

Characteristics of Saponin Secondary Metabolite Compounds in Plants

Karakteristik Saponin Senyawa Metabolit Sekunder pada Tumbuhan

Puspa Anggraeni Putri¹, Moralita Chatri^{1*}, Linda Advinda¹, Violita¹

¹ Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia

*Correspondence author: moralitachatri@gmail.com

Abstract

Plants produce primary metabolites and secondary metabolites. Chemical compounds in plants are the result of the secondary metabolism of the plant itself which varies greatly in number and type. Secondary metabolites are grouped into several groups based on their chemical structure, one of which is saponins. The term saponin is derived from the Latin "*sapo*" which means soap, taken from the word *Saponaria vaccaria*, a plant containing saponins used as soap for washing. This study aims to provide information on the types of secondary metabolites in plants, especially saponins, as well as the utilization of these metabolites in various fields of life. The type of research used is the study of literature from textbooks, journals, scientific articles, literature reviews which contain the concepts studied. Based on the articles collected, it was found that the saponins found in plants are evenly distributed, such as roots, stems, tubers, leaves, seeds and fruit. Saponins are complex glycoside compounds with high molecular weights produced by plants, lower marine animals and some bacteria. Saponins can lower the surface tension of water, so that it can form foam on the surface of the water after being shaken. The taste of saponins is very bitter to very sweet and they are amphiphilic compounds. Saponins can be used as shrimp pesticides, foaming shampoos, detergents, inhibiting the growth of fungi, as well as botanical pesticides.

Key words *plants, secondary metabolites, saponins*

Abstrak

Tumbuhan menghasilkan senyawa metabolit primer dan metabolit sekunder. Senyawa kimia dalam tumbuhan merupakan hasil metabolisme sekunder dari tumbuhan itu sendiri yang sangat bervariasi jumlah dan jenisnya. Senyawa metabolit sekunder dikelompokkan menjadi beberapa golongan berdasarkan struktur kimianya, salah satunya yakni saponin. Istilah saponin diturunkan dari bahasa Latin "*sapo*" yang berarti sabun, diambil dari kata *Saponaria vaccaria*, suatu tumbuhan yang mengandung saponin digunakan sebagai sabun untuk mencuci. Studi ini bertujuan memberikan informasi mengenai jenis senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan khususnya senyawa saponin, serta pemanfaatan senyawa metabolit tersebut dalam berbagai bidang kehidupan. Jenis penelitian yang digunakan yaitu studi literatur yang berasal dari *textbook*, jurnal, artikel ilmiah, *literature review* yang berisikan konsep yang diteliti. Berdasarkan artikel yang dikumpulkan didapatkan bahwa, saponin yang terdapat pada tumbuhan tersebar merata seperti akar, batang, umbi, daun, biji dan buah. Saponin merupakan senyawa glikosida kompleks dengan berat molekul tinggi yang dihasilkan oleh tumbuhan, hewan laut tingkat rendah, dan beberapa bakteri. Saponin dapat menurunkan tegangan permukaan air, sehingga dapat membentuk buih pada permukaan air setelah dikocok. Rasa saponin sangat pahit hingga sangat manis

dan merupakan senyawa ampifilik. Saponin dapat digunakan sebagai pembasmi hama udang, pembentuk busa sampo, deterjen, menghambat pertumbuhan jamur, serta pestisida nabati.

Kata kunci *metabolit sekunder, saponin, tumbuhan*

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan keanekaragaman hayati. Salah satu keanekaragaman hayati yang dimiliki Indonesia adalah hutan hujan tropis terbesar ketiga di dunia setelah Brazil dan Republik Demokrasi Kongo (Zaire), yang berpotensi sebagai produsen tumbuhan obat dimasa mendatang. Diperkirakan terdapat sekitar 40.000 spesies tumbuhan obat di dunia dan 30.000 spesies diantaranya hidup di Indonesia dan telah digunakan sebagai bahan obat herbal (Emilda, 2017). Tumbuhan menghasilkan senyawa metabolit primer dan metabolit sekunder dan kandungan dalam metabolit dapat dimanfaatkan sebagai tumbuhan herbal.

