

**UJI BIOAKTIF EKSTRAK BIJI JARAK PAGAR
TERHADAP KEONG MAS (*Pomacea canaliculata* L.)
DI LABORATORIUM**

Oleh :

LUKMAN HAKIM



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019**

**UJI BIOAKTIF EKSTRAK BIJI JARAK PAGAR
TERHADAP KEONG MAS (*Pomacea canaliculata* L.)
DI LABORATORIUM**

OLEH:

**LUKMAN HAKIM
155040200111226**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2019**



PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan dari Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. dan Tita Widjayanti, SP. M.Si. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juli 2019

Lukman Hakim



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Uji Bioaktif Ekstrak Biji Jarak Pagar
Terhadap Keong Mas (*Pomacea canaliculata*
L.) di Laboratorium

Nama Mahasiswa : Lukman Hakim

NIM : 155040200111226

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr.Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.

NIP. 19550 4031 98303 1 003

Tita Widjayanti, SP., M.Si

NIP. 201304 870819 2 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.

NIP. 19955 1018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Toto Himawan, SU
NIP. 19551119 198303 1 002

Dr. Anton Muhibuddin, SP. MP
NIP. 19771130 200501 1 002

Penguji III

Penguji IV

Tita Widiyanti, SP. M.Si
NIK. 201304 870819 2 001

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU
NIP. 19550403 198303 1 003

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

Lukman Hakim. 155040200111226. Uji Bioaktif Ekstrak Biji Jarak Pagar Terhadap Keong Mas (*Pomacea canaliculata* L.) di Laboratorium. Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. Sebagai Pembimbing Utama dan Tita Widjayanti, SP. M.Si. Sebagai Pembimbing Pendamping.

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) umumnya memiliki kendala pada proses budidaya yaitu serangan hama penting keong mas (*Pomacea canaliculata* L.). Hama ini perlu dikendalikan sehingga tidak mengakibatkan penurunan produksi tanaman padi. Petani umumnya memanfaatkan pestisida sintetis untuk pengendalian hama *P. canaliculata*. Penggunaan pestisida sintetis secara terus menerus dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, sehingga pestisida nabati dapat menjadi salah satu alternatif pengendalian yang ramah lingkungan. Salah satu tanaman yang digunakan sebagai pestisida nabati adalah jarak pagar, terutama pada bagian biji. Senyawa yang terkandung dalam biji jarak pagar adalah senyawa berupa *ester phorbol* dan *curcin* yang bersifat toksik terhadap *P. canaliculata*.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh ekstrak biji jarak pagar terhadap mortalitas, daya racun serta penurunan aktivitas makan *P. canaliculata*. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2018 sampai bulan Maret 2019 di Laboratorium Toksikologi Pestisida dan Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian ini terdiri dari 6 perlakuan termasuk kontrol dengan 4 ulangan, sehingga terdapat 24 unit percobaan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan konsentrasi ekstrak biji jarak pagar diantaranya 0 ppm (kontrol), 1000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm, 7000 ppm dan 9000 ppm. Pengambilan data mortalitas, toksisitas dan penurunan aktivitas makan dilakukan selama 3 hari, dengan jarak interval pengamatan 12, 24, dan 72 jam setelah aplikasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak biji jarak pagar memberikan pengaruh nyata terhadap mortalitas *P. canaliculata*. Ekstrak biji jarak pagar pada konsentrasi 9000 ppm mampu menyebabkan mortalitas sebesar 73,8%. Sedangkan pada konsentrasi 1000 ppm ekstrak biji jarak pagar hanya menyebabkan mortalitas sebesar 15,0%. Nilai konsentrasi mematikan (LC_{50}) dari ekstrak biji jarak pagar sebesar 4954 ppm. Pada konsentrasi tersebut, ekstrak biji jarak pagar mampu mematikan 50% *P. canaliculata* dari total 20 hama uji. Sedangkan nilai waktu mematikan (LT_{50}) pada ekstrak biji jarak pagar sebesar 79,8 jam. Selain itu, ekstrak biji jarak pagar juga mampu menurunkan aktivitas makan *P. canaliculata* secara signifikan hingga mencapai 100% pada konsentrasi 7000 ppm dan 9000 ppm.



SUMMARY

Lukman Hakim. 155040200111226. Bioactive Test of Jatropha Curcas Seed Extract on Golden Snails (*Pomacea canaliculata* L.) in the Laboratory. Supervised by Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. as Main Advisor and Tita Widjayanti, SP. M.Si. as a Mentor Advisor

The most common problem in cultivating rice (*Oriza sativa* L.) is pests attack (*Pomacea canaliculata*). Controlling the snail pest (*Pomacea canaliculata*) is essential to prevent harvest loss. Farmers need synthetic pesticides to control *P. canaliculata*. The intensive use of synthetic pesticides can cause environmental pollution, so that phyto pesticides can be an alternative environmentally friendly control. One of the plants used as vegetable pesticides is jatropha, especially its seeds. Jatropha seeds contain phorbol esters and curcumin is toxic to *P. canaliculata*.

This research was conducted to determine the effect of jatropha seed extract on mortality, toxicity and decreased eating activity of *P. canaliculata*. The research was conducted in December 2018 until March 2019 at the Laboratory of Pesticide Toxicology and Plant Pest Laboratory, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Brawijaya University, Malang. This type of research was experimental research, this research consisted of 6 treatments including controls with 4 replications, so there were 24 experimental units. The treatments of jatropha seed extract concentrations used were 0 ppm (control), 1000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm, 7000 ppm and 9000 ppm. Data retrieval is carried out for 3 days, with a distance interval of 12, 24, and 72 hours after the application.

The results showed that Jatropha seed extract had a significant effect on mortality of *P. canaliculata*. Jatropha seed extract at a concentration of 9000 ppm was able to cause mortality of 73.8%. While at a concentration of 1000 ppm Jatropha seed extract only cause a mortality of 15%. The lethal concentration value (LC_{50}) of Jatropha seed extract was 4954 ppm. At this concentration, Jatropha seed extract was able to kill 50% of *P. canaliculata* from a total of 20 test pests per bucket. While the lethal time value (LT_{50}) in Jatropha seed extract was 79.8 hours. In addition, jatropha seed extract was also able to significantly reduce *P. canaliculata* feeding activity to reach 100% at concentrations of 7000 ppm and 9000 ppm.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan limpahan rahmat dan anugrah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Bioaktif Ekstrak Biji Jarak Pagar Terhadap Keong Mas (*Pomacea canaliculata* L.) di Laboratorium” sebagai salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar sarjana pertanian. Atas terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr.Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. selaku dosen pembimbing utama yang telah membimbing, memberikan dukungan, saran, nasihat dan mengarahkan penulisan skripsi ini.
2. Tita Widjayanti, SP, M.Si. selaku dosen pendamping yang telah membimbing, memberikan dukungan, saran, nasihat dan mengarahkan penulisan skripsi ini.
3. Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS., selaku ketua jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya
4. Kedua Orang tua dan segenap keluarga, serta teman-teman yang telah mendukung dan membantu menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan tambahan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, 17 Juli 2019

