

UJI METABOLIT SEKUNDER PADA DAUN DAN BUAH ARBEI HUTAN (*Rubus rosifolius*) DARI DESA DOLAT RAYAT MENGGUNAKAN METODE GC-MS

Aser Gunawan Siregar¹⁾, Dwika Karima Wardani^{1*)}, Abdul Rahman¹⁾

¹⁾Program Studi Agroteknologi, Universitas Medan Area

^{*)}Email korespondensi: dwika@staff.uma.ac.id

ABSTRAK

Masyarakat di Desa Dolat Rayat memanfaatkan arbei hutan (*Rubus rosifolius*) sebagai tanaman obat tradisional dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan arbei hutan sebagai obat lebih didasarkan pada pengetahuan tradisional yang diwariskan secara turun-temurun. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam buah dan daun arbei hutan. Penelitian dilaksanakan pada Maret-Mei 2024 di Laboratorium Pengembangan Politeknik Teknologi Kimia Industri (PTKI). Untuk mengidentifikasi kandungan senyawa aktif selain dilakukan pengujian kualitatif, juga dilakukan pengujian menggunakan metode GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan pada buah terdapat senyawa flavonoid, terpenoid, tanin, dan alkaloid, sedangkan pada daun terdapat senyawa flavonoid, steroid dan tanin yang bermanfaat untuk kesehatan manusia dan juga untuk pertahanan diri tumbuhan. Berdasarkan hasil uji menggunakan GC-MS pada ekstrak daun arbei hutan terdeteksi beberapa senyawa metabolit sekunder yaitu *4-penten-2-ol*, *alcoholmethyl alcohol*, *ethanol*, *undecanoic acid*, *hydroxy-1, 1,9-octadecenoic acid (z)-me*, *methyl ester*, *n-hexadecanoic acid*, *oxacyclododecan-2-one*. Senyawa yang terdeteksi pada ekstrak buah ekstrak arbei hutan yaitu *methyl alcohol*, *pentadecanoic acid*, *n-hexadecanoic acid*, *9-tetradecen-1-ol*, *(e)*, *1-tridecene*.

Kata kunci: arbei hutan, *Rubus rosifolius*, metabolit sekunder, maserasi, GC-MS

ABSTRACT

People in Dolat Rayat Village use forest strawberries (*Rubus rosifolius*) as a traditional medicinal plant in their daily lives. The use of forest strawberries as medicine is based more on traditional knowledge passed down from generation to generation. This research was conducted to identify secondary metabolite compounds contained in forest strawberry fruit and leaves. The research was carried out in March-May 2024 at the Industrial Chemical Technology Polytechnic Development Laboratory (PTKI). To identify the active compound content, besides from qualitative testing, it was also carried out using the GC-MS method. The results of the research showed that the fruit contains flavonoids, terpenoids, tannins and alkaloids, while the leaves contained flavonoids, steroids and tannins which are beneficial for human health and also for plant self-defense. Based on the test results using GC-MS on forest strawberry leaf extract, several secondary metabolite compounds were detected, namely *4-penten-2-ol*, *alcohol-methyl alcohol*, *ethanol*, *undecanoic*

acid, hydroxy-1, 1,9-octadecenoic acid (z)-me, methyl ester, n-hexadecanoic acid, oxacyclododecan-2-one. The compounds detected in forest strawberry fruit extract were methyl alcohol, pentadecanoic acid, n-hexadecanoic acid, 9-tetradecen-1-ol, (e), 1-tridecene.

Keywords: forest strawberries, Rubus rosifolius, secondary metabolites, maceration, GC-MS

PENDAHULUAN

Kabupaten Karo terletak di Provinsi Sumatera Utara dengan luas wilayah mencapai 2127 km², terdiri dari 17 kecamatan dan 259 desa, termasuk di antaranya Desa Dolat Rayat. Desa Dolat Rayat memiliki ciri budaya yang kuat dan keindahan alam yang mencakup area seluas sekitar 4 km². Desa Dolat Rayat berada pada ketinggian 200- 1418 meter di atas permukaan laut (m dpl). Suhu rata-rata di desa tersebut berkisar 15°C-23°C. Desa Dolat Rayat memiliki tanah subur yang menjadi mata pencaharian bagi 3234 penduduk.

