

Review: Potensi Senyawa Metabolit Sekunder dalam Sirsak (*Annona Muricata*) dan Srikaya (*Annona squamosa*) sebagai Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama dan Penyakit pada Tanaman

Edi Tando

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara

Alamat korespondensi: edit.kendari@yahoo.com

ABSTRAK

Indonesia termasuk salah satu negara yang kaya flora dan fauna yang merupakan sumber daya alam hayati. Tanaman penghasil metabolit sekunder merupakan sumber daya yang digunakan untuk obat - obatan. Selain dapat diekstraksi langsung dari tanaman, juga dapat disintesis untuk mendapatkan senyawa kimia atau turunannya, melalui pengembangan kultur sel. Pemakaian pestisida sintetis/kimia telah menimbulkan dampak yang tidak baik untuk kesehatan dan menyebabkan terganggunya keseimbangan ekologis. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang potensi pemanfaatan senyawa metabolit sekunder dalam tanaman sirsak (*Annona muricata*) dan srikaya (*Annona squamosa*) sebagai pestisida nabati untuk pengendalian hama dan penyakit pada tanaman. Tanaman sirsak (*Annona Muricata*) dan srikaya (*Annona Squamosa*) memiliki potensi sebagai pestisida nabati dalam pengendalian hama dan penyakit pada tanaman. Hasil skrining fitokimia pada ekstrak daun sirsak (*Annona muricata*) ditemukan senyawa metabolit sekunder: alkaloid, flavonoid, terpenoid, kumarin dan lakton, antrakuinon, tanin, glikosida, fenol, pitosterol, dan saponin. Sementara itu, senyawa metabolit sekunder pada ekstrak biji sirsak (*Annona Muricata*) dan srikaya (*Annona Squamosa*) antara lain alkaloid, flavonoid, polyphenol, terpenoid, kumarin, steroid, lakton, antrakuinon, tanin, glikosida, cyanadin dan saponin. Pestisida alami bersifat mengurangi serangan hama, tetapi tidak langsung mematikan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) sasaran secara tepat. Aplikasi pestisida alami dengan dosis yang benar dapat mengurangi hama dan biaya produksi, serta ramah lingkungan.

Kata kunci: metabolit sekunder, pestisida nabati, sirsak, srikaya

Review: Potency of Secondary Metabolite Compounds from Soursop (*Annona muricata*) and Sugar Apple (*Annona squamosa*) as Plant-Based Pesticides for Controlling Pests and Diseases of Plants

Edi Tando

Assessment Institute for Agricultural Technology of Sulawesi Tenggara

Email: edit.kendari@yahoo.com

ABSTRACT

Indonesia is one of countries that is rich of flora and fauna as part of its natural resources. Plants producing secondary metabolites are a resource that can be used for drugs. Besides it can be extracted directly from the plant, metabolite products also can be synthesized to obtain chemical compounds or its derivatives, through the development of culture cell. The use of synthetic pesticides/ chemicals has a negative impact for health and disrupting the ecological balance. This paper aims to review the potential utilization of secondary metabolites in soursop (*Annona muricata*) and sugar apple (*Annona squamosa*) as plant-based pesticides to control pests and diseases of plants. Soursop (*Annona muricata*) and sugar apple (*Annona squamosa*) have a potential as a plant-based pesticides in controlling pests and diseases of plants. Phytochemical screening of leaves extracts of the soursop (*Annona muricata*) found secondary metabolites: alkaloids, flavonoids, terpenoids, coumarin and lactones, anthraquinone, tannins, glycosides, phenols, phytosterols, and saponins. Mean while, secondary metabolite products in the seed extracts of Soursop (*Annona muricata*) and sugar apple (*Annona squamosa*) were: alkaloids, flavonoids, polyphenols, terpenoids, coumarin, steroids, lactones, anthraquinone, tannins, glycosides, cyanadin, and saponins. Biopesticides are able to reduce pests, but it does not directly kill the plant pest organisms quickly. Application of biopesticide with a correct dose can reduce pests and costs as well as environmentally friendly.

