

Toksisitas ekstrak biji srikaya (*Annona squamosa*) terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp.

Toxicity of extract seeds custard apple (*Annona squamosa*) on mortality of mosquito larvae *Anopheles* sp.

Ni Putu Ristiati, Ni Putu Sri Ratna Dewi, Sanusi Mulyadiharja, Ni Wayan Gunia Prastuti

Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Buleleng, Bali 81116 - Indonesia

Email: puturistiati@gmail.com

Diterima 18 Juni 2017 Disetujui 24 Januari 2019

INTISARI

Tujuan penelitian adalah mengetahui perbedaan toksisitas ekstrak biji srikaya pada konsentrasi berbeda terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp. dan menentukan konsentrasi ekstrak biji srikaya yang paling efektif terhadap mortalitas nyamuk tersebut. Eksperimen penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan menggunakan sampel larva instar III dari nyamuk *Anopheles* sp. Ekstrak kasar biji srikaya diperoleh dari proses maserasi. Penelitian dilakukan selama 48 jam di Laboratorium Jurusan Pendidikan Biologi Undiksha. Data yang diperoleh diuji dengan uji anava satu jalur (*One Way Anava*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dimana nilai f hitung $>$ f tabel ($16,500 > 2,87$) yang berarti terdapat perbedaan toksisitas ekstrak biji srikaya pada konsentrasi berbeda terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp. Konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp. Ekstrak dengan konsentrasi 50 ppm paling efektif sebagai larvasida.

Kata Kunci: ekstrak biji srikaya, larva nyamuk Anopheles sp., mortalitas

ABSTRACT

The aimed of this study were to determine differences of toxicity of custard apple seeds extract at different concentrations on mortality the mosquito larvae of *Anopheles* sp. and to find the most effective concentration of extract towards the mosquitoes' mortality. The experiment used Randomised Complete Design. The samples used were instar larvae of *Anopheles* sp. The crude extracts were obtained through maceration process. The research was conducted for 48 hours at Laboratory of Biology Department of Undiksha. Data were analysed using one way anava. The results showed that there were significant differences in which the value of f count $>$ f table ($16.500 > 2.87$). It showed different concentration of toxicity from custard apple seeds extract on mortality mosquito larvae of *Anopheles* sp. The concentration of the extract was linier to the mortality of the *Anopheles* sp. The most effective concentration extract as a larvacide was 50 ppm.

Keywords: extract of custard apple seed, mosquito larvae Anopheles sp., mortality

PENDAHULUAN

Penyakit malaria merupakan penyakit yang perlu mendapatkan perhatian penting saat ini. Indonesia memiliki lingkungan beriklim tropis yang sangat cocok bagi nyamuk *Anopheles* dalam penyebaran penyakit malaria. Penyakit malaria disebabkan oleh parasit *plasmodium*. Plasmodium hidup dan melakukan reproduksi di dalam darah manusia. Vektor dari penyakit malaria adalah nyamuk *Anopheles* betina (Depkes RI, 2005).

Laporan badan malaria dunia menunjukkan peningkatan jumlah kasus malaria, pada tahun 2000 sebanyak 233 juta sedangkan pada tahun 2005 menjadi 244 juta. Di Indonesia, pada periode 2005-2015, kasus malaria cenderung menurun. Pada tahun 2010, di Indonesia kasus positif malaria tercatat 465.764 kasus, sedangkan pada tahun 2015 terjadi penurunan menjadi 209.413 kasus. Namun masih terdapat kurang lebih 3,2 milyar jiwa atau hampir setengah dari penduduk dunia memiliki resiko tertular penyakit Malaria (Depkes, 2016).

Upaya yang dapat dilakukan untuk menekan peningkatan wabah penyakit malaria yaitu dengan mengendalikan vektor penyakit malaria. Salah satu cara pengendalian vektor malaria adalah dengan bahan-bahan kimia sintetik seperti insektisida. Saat ini, penggunaan insektisida kimia membawa dampak bagi masyarakat dan lingkungan sekitarnya seperti polusi, kematian insekta bukan target, resistensi insekta sasaran, membunuh hewan piaraan bahkan juga manusia (Cavalcanti *et al.*, 2004). Oleh karena itu, perlu diupayakan alternatif lain untuk mengendalikan vektor malaria, misalnya pemanfaatan bahan alami dari tumbuhan yang dapat mengurangi dampak negatif bagi masyarakat dan lingkungan.