Masyarakat Suku Karo di Desa Dolat Rayat secara umum masih melestarikan praktik pemanfaatan tumbuhan obat sebagai bahan baku obat tradisional, baik di lingkungan pedesaan maupun perkotaan. Seperti yang dikemukakan oleh Barus (2016), penggunaan tumbuhan obat sebagai ramuan tradisional tetap diminati dan dianggap setara dengan obat modern, dengan keyakinan bahwa pengobatan berbasis tumbuhan lebih aman (Mulyani, 2016) dan berpotensi mengurangi efek samping yang mungkin timbul pada tubuh manusia, berbeda dengan obat-obatan sintesis.



Gambar 1. Daun dan Buah Tanaman Arbei Hutan (*Rubus rosifolius*)
(Sumber: Pribadi)

Rubus rosifolius dikenal sebagai mora gunung atau *Morus chilensis* atau arbei hutan, arbei, beberetean (Sunda), kecalingan (Jawa), jalanggara (Maluku), kupi-kupi, dan pingat (Sumatra) adalah spesies tanaman berbunga dalam keluarga *Rosaceae*. Tumbuhan ini ditemukan di berbagai area terbuka maupun di dalam hutan, termasuk Asia Tenggara, Himalaya, Asia Timur dan sebagian timur Australia. Habitatnya terbatas pada dataran tinggi, biasanya tumbuh pada ketinggian sekitar 1000-2500 m dpl. Arbei hutan merupakan tumbuhan perdu atau semak memanjat dengan panjang 1-3 m. Tumbuhan ini mempunyai batang bulat berkayu berwarna coklat kehijauan. Daunnya berbentuk oval dengan ujung runcing dengan permukaan daun kasar. Buahnya tergolong buah beri berstruktur lunak dan tumbuh liar di hutan (Mutmainah, 2015).

Karakteristik spesies *R. Rosifolius* adalah sebagai berikut. Batangnya berbentuk bulat, berkayu, berwarna coklat kehijauan dan memiliki duri-duri tajam yang melindungi tanaman dari hewan herbivora. Daunnya berbentuk seperti daun mawar dengan tangkai yang silindris dan berduri. Panjang daun berkisar antara 3-8 cm dengan helaian daun berbentuk runcing dan pangkalnya terlihat bertoreh. Daun berukuran sekitar 5-15 cm panjang dan 4-13 cm lebar, dengan pertulangan menjari. Permukaan daun kasar karena terdapat rambut-rambut halus. Bagian atas daun berwarna hijau, sementara bagian bawahnya berwarna hijau keputihan.

Buah adalah bagian yang paling menonjol dari tanaman ini. Buah berbentuk bulat atau seperti beri yang berwarna merah atau oranye saat matang. Buah dapat dimakan dan rasanya manis. Buahnya dapat menjadi sumber makanan bagi berbagai jenis burung, mamalia dan hewan lainnya. Bagi manusia buah dapat dikonsumsi segar, digunakan dalam produk makanan atau diolah menjadi selai atau jus.

Rubus rosifolius juga memiliki potensi manfaat lain. Daunnya dapat digunakan dalam pengobatan tradisional, di antaranya untuk diare. Ekstrak daunnya juga telah diteliti untuk aktivitas antioksidan dan potensi antiinflamasi. Masyarakat di Desa Dolat Rayat memanfaatkan arbei hutan sebagai tanaman obat tradisional dalam kehidupan sehari-hari, meskipun belum memahami

kandungan metabolit sekunder yang terkandung di dalamnya. Penggunaan arbei hutan sebagai obat lebih didasarkan pada pengetahuan tradisional yang diwariskan secara turun-temurun, tanpa pemahaman mendalam mengenai dosis yang tepat atau potensi efek samping yang dapat ditimbulkan oleh senyawa kimia di dalamnya.

Senyawa kimia dalam tumbuhan obat tradisional dapat memberikan manfaat, tetapi apabila digunakan tanpa kontrol dapat menimbulkan efek samping yang merugikan. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam buah dan daun arbei hutan. Analisa kandungan kimia yang dilakukan terhadap flavonoid, alkaloid, steroid, tanin dan terpenoid (Ergina, *et al.*, 2014; Harbone, 1996). Untuk mengidentifikasi kandungan senyawa aktif dilakukan pengujian menggunakan metode GC-MS.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada Maret-Mei 2024. Pengambilan sampel tanaman dilakukan di Desa Dolat Rayat Kab. Karo, Sumatera Utara. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Pengembangan Politeknik Teknologi Kimia Industri (PTKI) Medan.