Keywords: secondary metabolite, plant-based pesticide, soursop, sugar apple

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk salah satu negara yang kaya akan flora dan fauna yang merupakan sumber daya alam hayati. Spesies tumbuhan, hewan dan mikroorganisme yang terdapat di darat maupun di laut mempunyai kemampuan menghasilkan bahan-bahan kimia yang banyak jumlahnya, sehingga keanekaragaman hayati yang tersedia dapat diartikan sebagai sumber bagi beraneka ragam bahan kimia [1].

Tanaman yang memiliki senyawa metabolit sekunder merupakan sumber daya yang digunakan untuk obat - obatan, makanan aditif dan bahan kimia [2]. Senyawa metabolit sekunder dapat diekstraksi langsung dan disintesis untuk mendapatkan senyawa kimia atau turunannya, melalui pengembangan kultur sel sebagai salah satu alternatif untuk memproduksi metabolit yang sulit diperoleh melalui sintesis kimia atau ekstraksi tanaman. Hal ini di dasari oleh peran utama tanaman metabolit sekunder yang mampu melindungi tanaman dari serangan serangga (hama), herbivora dan patogen atau untuk tetap dapat bertahan hidup dalam cekaman lingkungan biotik dan abiotik lainnya. Berdasarkan prinsip tersebut, telah dilakukan strategi pengembangan budidaya untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi (hasil) tanaman seperti melalui metabolit sekunder. Hal ini termasuk upaya pengobatan dengan berbagai Elisitor, sinyal senyawa dan cekaman abiotik [3].

Tidak dapat dipungkiri, dampak pemakaian pestisida sintetis/kimia pada produksi pertanian telah menimbulkan dampak yang tidak baik untuk kesehatan. Pemakaian pestisida kimia secara terus-menerus dalam kurun waktu yang lama akan menyebabkan keseimbangan ekologis terganggu. Beberapa jenis tanaman teridentifikasi memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Pestisida nabati merupakan pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan atau bagian tumbuhan seperti akar, daun, batang atau buah, selanjutnya dapat diolah menjadi berbagai bentuk (misalnya bahan mentah berbentuk tepung, ekstrak atau resin) yang merupakan hasil pengambilan cairan metabolit sekunder dari bagian tumbuhan.

Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang potensi pemanfaatan senyawa metabolit sekunder dalam tanaman Sirsak (*Annona muricata*) dan Srikaya (*Annona*

squamosa) sebagai pestisida nabati dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman.

Jalur Pembentukan Metabolit Sekunder

Metabolit sekunder merupakan senyawa yang dihasilkan atau disintesis pada sel dan grup taksonomi tertentu pada tingkat pertumbuhan atau stress tertentu [4]. Senyawa ini diproduksi hanya dalam jumlah sedikit dan tidak terus-menerus untuk mempertahankan diri dari habitatnya dan tidak berperan penting dalam proses metabolisme utama (primer). Pada tanaman, senyawa metabolit sekunder memiliki beberapa fungsi, diantaranya sebagai atraktan (menarik serangga penyerbuk), melindungi dari stres lingkungan, pelindung dari serangan hama/penyakit (phytoalexin), pelindung terhadap sinar ultraviolet, sebagai zat pengatur tumbuh dan untuk bersaing dengan tanaman lain (alelopati). Senyawa metabolit sekunder memiliki struktur yang lebih kompleks dan sulit disintesis, jarang dijumpai di pasaran karena masih sedikit (15%) yang telah berhasil diisolasi sehingga memiliki nilai ekonomi tinggi. Senyawa metabolit sekunder diproduksi melalui jalur di luar biosintesis karbohidrat dan protein. Ada tiga jalur utama untuk pembentukan metabolit sekunder, yaitu:

a. Jalur asam malonat

Senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan melalui jalur asam malonat diantaranya: asam lemak (laurat, miristat, palmitat, stearat, oleat, linoleat, linolenic), gliserida, poliasetilen, fosfolipida, dan glikolipida. Tanaman yang menghasilkan senyawa ini antara lain: jarak pagar, kelapa sawit, kelapa, jagung, kacang tanah, zaitun, bunga matahari, kedelai, wijen, kapas, coklat, dan alpukat.

