

**ISOLASI METABOLIT SEKUNDER DAN UJI AKTIVITAS INSEKTISIDA EKSTRAK
n-HEKSANA KULIT BATANG TUMBUHAN NYIRI BATU (*Xylocarpus moluccenciss*)**

**ISOLATION SECONDARY METABOLITE AND ACTIVITIES INSECTICIDES TEST
n-HEKSANA EXTRACT OF THESTEM BARK OF NYIRI BATU (*Xylocarpus moluccenciss*)**

Risadatul Amalyah* dan Nurul Hidajati

*Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural sciences
State University of Surabaya*

Jl. Ketintang Surabaya (60231), Telp. 031-8298761

*Corresponding author, email: Risadatul@yahoo.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk penentuan struktur molekul senyawa metabolit sekunder dan Uji aktivitas Insektisida dari Ekstrak n-heksana kulit batang tumbuhan nyiri batu. Proses isolasi dengan cara kemudian di fraksinasi menggunakan kromatografi Cair Vakum (KCV) lalu kromatografi kolom grafitasi (KKG) serta rekrystalisasi lalu diuji kualitatif liebermann burchard dan penentuan titik leleh. Penentuan struktur molekul menggunakan spektroskopi UV-Vis, IR dan GC-MS. Uji aktivitas insektisida ekstrak n-heksana nyiri batu dengan 7 variasi konsentrasi yakni (0, 200,400, 800, 1600, 3200 dan 6400 mg/L) dengan 3 kali pengulangan terhadap hewan uji yakni ulat grayak instar ketiga. Pengamatan mortalitas ulat grayak didasarkan atas hasil analisis probit program Minitab Version 14 for windows yang memberikan tingkat mortalitas nilai LC_{50} . Hasil dari proses isolasi tersebut didapatkan isolat seberat 0,068 gram dengan titik leleh sebesar 121-122°C. Hasil uji kualitatif isolat menunjukkan bahwa isolat mengandung golongan senyawa steroid. Penentuan struktur molekul menggunakan instrumen UV-Vis, IR dan GC-MS, diduga isolat mengandung senyawa Ergost-5-en-3ol dengan berat molekul m/z 400 dan rumus molekul $C_{28}H_{48}O$. Hasil analisis probit uji aktivitas insektisida memberikan nilai LC_{50} setelah tiga hari pengamatan berturut-turut adalah sebesar 2366.76 mg/L yang menunjukkan bahwa ekstrak n-heksana nyiri batu dikatakan dapat mematikan ulat grayak sebesar 50% pada konsentrasi 2366.76 mg/L.

Kata-kata kunci: Analisis probit, ergost-5-en-3ol, nyiri batu, n-heksana, dan spodoptera littura

Abstract. This research aims to determine the molecular structure a compound of a metabolite of secondary and the activity of the insecticide n-heksana extract from the stem bark of plants nyiri batu. The process of isolation by means of the extraction of the type of maceration fractionate then use a liquid chromatography vacuum (KCV) and column chromatography grafitasi (KKG) as well as the refining process by means of rekrystalisasi then tested qualitative liebermann-burchard and the determination of the melting point. The determination of the molecular structure UV-Vis use of spectroscopy, IR and GC-MS. A test of the activity of the insecticide extract n-heksana nyiri batu with 7 variation concentration, are (0, 200,400, 800, 1600, 3200 and 6400 mg/L) with 3 times the repetition of animal test on the ulat grayak third instar. Caterpillar mortalitas observation grayak based on the analysis of program probit minitab version 14 for windows that give a level mortalitas LC_{50} value. The process of the isolation which isolates weighing 0,068 gram with the melting point of 121-122°C. Qualitative testing shows isolates shows that isolates a compound containing the steroid. The determination of molecular structure UV-Vis use of the instruments, IR and GC-MS, allegedly isolates containing a compound ergost-5-en-3ol with the molecular weight of m/z 400 and $C_{28}H_{48}O$ molecular formula. The analysis of the activity probit an insecticide put a value LC_{50} after 3 days of successive observation is of 6055.14; 3922.52 and 2366.76 mg / L, So, extract n-hexana nyiri batu can be say effect to concentration 2366.76 mg/L can caterpillar grayak third instar deadly.