Bahan dan Alat

Bahan penelitian adalah daun dan buah arbei hutan, etanol 96%, HCl pekat, aquades, FeCl₃ 1%, reagen Wagner, H₂SO₄ pekat dan amonia. Alat yang digunakan tabung reaksi, spatula, *beaker glass*, erlemeyer, oven, GC-MS, *rotary evaporator*, bunsen, kertas saring, blender, tabung kaca, vakum buchner, pipet tetes, penjepit tabung, dan timbangan elektrik.

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu metode penelitian deskriptif. Ekstraksi menggunakan metode maserasi serta menganalisa hasil ekstraksi dengan mengamati terjadinya perubahan warna dan terbentuknya

endapan dengan menggunakan pereaksi tertentu, serta dilakukan uji GC-MS untuk mengetahui adanya senyawa metabolit sekunder di dalamnya.

Pembuatan Ekstrak Arbei Hutan

Sampel daun dan buah arbei hutan diambil dengan kriteria segar dan bebas dari kerusakan fisik. Masing-masing sampel diambil sebanyak 200 gram, lalu dicuci hingga bersih, dipotong kecil dan dikeringkan di tempat yang tidak terkena sinar matahari langsung untuk menjaga kandungan senyawa metabolitnya. Sampel yang telah kering dihaluskan menjadi serbuk. Seratus gram dari masing-masing serbuk diekstraksi menggunakan etanol 96% dengan perbandingan 1:10 pada suhu kamar selama 3 x 24 jam. Filtrat yang dihasilkan diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 40°C hingga menghasilkan ekstrak kental, yang selanjutnya diuji kandungan flavonoid, steroid, terpenoid, tanin dan alkaloid.

Uji Kualitatif Metabolit Sekunder

Uji kualitatif flavonoid, steroid, terpenoid, tanin dan alkaloid dilakukan menurut metode yang dilakukan oleh Septianingsih (2013). Uji flavonoid dilakukan dengan cara mengambil 0.5 ml ekstrak. Ekstrak lalu ditambah dengan 5 ml larutan Amonia dan 1 ml H₂SO₄. Larutan mengandung flavonoid apabila terbentuk warna kuning atau kuning kehijauan.

Uji steroid dilakukan dengan mengambil 2 ml ekstrak. Setelah itu ekstrak ditambah dengan 5 tetes HCl pekat dan 5 tetes H₂SO₄ pekat. Larutan positif mengandung steroid apabila terbentuk warna hijau (Septianingsih, 2013).

Uji terpenoid dilakukan dengan mengambil 2 ml ekstrak. Setelah itu ekstrak ditambah dengan 3 tetes HCl pekat dan 1 tetes H₂SO₄ pekat. Larutan mengandung terpenoid apabila terbentuk warna merah atau ungu.

Uji tanin dilakukan dengan mengambil 2 ml ekstrak, kemudian dipanaskan sekitar 5 menit. Setelah dipanaskan ditambahkan beberapa tetes FeCl₃ 1%. Larutan positif mengandung tanin apabila terbentuk warna coklat kehijauan atau biru kehitaman.

Uji alkaloid dilakukan dengan mengambil 2 ml ekstrak. Setelah itu ekstrak ditambah 5 tetes HCl pekat dan 5 tetes reagen Wagner. Larutan positif mengandung alkaloid apabila terbentuk endapan coklat.

