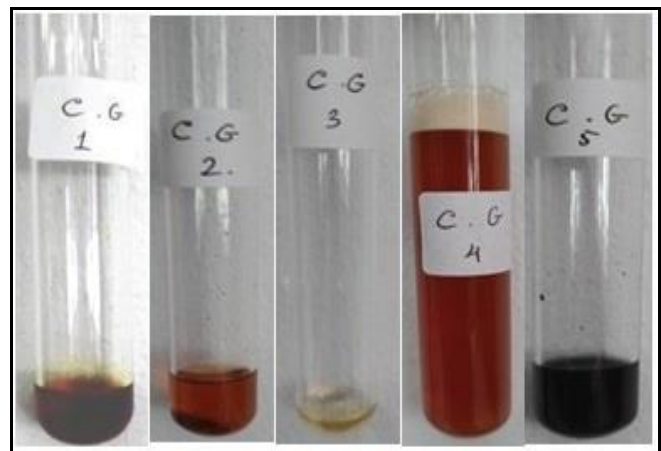
Ekstraksi adalah proses penarikan aneka komponen senyawa aktif yang larut, sehingga terpisah dari bahan yang tidak larut dalam pelarut cair, dengan pengekstraksiannya menggunakan metode maserasi. Metode tersebut adalah salah satu cara pengekstraksian dengan perendaman sampel dengan pelarut organik pada suhu ruangan. Maserasi adalah metode yang paling sederhana, murah, dan peralatan yang digunakan pun mudah diperoleh, karena tidak menggunakan

pemanasan yang merusak aneka senyawa yang stabil dan tidak tahan terhadap panas (Depdiknas, 1995; Indraswari, 2008).

Menurut Creswell (2012), metode kualitatif dan kuantitatif dapat ditrianggulaskan dengan metode skrining fitokimia dengan menggunakan metode Fransworth yang dimodifikasi dan diekstraksi dengan menggunakan metode maserasi. Berdasarkan kondisi tersebut, maka perlu dilakukan penelitian awal untuk menganalisis kandungan golongan senyawa kimia metabolit sekunder yang terdapat dalam ekstrak etanol kulit batang tumbuhan cemara laut *C.*



Gambar 1. Hasil pengujian skrining fitokimia ekstrak cemara laut.



Gambar 2. Hasil pengujian skrining fitokimia ekstrak cemara gunung.

equisetifolia) dan cemara gunung (*C. junghuhniana*).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama enam bulan dari Januari hingga Juni 2019. Kegiatan penelitian meliputi tahap persiapan, pelaksanaan, dan analisis data. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Dasar Biologi dan Mikrobiologi FMIPA Universitas Cenderawasih, Jayapura.

Analisis Kandungan Metabolit Sekunder

Sampel kulit batang *C. equisetifolia* diperoleh dari kawasan pantai Pasir 6, Kota Jayapura, sedangkan *C. junghuhniana* berasal dari kawasan penyangga Cagar Alam Pegunungan Cyclop dekat kampus Universitas Cenderawasih. Untuk penapisan guna menelusuri atau mengidentifikasi kandungan golongan senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak etanol kulit batang tumbuhan

dilakukan dengan metode skrining fitokimia Harborne (1987) atau Fransworth (1996) modifikasi dengan menggunakan reagen pereaksi berdasarkan reaksi perubahan warna dan pengendapan.

Analisis data

Data hasil pengamatan dianalisis secara kualitatif dan ditampilkan dalam bentuk gambar dan tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis skrining uji fitokimia pada ekstrak etanol kulit batang cemara laut (*C. equisetifolia*) dan cemara gunung (*C. junghuhniana*) (Tabel 1) menunjukkan bahwa terjadi perubahan reaksi terhadap warna atau terbentuknya endapan ketika menggunakan larutan reagen pereaksi untuk menganalisis kandungan golongan senyawa kimia metabolit sekunder pada ekstrak

Tabel 1. Hasil skrining ekstrak kulit batang cemara laut dan gunung.