Keywords: Ergost-5-en-3-ol, nyiri batu, n-Hexane, Spodoptera litura, and probit analysis.

PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati merupakan basis berbagai penemuan aktivitas senyawa metabolit sekunder dimasa mendatang serta dapat mengembangkan potensi tumbuh-tumbuhan yang begitu banyak untuk dimanfaatkan sebagai tanaman yang berkhasiat tertentu. Tumbuhan menghasilkan metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antioksidan, zat perwarna, penambah aroma makanan, parfum, insektisida dan obat. Terdapat 150.000 metabolit sekunder yang sudah diidentifikasi dan 4000 metabolit sekunder "baru"/tahun. Pestisida nabati pada dasarnya memanfaatkan senyawa metabolit sekunder tumbuhan sebagai bahan aktifnya. Senyawa ini berfungsi sebagai penolak, penarik, dan pembunuh hama serta sebagai penghambat nafsu makan hama [1].

Di Indonesia terdapat 50 famili tumbuhan penghasil racun. Famili tumbuhan yang dianggap merupakan sumber potensial insektisida nabati antara lain Meliaceae, Annonaceae, Asteraceae, Piperaceae dan Rutaceae (Setiawati, dkk., 2008) [2]. Famili Meliaceae salah satunya adalah genus *Xylocarpus*. Genus *Xylocarpus* yang sudah banyak ditemukan di Indonesia diantaranya *Xylocarpus granatum*, *Xylocarpus rumphi*, dan *Xylocarpus mollucensis* [3].

Hasil penelitian dari famili meliaceae yakni dari tumbuhan *Xylocarpus granatum* yang juga telah berhasil diisolasi dari bagian kulit batang yang memperlihatkan aktivitas antifeedant kuat terhadap larva instar ketiga dari *Mythimna separata* [4]. Menurut penelitian [5] yang mengisolasi kulit batang tumbuhan *Xylocarpus mollucensis* pada ekstrak kloroform diperoleh senyawa 1-nonadecene, kampesterol, β -sitosterol, stigmasterol, dan 2-ethylhexyl-(4-methoxy)-cinnamate. Hasil isolasi tersebut mempunyai aktivitas bioinsektisida terhadap larva instar kedua dari *spodoptera littura*.

Berdasarkan literatur yang telah ditemukan, belum pernah ada penelitian mengenai uji aktivitas ekstrak *n*-heksana dari proses partisi kulit batang tumbuhan nyiri batu pada ulat grayak instar ketiga. Ulat grayak dipilih sebagai hewan uji karena jenis ulat ini bersifat polifag atau dapat menyerang berbagai jenis tanaman pangan, seperti kedelai, bawang putih, kentang, kubis, kacang tanah dan jagung [6].

Pendugaan nilai toksisitas insektisida terhadap ulat grayak diukur dengan nilai LC_{50} , yaitu suatu konsentrasi atau dosis yang dapat menyebabkan kematian 50% serangga hama yang diuji. Sedangkan untuk mengetahui nilai mortalitas

menggunakan analisis probit, analisis ini digunakan dalam pengujian biologis untuk mengathau respon subyek yang diteiti oleh adanya stimuli dalam hal insektisida dengan mengetahui respon berupa mortalitas. [7]

BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan

Gelas ukur, gelas kimia, kertas saring, corong, kertas label, botol vial, metanol teknis, *n*-heksana teknis, corong pemisah, rotary vacuum evaporator, seperangkat alat KCV dan KKG, gelas ukur, Plat KLT. erlenmeyer, pipet tetes, pipet gondok, labu ukur 500 mL dan 250 mL, botol semprot, aquades, ulat grayak instar ketiga dan lain-lain.

Prosedur Kerja

Tahap Persiapan Sampel

Kulit batang tumbuhan nyiri batu dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dikuliti, Kulit batang yang telah terkumpul kemudian dipotong kecil-kecil, selanjutnya dikeringkan dengan cara diangin-anginkan Sampel yang sudah kering digiling hingga menjadi serbuk halus kemudian diekstraksi.