Hasil uji kualitatif diolah ke dalam bentuk tabulasi dengan menandai plus (+) yang berarti sampel tersebut ditemukan indikasi senyawa metabolit sekunder. Apabila tidak ada senyawa metabolit sekunder ditandai dengan minus (-). Data tersebut dianalisa menggunakan metode analisa secara deskriptif. Sedangkan data uji kuantitatif yang diperoleh dari GC-MS berupa kromatogram luas area senyawa yang terkandung pada daun dan buah arbei dilakukan perbandingan manual dengan MS database NIST (*National Institute of Standards and Technology*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Metabolit Sekunder Daun dan Buah Arbei Hutan (Metode Ekstraksi)

Penelitian ini menemukan bahwa tanaman arbei hutan mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder di antaranya adalah flavonoid, terpenoid, tanin, alkaloid, dan steroid. Senyawa-senyawa ini memiliki berbagai fungsi yang dapat mendukung ketahanan dan kesehatan tanaman serta manfaat lingkungan. Flavonoid dan terpenoid berperan dalam perlindungan tanaman terhadap stres lingkungan dan patogen, meningkatkan ketahanan terhadap hama dan penyakit. Tanin dan alkaloid berfungsi sebagai agen antimikroba dan antijamur yang dapat mengurangi penggunaan pestisida kimia, sehingga lebih ramah lingkungan. Selain itu, penggunaan tanaman arbei hutan sebagai tanaman obat juga membuka peluang bagi pengembangan produk bioaktif alami untuk keperluan pertanian berkelanjutan (Paryoga, *et al.*, 2019)

Hasil uji metabolit sekunder pada batang dan daun tanaman arbei hutan memberikan hasil positif yang berbeda pada setiap fraksinya. Ekstrak arbei hutan mengandung senyawa flavonoid, steroid dan tanin. Hasil uji kualitatif kandungan metabolit sekunder pada daun dan buah arbei hutan (*R. rosifolius*) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji Kualitatif Kandungan Metabolit Sekunder pada Daun dan Buah Arbei Hutan (*R. rosifolius*)

Tanaman	Bagian Tanaman	Senyawa Metabolit Sekunder				
		Flavonoid	Terpenoid	Steroid	Tanin	Alkaloid
Arbei Hutan	Daun	(+)	(-)	(+)	(+)	(-)
	Buah	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)

Keterangan : (+) Mengandung senyawa metabolit sekunder dimaksud
 (-) Tidak mengandung senyawa metabolit sekunder dimaksud

Flavonoid

Daun dan buah arbei hutan mengandung senyawa flavonoid. Kandungan flavonoid ditandai dengan perubahan warna kuning atau kuning kehijauan. Flavonoid terdapat pada beberapa jenis tumbuhan Angiospermae. Flavonoid berperan dalam penyerapan sinar ultra violet untuk mengarahkan serangga, pertumbuhan dan diferensiasi sel, pengaturan fotosintesis, sebagai anti mikroba dan anti virus (Khalid, *et al.*, 2019).

Terpenoid

Buah arbei hutan mengandung senyawa terpenoid. Adanya terpenoid ditandai dengan perubahan warna merah atau ungu. Daun arbei hutan tidak mengandung senyawa terpenoid. Hal ini ditandai dengan tidak adanya perubahan warna merah atau ungu.

Terpenoid merupakan kelas senyawa kimia yang ada di semua organisme hidup. Tanaman hijau dan khususnya berbunga menunjukkan jumlah terpenoid yang lebih tinggi dibandingkan dengan organisme hidup lainnya. Terpen dan terpenoid turunannya juga dikenal sebagai isoprenoid. Golongan ini adalah kelas metabolit sekunder tumbuhan terbesar yang memiliki fungsi dasar dalam pertumbuhan dan perkembangan. Terpenoid berperan hal kemampuan adaptasi tumbuhan terhadap lingkungan, ketahanan/toleransi tumbuhan terhadap tekanan lingkungan dan pertahanan diri terhadap predator dan patogen (Li, *et al.*, 2023).

Steroid

Senyawa steroid hanya dapat teridentifikasi pada bagian daun arbei hutan yang diuji. Hal ini ditandai dengan adanya perubahan larutan menjadi warna hijau. Senyawa ini memainkan peranan penting dalam sistem biologis. Steroid mempengaruhi perkembangan tanaman seperti pembelahan sel, pertumbuhan akar, pertumbuhan pucuk, embrio, pembungaan, dan pertumbuhan tabung polen, respon terhadap berbagai cekaman biotik dan abiotik serta berperan dalam peningkatan produksi tanaman (Vriet, *et al.*, 2012).