b. Jalur asam mevalonat

Senyawa metabolit sekunder dari jalur ini diantaranya adalah *essential oil*, *squalene*, monoterpenoid, menthol, korosinoid, steroid, terpenoid, sapogenin, geraniol, ABA, dan GA3.

c. Jalur asam shikimat

Metabolit sekunder yang disintesis melalui jalur asam shikimat diantaranya adalah asam sinamat, fenol, asam benzoat, lignin, koumarin, tanin, asam amino benzoat dan quinon.

Metabolisme Sekunder Tanaman

Metabolisme sekunder tanaman telah diteliti selama beberapa dekade sebagai fenomena yang dinamis dan tetap dapat

diperkirakan hasilnya [5]. Tanaman metabolit sekunder merupakan kelompok senyawa alami tanaman yang memiliki perbedaan dalam jalur biosintesa biokimia, sehingga sangat rentan terhadap pengaruh lingkungan dan potensi predator herbal, seperti faktor abiotik dan biotik mungkin secara khusus diinduksi melalui berbagai mekanisme, yang membuat variasi dalam akumulasi atau biogenesisa metabolism sekunder [6].

Tanaman Sirsak dan Srikaya

Tanaman sirsak (*A. muricata*) dan srikaya (*A. squamosa*) merupakan tanaman asli dari Afrika yang telah banyak digunakan dalam pengobatan tradisional seperti kanker di banyak Negara. Umumnya juga dikenal sebagai graviola atau sirsak dalam keluarga *Annonaceae*. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan antihiperglikemia, antihiperlipidemia, antimalaria, antiparasit, antibakteri, insektisida, *molluscicidal*, antivirus dan antikanker. Hasil skrining fitokimia pada ekstrak daun sirsak ditemukan beberapa kelas senyawa: alkaloid, flavonoid, terpenoid, kumarin dan lakton, antrakuinon, tanin, glikosida, fenol, pitosterol,

dan saponin [7]. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan pada ekstrak etanol biji sirsak (*A. muricata*), dan tes fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak biji sirsak mengandung senyawa metabolism sekunder: saponin, alkaloid dan triterpenoid, flavonoid, antrakuinon, tanin, dan glikosid yang diproduksi dalam jaringan tanaman dan berfungsi sebagai senyawa kimia dalam pertahanan tanaman [8] dan [9].

Deteksi Senyawa Kimia pada Ekstrak Biji Sirsak dan Srikaya

Keberadaan kelompok senyawa metabolism sekunder pada ekstrak biji sirsak (*A. muricata*) dan srikaya (*A. squamosa*) dapat dideteksi menggunakan teknik mikro-reaksional [10]. Adapun kelompok senyawa metabolism sekunder yang terdeteksi antara lain alkaloid, alkaloid, flavonoid, polifenol, terpenoid, kumarin, steroid, lakton, antrakuinon, tanin, glikosida, cyanadin dan saponin. Deteksi keberadaan kelompok senyawa kimia pada ekstrak biji sirsak (*A. muricata*) dan srikaya (*A. squamosa*) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Deteksi keberadaan kelompok senyawa kimia pada ekstrak biji sirsak (*A. muricata*) dan srikaya (*A. squamosa*)