Tahap Ekstraksi dan Isolasi Sampel Nyiri Batu

Serbuk halus kulit batang tumbuhan nyiri batu sebanyak 9,42 kg di maserasi menggunakan pelarut metanol selama 24 jam, kemudian disaring menggunakan corong buchner yang dilengkapi dengan pompa vakum. Residu hasil maserasi diulang hingga tiga kali dengan cara yang sama, dan filtrat dikumpulkan. Kemudian filtrat diuapkan menggunakan rotary vacuum evaporator hingga didapatkan ekstrak kental metanol.

Ekstrak kental metanol lalu dipartisi menggunakan pelarut *n*-heksana dengan cara dimasukkan kedalam corong pemisah kemudian dikocok sampai terjadi pemisahan menjadi 2 fasa. Fasa atas merupakan ekstrak dan fasa bawah merupakan filtrat *n*-heksana yang ditampung dalam labu evaporasi, Perlakuan yang sama diulang hingga 3 kali dan *n*-heksana yang dikumpulkan, lalu diuapkan dalam rotary vacuum evaporator untuk diuapkan hingga menghasilkan ekstrak kental *n*-heksana sebanyak 17 gram. Selanjutnya 5 gram ekstrak *n*-heksana difraksinasi melalui KCV 1 dan KCV 2 menggunakan eluen yang sesuai yakni H:E = 9:1 sehingga diperoleh 5 fraksi. Dari kelima fraksi tersebut kemudian di TLC dengan eluen H:E = 9,5:0,5 . pada fraksi ke 3 terdapat spot noda dengan nilai $R_f = 1/3$ dari tinggi

Rf yang kemudian dilakukan KKG dengan eluen H:E = 9,5:0,5 menghasilkan 26 vial. Pada vial ke 10-21 menunjukkan 2 spot noda sehingga dilakukan rekristalisasi. Setelah dilakukan rekristalisasi diperoleh isolat dengan berat 0,6232 gram. Hasil isolat diuji dengan pereaksi Liebermann-Burchard mengandung senyawa steroid. Isolat kemudian diidentifikasi menggunakan spektroskopi UV-Vis, IR dan GC-MS.

Tahap Uji Aktivitas Insektisida

Pembuatan larutan induk dari ekstrak kental n-hexsan kulit batang tumbuhan nyiri batu sebanyak 1,6 gram dimasukkan kedalam gelas kimia lalu dilarutkan dengan aquades, diaduk sampai homogen lalu dimasukkan kedalam labu ukur 250 ml sampai tanda batas.

Dibuat larutan uji aktivitas insektisida dengan konsentrasi 0, 200, 400, 800, 1600, 3200 dan 6400 mg/L dengan cara mengambil 0; 3,125; 6,25; 12,5; 25; 50 dan larutan induk 6400 mg/L. Larutan induk tersebut diambil 100 ml lalu dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan 5 tetes tween 80 kemudian dikocok sampai homogen lalu ditambah aquades sampai garis tanda batas.

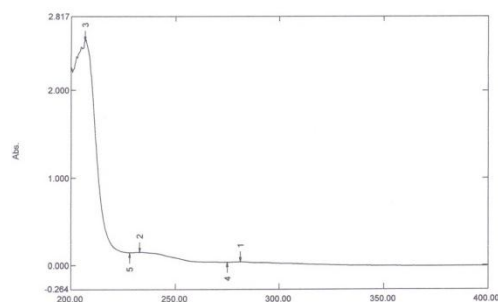
Kemudian larutan uji yang telah dibuat dimasukkan kedalam botol semprot masing-masing konsentrasi sebanyak 10 ml. Selanjutnya daun jarak kepyar disemprot dengan larutan uji lalu diangin-anginkanselama 8 menit setelah itu dimasukkan kedalam toples bersama dengan hewan uji yakni ulat grayak instar ketiga sebanyak 15 ekor yang juga disemprot dengan larutan uji. Pengamatan aktivitas ulat grayak selama 24, 48 dan 72 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Senyawa