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kabupaten Probolinggo pada tanggal 19 Oktober 1996, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari Bapak Saheri dan Ibu Listri Umillah. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 1 Kedungsari pada tahun 2003 sampai tahun 2009, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 1 Banyuwangi pada tahun 2009 sampai tahun 2012. Pada tahun 2012 sampai 2015 penulis melanjutkan studi di SMKN 1 Gending, dengan mengambil jurusan Rekayasa Perangkat Lunak. Pada tahun 2015 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang Jawa Timur melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis menerima beasiswa pendidikan Bidikmisi dari Kemenristekdikti. Pada tahun 2017, penulis terdaftar sebagai mahasiswa minat Hama dan Penyakit Tumbuhan Laboratorium Toksikologi Pestisida.

Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, penulis pernah mengikuti lembaga kegiatan mahasiswa FORKANO pada tahun 2015-2016, sebagai anggota divisi infokom. Penulis juga pernah aktif di lembaga remaja masjid TMNF (Takmir Masjid Nurul Fallah) pada tahun 2016 sampai 2018 sebagai ketua divisi opini dan syi'ar. Penulis pernah mengikuti kepanitian, diantaranya adalah Rangkaian Orientasi Program Studi Agroekoteknologi (RANTAI), Eksplorasi Potensi dan Kreativitas (EKSPEDISI) dan panitia Peringatan Hari Besar Islam (PHBI) di Masjid Nurul Fallah FP UB.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
 I. PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Rumusan Masalah	1
Tujuan Penelitian.....	3
Hipotesis Penelitian	3
Manfaat Penelitian	3
 II. TINJAUAN PUSTAKA	
Keong Mas (<i>Pomacea canaliculata</i>).....	4
Pestisida	9
Tanaman Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i> L.)	10
 III. METODE PENELITIAN	
Tempat dan Waktu Penelitian	19
Alat dan Bahan	19
Pelaksanaan Penelitian	13
Pengujian Ekstrak Biji Jarak Pagar	22
Variabel Pengamatan	23
Analisis Data	25
 IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
Pengaruh Ekstrak Biji Jarak Pagar terhadap Mortalitas <i>P. canaliculata</i>	25
Pengaruh Ekstrak Biji Jarak Pagar terhadap Toksisitas <i>P. canaliculata</i>	19
Pengaruh Ekstrak Biji Jarak Pagar terhadap Penurunan Aktivitas Makan <i>P. canaliculata</i>	31

V. PENUTUP

Kesimpulan	34
Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	39



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Morfologi <i>P. canaliculata</i>	4
2.	Radula atau gigi <i>P. canaliculata</i>	5
3.	Siklus hidup <i>P. canaliculata</i>	6
4.	Gejala serangan <i>P. canaliculata</i> pada tanaman padi.....	7
5.	Deskripsi jarak pagar (<i>J. curcas</i>).....	10
6.	Keragaman tanaman jarak (<i>Jatropha sp.</i>)	11
7.	Mortalitas <i>P. canaliculata</i>	27
8.	Grafik hubungan konsentrasi EBJP dengan mortalitas <i>P. canaliculata</i>	30
9.	Hasil penurunan aktivitas makan <i>P. canaliculata</i>	32

Nomor	Lampiran	Halaman
1.	(a) Proses penetasan telur <i>P. canaliculata</i> (b) <i>P. canaliculata</i> umur 30 hari ...	40
2.	(a) Penimbangan biji jarak pagar (b) Proses penghalusan biji jarak pagar	40
3.	(a) Pengayakan serbuk biji jarak (b) Proses ekstraksi dengan meserasi.....	40
4.	(a) Penyaringan EBJP (b) Hasil filtrat EBJP siap aplikasi	41
5.	(a) Pengaplikasian EBJP (b) Proses pengujian EBJP	41
6.	(a) Uji penurunan aktivitas makan (b) Hasil uji penurunan aktivitas makan....	41



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kandungan senyawa <i>ester phorbol</i> pada tanaman jarak pagar	13
2.	Hasil Uji Pendahuluan Mortalitas <i>P. canaliculata</i>	21
3.	Hasil Uji Pendahuluan Analisis Probit Nilai LC50	21
4.	Perlakuan yang digunakan dalam penelitian.....	22
5.	Klasifikasi Pestisida Nabati	23
6.	Kriteria tingkatan nilai toksisitas LC ₅₀ pada lingkungan perairan.....	24
7.	Kriteria penurunan aktivitas makan	25
8.	Persentase Mortalitas <i>P. canaliculata</i>	26
9.	Nilai LC ₅₀ Ekstrak Biji Jarak Pagar terhadap <i>P. canaliculata</i>	29
10.	Estimasi Nilai LT ₅₀ Ekstrak Biji Jarak Pagar terhadap <i>P. canaliculata</i>	31
11.	Penurunan Aktivitas Makan <i>P. canaliculata</i>	32

Nomor	Lampiran	Halaman
1.	Analisis Ragam Persentase Mortalitas <i>P. canaliculata</i> 24 Jam Setelah Aplikasi Ekstrak Biji Jarak Pagar	42
2.	Analisis Ragam Persentase Mortalitas <i>P. canaliculata</i> 48 Jam Setelah Aplikasi Ekstrak Biji Jarak Pagar	42
3.	Analisis Ragam Persentase Mortalitas <i>P. canaliculata</i> 72 Jam Setelah Aplikasi Ekstrak Biji Jarak Pagar	42
4.	Analisis Ragam Persentase Penurunan Aktivitas Makan <i>P. canaliculata</i> Setelah Aplikasi Ekstrak Biji Jarak Pagar.....	42



I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Di Indonesia tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman pangan terpenting karena lebih dari setengah penduduk menggantungkan hidupnya pada beras yang dihasilkan oleh tanaman padi. Menurut Badan Pusat Statistik (2018) rata-rata kebutuhan beras lokal penduduk Indonesia dari tahun 2013-2017 adalah 1,6 kg perkapita dalam 1 minggu, sedangkan produksi beras di Indonesia pada tahun 2015 hingga 2018 turun mulai dari 75.397.841 ton menjadi 56.974.642 ton. Bahan pangan pokok ini memegang peranan penting dalam kehidupan ekonomi (Sugeng, 2001). Oleh karena itu setiap faktor yang mempengaruhi tingkat produksi padi sangat penting diperhatikan guna untuk memenuhi kebutuhan beras nasional.