Tanin

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun dan buah arbei hutan mengandung senyawa tanin. Hal ini ditandai dengan adanya perubahan warna coklat kehijauan atau biru kehitaman. Tanin ditemukan di sebagian besar spesies tumbuhan. Tanin berperan sebagai pelindung pada tumbuhan pada saat masa pertumbuhan bagian tertentu yaitu pada saat buah belum matang. Pada saat buah masak, kandungan tanin berkurang bahkan menghilang. Tanin berperan sebagai anti hama bagi tanaman sebagai upaya mencegah serangan serangga dan fungi (Das, *et al.*, 2020).

Alkaloid

Hasil penelitian menunjukkan bahwa buah arbei hutan mengandung senyawa alkaloid. Hal ini ditandai dengan terbentuknya endapan bewarna coklat. Alkaloid merupakan senyawa metabolit sekunder terbanyak yang memiliki satu atau lebih atom nitrogen yang ditemukan dalam jaringan tumbuhan yang umumnya berada dalam gabungan sistem siklik. Alkaloid berhubungan erat dengan sistem pertahanan tumbuhan terhadap predator dan patogen di antaranya adalah antifungi dalam menghambat pertumbuhan jamur (Srivastava, 2022).

Uji Metabolit Sekunder Daun dan Buah Arbei Hutan (Metode GCMS)

Metabolit sekunder pada buah (Tabel 2) dan pada buah arbei hutan (Tabel 3) yang terdeteksi pada instrumestasi GCMS adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Metabolit Sekunder pada Buah Arbei Menggunakan Metode GC-MS

No	Nama Senyawa	Rumus Molekul	Waktu retensi	Golongan
1	<i>4-Penten-2-ol</i>	C ₅ H ₁₀ O	30.260	Terpenoid
2	<i>Methyl Alcohol</i>	CH ₃ OH	16.936	Metanol
3	<i>Ethanol</i>	C ₂ H ₆ O	4.878	Etanol
4	<i>Undecanoic acid,Hydroxy-, 1</i>	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	8.546	Terpenoid
5	<i>9-octadecenoic acid 9Z)-, me</i>	C ₁₉ H ₃₆ O	14.308	Terpenoid
6	<i>n- Hexadecanoic acid</i>	C ₁₆ H ₃₂ O	3.453	Terpenoid
7	<i>n- Hexadecanoic acid</i>	C ₁₆ H ₃₂ O	2.104	Terpenoid
8	<i>Oxacyclododecan-2-one</i>	C ₁₁ H ₂₀ O ₂	19.516	Senyawa lakton

Tabel 3. Hasil Uji Senyawa Metabolit Sekunder pada Daun Arbei Menggunakan Metode GC-MS

No	Nama Senyawa	Rumus Molekul	Waktu retensi	Golongan
1	<i>Methyl Alcohol</i>	CH ₃ OH	0.751	Alkohol
2	<i>Pentadeconic acid</i>	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	85.295	Terpenoid
3	<i>Pentadeconic acid</i>	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	2.862	Terpenoid
4	<i>Pentadeconic acid</i>	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	0.999	Terpenoid
5	<i>n-Hexadeconic acid</i>	C ₁₆ H ₃₂ O	8.930	Terpenoid
6	<i>9-Tetradecen-1-ol, (E)-</i>	C ₁₄ H ₂₈ O	0.087	Alkohol
7	<i>No Match</i>	-	0.214	-
8	<i>1-Tridecene</i>	C ₁₃ H ₂₆	0.861	Alkena

Hasil analisa menggunakan GC-MS menunjukkan adanya senyawa dari berbagai golongan seperti terpenoid, alkohol, lakton dan alkena. Pada buah arbei hutan terdeteksi senyawa terpenoid seperti 4-penten-2-ol, undecanoic acid, hydroxy-, 9-octadecenoic acid (Z)-, methyl ester, dan n-hexadecanoic acid, yang memiliki potensi antiinflamasi, antimikroba dan antioksidan. Selain itu buah arbei hutan juga mengandung senyawa alkohol seperti methyl alcohol dan ethanol, serta lakton oxacyclododecan-2-one yang berperan sebagai agen antimikroba.