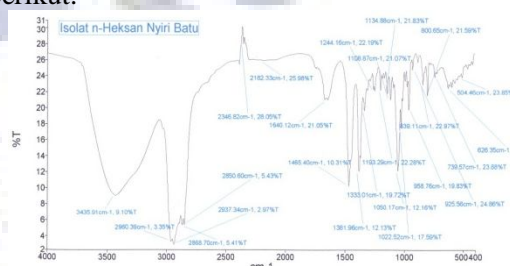
Isolat yang dihasilkan dianalisis dengan spektroskopi UV-Vis, IR dan GC-MS. Hasil pengukuran spektrum UV-Vis isolat menunjukkan adanya serapan pada daerah maksimummaksimum pada panjang gelombang 206,80 nm. Menunjukkan bahwa senyawa hasil isolasi adanya C=C ikatan rangkap yang tidak terkonjugasi pada transisi $n \rightarrow \pi^*$ karena panjang gelombang maksimum dibawah 215 nm dan termasuk ikatan rangkap (diena homoanular) karena adanya panjang gelombang yang lebih dari 253 nm. Adanya serapan pada panjang gelombang maksimum pada 275,20 nm menyebabkan energi transisi $n \rightarrow \pi^*$ semakin besar sehingga panjang gelombang

serapannya makin pendekyang terlihat pada Gambar 1.



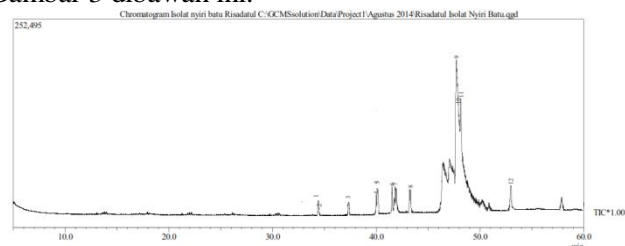
Gambar 1. Hasil spektrum UV-Vis isolat

Berdasarkan data hasil uji spektrum FT-IR isolat adanyapita serapan tajam dan melebar di daerah $3,435,91 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan keberadaan gugus hidroksil (OH). Adanya pita vibrasi ulur pada serapan $2850,60-2960,39 \text{ cm}^{-1}$ (-CH alkena atau gugus alkil) menunjukkan bahwa senyawa tersebut mengandung sejumlah gugus (CH_3 -) metil, (CH_2 -) metilen dan (-CH-) metin serta regang ($\text{C}\equiv\text{C}$) pada serapan $2182,33-2346,82 \text{ cm}^{-1}$. Kemudian adanya vibrasi tekuk pada serapan $1333,01-1465,40 \text{ cm}^{-1}$ menyatakan keberadaan C-H alkil. Pada serapan lemah didaerah 1640 terdapat ikatan rangkap dua (C=C alkena). Terdapat pita serapan melebar vibrasi ulur C-O pada serapan $1022,52-1193,29 \text{ cm}^{-1}$, sedangkan ikatan C-H tekukan benzene tersubstitusi pada serapan $739,57-958,76 \text{ cm}^{-1}$. Hasil data FT-IR isolat terlihat pada Gambar 2 berikut.



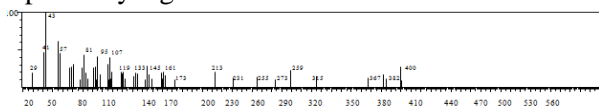
Gambar 2. Hasil spektrum FT-IR isolat

Analisis selanjutnya yakni instrumen GC-MS memberikan profil kromatogram seperti Gambar 3 dibawah ini.



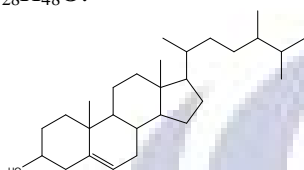
Gambar 3. Hasil Kromatogram GC isolat

Dari kromatogram GC-MS dapat diketahui bahwa isolat hasil isolasi yang belum murni sempurna namun dapat di analisis dengan diperoleh senyawa yang lebih dominan pada puncak yang ke-9.



Gambar 4. Hasil kromatogram MS isolat

Berdasarkan data Gambar 4, Spektrum massa yang diperoleh menunjukkan pola fragmentasi senyawa Ergost-5-en-3-ol dengan rumus molekul $C_{28}H_{48}O$.



Gambar 5. senyawa Ergost-5-en-3-ol

Diketahui bahwa senyawa Ergost-5-en-3-ol atau dikenal dengan nama Kampesterol termasuk golongan senyawa steroid.