Pucuk merah adalah tanaman hias yang populer dari famili Myrtaceae, tersebar di Timur Laut India, Myanmar, Thailand, Semenanjung Malaysia, Singapura, Sumatera, Kalimantan dan Filipina (Haryati, 2015). Genus ini memiliki 700-800 spesies, termasuk *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry, *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & Perry, dan *Syzygium polyanthum* (Wight) Walp (Chatri *et al.*, 2019). Ciri khas dari jenis tumbuhan ini adalah jika daunnya diremas akan mengeluarkan aroma khas dari kandungan minyak atsiri yang terdapat pada berbagai jenis *Syzygium* (Wati dkk., 2017)

Senyawa metabolit primer merupakan senyawa yang dihasilkan oleh tumbuhan yang bersifat esensial pada proses metabolisme sel dan keseluruhan proses sintesis serta perombakan zat-zat untuk keberlangsungan hidupnya. Senyawa metabolit primer terdiri dari karbohidrat, protein dan lemak. Sedangkan senyawa metabolit sekunder yaitu senyawa organik yang dihasilkan tumbuhan itu sendiri tetapi tidak memiliki fungsi langsung pada fotosintesis, pertumbuhan atau respirasi, transportasi zat terlarut, translokasi, sintesis protein, asimilasi nutrien, diferensiasi, pembentukan karbohidrat, protein dan lipid (Nuraeni, 2021).

Senyawa kimia dalam tumbuhan merupakan hasil metabolisme sekunder dari tumbuhan itu sendiri yang memiliki jumlah serta jenis yang bervariasi (Chatri, 2022). Sebagian diantaranya memberikan efek fisiologi dan farmakologi yang lebih dikenal dengan senyawa aktif (Ergina, 2014). Senyawa metabolit sekunder diproduksi oleh tumbuhan salah satunya untuk mempertahankan diri dari kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan seperti suhu, iklim (Novitasari, 2016). Metabolit sekunder yang bersifat antifungi sehingga melindungi tanaman tersebut dari serangan organisme penyebab penyakit (Chatri, 2016). Senyawa metabolit sekunder ini dikelompokkan menjadi beberapa golongan berdasarkan stuktur kimianya yaitu alkaloid, flavonoid, fenol, saponin, tanin, steroid dan triterpenoid (Chatri, 2022).

Saponin merupakan senyawa glikosida kompleks dengan berat molekul tinggi yang dihasilkan terutama oleh tumbuhan, hewan laut tingkat rendah dan beberapa bakteri, Istilah saponin diturunkan dari Bahasa Latin "*sapo*" yang berarti sabun, diambil dari kata *Saponaria vaccaria*, suatu tumbuhan yang mengandung saponin digunakan sebagai sabun untuk mencuci (Novitasari, 2016). Saponin yang banyak terkandung dalam tumbuhan telah lama digunakan untuk pengobatan tradisional (Wink, 2015). Saponin merupakan senyawa dalam bentuk glikosida yang tersebar luas pada tumbuhan tingkat tinggi (Yanuartono, 2017). Beberapa jenis tumbuhan diketahui banyak mengandung saponin seperti mahkota dewa, belimbing wuluh, kemiri, buah pare, turi, dan lain-lain (Firawati, 2018).

Pada penelitian Fahrunnida (2015), menyatakan bahwa buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) memiliki potensi sebagai sumber saponin triterpen yang dapat dikembangkan menjadi obat komersial alami. Berbagai macam khasiat yang dimiliki *A. bilimbi* tersebut memiliki kandungan senyawa antara lain saponin, flavonoid dan polifenol (Mursito dalam Ardananurdin *et al.*, 2004). Kandungan jenis dan kadar rata-rata saponin berbeda-beda dari beberapa ekstrak tumbuhan yang digunakan. Pada penelitian Marpaung (2018) dari ekstrak metanol daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) memiliki kandungan jenis saponin steroid dengan kadar rata-rata sebesar $3,11 \pm 0,00795\%$ melalui metode gravimetri. Berbeda halnya pada penelitian Noviyanty, dkk.