Tanaman srikaya (*Annona squamosa*) yang tumbuh di kebun ataupun di pekarangan rumah kemungkinan memiliki peranan sebagai alternatif pengendali vektor malaria secara alami. Biji srikaya merupakan bagian tanaman srikaya yang mengandung metabolit sekunder dan dapat digunakan untuk insektisida alami. Menurut Kardinan (2002), bagian akar, daun, buah mentah,

dan biji srikaya mengandung senyawa kimia annonain yang berfungsi sebagai larvasida, insektisida, anti serangga (*repellent*) dan *anti-feedant*. Cara kerja senyawa tersebut adalah sebagai racun kontak dan racun perut.

Masyarakat mengkonsumsi daging buah srikaya saja, sedangkan bagian biji dan kulit buah akan dibuang. Biji yang dianggap sebagai limbah dapat diolah menjadi insektisida botanis yang ramah lingkungan dalam pengendalian vektor malaria.

Berdasarkan pemaparan dan hasil uji pendahuluan yang telah dilakukan, perlu dilakukan kajian terhadap uji toksisitas ekstrak biji srikaya (*Annona squamosa*) dengan konsentrasi berbeda terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp.

Tujuan penelitian untuk mengetahui perbedaan mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp. terhadap toksisitas ekstrak biji srikaya dan menentukan konsentrasi yang paling efektif terhadap mortalitas nyamuk tersebut

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan bulan Pebruari 2017 di Laboratorium Jurusan Pendidikan Biologi Undiksha. Jenis penelitian tergolong *true experiment* atau eksperimen sungguhan. Rancangan penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diberikan berupa ekstrak biji srikaya dengan konsentrasi berbeda.

Penelitian menggunakan larva *Anopheles* sp. instar III. Sampel larva diambil di daerah pantai Lovina Singaraja. Pengambilan sampel dilakukan secara *simple random sampling* dimana setiap anggota populasi memperoleh kesempatan menjadi anggota sampel. Sampel larva ini kemudian dibawa ke laboratorium untuk dikembangbiakan agar menghasilkan larva baru sebanyak 300 ekor sebagai material penelitian.

Perlakuan yang diberikan adalah pemberian ekstrak biji srikaya pada konsentrasi 50 ppm, 40 ppm, 30 ppm, 20 ppm, 10 ppm, dan 0 ppm.

Selama penelitian, beberapa hal yang diperhatikan adalah variabel kontrol yaitu: media

pertumbuhan larva, lingkungan (suhu, pH, kelembaban, dan intensitas cahaya), serta alat dan bahan yang steril.

Data utama adalah data kematian larva uji pada masing-masing konsentrasi (ekstrak biji srikaya) yaitu pada jam ke-12, ke-24, ke-36, dan jam ke-48. Data penunjang dalam penelitian adalah konsentrasi ekstrak biji srikaya yang diperlukan untuk membunuh 50% (LC_{50}) larva uji. Data perilaku larva uji yang diamati baik sebelum dan sesudah diberikan perlakuan yaitu pergerakannya, ciri-ciri larva mendekati waktu kematian, dan lamanya waktu yang diperlukan hingga larva mati.

Data dianalisis secara statistik menggunakan uji *Anava One Way*. Analisis probit ekstrak biji srikaya terhadap mortalitas larva nyamuk juga dilakukan. Hasil mortalitas yang diperoleh dibandingkan dengan sumber kajian pustaka dan penelitian yang relevan.