Terdapat berbagai faktor yang dapat memengaruhi produksi padi, salah satunya adalah hama keong mas. Keong mas (*Pomacea canaliculata* L.) (*Mesogastropoda: Ampullariidae*) merupakan hewan *Mollusca* yang hidup di air tawar, bersifat kosmopolitan atau mempunyai daerah penyebaran yang sangat luas. *P. canaliculata* semula di budidayakan sebagai hewan hias atau untuk dikonsumsi oleh manusia. Namun saat ini, *P. canaliculata* telah menyebar ke beberapa provinsi di Indonesia, dan menjadi salah satu hama penting tanaman padi (Suripto., dkk. 2005). Di Indonesia tercatat ada 4 jenis *Pomacea sp.*, menyebar dari Jawa Barat, Jawa Tengah hingga Jawa Timur (Isnainingsih, 2011). Organisme ini berpotensi sebagai hama utama pada tanaman padi karena sawah merupakan habitat yang cocok bagi perkembangannya, sehingga *P. canaliculata* dapat berkembang biak sangat cepat dan mampu merusak tanaman padi dalam waktu yang cepat (Hendarsih dan Kurniawati, 2009). Oleh karena itu setiap faktor yang memengaruhi produksi padi sangat penting diperhatikan.

Pada umumnya, petani di Indonesia melakukan pengendalian hama ini dengan menggunakan pestisida sintetik yang berasumsi bahwa pestisida sintetik lebih efektif dan ampuh dalam mengendalikan hama *P.canaliculata*. Pengaplikasian pestisida sintetik yang berlebihan dan dilakukan secara terus-

menerus pada setiap musim tanam akan berpotensi menyebabkan residu, pencemaran pada lingkungan pertanian dan perairan, penurunan produktivitas serta keracunan pada manusia dan hewan (Aditya, 2007). Oleh karena itu, pengendalian hama ini perlu dilakukan alternatif lain, salah satunya dengan menggunakan pestisida nabati.

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) merupakan salah satu tanaman famili *Euphorbiaceae* yang berpotensi sebagai pestisida nabati. Pada bagian biji tanaman jarak pagar dapat dimanfaatkan sebagai molluskisida karena kandungan *curcin* dan *ester phorbol* yang beracun (Tukimin., dkk. 2010). Sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Nurwidayati., dkk. (2014) mengenai efektivitas ekstrak biji jarak pagar terhadap keong *Oncomelania hupensis* L. dengan berbagai macam konsentrasi yaitu : 0,5; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64 ml/L. Ekstrak biji jarak pagar terbukti memiliki potensi sebagai molluskisida terhadap *O. hupensis* L. yang merupakan jenis keong vektor *schistosomiasis* (Nurwidayati., dkk. 2014). Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan ekstrak biji jarak pagar berpotensi sebagai molluskisida nabati, dan dapat digunakan sebagai pengendalian hama *P. canaliculata*. Berbagai penelitian yang sudah di laksanakan terkait dengan biji jarak pagar sebagai pestisida nabati pada berbagai hama, namun penelitian tentang potensi ekstrak biji jarak pagar untuk pengendalian *P. canaliculata* masih terbatas. Oleh karena itu, berdasarkan informasi diatas perlu juga dilakukan penelitian tentang uji bioaktif ekstrak biji jarak pagar terhadap *P. canaliculata* dengan beberapa konsentrasi dalam mengendalikan *P. canaliculata* di laboratorium.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh ekstrak biji jarak pagar terhadap mortalitas *Pomacea canaliculata* L.?
2. Bagaimana pengaruh toksisitas atau daya racun ekstrak biji jarak pagar terhadap *Pomacea canaliculata* L.?
3. Bagaimana pengaruh ekstrak biji jarak pagar terhadap penurunan aktivitas makan *Pomacea canaliculata* L.?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh ekstrak biji jarak pagar terhadap mortalitas *P. canaliculata* di laboratorium.
2. Untuk mengetahui daya racun pada ekstrak biji jarak pagar dalam mengendalikan *P. canaliculata*.
3. Untuk mengetahui pengaruh bioaktif ekstrak biji jarak pagar terhadap penurunan aktivitas makan *P. canaliculata*.

Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah :

1. Ekstrak biji jarak pagar pada konsentrasi 5000 ppm diduga mampu meningkatkan mortalitas terhadap *P. canaliculata*.
2. Ekstrak biji jarak pagar pada konsentrasi tertentu diduga mampu dalam mengendalikan *P. canaliculata*.
3. Penggunaan ekstrak biji jarak pagar pada semua konsentrasi memiliki kemampuan menurunkan aktivitas makan *P. canaliculata*.

Manfaat Penelitian

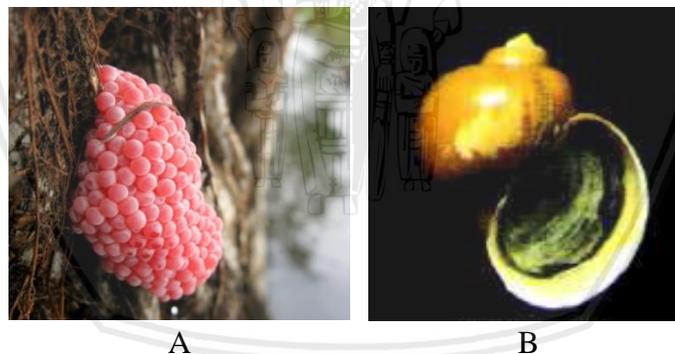
Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang potensi penggunaan ekstrak biji jarak pagar yang ramah lingkungan dalam mengendalikan *P. canaliculata*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Keong Mas (*Pomacea canaliculata* L.)

Taksonomi *Pomacea canaliculata* L.

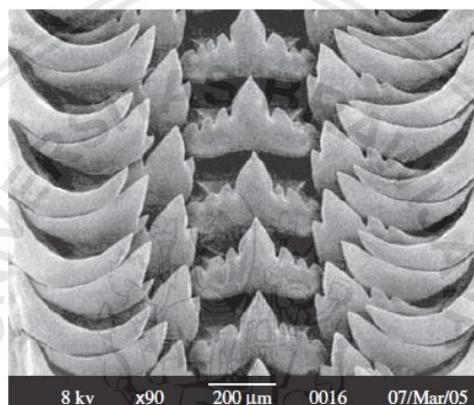
Pomacea canaliculata dari suku Ampullariidae merupakan keong air tawar pendatang dari Amerika Selatan yang masuk ke Indonesia sekitar awal 1980-an dan menjadi hama tanaman padi yang serius di Indonesia juga di Asia Tenggara. *Pomacea canaliculata* memiliki warna cangkang keemasan (Gambar 1B), berkembang biak secara ovipar dan menghasilkan telur. Seekor *P. canaliculata* betina mampu menghasilkan 15 kelompok telur selama satu siklus hidup (60-80 hari), dan masing-masing kelompok telur berisi 300-500 butir (BPTP, 2010). Telur *P. canaliculata* akan menetas dalam waktu 7-14 hari dan hari ke-60 *P. canaliculata* telah menjadi dewasa dan dapat berkembang biak (Ruslan dan Harianto, 2009). *P. canaliculata* bertelur di tempat yang kering 10-13 cm dari permukaan air, kelompok telur memanjang dengan warna merah jambu seperti buah murbai sehingga *P. canaliculata* disebut dengan siput murbai (Gambar 1A).