Kelompok kimia	Pengujian	Bahan reaksi/pereaksi	Pengamatan	Senyawa metabolism sekunder
Alkaloids	Dragendorff Hager Marme Mayer Wagner	(NO ₂) ₂ BI/IK asam pikrat jenuh I ₂ c.d/IK HgCl ₂ /IK I ₂ /IK	Pengendapan pengendapan pengendapan pengendapan pengendapan	Alkaloids
Carditonic glycosides	Keller-Killiani test	Beberapa tetes FeCl ₃ + 1 ml, es asetat Asam + 1 ml H ₂ SO ₄ terkonsentrasi 3 tetes anhidrida asetat + 1 tetes H ₂ SO ₄	Penampilan warna cincin kemerahan Crimson, pink, merah	Gula yang langka
	Liberman-Bruchard test	1-5 mL Kedde pereaksi + 2 sampai 3 tetes NaOH	Violet, aquamarine	Terpenoids Steroid nucleus Lakton tak jenuh
Anthraquinones	Bontrager test	5 mL of NaOH (1 mol/L) Pemanasan dalam termos interrelated dengan kertas saring picrate natrium	Merah muda ungu	
Cyanides		Dipanaskan selama 10 mm dan kemudian diamati di bawah lampu UV	Ungu	Anthraquinones Sianida
Coumarines			Pergeseran warna mulai dari kuning tua sampai berwarna merah bata	
Saponines			merah bata fluoresensi	Coumarines
Flavonoids	Foaming test	Divortex dalam air Shinoda test Magnesium pita + 5 untuk 6	Penampilan lapisan berbusa 3 cm setelah	Saponines Flavone, flavanol, flavonone,
Leucoanthocyanins				

Tannins dan polyphenols	Formaldehyde	tetes terkonsentrasi HCL 2 ml HCl (2 mol/L) + 2 tetes isopropanol	30 mn didiamkan merah	Flavanono, Leucoantho Sianin
		Berwarna merah ungu		Tannins
	Vanillin - HCL	2-3 tetes gelatin 1% 2-3 tetes gelatin - NaCL 2-3 tetes FeCl, 5-6 tetes bromin - air 3 tetes formalin 40% 6 tetes HCl 10%	Precipitate Precipitate Precipitate Precipitate Mengendapkan	Tannins Polyphenols Tannins Catechin Gallic tannin
Cyanogenic glycosides	Colorimetric method	1 mL vanillin pereaksi + 1 tetes terkonsentrasi HCL + 5 mL air limau Kertas Pemanas ruangan natrium picrate	Endapan berwarna merah tua Endapan berubah menjadi biru Warna merah bata	Sianida

Sementara itu, dalam ekstrak biji sirsak dan srikaya telah ditemukan beberapa kelompok bahan kimia utama antara lain flavonoid, leucoanthocyanes, triterpen, sterol tak jenuh, polifenol dan polisararida [11], seperti tampak pada Tabel 2.

Tabel 2. Kelompok bahan kimia utama yang ditemukan dalam ekstrak biji sirsak (*A. muricata*) dan srikaya (*A. squamosa*)

Pengujian	Srikaya (<i>A. squamosa</i>)	Sirsak (<i>A. muricata</i>)
Mayer (Alkaloids)	-	+
Wagner (Alkaloids)	-	-
Dragendorff (Alkaloids)	-	-
Wilstater (Flavones, flavanones, flavanols)	++	-
Modified Wilstater (flavones, flavanones)	++	+
Bate – Smith	++	
Anthocyanins	-	
Lieberman Burchard (Triterpenoids)	++	++
Salkowski (Unsaturated sterols)	+	+
Badget – Kedde (laconoid sterols)	-	-
Keller – Kiliani (Desoxy – 2 sugar)	-	-
Grignard (cyanogenic glycosides)	-	-
Bornstrager (anthraquinones)	-	-
Foam height (saponosides)	-	-
Gelatin 1% (Polyphenols)	++	+
Salted gelatin (Taninns)	++	-
FeCl, (condensed hydrolysable tannins)	++	-
Polysaccharides screening	+++	++

Keterangan:

- : tidak terdeteksi, + : nampak dalam jumlah kecil, ++ : nampak dalam jumlah besar