(2020) yang menggunakan ekstrak etanol bunga senggani (*Melastoma malabathricum* L.) mengandung saponin jenis triterpenoid dengan kadar rata-rata adalah 11,46% melalui metode yang sama yaitu gravimetri.

Studi ini bertujuan memberikan informasi mengenai jenis senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan khususnya senyawa saponin, serta potensi pemanfaatan senyawa metabolit tersebut dalam berbagai bidang kehidupan.

Metode

Jenis penelitian yang digunakan yaitu studi literatur. Metode studi literatur adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitian (Zed, 2008: 3 dalam Kartiningrum, 2015). Data yang digunakan berasal dari *textbook*, jurnal, artikel ilmiah, *literature review* yang berisikan tentang konsep yang diteliti (Kartiningrum, 2015).

Pembahasan

Sumber Saponin

Saponin dibagi menjadi dua kelompok, yaitu steroid saponin yang terdapat pada tumbuhan rumput dan triterpenoid saponin yang dapat ditemukan pada kedelai (Arifin, 2018). Pada tumbuhan, saponin tersebar merata dalam bagian-bagiannya seperti akar, batang, umbi, daun, biji dan buah. Konsentrasi tertinggi saponin dalam jaringan tumbuhan ditemukan pada tumbuhan yang rentan terhadap serangan serangga, jamur atau bakteri sehingga menunjukkan bahwa senyawa ini dapat berperan sebagai mekanisme pertahanan tubuh tumbuhan (Yanuartono, 2017).

Saponin triterpenoid telah teridentifikasi pada lebih dari 500 spesies tumbuhan seperti kedelai (*Glycine max*), alfalfa (*Medicago sativa*), teh (*Camellia sinensis*), *soap bark* (*Quillajasaponaria*), chickpeas (*Cicer arietinum*), bayam (*Spinacia oleracea*), tebu (*Beta vulgaris* L), bunga matahari (*Helianthus annuus* L.), ginseng (*Panax genus*), kacang tanah (*Arachis hypogaea* L), dan kacang ercis (*Phaseolus vulgaris*). Sedangkan pada saponin steroid banyak terkandung dalam tumbuhan bernilai ekonomis seperti kentang (*Solanum tuberosum*), tomat (*Lycopersicon esculentum*), terong-terongan (*Solanum eleagnifolium*) dan oats (*Avena sativa*) (Yanuartono, 2017). Pada leguminosa, saponin berikatan dengan protein sehingga terkonsentrasi pada bagian yang kaya akan protein. Saponin lebih banyak terdapat pada daun muda tetapi aktivitas hemolitiknya lebih rendah jika dibandingkan dengan saponin yang berasal dari akar (Yanuartono, 2017). Kandungan saponin dalam biji dan daun lebih tinggi dibandingkan dengan batang dan bunga pada tumbuhan *M. lupulina* (Gorski, *et al.*, 1984). Menurut Fenwick, *et al.* (1991), kandungan saponin lebih banyak ditemukan pada tumbuhan yang berumur muda dibandingkan dengan yang tua.

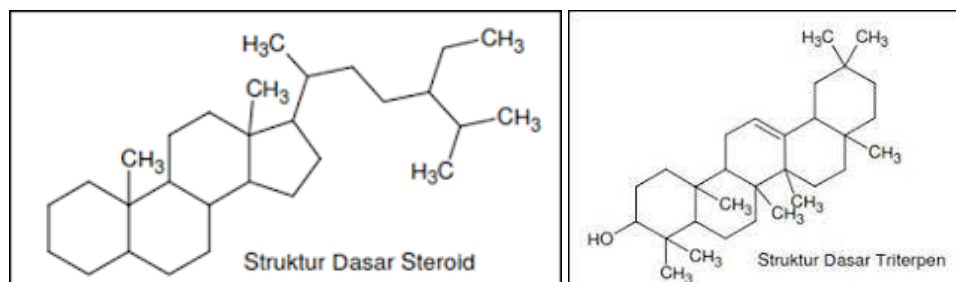
Untuk mendapatkan senyawa saponin maka perlu dilakukan pemisahan suatu zat (ekstraksi) dan dengan cara kromatografi. Ekstraksi merupakan peristiwa pemindahan zat terlarut (solut) antara dua pelarut yang tidak saling bercampur (Suleman, 2022). Saponin paling tepat diekstraksi dari tumbuhan dengan pelarut etanol 70-95% atau metanol. Ekstrak saponin akan lebih banyak dihasilkan jika diekstraksi menggunakan metanol karena saponin bersifat polar sehingga akan lebih mudah larut daripada pelarut lain (Harbone, 1987 dalam Rachman, 2018).