Gambar 1. Morfologi *P. canaliculata* : A: Telur, B: Cangkang (Sumber: Isnaningsih, 2011)

Klasifikasi *P. canaliculata* menurut Cazzaniga, (2002) adalah sebagai berikut : Secara taksonomi termasuk kedalam kingdom: *Animalia*; filum *Molusca*; kelas *Gastropoda*; subkelas *Prosobranchiata*; ordo *Mesogastropoda*; famili *Ampullariidae*; genus *Pomacea*; spesies *P. canaliculata*. Menurut Isnaningsih, (2011) terdapat 4 jenis keong hama yang masuk ke Indonesia, yakni *P. canaliculata*, *P. insularum*, *P. scalaris* dan *P. paludosa*.

Pomacea canaliculata mempunyai bagian mulut cangkang yang bentuknya bulat, berwarna coklat kehitaman pada bagian luarnya dan coklat kekuningan pada bagian dalamnya. Pada bagian kepala terdapat dua buah tentakel sepasang terletak dekat dengan mata lebih panjang dari pada dekat mulut. Kaki *P. canaliculata* lebar berbentuk segitiga dan mengecil pada bagian belakang. *P. canaliculata* memiliki gigi berlapis yang disebut radula, masing masing gigi dilengkapi dengan beberapa baris duri yang tiap baris terdiri atas tujuh duri sehingga disebut dengan gigi berlapis. Gigi pusat memanjang dan memiliki ukuran yang lebih besar dari gigi lainnya dengan ujung berbentuk trapesium (Gambar 2).

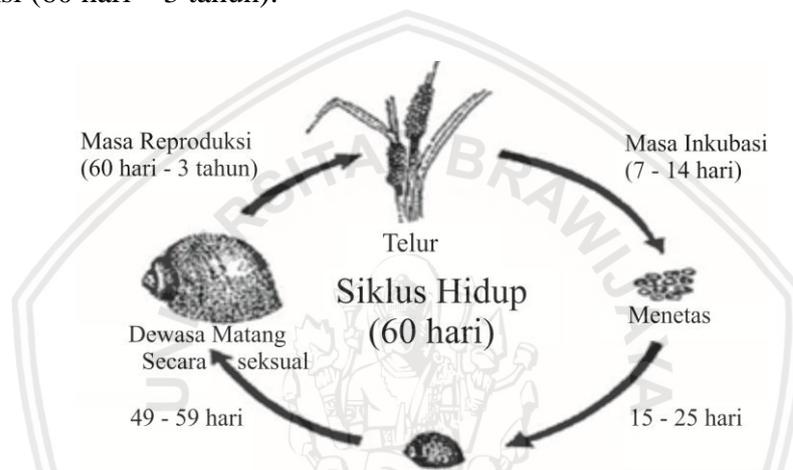


Gambar 2. Radula atau gigi *P. canaliculata* (Sumber: Martin. dkk, 2007)

Siklus Hidup *P. canaliculata*

Siklus hidup *P. canaliculata* bergantung pada temperatur, hujan, atau ketersediaan air dan makanan. Pada lingkungan dengan temperatur yang tinggi dan makanan yang cukup, siklus hidup pendek, sekitar tiga bulan, dan bereproduksi sepanjang tahun. Jika makanan kurang, siklus hidupnya panjang dan hanya bereproduksi pada awal musim panas (Estebenet dan Cazzaniga, 1992). Ketersediaan makanan dan air merupakan faktor utama yang mempengaruhi perkembangan dan perilaku *P. canaliculata* untuk menyelesaikan satu siklus. Siklus hidup *P. canaliculata* memerlukan waktu 60-80 hari dengan fertilitas tinggi (Sulistiono, 2007). Pertumbuhan pesat akan berlangsung selama musim hujan, tetapi hal ini juga tergantung dari ukuran *P. canaliculata*, ukuran *P. canaliculata* yang lebih besar akan mengalami pertumbuhan yang lebih lambat bila

dibandingkan *P. canaliculata* yang berukuran lebih kecil (Estebenet dan Martin, 2002). Pada temperatur 23-32°C, dalam waktu sebulan seekor *P. canaliculata* dapat bertelur hingga 15 kelompok telur yang terdiri dari 300-500 butir tiap kelompok telur dengan natalitas mencapai 80% (BPTP, 2010). Daur hidup *P. canaliculata* menurut Soenarjo, (2001) dari stadium telur sampai stadium telur berikutnya membutuhkan waktu 60 hari. Daur hidup *P. canaliculata* sebagai berikut: Telur → masa inkubasi (7 – 14 hari) → menetas → dewasa tubuh (15 – 25 hari) → masa pertumbuhan (49 – 59 hari) → dewasa kelamin → masa reproduksi (60 hari – 3 tahun).



Gambar 3. Siklus hidup *P. canaliculata* (Soenarjo, 2001)

Pomacea canaliculata memiliki periode masa aktif dan masa istirahat. Selama masa istirahat, keong membenamkan diri dalam lumpur dan metabolismenya menurun. *P. canaliculata* yang beristirahat pada lumpur kering perlu menurunkan tingkat konsumsinya, meskipun itu sulit dilakukan pada lumpur kering. Estebenet dan Martin (2002) juga menambahkan bahwa pada musim panas dengan suhu lingkungan yang kering *P. canaliculata* cenderung tidak aktif, dan akan aktif kembali setelah mendapatkan suhu yang lembab. Untuk mengatasi masalah ini, keong mengalami pergantian system pernafasan dari pernafasan normal aerob menjadi pernafasan semi anaerob (anaerob glikolisis) sehingga metabolisme berkurang dan memasuki masa diapause. Keong mas dapat hidup pada lingkungan yang berat, seperti air yang terpolusi atau kurang kandungan oksigen.