HASIL

Tahap pertama yang dilakukan sebelum mengetahui perbedaan pengaruh pemberian ekstrak adalah dengan melakukan uji normalitas. Dimana hasil yang diperoleh dari mortalitas larva nyamuk berdistribusi normal karena memenuhi syarat yaitu taraf signifikansi > 0.05 . Dilanjutkan dengan uji homogenitas yang hasilnya menunjukkan bahwa data homogen. Setelah data dinyatakan homogen dan berdistribusi normal, dilakukan uji hipotesis menggunakan uji anava satu arah (*one way anava*). Hasil analisis data menunjukkan bahwa ada perbedaan mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp. yang diberikan ekstrak biji srikaya (*Annona squamosa*) pada konsentrasi berbeda, dimana semakin besar konsentrasi ekstrak biji srikaya yang diberikan maka semakin besar pula tingkat kematian larva *Anopheles* sp. (Tabel 1 dan Tabel 2).

Tabel 1. Total dan Rerata Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles* sp. dalam 48 jam

Konsentrasi (ppm)	Total	Rerata (%)
0	0	0
10	10	20
20	21	42
30	30	60
40	34	68
50	42	84

Tabel 2. Uji Hipotesis Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles* sp.

Mortalitas	ANOVA				
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	121,440	4	30,360	16,500	0,000
Within Groups	36,800	20	1,840		
Total	158,240	24			

Tabel 2 memperlihatkan bahwa nilai signifikansi dari uji hipotesis mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp. sebesar 0,000, sehingga hipotesis alternatif (H_1) diterima dan hipotesis nol (H_0) ditolak. Hipotesis alternatif (H_1) yaitu ada perbedaan mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp. setelah pemberian ekstrak biji srikaya pada

konsentrasi berbeda. Sebagai tambahan dilakukan analisis probit untuk mengetahui besarnya konsentrasi ekstrak biji srikaya (*Annona squamosa*) untuk membunuh 50% (LC_{50}) larva *Anopheles* sp. dalam kurun waktu tertentu. Adapun hasil dari analisis probit tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Probit Ekstrak Biji Srikaya terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles* sp.

Spesies	Waktu Pengamatan (48 jam)
	LC ₅₀
<i>Anopheles</i> sp.	26,732 ppm

Tabel 3 memperlihatkan bahwa hasil analisis probit data mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp. untuk membunuh larva 50% (LC₅₀) dalam waktu 2 hari (48 jam) diperlukan konsentrasi ekstrak biji srikaya sebesar 26,732 ppm.

Tabel 4 memperlihatkan bahwa konsentrasi paling efektif mengakibatkan mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp. yaitu pada konsentrasi 50 ppm dengan rata-rata 3,60.

Tabel 4. Hasil uji statistik deskriptif ekstrak biji srikaya terhadap mortalitas larva

Konsentrasi	95% Confidence Interval for Mean							
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
10 ppm	5	1,00	0,71	0,32	0,12	1,87	0,00	2,00
20 ppm	5	1,80	0,45	0,20	1,24	2,35	1,00	2,00
30 ppm	5	3,40	3,78	1,69	1,29	8,09	1,00	10,00
40 ppm	5	3,40	1,51	0,68	1,51	5,28	1,00	5,00
50 ppm	5	3,60	1,34	0,60	1,93	5,26	2,00	5,00
Total	25	2,64	2,08	0,41	1,78	3,49	0,00	10,00

PEMBAHASAN

Perbedaan Toksisitas Ekstrak Biji Srikaya pada Konsentrasi Berbeda terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles* sp.

Hasil analisis dan interpretasi data memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan toksisitas ekstrak biji srikaya terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp. Dimana semakin tinggi konsentrasi ekstrak biji srikaya yang diberikan maka semakin tinggi pula tingkat kematian larva *Anopheles* sp.

Mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp. setelah diberikan perlakuan diduga disebabkan oleh senyawa bioaktif yang terdapat pada ekstrak biji srikaya yaitu, annonain dan skuamosin yang

termasuk golongan asetogenin (*Annonaceous acetogenins*) (Leatemia & Isman, 2001).