Struktur Saponin

Saponin dapat menurunkan tegangan permukaan air, sehingga akan mengakibatkan terbentuknya buih pada permukaan air setelah dikocok. Sifat ini mempunyai kesamaan dengan surfaktan. Penurunan tegangan permukaan disebabkan karena adanya senyawa sabun yang dapat merusak ikatan hidrogen pada air. Senyawa sabun ini memiliki dua bagian yang tidak sama sifat kepolarannya (Dyck, 2010). Struktur kimia saponin merupakan glikosida yang tersusun atas glikon dan aglikon. Bagian glikon terdiri dari gugus gula seperti glukosa, fruktosa, dan jenis gula lainnya. Bagian aglikon merupakan saponin. Sifat amfifilik ini dapat membuat bahan alam yang mengandung saponin bisa berfungsi sebagai surfaktan (Nurzaman, 2018).

Saponin merupakan glikosida yang memiliki aglikon berupa steroid dan triterpenoid. Saponin memiliki berbagai kelompok glikosil yang terikat pada posisi C3, tetapi beberapa saponin memiliki dua rantai

gula yang menempel pada posisi C3 dan C17 (Vincken, *et al.*, 2007). Struktur saponin tersebut menyebabkan saponin bersifat seperti sabun atau deterjen sehingga saponin disebut sebagai surfaktan alami (Mitra & Dangan, 1997; Hawley & Hawley, 2004). Gambar struktur saponin yang berupa steroid dan triterpenoid dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur molekul saponin

Saponin steroid tersusun atas inti steroid (C 27) dengan molekul karbohidrat (Hostettmann, 1995) dan jika terhidrolisis menghasilkan suatu aglikon yang dikenal saraponin. Saponin steroid terutama terdapat pada tumbuhan monokotil seperti kelompok sansevieria (Agavaceae), gadung (dioscoreaceae) dan tumbuhan berbunga (Liliaceae). Saponin triterpenoid tersusun atas inti triterpenoid dengan senyawa karbohidrat yang dihidrolisis menghasilkan aglikon yang dikenal sapogenin. saponin triterpenoid banyak terdapat pada tumbuhan dikotil seperti kacang-kacangan (leguminosae), kelompok pinang (Araliaceae), dan Caryophyllaceae. Beberapa hasil penelitian telah menunjukkan tentang peran saponin triperpenoid sebagai senyawa pertahanan alami pada tumbuhan (Yanuartono, 2017).

Sifat Fisika dan Kimia Saponin

Saponin merupakan metabolit sekunder dan merupakan kelompok glikosida triterpenoid atau steroid aglikon, terdiri dari satu atau lebih gugus gula yang berikatan dengan aglikon atau sapogenin, dapat membentuk kristal berwarna kuning dan amorf, serta berbau menyengat. Rasa saponin sangat ekstrim, dari sangat pahit hingga sangat manis. Saponin biasa dikenal sebagai senyawa nonvolatitem dan sangat larut dalam air (dingin maupun panas) dan alkohol, namun membentuk busa koloidal dalam air dan memiliki sifat detergen yang baik (Chapagain, 2005).

Saponin merupakan senyawa ampifilik. Gugus gula (heksosa) pada saponin dapat larut dalam air tetapi tidak larut dalam alkohol absolut, kloroform, eter dan pelarut organik non polar lainnya. Sedangkan gugus steroid (sapogenin) pada saponin, biasa juga disebut dengan triterpenoid aglikon dapat larut dalam lemak dan dapat membentuk emulsi dengan minyak dan resin (Lindeboom, 2005).