No	Golongan senyawa	Pereaksi	Hasil uji ekstrak kulit batang	
			Cemara laut	Cemara gunung
1.	Alkohol	Dragendroff	- (tidak terbentuk endapan merah jingga)	+ (terbentuk endapan merah jingga)
2.	Flavonoid	Mg + HCl	+ (Terjadi perubahan warna jingga)	- (Tidak terjadi perubahan warna)
3.	Terpenoid dan steroid	Liebermann-Buchard	- (tidak terjadi perubahan warna)	+ - steroid (terbentuk incin biru kehijauan) - Terpenoid (tidak terjadi perubahan warna)
4.	Saponin	Pengocokan dengan aquades + HCl	+ (terbentuk buih dalam jumlah banyak dan stabil)	+ (terbentuk buih dalam jumlah banyak dan stabil)
5.	Tannin	Besi (III) klorida	+ (terbentuk warna hijau kehitaman)	+ (terbentuk warna hijau kehitaman)

Ket.: + terdeteksi. - tidak terdeteksi.

etanol kulit (Gambar 1; Gambar 2).

Hasil analisis fitokimia menunjukkan bahwa jumlah golongan senyawa kimia metabolit sekunder dalam ekstrak kulit batang cemara laut lebih sedikit dengan hanya mengandung 3 (tiga) golongan senyawa yaitu flavonoid, saponin dan tanin (Tabel 1; Gambar 1), sedangkan pada ekstrak kulit batang cemara gunung mengandung: alkaloid, steroid, saponin dan tanin (Tabel 1; Gambar 2).

Kandungan senyawa metabolit sekunder diekspresikan faktor genetik yang dipengaruhi faktor lingkungan seperti kondisi iklim, curah hujan, ketinggian, suhu udara, dan kondisi fisiko-kimia tanah, termasuk kelembaban tanah. Sedangkan variasi yang dapat meningkatkan kandungan senyawa metabolit sekunder dipengaruhi oleh cekaman atau stres karena faktor biotik ataupun abiotik (Anonim, 2020). Seperti yang dikemukakan oleh Purwati (2017), yang menunjukkan bahwa kandungan flavonoid pada *Phyllanthus niruri* dan *P. urinaria* dipengaruhi cekaman kekeringan.

Tanaman aneka kacang-kacangan menghasilkan senyawa metabolit sekunder sebagai mekanisme pertahanan dari cekaman, baik cekaman biotik maupun abiotik. Cekaman biotik pada tanaman disebabkan oleh hama, penyakit, dan gulma. Senyawa metabolit sekunder yang bermanfaat telah digunakan sebagai obat herbal karena mengandung senyawa antioksidan, biopestisida dan bahan baku kosmetik. Penambahan elisitor dapat meningkatkan ekspresi metabolit sekunder yang bermanfaat bagi manusia (Setyorini & Yusnawan (2016).

Menurut El-Tantawy *et al.* (2013) hasil analisis fitokimia ekstrak metanol daun *C. equisetifolia* menggunakan HPLC didapatkan senyawa tanin, fenolik, flavonoid, terpenoid, steroid dan alkaloid (+), tetapi tidak ditemukan saponin (-). Hal ini sama dengan ekstrak kulit batang *C. equisetifolia* (cemara laut) kecuali terpenoid, steroid dan alkaloid (-), tetapi justru saponin ditemukan (+). Apabila dibandingkan dengan ekstrak kulit batang *C. junghuhniana* semuanya ada termasuk

saponin (+), kecuali flavonoid (-). Hasil uji aktivitas antiradikal-bebas ekstrak daun *C. equisetifolia* terhadap DPPH menunjukkan aktivitas yang kuat antiradikal-bebas yang kuat dengan nilai IC_{50} : 18 μ g. Hal ini memungkinkan dapat terjadi, karena hasil analisis fitokimia ekstrak daun *C. equisetifolia* mengandung senyawa antioksidan flavonoid.

Sasidharan *et al.* (2005) menjelaskan bahwa hasil penelitian yang telah dilakukan, hasil skrining didapatkan senyawa biokimia karbohidrat, protein, lipid, nitrogen, rasio C:N, rasio C : P, rasio W : N, fenol dan tanin, tetapi terungkap hanya senyawa tanin yang signifikan menyebabkan resistensi terhadap ulat pada kulit batang *C. equisetifolia*.