Menurut Kardinan (2002), akar, daun, buah mentah, dan biji, *A. squamosa* mengandung senyawa kimia annonain yang berfungsi sebagai larvasida, insektisida, anti serangga (*repellent*), dan *anti-feedant* yang beker ja sebagai racun perut dan racun kontak. Menurut Wahyuni (2016), pada biji srikaya terkandung senyawa golongan asetogenin (annonain dan squamosin). Kandungan senyawa kimia pada tanaman ini bertindak sebagai racun untuk larva nyamuk. Kandungan biji srikaya yang dapat berperan sebagai larvasida, insektisida, anti serangga (*repellent*), dan *anti-feedant* ini didapatkan melalui proses ekstraksi biji srikaya (*Annona squamosa*).

Annonain dan skuamosin terbukti mampu menghambat transfer elektron pada siklus I dengan cara menghalangi ikatan antara NADH dengan ubiquinon dalam rantai transfer elektron pada proses respirasi sel yang mengakibatkan proses pembentukan energi metabolik terhambat (Coloma *et. al.*, 2002). Mekanisme tersebut didukung oleh Chavez *et al.* (2001) yang melaporkan bahwa golongan asetogenin mampu menghambat sintesis ATP di dalam mitokondria.

Studi tentang hubungan struktur aktivitas telah menunjukkan bahwa asetogenin yang memiliki dua cincin THF (*tetrahydrofuran*) lebih berpotensi jika dibandingkan dengan asetogenin yang hanya memiliki satu cincin THF. Bis-tetrahydrofuran yang berdampingan adalah cincin THF yang paling berpotensi. $\alpha,\beta\text{-}\gamma$ -lakton tak jenuh pada ujung rantai sangat penting terhadap aktivitas. Tiga kelompok hidroksil, dua yang mengapit cincin – cincin THF dan yang lain terletak pada rantai hidrokarbon panjang (seperti skuamosin), memberikan posisi optimal dan plaritas yang diperlukan untuk aktifitas yang berpotensi. Selain itu, cincin THF dari asetogenin dapat berinteraksi dengan kelompok fosfat dari membran plasma yang menyebabkan kerusakan permanen pada struktur dan fungsi membran biologis (Costa *et. al.*, 2014).

Flavonoid yang masuk melalui sistem pernapasan pada larva nyamuk *Anopheles* sp. yaitu pada spirakel yang terdapat pada abdomen ke delapan ini mengakibatkan kerusakan pada sistem pernapasan. Flavonoid yang masuk melalui mulut larva menghambat daya makan larva dan juga bersifat toksik. Flavonoid menghambat daya makan dengan cara menghambat reseptor perasa di area mulut larva yang menyebabkan larva gagal menerima stimulus rasa dan larva tidak dapat mengenali stimulus berupa makanan. Hal tersebut berdampak pada asupan nutrisi yang didapatkan larva nyamuk dalam jumlah kecil menyebabkan perkembangan dan pertumbuhan larva menjadi terhambat.

Saponin yang masuk ke dalam tubuh larva *Anopheles* sp. dapat menyebabkan gangguan sistem organ di dalam tubuhnya. Saponin bekerja menghambat sistem pencernaan, menghambat

perkembangan, mengganggu pertumbuhan dan menghambat reproduksi. Pada sistem pencernaan, saponin yang masuk melalui mulut larva akan mengganggu sistem pencernaan dalam tubuh larva yaitu menurunnya aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan menyebabkan menurunnya *intake* makanan karena dinding *tractus digestivus* mengalami korosif yang disebabkan oleh menurunnya tegangan selaput mukosa *tractus digestivus* (Aminah, 2001).

Saponin adalah glikosida dalam tanaman yang bersifat mirip sabun dan larut dalam air (Suparjo, 2008). Saponin berpengaruh pada gangguan fisik serangga bagian luar (kutikula), yakni menghilangkan lapisan lilin yang merupakan perlindungan bagi tubuh serangga dan menyebabkan kematian karena hilangnya cairan tubuh dalam jumlah banyak. Saponin dapat pula masuk ke dalam organ respirasi melalui spirakel pada larva *Anopheles* sp. dan mengakibatkan rusaknya membran sel atau terganggunya proses metabolisme (Novizan, 2002).