Manfaat Saponin

Saponin terdapat pada berbagai spesies tumbuhan, baik tumbuhan liar maupun tanaman budidaya. Pada tanaman budidaya, saponin triterpenoid merupakan jenis yang utama, sedangkan saponin steroid umum terdapat pada tumbuhan yang digunakan sebagai tumbuhan obat (Suparjo, 2008). Saponin dapat digunakan pada berbagai bidang diantaranya perikanan, tekstil, kosmetik, dan kesehatan. Di bidang perikanan saponin digunakan sebagai pembasmi hama udang (Musalam, 1989 dalam Santosa, 2018), sebagai racun ikan selama beratus-ratus tahun (Firawati, 2018). Dalam industri tekstil sebagai deterjen yang lebih efektif dan ramah lingkungan jika dibandingkan penggunaan senyawa sintetik *foam booster* (Setyaningrum, 2021). Dalam bidang kosmetik digunakan sebagai pembentuk busa pada sampo (Aghel *dkk.*, 2007; Thoha *dkk.*, 2009).

Peranan saponin steroid secara farmakologi adalah dapat mengobati penyakit reumatik, anemia, diabetes, syphilis, impotensi, dan antifungi sedangkan saponin triterpen berperan sebagai antibakteri, antijamur, antiinflamasi dan ekspetoran (Evans, 2002). Saponin memiliki berbagai macam sifat biologis seperti kemampuan hemolitik, antimoluska, aktivitas antivirus, aktivitas sitotoksik atau antikanker, efek hipokolesterolemia, dan antiprotozoa (Yanuartono, 2017). Saponin diketahui dapat menghambat jamur dan melindungi tumbuhan dari serangan serangga. Saponin mempunyai anti karsinogenik dan manipulator fermentasi rumen (Suparjo, 2008).

Mekanisme Kerja Saponin

Saponin dapat menjadi antijamur karena zat aktif permukaannya mirip detergen, dengan cara menurunkan tegangan permukaan membran sterol dari dinding sel jamur sehingga meningkatkan permeabilitasnya (Chatri, 2022). Berdasarkan penelitian Chatri, *dkk.*, 2015, pada tanaman *Hyptis suaveolens* L. Poit yang menggunakan ekstrak daun muda dan tua dapat menghambat pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporoides* jamur penyebab penyakit antraknosa pada cabai. Hasil penelitian dari beberapa negara lain, bahwa minyak atsiri yang terkandung dalam *H. suaveolens* (L.) Poit telah dimanfaatkan sebagai antimikroba, karena dapat menghambat aktifitas beberapa strain dari isolat bakteri dan jamur penyebab penyakit kulit pada manusia (Chatri, 2017). Selain itu, pada penelitian Primayani dan Chatri (2018) dilaporkan bahwa ekstrak daun *Hyptis suaveolens* L. dapat menghambat pertumbuhan jamur *S. Rolsii* dengan konsentrasi paling efektif yaitu 15% dengan persentase penghambatan 56%.

Mekanisme kerja saponin sebagai antibakteri yaitu dengan mendanaturasi protein. Karena zat aktif permukaan saponin mirip deterjen maka saponin dapat digunakan sebagai antibakteri dimana tegangan permukaan dinding sel bakteri akan diturunkan dan permeabilitas membran bakteri dirusak (Sani, 2013). Kelangsungan hidup bakteri akan terganggu akibat rusaknya membran sel. Kemudian saponin akan berdifusi melalui membran sitoplasma sehingga kestabilan membran akan terganggu yang menyebabkan sitoplasma mengalami kebocoran dan keluar dari sel yang mengakibatkan kematian sel (Pleczar dan Reid, 1972 dalam Sudarmi, 2017).

Senyawa saponin memiliki aktivitas sebagai antioksidan karena saponin mampu meredam superoksida melalui pembentukan intermediet hiperoksida sehingga mampu mencegah kerusakan biomolekuler oleh radikal bebas (Hasan, 2022). Mekanisme kerja saponin dalam penyembuhan luka adalah menstimulasi pembentukan kolagen tipe 1 yang berperan penting dalam proses penutupan luka dan meningkatkan epitelisasi jaringan (Miladiyah, 2012).