Hasil skrining fitokimia pada ekstrak daun sirsak (*A. muricata*) ditemukan mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder antara lain alkaloid, flavonoid, terpenoid, kumarin dan lakton, antrakuinon, tanin, glikosida, fenol, pitosterol, dan saponin. Sementara itu, kelompok

senyawa kimia pada ekstrak biji sirsak (*Annona muricata*) antara lain alkaloid, flavonoid, polifenol, terpenoid, kumarin, steroid, lakton, antrakuinon, tanin, glikosida, cyanadin dan saponin. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka tanaman sirsak (*A. muricata*) dan srikaya (*A.*

squamosa) memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan serangan hama yang murah dan ramah lingkungan.

Pemanfaatan Tanaman Sirsak (*Annona muricata*) dan Srikaya (*Annona squamosa*) sebagai Pestisida Nabati

Tanaman sirsak (*Annona muricata*) dan Srikaya (*Annona squamosa*) memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai pestisida nabati [12], Tanaman Sirsak (*Annona Muricata*) memiliki klasifikasi sebagai berikut: Divisi: Spermatophyta, Sub-Divisi: Angiospermae, Kelas: Dicotyledonae, Bangsa: Olycarpiceae, Suku: Annonaceae, Marga: *Annona*, Jenis: *Annona muricata*, Linn. Adapun deskripsi

tanaman sirsak mempunyai batang berkayu dan dapat hidup menahun, bunga tunggal dalam berkas 1-2 berhadapan / disamping, daun mahkota segitiga. Buah berbentuk majemuk agregat bertekstur empuk, daging buahnya berwarna putih berbiji banyak dan mempunyai duri yang pendek mempunyai cita rasa yang manis. Biji - biji dalam satu buah agregat berjumlah banyak berwarna hitam mengkilat. Sirsak mempunyai akar tunggang. Senyawa kimia yang terkandung dalam sirsak antara lain senyawa tanin, fitosterol, ca-oksalat dan alkaloid murisine Beberapa bagian tanaman sirsak seperti buah mentah, biji, daun dan akar, memiliki potensi sebagai pestisida nabati, larvasida, penolak serangga (*repellent*) dan *anti-feedant* [13]. Cara kerja pembuatan pestisida nabati dari tanaman sirsak disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Cara kerja pembuatan pestisida nabati dari tanaman sirsak

Bahan dan Alat	Metode Pembutan	Aplikasi	OPT Sasaran
Ekstrak daun Sirsak - Daun sirsak, 50-100 lembar - Sabun/deterjen, 15 gram - Ember, - Pisau, - Alat penyaring	<ul style="list-style-type: none"> - Daun sirsak ditumbuk halus, kemudian dicampur dengan 5 liter air dan biarkan selama 24 jam - Melakukan penyaringan 	<ul style="list-style-type: none"> - Setiap 1 liter larutan hasil saringan diencerkan dengan 10 - 15 liter air - Semprotkan ke seluruh bagian tanaman yang terserang pada pagi atau sore hari 	Hama Trips

Sementara, tanaman srikaya (*Annona squamosa*) memiliki klasifikasi sebagai berikut: Divisi: Spermatophyta, Sub-Divisi: Angiospermae, Kelas: Dicotyledonae, Bangsa: Ranunculales, Suku: Annonaceae, Marga: *Annona*, Jenis: *Annona squamosa*. Adapun deskripsi tanaman srikaya adalah berbentuk pohon atau perdu, tinggi \pm 7 m. Batang: berkayu, bulat, bercabang, coklat kotor. Daun: tunggal, bulat telur atau lanset, ujung tumpul, pangkal meruncing, tepi rata, panjang 6-17 cm, lebar 2,5-7,5 cm, pertulangan menyirip, hijau keputih-putihan, hijau. Bunga: tunggal, bentuk lonceng, kelopak segi tiga, kecil, benang sari banyak, putih, tangkai sari panjang, kepala putik menyatu, bakal buah banyak dan mudah

rontok, mahkota berdaging tebal, panjang 2-2,5 cm, putih kekuningan. Buah: buni, majemuk, bulat, berbongkol - bongkol, diameter 5-10 cm, dilapisi lilin, hijau. Biji: bulat telur, hitam. Akar: tunggang, bulat, kecoklatan. Senyawa yang terkandung dalam srikaya antara lain senyawa asetogenin, squamocin, bullatacin, annonacin dan neoannonacin.