Selain flavonoid dan saponin, senyawa tanin dapat pula bersifat toksik bagi larva nyamuk. Dimana tanin yang masuk melalui mulut larva *Anopheles* sp. akan mengakibatkan sistem pencernaan organ tubuh larva terganggu. Tanin berperan dalam pertahanan tubuh dengan cara menghalangi larva dalam proses pencernaan makanan dan mengganggu proses absorpsi air pada organisme, sehingga dapat mematikan organisme (Pradani, 2009). Jika tanin dikonsumsi oleh larva maka akan terjadi gangguan pencernaan. Menurut Ulfah, *et. al.* (2009), tanin akan mengikat protein dalam sistem pencernaan yaitu mengganggu penyerapan protein. Tanin dapat menurunkan tingkat konsumsi makanan, pertumbuhan, dan pertahanan tubuh selain itu tanin juga dapat mengkerutkan membran sel sehingga mengganggu permeabilitas membrane sel. Permeabilitas yang terganggu mengakibatkan cairan di dalam sel keluar dan terjadi dehidrasi serta dapat menghambat enzim protease pada sistem pencernaan larva.

Konsentrasi Ekstrak Biji Srikaya yang Paling Efektif terhadap Mortalitas Larva *Anopheles* sp.

Efektivitas ekstrak biji srikaya ditentukan berdasarkan mortalitas larva pasca perlakuan selama 48 jam. Ekstrak biji srikaya yang paling efektif yaitu konsentrasi 50 ppm, dimana konsentrasi 50 ppm menimbulkan gejala klinis yang lebih cepat terlihat bila dibandingkan dengan konsentrasi perlakuan yang lain. Gejala klinis yang ditimbulkan adalah pergerakan larva yang perlahan melambat, tubuh larva mulai mengkerut dan perlahan akan mati. Gejala-gejala tersebut mulai tampak ketika mendekati jam ke-36 dan jam ke-48 dimana pada jam tersebut diperoleh jumlah larva mati terbanyak. Gejala timbul karena larva kehabisan ATP (Wahyuni, 2016). Hal ini terjadi karena saat perlakuan seluruh tubuh larva terendam oleh ekstrak. Salah satu kandungan dari ekstrak biji srikaya yaitu saponin. Menurut Tarumingkeng (2001), Saponin dapat masuk melalui kutikula yang tipis terutama pada bagian lekukan abdomen. Saponin dapat merusak kutikula, karena kutikula dapat menyerap insektisida. Kerusakan pada kutikula kemungkinan akibat terdegradasinya lapisan keratin dan serabut kolagen yang menyebabkan larva kehabisan cairan. Sehingga dari pernyataan tersebut dapat dilihat bahwa semakin mendekati jam ke-48 mortalitas larva semakin meningkat serta semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan maka semakin tinggi mortalitas larva. Hal ini terjadi karena kutikula yang terendam ekstrak biji srikaya akan semakin menghambat proses penyerapan sterol bebas yang merupakan hormon ecdison untuk pergantian kulit serta larva akan kehabisan cairan yang menyebabkan larva mati.

Mortalitas larva sangat dipengaruhi oleh konsentrasi dan waktu perlakuan. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan pada percobaan ini maka semakin tinggi zat yang terkandung di dalam biji srikaya yang dapat membunuh larva lebih cepat dan semakin lama waktu perlakuan pada percobaan ini maka semakin banyak larva yang mati. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan (lampiran 1). Selain saponin, kandungan ekstrak biji srikaya yang dapat membunuh larva adalah tanin dan flavonoid. Jika tanin termakan oleh larva maka akan menyebabkan terjadinya gangguan pencernaan. Menurut Ulfah, *et*.

al. (2009) hal ini terjadi karena tanin akan mengikat protein dalam sistem pencernaan yaitu mengganggu penyerapan protein. Selain itu tanin juga dapat mengkerutkan membran sel. Semakin lama larva terendam ekstrak maka semakin banyak tanin yang akan termakan sehingga permeabilitas terganggu mengakibatkan cairan di dalam sel keluar dan terjadi dehidrasi serta dapat menghambat enzim protease pada sistem pencernaan larva.