Penutup

Saponin merupakan metabolit sekunder dan merupakan kelompok glikosida yang memiliki aglikon berupa steroid dan triterpenoid yang dihasilkan terutama oleh tumbuhan, hewan laut tingkat rendah dan beberapa bakteri. Saponin dapat menurunkan tegangan permukaan air, sehingga akan mengakibatkan terbentuknya buih pada permukaan air setelah dikocok. Sifat ini mempunyai kesamaan dengan surfaktan. Pada tumbuhan, saponin tersebar merata dalam bagian-bagiannya seperti akar, batang, umbi, daun, biji dan buah. Saponin dibagi menjadi dua kelompok, yaitu steroid saponin yang terdapat pada tumbuhan rumput dan triterpenoid saponin yang dapat ditemukan pada kedelai. Rasa saponin sangat ekstrim, dari sangat pahit hingga sangat manis. Saponin merupakan senyawa ampifilik. Saponin dapat digunakan pada berbagai bidang diantaranya perikanan, tekstil, kosmetik, dan kesehatan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyadari dalam penulisan artikel ini masih terdapat kekurangan, untuk itu diharapkan kritik dan saran yang membangun untuk dapat menyempurnakan artikel ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penulisan artikel ini dan semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Daftar Pustaka

- Aisha, A.F.A., Z. Ismail., K.M. Abu-Salah., J.M. Siddiqui., G. Ghafar., and A.M.S. Abdul Majid. 2013. *Syzygium campanulatum* Korth Methanolic Extract Inhibits Angiogenesis and Tumor Growth in Nude Mice. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. Vol 13, Article 168
- Aisyah, I. Juli, N, dan Gustan P. 2013. Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Mengendalikan Cendawan Penyebab Penyakit Antraknosa dan Layu Fusarium pada Ketimun. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. Vol. 31 (2):170-178. ISSN: 0216-4329 Terakreditasi No.:443/AU2/P2MI-LIPI/08/2012.
- Aghel, N., Moghimipour, E., and Dana, R.S. 2007. Formulation of a Herbal Shampoo using Total Saponins of *Acanthopyllum squarrosum*. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 6 (3).