Uji Aktivitas Insektisida

Hasil uji aktivitas ekstrak n-heksana kulit batang tumbuhan nyiri batu terhadap mortalitas ulat grayak selama 3 hsp dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Data Jumlah mortalitas ulat grayak yang mati dalam jangka waktu 3 hsp.

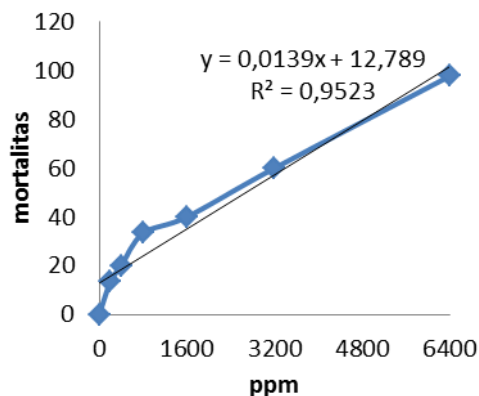
Konsentrasi (mg/L)	Jumlah Ulat (n)	Mortalitas Ulat (Jam)		
		24	48	72
0	45	0	0	0
200	45	3	5	6
400	45	3	5	9
800	45	5	13	15
1600	45	8	13	18
3200	45	13	20	27
6400	45	14	33	44

Dari Tabel 1 ekstrak kental n-heksan memiliki daya toksik yang mematikan terhadap ulat grayak pada setiap konsentrasi yang diujikan. Variasi konsentrasi dapat mempengaruhi tingkat toksisitas dan banyaknya kematian ulat grayak. Data pengamatan pada Tabel 2 selanjutnya digunakan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi terhadap % mortalitas ulat grayak ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak n-heksana Nyiri batu Terhadap % Mortalitas Ulat Grayak

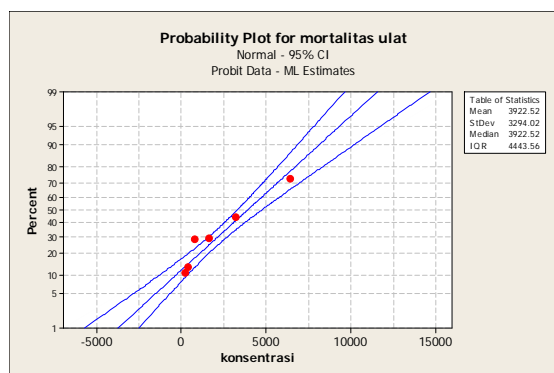
Konsentrasi (mg/L)	Jumlah Ulat (n)	Mortalitas (%)
0	45	0
200	45	13,33
400	45	20
800	45	33,33
1600	45	40
3200	45	60
6400	45	97,78

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa pada rentang konsentrasi 200 sampai 1600 mg/L tingkat mortalitas ulat grayak belum mencapai 50%. Pada konsentrasi antara 3200 sampai 6400 mg/L telah tercapai mortalitas 50% sehingga sudah terlihat adanya peningkatan mortalitas pada 3 hsp. Berikut disajikan grafik hubungan konsentrasi ekstrak n-heksan nyiri batu dengan % mortalitas ulat grayak yang semakin meningkat.

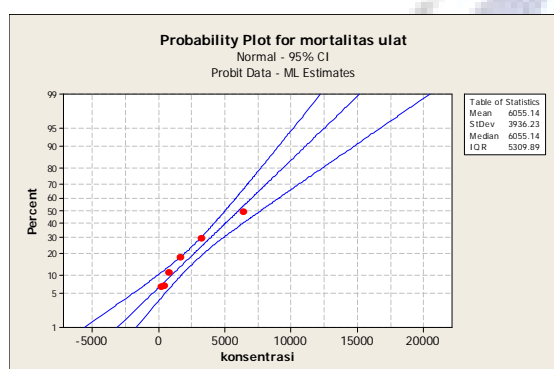


Gambar 6. Hubungan antara Konsentrasi Ekstrak n Heksan Nyiri Batu dengan Mortalitas Ulat Grayak