Menurut hasil penelitian Muhammad *et al.* (2021) skrining fitokimia ekstrak kulit batang tumbuhan cemara gunung (*C. Junghuniana*) menunjukkan hasil yang sama persis seperti yang dilakukan peneliti yaitu terdeteksi adanya: alkaloid, steroid, saponin, tannin, dan kuinon. Di pihak lain, sama-sama tidak mengandung triterpenoid dan flavonoid, tetapi untuk organ lainnya seperti organ kayu, akar dan daun berbeda dengan kulit batang. Ada yang menarik, semua organ *C. junghuniana* mengandung tanin dan semuanya tidak mengandung flavonoid.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol kulit batang cemara laut (*C. equisetifolia*) mengandung senyawa kimia metabolit sekunder flavonoid, saponin dan tanin. Ekstrak etanol kulit batang cemara gunung (*C. junghuhniana*) mengandung senyawa kimia metabolit sekunder alkaloid, steroid, saponin dan tanin.

Kandungan senyawa kimia metabolit sekunder pada ekstrak etanol cemara laut dan cemara gunung ada yang berbeda, flavonoid (hanya terdapat pada cemara laut), alkaloid dan steroid (hanya terdapat pada cemara gunung,

tetapi keduanya mengandung tanin dan saponin tetapi kedua-duanya tidak mengandung triterpenoid. Kandungan senyawa metabolit sekunder hasil skrining fitokimia pada ekstrak kulit batang *C. equisetifolia* dan *C. junghuhniana* mempunyai potensi untuk obat tradisional setelah melalui uji farmakologik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Kepala Kantor UPTD Balai Pengujian Mutu dan Normalisasi Produk Industri Dinas Perindustrian, Perdagangan, Koperasi, UKM dan Tenaga Kerja Provinsi Papua yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melanjutkan studi magister serta dukungan baik moral maupun material selama kerja di laboratorium. Kepada kepala laboratorium Biologi Dasar dan Mikrobiologi, terima kasih atas fasilitas yang diberikan selama penelitian di laboratorium FMIPA Universitas Cenderawasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksara, R., W.J.A. Musa, dan L. Alio. 2013. Identifikasi senyawa alkaloid dari ekstrak metanol kulit batang mangga (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Entropi*. 8(1): 514-519.
- Anonim. 2014. Efek herbal tanaman cemara kipas. <https://www.jitunews.com/read/5955/efek-herbal-tanaman-cemara-kipas>. Diakses tanggal 6 Januari 2020.
- Anonim. 2015. Manfaat tak terduga pohon cemara bagi kesehatan. <https://beritagar.id>. Diakses tanggal 21 Agustus 2018.
- Anonim. 2020. Kandungan fenolik dan flavonoid pada daun kenikir dari habitat berbagai ketinggian. <http://fst.unair.ac.id/kandungan-fenolik-dan-flavonoid-daun-kenikir-dari-habitat-dengan-berbagai-ketinggian/>. Di akses tanggal 8 Maret 2020.
- Anonim. 2022. Cemara gunung: Taksonomi, ciri-ciri, habitat, persebaran dan manfaatnya. <https://lindungihutan.com>. Di akses tanggal 12 Oktober 2022.
- Creswell, J.W. 2012. Research design: Pendekatan kualitatif, kuantitatif, dan mixed. Penerjemah: Achmad Fawaid. Cetakan II, Edisi Ketiga. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Depdiknas. 1995. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Edisi keempat. Balai Pustaka. Jakarta.
- El-Tantawy, W.H., S.A.H. Muhamed, and E.N.A. Al-Haleem. 2013. Evaluation and biochemical effect of *Casuarina equisetifolia* extract on gentamicin-induced nephrotoxicity and oxidative stress in rats phytochemical analysis. *J. Clin. Biochim. Nutr.* 53(3): 158-165.
- Farma, A., A. Hikmat, dan R. Soekmadi. 2018. Struktur dan komposisi di habitat cemara laut (*Casuarina equisetifolia* L.) pada tiga kawasan konservasi di Provinsi Bengkulu. *Journal of Natural Resources and Environment Management*. 9(3): 596-607.
- Fransworth, N.R. 1966. Biological and phytochemical screening of plants. *J. Pharm. Sci.* 55(3): 225-272.
- Harborne, J.B. 1987. Metode fitokimia penuntun cara modern menganalisis tumbuhan. *Terjemahan* oleh Padmawinata, K. Penerbit ITB. Bandung.
- Haryadi, B. 2017. Peran cemara laut (*Casuarina equisetifolia* L.) dalam perbaikan iklim mikro lahan pantai berpasir di Sukabumi. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. 1(2): 73-81.
- Indraswari, A. 2008. Optimasi pembuatan ekstrak daun dewandaru (*Eugenia iniflora* L.) menggunakan metode maserasi dengan Parameter kadar total senyawa fenolik dan flavonoid. [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Jumiarni, W.O. dan O. Komalasari. 2017 Eksplorasi jenis dan pemanfaatan tumbuhan obat pada masyarakat suku Muna di pemukiman kota Wuna. *Trad. Med. Journal*. 22(1): 45-56.
- Kilunga, A., L.Y. Chrystomo dan P. Sujarta. 2019. Skrining senyawa kimia dan uji aktivitas sitotoksik ekstrak etanol teripang kridou bintik (*Bohadchia argus* Jaeger) asal pantai Harlem Kabupaten Jayapura, Papua. *Jurnal Biologi Papua*. 11(1): 12-17.
- Kristianti, A.N., N.S. Aminah, M. Tanjung dan B. Kurniadi. 2008. Fitokimia (Buku Ajar). Jurusan Kimia, Laboratorium Kimia Organik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Airlangga.
- Marlin, Yulian, dan B. Gonggo. 2011. Pengembangan teknologi penyelamatan embrio cemara laut (*Casuarina equisetifolia* L.) sebagai upaya pelestarian kawasan konservasi kawasan pesisir Kota Bengkulu. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.
- Muhammad, B. Sutiya, dan Yuniarti. 2021. Uji fitokimia tumbuhan cemara gunung (*Casuarina junghuniana*), merambung (*Vernonia arborea*) dan limpasu (*Baccaurea lanceolata*) di kawasan hutan dengan tujuan khusus ULM. *Jurnal Sylva Scientiae*. 4(3): 469-475.
- Ningrum, R., E. Purwanti, dan Sukarsono. 2016. Identifikasi senyawa alkaloid dari batang Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) sebagai bahan ajar biologi untuk SMA kelas X. [Thesis]. Universitas Muhammadiyah Malang.