- Ardananuridin, A., Winarsih, S., & Widayat, M. 2004. Uji efektifitas dekok bunga belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai antimikroba terhadap bakteri *Salmonella Typhi* secara *in vitro*. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*. Vol. 20 (1): 30-34.
- Chapagain, B.P, and Wiesman, Z. 2005. Larvicidal Activity Of The Fruit Mesocarp Extract Of *Balanites Aegyptiaca* And Its Saponin Fractions Against *Aedes aegypti*. *Dengue Bulletin* No.29.
- Chatri, M. 2016. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Padang: Kencana.
- Chatri, M., Mansyurdin, Amri B., dan Perri A. 2017. Perbandingan Komponen Minyak Atsiri antara Daun Muda dan Daun Dewasa pada *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. *Jurnal Eksakta*. Vol. 2 (8): 1-12
- Chatri, M., dan Primayani, S. A. 2018. Efektivitas Ekstrak *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Sclerotium rolfsii* Secara *In Vitro*. *Jurnal Bio Sains*. Vol. 1 (1): 59-66
- Chatri, M. Civil, E, M. Des, M. 2019. Characteristics of Leaves Anatomy of Some *Syzygium* (Myrtaceae). *Advances in Biological Sciences Research*. Vol 10 (1).
- Chatri, M., Jumjunidang, Zahratul A., Febriani D. S. 2022. Aktivitas Antifungi Ekstrak Daun *Melastoma malabathricum* terhadap *Fusarium oxysporum* dan *Sclerotium rolfsii* secara *In Vitro*. *Jurnal Agrotek Tropika*. Vol. 10 (3): 395-401
- Deore S.L., S.S. Khadabadi, K.P. Chittam, P.G. Bhujade, T.P. Wane, Y.R. Nagpurkar, P.D. Chanekar, & R.G. Jain. 2009. Properties and pharmacological applications of Saponins. *Pharmacology*. 2: 61-84.
- Dyck SV, Gerbaux P, Flammang P. 2010. Qualitative and quantitative saponin contents in five sea cucumbers from the Indian Ocean. *Mar Drugs*. Vol. 8 (1): 173-89.
- Ergina, Nuryanti, S., dan Pursitasari, P. I. 2014. Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder pada Daun Palado (*Agave angustifolia*) yang diekstraksi dengan Pelarut Air dan Etanol. *Jurnal Akademika Kimia*. Vol. 3 (3): 165-172.
- Evans, W. C. 2002. *Trease and Evans Pharmacognosy. 15th edition*. Edinburgh, Saunders
- Fahrnunda, Rarastoeti P. 2015. Kandungan Saponin Buah, Daun dan Tangkai Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Prosiding KPSDA FKIP, Universitas Sebelas Maret. Vol. 1 (1): 220-224
- Fenwick, G.R., K.R. Price, C. Tsukamoto, & K. Okubo. 1991. Saponins. In: Mello, F.J.P.D., Duffus, C.M., Duffus, J.H. (Eds.), *Saponins in Toxic Substances in Crop Plants*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge
- Firawati. 2018. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Saponin Ekstrak Butanol Daun Majapahit (*Crescentia cujete*) dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis dan Spektrofotometri Infra Merah.
- Gorski, P.M., M. Jurzysta, S. Burda, W.A. Oleszek, & M. Ploszyski. 1984. Studies on *Medicago lupulina* saponins IV. Variation in the saponin content of *M. lupulina*. *Acta Soc. Bot. Pol.* 53: 543
- Hasan, H., Nur A. T., Faramita H., Fika N. R. Putri A. S. I. 2022. Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Kulit Batang Matoa (*Pometia pinnata*) dengan Metode 1,1-Diphenyl-2 picrylhidrazyl (DPPH). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*. Vol. 2 (1): 52-56
- Hawley, T.S. & R.G. Hawley. 2004. *Flow Cytometry Protocols*. Humana Press, Inc
- Hostettmann, K. & A. Marston. 1995. *Saponins*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jalianto. 2015. Uji Aktivitas Antijamur Ekstrak Etanol Biji Buah Langsung (*Lansium domesticum* Corr.) terhadap Jamur *Candida albicans* secara *In-Vitro*. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran, Universitas Tanjungpura.
- Kartingrum, E. D. 2015. *Panduan Penyusunan Studi Literatur*. Mojokerto: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat.