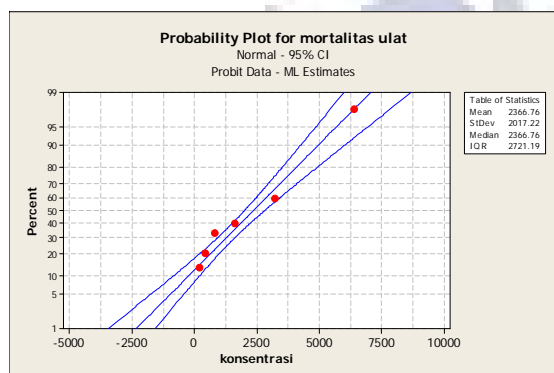
Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi ekstrak dengan mortalitas ulat grayak terlihat nyata terjadi peningkatan dari konsentrasi rendah ke konsentrasi yang semakin tinggi yang terlihat dari nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,952$ atau 95,2%. Dari data diatas selanjutnya digunakan untuk analisis pengaruh konsentrasi ekstrak n-heksana nyiri batu terhadap mortalitas ulat grayak pada 3 hsp dianalisis dengan menggunakan analisis probit menggunakan program *Minitab 14 for windows*. Dari tabel 2 dianalisis menggunakan program analisis probit untuk mengetahui nilai LC_{50} .



Gambar 7. Model Regresi Linier Probit Uji Aktivitas Insektisida *n*-heksan Nyiri Batu pada 1 hsp



Gambar 8. Model Regresi Linier Probit Uji Aktivitas Insektisida *n*-heksan Nyiri Batu pada 2 hsp



Gambar 9. Model Regresi Linier Probit Uji Aktivitas Insektisida *n*-heksan Nyiri Batu pada 3 hsp

Berdasarkan hasil analisis probit ekstrak *n*-heksana nyiri batu untuk 1 sampai 3 hsp diperoleh data nilai LC_{50} ekstrak *n*-heksana pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Nilai LC_{50} ekstrak *n*-heksana

hsp	LC_{50} (mg/L)
1	6055.14
2	3922.52
3	2366.76

Hasil analisis probit ekstrak *n*-heksana nyiri batu terhadap ulat grayak menunjukkan bahwa pada hsp yang ketiga memiliki nilai LC_{50} yang lebih kecil bila dibandingkan pada hari yang pertama dan kedua. Sehingga dapat dikatakan bahwa hari yang ketiga bersifat paling toksik, yakni dengan nilai LC_{50} sebesar 2366.76 mg/L. Jadi, ekstrak *n*-heksana nyiri batu dapat dikatakan efektif pada konsentrasi 2366.76 mg/L air dapat mematikan ulat grayak instar ketiga.

Uji aktivitas insektisida terhadap serangga uji ulat grayak dilakukan dengan 2 metode yaitu metode racun perut dan racun kontak. Metode racun perut ini dilakukan dengan menyemprotkan dan memberikan makan ulat grayak dengan daun jarak kepyar yang telah dicelupkan dalam larutan uji ekstrak *n*-heksana kulit batang tumbuhan nyiri batu dan Insektisida sintetik matador. Penyemprotan memungkinkan cairan pestisida mengenai permukaan tubuh larva ulat grayak bagian dorsal. Sebagian cairan pestisida yang menempel pada daun akan mengenai permukaan tubuh ulat grayak bagian ventral ketika larva berjalan. Insektisida yang masuk melalui permukaan tubuh dapat melalui bagian kutikula yang tipis seperti perhubungan antarsegmen atau pori pori tubuh. Mekanisme penyerapan insektisida, selain dengan melalui kulit juga bisa melalui saluran pencernaan yang merupakan efek dari racun perut. Makanan masuk ke saluran bagian tengah (midgut) yang terdiri atas dua bagian yaitu kantung gastric yang mengeluarkan enzim pencernaan dan bagian ventrikulus [6]. Penyerapan pestisida nabati yang mempunyai efek racun perut sebagian besar berlangsung pada saluran pencernaan bagian tengah (midgut). Saluran pencernaan bagian tengah merupakan organ utama pada pencernaan serangga, karena saluran pencernaan bagian ini merupakan organ penyerap nutrisi dan sekresi enzim-enzim. Apabila sekresi enzim terganggu maka proses pencernaan makanan juga akan terganggu sehingga larva akan kekurangan energi dan lama kelamaan akan mengalami kematian. Senyawa aktif yang terkandung dalam pestisida nabati terakumulasi di dalam tubuh ulat grayak akan berperan sebagai toksikan. Toksikan tersebut akan terdistribusi ke seluruh sel-sel tubuh melalui sistem peredaran darah serangga (haemolimfa). Mekanisme membunuh ulat grayak tergantung pada jenis senyawa aktif yang terkandung dalam pestisida nabati. Berdasarkan hasil uji aktivitas insektisida ekstrak *n*-heksana kulit batang tumbuhan nyiri batu setelah 3 hsp sebesar 2366,76 mg/L yang