Berdasarkan hasil uji hayati, toksisitas larvasida ekstrak biji srikaya pada konsentrasi berbeda terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp. menunjukkan bahwa LC_{50} berada pada konsentrasi 26.732 ppm yang berarti bahwa untuk dapat membunuh 50% dari jumlah larva nyamuk *Anopheles* sp. diperlukan ekstrak biji srikaya dengan konsentrasi 26,732 ppm dalam waktu dua hari (48 jam).

SIMPULAN

Toksisitas ekstrak biji srikaya pada konsentrasi berbeda menunjukkan perbedaan terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp.. Konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan mortalitas larva nyamuk *Anopheles* sp. Ekstrak yang paling efektif sebagai larvasida yaitu ekstrak dengan konsentrasi 50 ppm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada seluruh warga BIOMA Undiksha yang telah membantu dalam penelitian ini. Demikian pula kepada Dosen Jurusan Pendidikan Biologi Undiksha yang memberikan masukan dan arahan dalam penelitian ini.

KEPUSTAKAAN

Cavalcanti, E. S. B.; Morais, S. M.; Lima, M.A. A., Santana, E. W. P. 2004. *Larvicidal Activity of essential oils from Brazilian plants against Aedes aegypti* L.. Mem. Inst. Oswaldo Cruz

- [online]. Vol.99. (<http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762004000500015>)
- Chavez, D., R. Mata, R.I. Prieto, B.L. Hennsen. 2001. *Annonaceous acetogenins: Naturally occurring inhibitors of ATP synthesis and photosystem II in spinach chloroplast*. *Physiol. Plant.* 111: 262.
- Coloma, A. G., A. Guadano, C. Ines, R.M. Diaz and D. Cortes. 2002. *Selective action of acetogenin mitochondrial complex I inhibitor*. *Z. Naturforsch.* 57c: 1028-1034.
- Costa, M.S., Cossolin, J.F.S., Pereira, M.J.B., Sant'Ana, A.E.G., Lima, M.D., Zanuncio, J.C., Serrão, J.E. *Larvicidal and Cytotoxic Potential of Squamocin on the Midgut of Aedes aegypti (Diptera: Culicidae)*. *Toxins*, 6, 1169-1176.
- Departemen kesehatan RI. Pedoman Tatalaksana Kasus Malaria di Indonesia Jakarta. 2005:1-37
- Departemen kesehatan, RI. 2016. *Inilah Fakta Keberhasilan Pengendalian Malaria*. Jakarta: Biro Komunikasi dan Pelayanan Masyarakat, Kementerian Kesehatan RI
- Kardinan, A. 2002. *Pestisida Nabati: Ramuan dan aplikasi*. Cetakan ke-4. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Laetemia, J.A., M.B. Isman. 2001. "Crude seed extract of *Annona squamosa* (Annonaceae) as a potential botanical insecticide". Faculty of Agricultural Sciences Main Mall University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada. *Plant. Sci.* 248-2357.
- Novizan. 2002. *Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan*. Agro Media Pustaka. Jakarta. pp: 37-40.
- Pradani, FY. 2009. *Indeks Pertumbuhan Larva Aedes aegypti L. Yang Terdedah Dalam Ekstrak Air Kulit Jengkol (Pithecellobium lobatum)*. *Aspirator* 1(2): 81-85.
- Suparjo. 2008. "Saponin: Peran dan Pengaruhnya bagi Ternak dan Manusia. Laboratorium Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Jambi". Tersedia pada <http://jajo66.wordpress.com/2008/06/07/saponin-peran-dan-pengaruhnyabagi-ternak-dan-manusia> (diakses pada tanggal 6 Maret 2017).
- Tarumingkeng, R.C. 2001. *Pestisida dan Penggunaannya*. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Wahyuni, Hj. Dwi. 2016. *Toksisitas Ekstrak Tanaman Sebagai Bahan Dasar Biopestisida Baru Pembasmi Larva Nyamuk Aedes aegypti (Ekstrak Daun Sirih, Ekstrak Biji Pepaya, dan Ekstrak Biji Srikaya) Berdasarkan Hasil Penelitian*. Malang: Media Nusa Creative