Gejala Serangan *P. canaliculata*

Pomacea canaliculata banyak menyerang tanaman padi pada fase vegetatif awal. *P. canaliculata* merusak tanaman padi dengan cara memarut jaringan tanaman dan memakannya dan menyebabkan adanya bibit yang hilang di pertanaman. Pada umumnya *P. canaliculata* memakan tanaman muda yang baru ditanam. Bekas potongan daun dan batang yang diserang terlihat mengambang (Gambar 4). *P. canaliculata* merupakan hewan herbivora yang sangat rakus dan bersifat nokturnal. *P. canaliculata* dapat menghancurkan semaian padi yang baru ditanam selama masih terdapat air dalam sawah tersebut. *P. canaliculata* memotong pangkal semaian padi muda dengan menggunakan gigi radula dan mengunyah pelepah daun padi yang lunak (Joshi, 2005).



Gambar 4. Gejala serangan *P. canaliculata* terhadap tanaman padi (Basri, 2018)

Tanaman padi rentan terhadap serangan *P. canaliculata* sampai 15 hari setelah tanam untuk padi tanam pindah dan 30 hari setelah tebar untuk padi sebar langsung. Serangan *P. canaliculata* yang parah dapat mengakibatkan tanaman padi yang baru di tanam habis total. Tingkat kerusakan tanaman padi akibat serangan *P. canaliculata* erat hubungannya dengan ukuran *P. canaliculata* dan umur tanaman. Tiga *P. canaliculata* per meter persegi pada tanaman padi sudah mengurangi hasil secara nyata. *P. canaliculata* berukuran 2-3 cm pada kepadatan satu ekor dan delapan ekor per meter persegi masing-masing menyebabkan kerusakan 19% dan 98%, sedangkan *P. canaliculata* dengan ukuran 4 cm merupakan ukuran yang paling merusak dan dapat menyebabkan kerusakan hingga 100%. Waktu yang dibutuhkan dalam menghabiskan 1 batang padi selama 3-5 menit (BPTP, 2010). Biasanya *P. canaliculata* memarut pangkal batang yang berada dibawah air dengan radulanya hingga patah, kemudian patahan tanaman

yang rebah tersebut dimakan. Bila populasi *P. canaliculata* tinggi dan air selalu tergenang, bisa mengakibatkan rumpun padi mati, sehingga petani harus menyulam atau menanam ulang (Hermawan, 2007). Tingkat kerusakan tanaman padi sangat tergantung pada populasi, ukuran *P. canaliculata*, dan umur tanaman. Tiga ekor per m² tanaman padi akan mengurangi hasil secara nyata. Semakin besar ukuran diameter *P. canaliculata*, kerusakan yang ditimbulkan semakin besar (Suharto dan Kurniawati, 2012).

Pengendalian Hama Terpadu *P. canaliculata*

Pengendalian secara terpadu terhadap hama merupakan satu cara pengendalian yang dilakukan untuk menjaga kelestarian lingkungan, terutama menyehatkan tanah, udara dan sumber air yang semuanya merupakan faktor penunjang kelangsungan hidup khususnya manusia. Berikut merupakan komponen teknologi pengendalian hama *P. canaliculata* menurut BPTP, (2010) :

1. Secara Kultur Teknis

- a.) Pada saat awal tanam yaitu umur padi 0-25 hari, lahan sawah perlu dikeringkan dalam keadaan macak-macak hingga *P. canaliculata* tidak dapat merayap menuju rumpun padi yang akan diserang. Kalaupun diserang persentase serangan dibawah ambang kerusakan.
- b.) Pada jurong perlu diperdalam seperti parit agar keong dapat berkumpul lalu dimusnahkan.
- c.) Saluran air perlu dibersihkan dari tanaman air seperti kangkung dan lainnya agar tidak menjadi makanan cadangan bagi berkembangnya *P. canaliculata*.

2. Sistem Mekanis

- a.) Induk *P. canaliculata* dan kelompok telur yang tampak dilihat semuanya harus diambil dan dikumpulkan untuk dimusnahkan sehingga dapat mengurangi siklus generasi berikutnya.
- b.) Dalam parit yang dibuat baik dipinggir sawah atau didalam jurong perlu diberi umpan perangkap berupa daun pepaya atau kulit pisang sehingga *P. canaliculata* tertarik dan berkumpul, sebagai makanan, tempat berlindung sehingga mudah di ambil serta dimusnahkan.

- c.) Pasang ajir dari kayu untuk tempat meletakkan kelompok telur keong sehingga mudah diambil dan dibuang.
- d.) Dalam parit yang dibuat baik dipinggir sawah atau didalam jurong perlu diberi umpan perangkap berupa daun pepaya atau kulit pisang sehingga keong tertarik dan berkumpul sehingga mudah di ambil.

3. Pengendalian dengan Pestisida Nabati

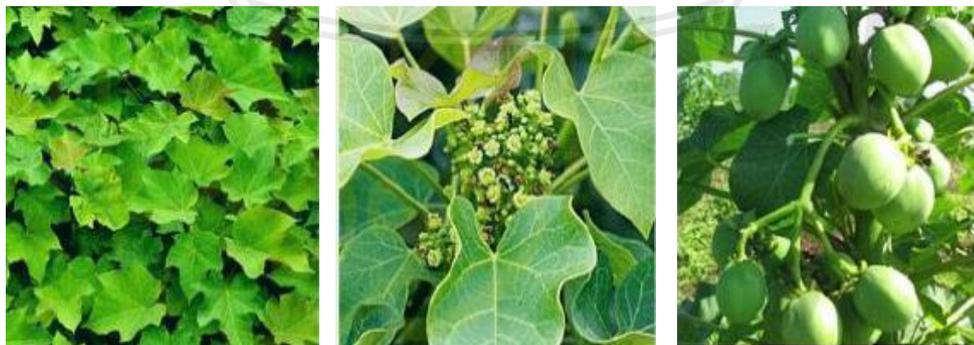
Pengendalian dengan menggunakan pestisida nabati sudah menjadi suatu kewajiban kita bersama baik mensosialisasikan atau menggunakannya secara terus menerus. Untuk mengendalikan suatu hama baik preventif atau kuratif rasanya sudah saatnya kita budayakan menggunakan pestisida berbahan nabati. Berikut merupakan contoh penggunaan pestisida nabati :

- a.) Akar tuba (*Derris elliptica*) baik digunakan untuk mengendalikan hama *P. canaliculata* karena akar tuba mengandung rotenon hingga 0,3 – 12 %. Bahan rotenon ini merupakan racun perut dan kontak. Akar tuba dalam keadaan segar dengan cara menumbuk lalu diaduk dengan air dan ditambah 0,1 % deterjen cair dapat membunuh *P. canaliculata*. Kelemahan dari penggunaan tanaman akar tuba sebagai pestisida nabati ini salah satunya adalah tanaman akar tuba susah didapatkan.
- b.) Biji jarak pagar yang mengandung senyawa *ester phorbol* dan *curcin* apabila dihaluskan (di blender), dicampur dengan air kemudian diaplikasikan maka akan mengendalikan populasi *P. canaliculata*. Tanaman jarak pagar masih mudah didapatkan disekitar pekarangan-pekarangan rumah, sehingga petani dapat memanfaatkan bijinya sebagai pestisida nabati yang ramah lingkungan.
- c.) Daun sembung yang mengandung borneol, sineol, limonen dan dimethyl eter floroasefenon apabila dihaluskan (ditumbuk), dicampur air ditambah 0,1 % deterjen cair kemudian diaplikasikan ke lahan sawah akan menekan populasi *P. canaliculata*.

Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)

Deskripsi Tanaman Jarak Pagar

Tanaman jarak pagar termasuk famili *Euphorbiaceae*. Tanaman ini merupakan tanaman semak atau pohon yang tahan terhadap kekeringan dan dapat tumbuh cukup berkembang di daerah tropis. Tanaman ini berasal dari Amerika Tengah dan saat ini banyak dibudidayakan di Amerika Selatan dan Tengah, Asia Tenggara, India dan Afrika (Gubitz., dkk. 1999). Tanaman jarak pagar memiliki batang yang bulat atau silindris, licin dan bergetah. Daun jarak pagar merupakan daun tunggal dengan pertumbuhan daun yang berseling (Gambar 5A). Helai daun bertoreh, berlekuk bersudut 3 atau 5. Pangkal daun berlekuk, ujungnya meruncing, dan bergerigi. Tangkai daun panjang sekitar 4-15 cm. Bunga tanaman jarak pagar merupakan bunga majemuk berkelamin tunggal dan berumah satu (Gambar 5B). Buah tanaman jarak pagar berbentuk bulat telur atau elips dengan panjang $\pm 2,54$ cm dan berdiameter 2-4 cm (Gambar 5C). Buahnya sedikit berdaging waktu muda, berwarna hijau kemudian menjadi kuning dan mengering. Buah jarak terbagi menjadi 3 ruang, masing masing ruang berisi satu biji. Biji berbentuk bulat lonjong dan berwarna coklat kehitaman. Biji mengandung minyak dengan kandungan sekitar 30-50% (Hambali., dkk. 2009). Kedudukan taksonomi tanaman jarak pagar adalah sebagai berikut: Kingdom *Plantae*, Divisi *Spermatophyta*, Kelas *Dicotyledonae* Ordo *Euphorbiales*, Famili *Euphorbiaceae*, Genus *Jatropha*, Spesies *Jatropha curcas* L. (Nurcholis, 2007).



A

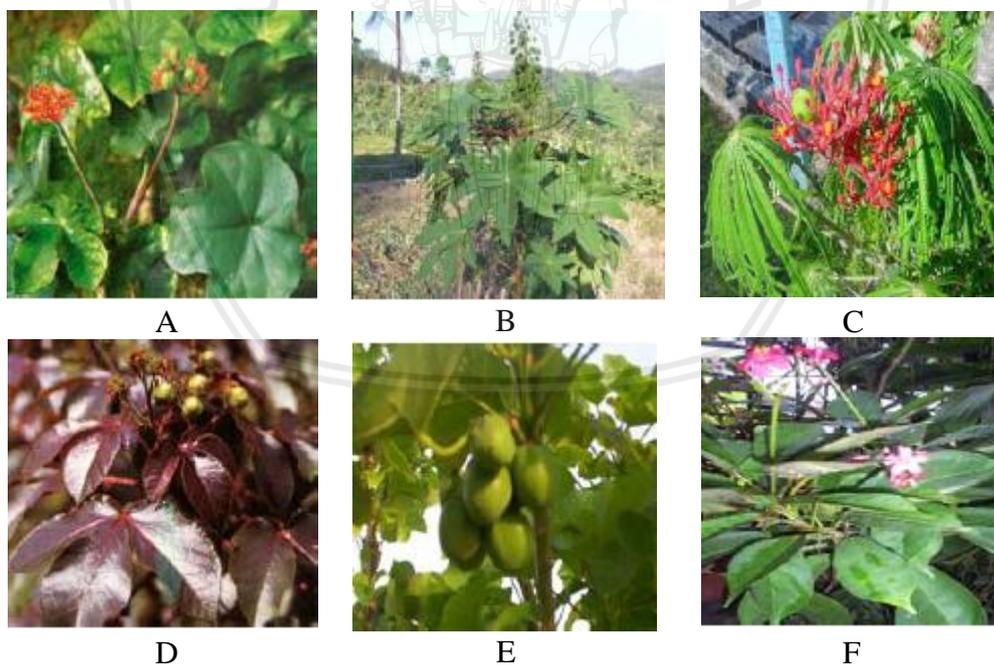
B

C

Gambar 5. Deskripsi jarak pagar (*J. curcas*) A: daun, B: bunga, C: buah jarak (Sumber: Kusdianti., dkk. 2005)

Keragaman Jenis Tanaman Jarak

Di Indonesia jenis tanaman jarak banyak dikenal. Masing-masing jenis tanaman jarak tersebut telah dimanfaatkan untuk berbagai macam tujuan. Adapun jenis jarak di Indonesia tersebut yang banyak dikenal adalah jarak pagar (*Jatropha curcas* L), jenis tanaman jarak yang digunakan sebagai bahan dasar pestisida nabati dalam penelitian ini. Menurut Santoso, (2010) beberapa jenis keragaman tanaman jarak di Indonesia adalah sebagai berikut: jarak bali (*Jatropha podagrica*), jarak gurita (*Jatropha multifida*), jarak landi atau jarak ulung (*Jatropha gossypifolia*), jarak batavia (*Jatropha integerrima*), dan jarak kepyar (*Ricinus communis*) merupakan jarak yang berbeda famili dengan jarak lainnya yang telah disebutkan. Keragaman tanaman jarak yang ada di Indonesia tentunya merupakan peluang bagi peneliti pengembangan tanaman jarak sebagai sumber bahan pestisida nabati. Setiap jenis tanaman jarak memiliki perbedaan karakter di antara jarak pagar yang lain, baik itu perbedaan karakter morfologi, fisiologi, biokimia, maupun ekologi.