Daun arbei hutan memiliki kandungan metabolit sekunder yang berbeda. Senyawa metabolit sekunder yang terdeteksi didominasi senyawa pentadecanoic acid dan n-hexadecanoic acid yang termasuk golongan terpenoid dengan aktivitas biologis sebagai antiinflamasi dan antimikroba. Selain itu mengandung senyawa alkohol seperti methyl alcohol dan 9-tetradecen-1-ol, (e)-serta alkena 1-tridecene juga terdeteksi yang di dalam daun berperan dalam mekanisme pertahanan tanaman terhadap stres lingkungan. Perbedaan profil senyawa antara daun dan buah mencerminkan adaptasi metabolik masing-masing bagian tanaman terhadap fungsinya. Buah mengandung senyawa yang mendukung perlindungan dan pematangan, sementara daun menghasilkan metabolit yang berperan dalam sistem pertahanan tanaman.

KESIMPULAN

Uji kualitatif fitokimia pada daun dan buah arbei hutan mendeteksi adanya senyawa flavonoid dan tanin. Selain itu pada daun terdeteksi steroid, dan pada buah terdeteksi terpenoid dan alkaloid. Pada uji ekstrak daun arbei hutan menggunakan GC-MS terdeteksi beberapa senyawa turunan metabolit sekunder yaitu *4-Penten-2-ol, alkoholmethyl alcohol, ethanol, undecanoic acid, hydroxy-1, 1,9-octadecenoic acid (z)-me, methyl ester, n-hexadecanoic acid, oxacyclododecan-2-one*, sedangkan senyawa yang terdeteksi pada ekstrak buah ekstrak arbei hutan yaitu *methyl alcohol, pentadecanoic acid, n-hexadecanoic acid, 9-tetradecen-1-ol, (e), 1-tridecene*.

DAFTAR PUSTAKA

- Barus, E. 2016. Tumbuhan Obat Karo. <https://www.sorasirulo.com/obat-dari-karo/>.
- Das, A.K., Md.N. Islam, Md. O. Faruk, Md. Ashaduzzaman, R. Dungani. 2020. *Review on Tannins: Extraction Processes, Applications and Possibilities. South African Journal of Botany.* 135: 58-70.
- Ergina, N. S. & P.I. Pursitasari. 2014. Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder pada Daun Palado (*Agave angustifolia*) yang Diekstraksi dengan Pelarut Air dan Etanol. *Jurnal Akademika Kimia.* 3(3): 165-172.

- Harbone, J.B. 1996. Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan. Cetakan Kedua Diterjemahkan oleh: K. Padmawinata dan I. Soediro. ITB. Bandung.
- Khalid, M., S. Rahman, M. Bilal and D. Huang. 2019. *Role of Flavonoids in Plant Interactions with the Environment and Against Human Pathogens- a Review. Journal of Integrative Agriculture.* 18(1): 211-230.
- Li, C., W. Zha, W. Li, J. Wang and A. You. 2023. *Advances in the Biosynthesis of Terpenoids and Their Ecological Functions in Plant Resistance. Int. J. Mol. Sci.* 24(14): 11561. doi: 10.3390/ijms241411561.
- Mulyani, H., Widyastuti S.H. dan V.I. Ekowati. 2016. Tumbuhan Herbal sebagai Jamu Pengobatan Tradisional terhadap Penyakit dalam Serat Primbon Jampi Jawi Jilid I. *Jurnal Penelitian Humaniora.* 21(2): 73–91.
- Mutmainah, S. 2015. Karakteristik Morfologi dan Habitat Tanaman Arbei Hutan (*Rubus rosifolius*). *Jurnal Biologi Tropika.* 3 (2): 75-80.
- Prayoga , D. G., K.A. Nocianitri, N.N. Puspawati. 2019. Identifikasi Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar Daun Pepe (*Gymnema reticulatum* Br.) pada Berbagai Jenis Pelarut. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan.* 8 (2): 111-121.
- Septyaningsih, D. 2010. Isolasi dan Identifikasi Komponen Utama Ekstrak Biji Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lamk). Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Srivatatava, P. 2022. *Chapter 13 Use of Alkaloids n Plant Protection In Plant Protection.* De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110771558-013>.
- Vriet, C., E. Russinova, C. Reuzeau. 2012. *Boosting Crop Yields with Plant Steroids. Plant Cell.* 24 (3): 842–857. doi: 10.1105/tpc.111.094912.