Keunggulan senyawa kimia yang diesktraksi dari tanaman srikaya sebagai bahan pestisida nabati antara lain: 1) bersifat sebagai insektisida, 2) racun kontak, 3) penolak (*repellent*). Cara kerja pembuatan pestisida nabati dari tanaman srikaya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Cara kerja pembuatan pestisida nabati dari tanaman srikaya

Bahan dan Alat	Metode Pembutan	Aplikasi	OPT Sasaran
Pembuatan Ekstrak daun srikaya	<ul style="list-style-type: none"> - Didihkan daun srikaya dalam 2 liter air sampai tersisa $\frac{1}{2}$ liter 	<ul style="list-style-type: none"> - Tambahkan larutan dengan 10 - 15 air - Semprotkan ke seluruh 	Kutu daun, wereng, ulat

- Daun srikaya segar, 500 gram	- Lakukan penyaringan	bagian tanaman yang terserang pada pagi hari	daun kubis, ulat krop kubis, belalang lalat
- Air , 12-17 liter			
- Ember,			
- Pisau,			
- Panci			
- Alat penyaring			
Ekstrak biji srikaya	- Hancurkan biji srikaya.	- Semprotkan ke seluruh bagian tanaman yang terserang pada pagi atau sore hari	Semut, kutu daun
- Biji srikaya, 500 gram	- Masukkan kedalam air biarkan selama 1- 2 hari		
- Air, 20 liter	- Lakukan penyaringan		
- Ember			
- Alat penyaring			
Ekstrak biji srikaya	- Hancurkan biji srikaya sampai menjadi minyak	- Tambahkan larutan dengan perbandingan 1 : 20 air	Pupa ulat
- Biji srikaya		- Semprotkan ke seluruh bagian tanaman yang terserang pada pagi atau sore hari	daun kubis
- Alat penumbuk/			
- blender			
- Air			
- Ember			

Pemakaian pestisida alami dengan cara dan dosis yang benar, tidak saja bisa mengurangi hama, tapi juga mengurangi biaya produksi karena tanaman sebagai bahan dasar pestisida alami dapat dibudidayakan dan dibuat setiap saat sesuai kebutuhan dan tidak mencemari lingkungan. Pestisida alami bersifat mengurangi serangan hama, bukan membunuh. Aplikasi pestisida nabati dalam bentuk insektisida nabati ialah suatu alternatif dalam mengendalikan serangan hama pada tanaman, karena memiliki keunggulan, yaitu relatif mudah diperoleh, aman terhadap hewan bukan sasaran serta mudah terurai sehingga aman dan tidak menimbulkan pengaruh samping [14] dalam [15].