Gambar 6. Keragaman tanaman jarak A: *J. podagrica*, B: *Ricinus communis*, C: *J. multifida*, D: *J. gossypifolia*, E: *J. curcas*, F: *J. integerrima*. (Sumber : Santoso, 2010)

Kandungan Senyawa Kimia Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)

Tanaman jarak pagar mengandung bahan kimia bermanfaat yang terkandung dalam daun, ranting, batang, akar serta biji. Kandungan senyawa kimia aktif dari tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) adalah sebagai berikut:

1. Pada bagian daun dan ranting senyawa yang terisolasi meliputi cyclic triterpene stigmasterol, stigmast-5-en-3 β ,7 β -diol, stigmast-5-en-3 β ,7 α -diol, cholest-5-en-3 β ,7 β -diol, cholest-5-en-3 β ,7 α -diol, campesterol, β -sitosterol, 7-keto- β -sitosterol. Selain itu, bagian daun dan ranting mengandung senyawa flavanoid apigenin, vitexin dan isovitexin (Neuwinger 1994).
2. Pada bagian batang tanaman jarak pagar senyawa yang terisolasi antara lain friedelin, epi-friedelinol, tetracyclic triterpene ester jatrocurcin dan scopoletin methyl ester. Senyawa β -amyrin, β -sitosterol dan juga taraxerol didapatkan terkandung pada bagian kulit batang tanaman jarak
3. Pada bagian akar mengandung β -sitosterol, β -D-glucoside, mermesin, propacin, curculathyrane A dan B dan juga curcusones A-D, diterpenoid jatrophol dan jatrpholone A dan B, coumarin tomentin, coumerin-lignan jatrophin dan juga taraxerol.
4. Bagian biji jarak merupakan bagian yang paling banyak dikaji mengandung senyawa aktif. Aregheore., dkk. (2003) melaporkan adanya total fenol serta tannin pada kernel dan cangkang biji. Pada bungkil jarak pagar (meal) ditemukan adanya aktivitas tripsin inhibitor, lektin, saponin, juga phytat, sedangkan *ester phorbol* ditemukan pada bagian kernel jarak. Senyawa *curcin* dan *ester phorbol* yang merupakan senyawa racun dan antinutrisi paling banyak ditemukan pada bagian biji.

Biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) famili *Euphorbiaceae* adalah tanaman yang mengandung senyawa kimia *ester phorbol*, *curcin* dan *tryglyserida* yang berpengaruh terhadap kehidupan serangga. Berdasarkan senyawa kimia tersebut, jarak pagar berpotensi sebagai insektisida nabati yang relatif aman terhadap lingkungan (Muslim, 2010). Biji dan minyak biji jarak pagar ditemukan bersifat toksik pada tikus, mencit, sapi, domba, dan ayam. (Makkar, 2009). Zat toksik pada biji jarak dapat menyebabkan kematian hingga batas tertentu.

Komponen toksik utama pada biji jarak adalah hemaglutinin bernama *curcin*. *Curcin* menghambat sintesis protein in vitro. Menurut (Aregheore., dkk. 2003) komponen toksik dan iritan pada biji jarak adalah β -D-glycoside dari sitosterol, *curcin* (lektin), flavonoid vitexin, isovitexin dan 12-deoxyl-16-hydroxyphorbol (*ester phorbol*). Lektin dan inhibitor tripsin dapat dikurangi dengan pemanasan 121°C, 25 menit, sementara *ester phorbol* bersifat stabil dan tahan terhadap suhu penyangaian sampai 160°C, 30 menit, (Goel., dkk. 2007).

Ester phorbol merupakan ester dari tiglian diterpen. Komponen penting dari kelompok senyawa ini adalah tiglian, suatu diterpen tetrasiklik yang memiliki gugus alkohol. Hidroksilasi senyawa ini dengan berbagai posisi dan jenis asam melalui ikatan ester menghasilkan sejumlah besar senyawa yang disebut *ester phorbol* (Goel., dkk. 2007). *Ester phorbol* bersifat mengaktifkan protein kinase C (PKC) yaitu enzim kunci pada penghantaran sinyal dan proses pertumbuhan kebanyakan sel dan jaringan. Interaksi yang berlanjut antara *ester phorbol* dengan PKC menyebabkan respon mitogenik dan pembentukan tumor. *Ester phorbol* telah diidentifikasi sebagai senyawa racun utama pada jarak pagar. Makkar dan Becker (2009) melaporkan distribusi senyawa *ester phorbol* pada tanaman jarak pagar (Tabel 1). Biji jarak pagar mengandung senyawa *ester phorbol* tertinggi yaitu 2-6 mg/g sampel kering, sedangkan konsentrasi terendah ditemukan pada kayu tanaman jarak pagar (0,09 mg/g sampel kering). Adapun pada getah tanaman jarak tidak terdeteksi senyawa tersebut.

Tabel 1. Kandungan senyawa *ester phorbol* pada tanaman jarak pagar

Bagian Tanaman	Ester Forbol (mg/g sampel kering)*
Biji	2,00 – 6,00
Daun	1,83 – 2,75
Batang	0,78 – 0,99
Bunga	1,39 – 1,83
Bud (tunas)	1,18 – 2,10
Akar	0,55
Getah	Tidak terdeteksi
Kulit (bagian luar, coklat)	0,39
Kulit (bagian dalam, hijau)	3,08
Kayu	0,09

Sumber : (Makkar., dkk. 2009)

Pestisida

Pengertian pestisida yang luas karena meliputi bahan-bahan yang sering digunakan di bidang pertanian, peternakan, prikanan, dan kesehatan masyarakat. Pestisida (Inggris : *pesticide*) secara harfiah pestisida berarti pembunuh hama (*pest* : hama : *cide* : membunuh). Pestisida menurut PP. No. 7 tahun 1973 adalah semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang digunakan untuk: a) mengendalikan atau mencegah hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian tanaman, atau hasil-hasil pertanian, b) mengendalikan rerumputan, c) mengatur atau merangsang pertumbuhan yang tidak diinginkan, d) mengendalikan atau menghindari hama diluar hewan peliharaan atau ternak, e) mengendalikan hama air, f) mencegah binatang-binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia dan binatang yang perlu dilindungi, dengan penggunaan pada tanaman, tanah, dan air (Peraturan Pemerintah, 1973).

Mekanisme Kerja Pestisida

Mekanisme kerja pestisida dibagi menjadi 2 yaitu berdasarkan cara kerja pestisida dan berdasarkan cara masuknya pestisida :

1. Cara masuk (*mode of entry*)

Berdasarkan cara masuknya, menurut Ware, (1927) pestisida diklasifikasikan menjadi :

- a. Racun kontak, yaitu senyawa/bahan aktif yang masuk kedalam tubuh serangga melalui dinding sel atau kutikula. Racun yang telah masuk kedalam tubuh serangga merupakan bahan-bahan yang bertujuan untuk menghambat proses metabolisme secara mekanis, seperti minyak yang digunakan untuk mengendalikan larva nyamuk dengan cara menghambat atau menyumbat insang. Beberapa racun fisik lainnya adalah abrasive dust (seperti asam borat), ditomaceous earth, silika gel, dan aerosilika gel. Bahan-bahan tersebut membunuh serangga dengan cara menyerap lilin dari kutikula serangga, dan selanjutnya dapat menyebabkan kehilangan air dari tubuh serangga. Serangga kemudian akan mengalami desikasi dan mati karena dehidrasi.