- Lestari, W. D., Yusriadi, Ismet S. B. 2020. Uji Penghambatan Konsentrasi Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) terhadap Pertumbuhan Cendawan *Colletotrichum capsici* pada Buah Cabai. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*. Vol. 3 (02): 209-214. ISSN : 2685-8193.
- Lindeboom N. 2005. Studies on the characterization, biosynthesis and isolation of starch and protein from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis. Saskatoon: Department of Applied Microbiology and Food Science, University of Saskatchewan Canada.
- Marpaung, M. P., & Romelan, R. 2018. Analisis Jenis dan Kadar Saponin Ekstrak Metanol Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dengan menggunakan Metode Gravimetri. *JFL: Jurnal Farmasi Lampung*. Vol. 7 (2): 81-86.
- Mitra, S. & S.R. Dangan. 1997. Micellar properties of Quillaja saponin. Effects of temperature, salt, and pH on solution properties. *J. Agric. Food Chem.* 45(5): 1587- 1595.
- Miladiyah, I., Prabowo, B.R. 2012. Ethanolic extract of *Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis leaves improved wound healing in guinea pigs, *Universa Medicina*. Vol. 31 (1): 4 - 11.
- Minarni, A., Widarti, Rahman. 2020. Uji Daya Hambat beberapa Jenis Obat Antijamur pada Jamur yang diisolasi dari Kuku Kaki. *Jurnal Media Analisis Kesehatan*. Vol. 11 (2): 119-126
- Novitasari, A. E., dan Dinda Z. P. 2016. Isolasi dan Identifikasi Saponin pada Ekstrak Daun Mahkota Dewa dengan Ekstraksi Maserasi. *Jurnal Sains*. Vol. 6 (12): 10-14.
- Noviyanty, Y., Hepiyansori, & Dewi, B. R. 2020. Identifikasi dan Penetapan Kadar Senyawa Saponin Ekstrak Etanol Bunga Senggani (*Melastoma malabathricum* L) Metode Gravimetri. *Oceana Biomedicina Journal*. Vol. 3 (1): 45-53.
- Nuraeni, Y., Wida D. 2021. Pemanfaatan Metabolit Sekunder Tumbuhan sebagai Pestisida Nabati pada Tanaman Hutan. *Jurnal Galam*. Vol. 2 (1): 1-15
- Nurjismi, R., dan Suryani. 2020. Uji Antagonis Actinomycetes terhadap Patogen *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Rawit. *Jurnal Ilmiah Respati*. Vol. 11 (1): 1-12. e-ISSN : 2622-9471.
- Nurzaman, F., Joshita D., Berna E. 2018. Identifikasi Kandungan Saponin dalam Ekstrak Kamboja Merah (*Plumeria rubra* L.) dan Daya Surfaktan dalam Sediaan Kosmetik. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*. Vol. 8 (2): 85-93.
- Rachman, A., Sri W., Ike, Y. W. 2015. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Saponin Ekstrak Metanol Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis). *Jurnal Online Mahasiswa UNPAK*. Vol. 1 (1)
- Rofiatiningrum, A., Ellin H., dan Wowon J. 2015. Penggunaan Gel Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) sebagai Antijamur pada Dendeng Daging Sapi Giling. *Students e-Journals Unpad*. Vol. 4 (4): 1-10.
- Sani, R. N., Nisa, F. C., Andriani, R. D., dan Madigan, J. M . 2013. Analisis Reedmen dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Mikroalga Laut (*Tetraselmis chui*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 2 (2): 121-126
- Santosa, H., Widya S., Noer A. H. 2018. Ekstraksi Saponin dari Daun Waru berbantu Ultrasonik Suatu Usaha untuk mendapatkan Senyawa Penghambat Berkembang Sel Kanker. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*. Vol. 3 (2): 12-16
- Shahilfa, M. 2005. Uji Efektifitas Suspensi Daun Nimba (*Azadirachta indica* A. Juss) terhadap Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum capsici* (Syd) pada Buah Cabe Pasca Panen. *Skripsi*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Sudarmi, K., Ida Bagus G. D., I Ketut M. 2017. Uji Fitokimia dan Daya Hambat Ekstrak Daun Juwet (*Syzygium cumini*) terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* ATCC. *Jurnal Simbiosis*. Vol. 1 (2): 47-51.
- Suleman, I. F., Rieny S., Shindy, H. M., Wila R. N. 2022. Identifikasi Senyawa Saponin dan Antioksidan Ekstrak Daun Lamun (*Thalassia hemprichii*). *Jambura Fish Processing Journal*. Vol. 4 (2): 94-102.

- Suparjo. 2008. *Saponin: Peran dan Pengaruhnya Bagi Ternak Dan Manusia*. Fakultas Peternakan. Jambi. Diakses pada tanggal 26 Maret 2023 <https://jajo66.files.wordpress.com/2008/06/saponin.pdf>
- Thoha, M.Y., ASitanggang, A.F., Hutahayan, D.R. S. 2009. Pengaruh Pelarut Isopropil Alkohol 75% dan Etanol 75% terhadap Ekstraksi Saponin dari Biji Teh dengan Variabel Waktu dan Temperatur. *Jurnal Teknik Kimia*. 16(3).
- Vincken, J.P., L. Heng, A. De Groot, & J.H. Gruppen. 2007. Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom. *Phytochem*. 68: 275-297.
- Wati, M., Erwin, dan Taringan D. 2017. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder dari Fraksi Etil Asetat pada Daun Berwarna Merah Pucuk Merah (*Syzygium Myrtifilium* Walp.). *Jurnal Kimia Mulawarman*. Volume 14 Nomor 2 Mei 2017. Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Wink, M. 2015. Review: modes of action of herbal medicines and plant secondary metabolites. *Medicines*. 2: 251-286.
- Yanuartono, H. Purnamaningsih, A. Nururrozi, & S. Indarjulianto. 2017. Saponin: Dampak terhadap Ternak (Ulasan). *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. Vol. 6 (2): 79-90. ISSN 2303-1093