- Novi, K.A., N.S. Aminah, M. Tanjung, dan B. Kurniadi. 2008. *Buku Ajar Fitokimia*. Cetakan Pertama. Airlangga University Press. Surabaya.
- Purwantara, S., N. Khotimah, dan A. Sudarsono. 2019. Persepsi masyarakat terhadap penanaman cemara laut (*Casuarina equisetifolia* L.) di lahan pasir pantai selatan Kabupaten Bantul sebagai upaya mitigasi bencana. *Geomedia, Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*. 2: 99-106.
- Purwati, I. 2017. Respon pertumbuhan dan kandungan flavonoid pada *Phyllanthus niruri* dan *Phyllanthus urinaria* dengan cekaman kekeringan. [Skripsi]. UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Sagar, N.A., S. Pareek, N. Benkeblia, and J. Xiao 2022. Onion (*Allium cepa* L.) bioactives: Chemistry, pharmacotherapeutic functions, and industrial applications. *Food Frontiers*. 2022;3:380-412.
- Saifudin, A. 2014. *Senyawa alam metabolit sekunder*. Teori, konsep dan teknik pemurnian. Edisi 1. Penerbit Deepublish. Yogyakarta.
- Sasidharan, K.R., A. Balu, B. Deeparaj, and A. Nicodemus. 2005. Screening *Casuarina equisetifolia* provenances againsts the bark caterpillar *Indarbela quadrinotata* and possible biochemical factors determining resistance. *Journal of Tropical Forest Science*. 17(4): 625-630.
- Setyorini, S.D., dan E. Yusnawan. 2016. Peningkatan kandungan metabolit sekunder tanaman aneka kacang sebagai respon cekaman biotik. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*. 11(2): 167-175.
- Sutrisna, E.M. 2016. Herbal medicine. Suatu tinjauan farmakologis. Muhammadiyah University Press. Surakarta.
- Torres, A.O.E. 2012. Sustainability of an Urban Tree Planting Group: Assessing the Condition and Benefits Associated with Recently Planted Trees in Washington, D.C. [Dissertations]. University of Maryland.
- Wahyuono, S. 2006. Evaluasi bioaktivitas tanaman obat koleksi Kalimantan Tengah. *Journal of Traditional Medicines*. 11(38): 24-30.
- WHO. 2009. *Medicinal Plants in Papua New Guinea*. WHO Library Cataloguing in Publication Data. Information on 126 Commonly used medicinal plants in Papua New Guinea. NLM. Western Pacific Region.