KESIMPULAN

Senyawa metabolit sekunder pada tanaman Sirsak (*Annona Muricata*) dan Srikaya (*Annona Squamosa*) memiliki potensi sebagai pestisida nabati dalam pengendalian hama dan penyakit pada tanaman. Beberapa kelompok senyawa metabolit sekunder yang berhasil terdeteksi pada ekstrak biji tanaman sirsak (*Annona Muricata*) dan Srikaya (*Annona Squamosa*), yaitu : alkaloid, flavonoid, polyfenol, terpenoid, kumarin, steroid, lakton, antrakuinon, tanin, glikosida, cyanadin dan saponin. Aplikasi pestisida alami dengan dosis yang benar, dapat mengurangi serangan hama, mengurangi biaya produksi dan ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Tatik Wardiyati, M.S, Dr. Rurini Retnowati, M.Si. dan Dr. Ir. Ellis Nihayati, M.S. atas motivasi dan dorongan semangat selama ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Blunden, G. J.A. Jaffer. K. Jewers and W.J. Griffin. 1981, Steroidal sapogenins from leaves of *Cordyline* species, *J. Nat. Prod.* 44 (4): 441 – 447
- [2] Zhao J. C. Lawrence. Davis and V. Robert. 2005. Elicitor Signal Transduction Leading to Production of Plant Secondary Metabolites. *Biotechnology Advances.* 23: 283 -333.
- [3] Zhang C. Q. Yan. W. Cheuk. J. Wu. 2004. Enhancement of Tanshinone Production in *Salvia Miltiorrhiza* Hairy Root Culture by Ag⁺ elicitation and Nutrient Feeding. *Planta Med.* 70: 147 - 51.
- [4] Mariska I. 2013. Metabolit Sekunder: Jalur pembentukan dan kegunaannya. BB Biogen, Bogor. <http://biogen.litbang.deptan.go.id/index.php/2013/08/metabolit-sekunder-jalur-pembentukan-dan-kegunaannya/>
- [5] Schultz, J.C. 2002. Biochemical ecology: How plants fight dirty. *Nature.* 416: 267

- [6] Pavarinia D.P. P. Saulo Petinatti. N. Michael. L. Norberto Peporine. 2012. Exogenous influences on plant secondary metabolite levels. *J. Animal Feed Science and Technology*. 176: 5 - 16
- [7] Gavamukulya Y. E. Faten Abou. W. Fred. A. Hany. 2014. Phytochemical Screening, Anti-Oxidant Activity and In Vitro Anticancer Potential of Ethanolic and Water Leaves Extracts of *Annona muricata* (Graviola). *Asian Pac. J. Trop Med.* 7(Suppl 1): S355 - S363
- [8] Ukwubile CA. 2012. Phytochemical Screening and Anti-Ovarian Cancer Properties of *Annona muricata* Linn (Annonaceae) Seed Ethanol Extract. *Int J. Pharm. Front. Res.* 2: 9-17.
- [9] Komansilan A, AL. Abadi. B. Yanuwiadi. DA. Kaligis. 2012. Isolation and Identification of Biolarvicide From Soursop (*Annona muricata* Linn) Seeds to Mosquito (*Aedes aegypti*) Larvae. *Int. J. Eng Technol.* 12 (03): 28 - 32
- [10] Fong EH. W. Tin Wa. NR. Farnsworth. RH. Dobberstein. 1977. *Phytochemical Screening Methods (Laboratory Manual)*.
- Chicago: College of Pharmacy, University of Illinois at the Medical Center.
- [11] Ravaomanarivo L.H.R. R. Herisolo Andrianiaina. R. Fara Nantenaina. R. Beby. R. Pierre Hervé. M. Patrick. 2014. Efficacy of Seed Extracts of *Annona squamosa* and *Annona muricata* (Annonaceae) for the Control of *Aedes albopictus* and *Culex quinquefasciatus* (Culicidae). *Asian Pac J. Trop Biomed.* 4 (10): 798 - 806
- [12] Astuti U.P. T. Wahyuni dan B. Honorita. 2013. Petunjuk Teknis Pembuatan Pestisida Nabati Mendukung Pengembangan Kawasan Rumah Pangan Lestari di Provinsi Bengkulu. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bengkulu. Kementerian Pertanian. 1-70 h.
- [13] Kardinan, A. 2002. *Pestisida Nabati: Ramuan dan aplikasi*. Cetakan ke-4. Penebar Swadaya, Jakarta. 88 hlm.
- [14] Tohir, A.M. 2010. Teknik Ekstraksi dan Aplikasi Beberapa Pestisida Nabati untuk Menurunkan Palatabilitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabr.) di Laboratorium. *Buletin Teknik Pertanian*. 15 (1): 37-40.