menunjukkan bahwa ekstrak *n*-heksana nyiri batu dikatakan dapat mematikan ulat grayak sebesar 50% pada konsentrasi 2366,76 mg/L.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Isolasi senyawa dari ekstrak *n*-heksana kulit batang tumbuhan nyiri batu diperoleh satu senyawa dari golongan steroid yakni ergost-5-en-3ol dengan titik leleh sebesar 121-122°C. Ekstrak *n*-heksana kulit batang tumbuhan nyiri batu memiliki aktivitas sebagai bioinsektisida dengan nilai LC₅₀ setelah 3 hsp adalah 2366.76 mg/L dengan tingkat mortalitas 97,78 % dan nilai koefisien determinasi (R²=0,952%) atau sebesar 95,2% yang menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara variasi konsentrasi ekstrak *n*-heksan nyiri batu dengan mortalitas ulat grayak instar ketiga.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Wiratno. 2011. *Efektifitas Pestisida Nabati Berbasis Minyak Jarak Pagar, Cengkeh, Dan Seraiwangi Terhadap Mortalitas Nilaparvata Lugens Stahl. semnasPesnab IV*,: Bogor.
- 2 Setiawati, W., Murtiningsih, R., Gunaeni, N., dan Rubiati, T. 2008. *Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati dan Cara Pembuatannya untuk Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT)*. Bandung: Prima Tani tsabita.
- 3 Chotimatul, Rinanty. 2010. *Identifikasi dan Uji Bioaktivitas Insektisida Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Kloroform Kulit Batang Tumbuhan Aglaia odoratissima Blume (Meliaceae)*. Skripsi. Surabaya : Unesa.
- 4 Tukiran. 2013. *Phytochemical Analysis of Some Plants In Indonesia*. Surabaya : State University of Surabaya. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 3(4), 2224-3208.
- 5 Cahyasari, Septiani Setyo. 2011. *Isolasi dan Identifikasi Suatu Senyawa Metabolit Sekunder serta Uji Bioaktivitas Insektisida Isolat dan Ekstrak Kloroform Kulit Batang Tumbuhan Nyiri Batu (Xylocarpus moluccensis (Lamk) M.Roem) (Meliaceae)*. Skripsi tidak dipublikasikan. Surabaya : Unesa.
- 6 Prayogo, Y. 2005. *Prospek Cendawan Entomopatogen Metarhizium anisopliae untuk Mengendalikan Ulat Grayak Spodoptera litura pada Kedelai*. *Jurnal Litbang Pertanian* 24 (1) : 19 – 26. (<http://id.scribd.com/doc/189274748/Pengaruh-Cara-Aplikasi-dan-Frekuensi-Pemberian-Cendawan-Entomopatogen-Metharizium-anisopliae-pengendalian-ulat-grayak-pada-kedelai>). Diakses pada 10 Oktober 2013).
- 7 Negara, Abdi. 2003. *Penggunaan Analisis Probit untuk Pendugaan Tingkat Kepekaan Populasi Spodoptera Exigua Terhadap Deltametrin Di Daerah Istimewa Yogyakarta*. Informatika Pertanian, volume 12.
- 8 Rossiana, Nia, Supriatun Titin, Dhahiyat Yayat. 2007. *Fitoremediasi Limbah Cair Dengan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart) Solms) dan Limbah Padat Industri Minyak Bumi Dengan Sengon (Paraserianthes falcataria L. Nielsen) Bermikoriza*. Padjadjaran : Universitas Padjadjaran.