- b. Racun perut, artinya senyawa/bahan aktif yang masuk kedalam bagian tubuh serangga melalui proses makan dan masuk ketubuh melalui pencernaan.
- c. Racun sistemik, yaitu senyawa/bahan aktif terserap oleh tanaman lalu ditransportasikan ke seluruh jaringan tanaman, kemudian bagian tanaman yang di makan oleh serangga.
- d. Fumigan, yaitu senyawa/bahan aktif masuk kedalam tubuh sasaran melalui sistem pernapasan.

2. Cara kerja pestisida (*mode of action*)

Berdasarkan cara kerjanya, menurut Matsumura, (1975) pestisida diklasifikasikan menjadi :

- a. Racun fisik (misalnya minyak mineral berat). Racun fisik membunuh serangga dengan cara yang tidak spesifik.
- b. Racun protoplasma. Racun ini akan mengganggu fungsi sel karena protoplasma sel menjadi rusak. Contoh insektisida ini adalah logam berat dan asam kuat.
- c. Penghambat metabolisme. Penghambat metabolisme dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu:
 - Penghambat otot pernapasan, Insektisida ini membuat serangga tidak bisa bernapas dengan baik. Contoh: rotenon, HCN, H₂S, dan fumigan.
 - Penghambat mixed function oxydase.
 - Penghambat metabolisme amina, misalnya klordimeform.
 - Racun enzimatik. Enzim diblokir, ecdysis (hormon yang mengatur/mengontrol pergantian antar instar) terhambat.
- d. Racun saraf (neurotoksin), merupakan *mode of action* insektisida yang paling umum. Racun saraf bekerja dengan mempengaruhi sistem saraf serangga sehingga menimbulkan eksitasi (kegelisahan), konvulsi (kekejangan), paralisis (kelumpuhan), dan akhirnya kematian. Racun saraf juga menghambat kerja enzim asetil kolin esterase. Fungsi asetil kolin esterase adalah untuk menghidrolisa asetil kolin pada sinaps (sambungan syaraf), kalau tidak dihidrolisa akan terjadi simpul syaraf terus-menerus.

Pestisida Nabati

Pestisida nabati adalah pestisida yang berbahan dasar dari tanaman atau tumbuhan berbahan aktif metabolit sekunder yang mampu memberikan satu atau lebih aktivitas biologi, baik pengaruh pada aspek fisiologi maupun tingkah laku hama tanaman dan memenuhi syarat-syarat untuk digunakan dalam pengendalian hama (Untung, 2006). Karena terbuat dari bahan alami, pestisida nabati mudah terurai di alam atau (*bio-degradable*) sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia dan hewan peliharaan. Bahan aktif pestisida nabati merupakan produk alam yang berasal dari tanaman yang mempunyai kelompok metabolit sekunder yang mengandung beribu-ribu senyawa bioaktif seperti alkaloid, terpenoid, fenolik dan zat-zat kimia sekunder lainnya. Misalnya senyawa metabolit sekunder yang bersifat insektisidal dapat mengganggu perilaku serangga seperti menghambat aktivitas makan, mengganggu penemuan inang, menghambat pergantian kulit, selain itu senyawa metabolit sekunder juga mempengaruhi fisiologi serangga seperti mempengaruhi perkembangan telur hingga gagal menjadi serangga pra dewasa (larva atau nimfa) dan dewasa/imago, menghambat pembentukan kitin, kematian, mengganggu sistem reproduksi, dan lainnya. Senyawa metabolit sekunder juga bersifat deterrent, melindungi tanaman dari gangguan organisme lain, merupakan zat kimia yang dapat menarik serangga untuk mendatangi tanaman atau tempat yang merupakan sumber zat tersebut yang biasanya disebut zat pemikat atau atraktan dan mengusir serangga yang dikenal dengan repellent serta memberikan sinyal pada musuh alami (Dadang dan Prijono 2008). Di Indonesia, terdapat 50 famili tumbuhan penghasil racun. Famili tumbuhan yang dianggap merupakan sumber potensial pestisida nabati antara lain *Meliaceae*, *Annonaceae*, *Asteraceae*, *Piperaceae* dan *Rutaceae*. Selain bersifat sebagai pestisida jenis-jenis tumbuhan tersebut juga memiliki sifat sebagai fungisida, nematisida, moluskisida, bakterisida, mitisida maupun rodentisida. Pestisida nabati dapat berfungsi sebagai: (1) penghambat nafsu makan (*antifeedant*); (2) penolak (*repellent*); (3) penarik (*attractant*); (4) menghambat perkembangan; (5) menurunkan keperidian; (6) pengaruuh langsung sebagai racun dan (7) mencegah peletakan telur (Setiawati., dkk. 2008).

Metode Ekstraksi Pestisida Nabati

Menurut Departemen Kesehatan RI (2009), ekstraksi adalah proses penarikan kandungan kimia yang dapat larut dari suatu serbuk simplisia, sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut. Beberapa metode yang banyak digunakan untuk ekstraksi bahan alam antara lain:

a. Meserasi

Maserasi adalah proses ekstraksi simplisia menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengadukan pada suhu ruangan. Prosedurnya dilakukan dengan merendam simplisia dalam pelarut yang sesuai dalam wadah tertutup. Pengadukan dilakukan dapat meningkatkan kecepatan ekstraksi. Kelemahan dari maserasi adalah prosesnya membutuhkan waktu yang cukup lama. Ekstraksi secara menyeluruh juga dapat menghabiskan sejumlah besar volume pelarut yang dapat berpotensi hilangnya metabolit. Beberapa senyawa juga tidak terekstraksi secara efisien jika kurang terlarut pada suhu kamar (27°C). Ekstraksi secara maserasi dilakukan pada suhu kamar (27°C), sehingga tidak menyebabkan degradasi metabolit yang tidak tahan panas (Depkes RI, 2009).

b. Perkolasi

Perkolasi merupakan proses mengekstraksi senyawa terlarut dari jaringan selular simplisia dengan pelarut yang selalu baru sampai sempurna yang umumnya dilakukan pada suhu ruangan. Perkolasi cukup sesuai, baik untuk ekstraksi pendahuluan maupun dalam jumlah besar (Depkes RI, 2009). Metode perkolasi memberikan beberapa keunggulan dibandingkan metode maserasi, antara lain adanya aliran cairan penyari menyebabkan adanya pergantian larutan dan ruang di antara butir-butir serbuk simplisia membentuk saluran kapiler tempat mengalir cairan penyari.

c. Sokletasi

Metode ekstraksi sokletasi adalah metode ekstraksi dengan prinsip pemanasan dan perendaman sampel. Hal itu menyebabkan terjadinya pemecahan dinding dan membran sel akibat perbedaan tekanan antara di dalam dan di luar sel. Dengan demikian, metabolit sekunder yang ada di dalam sitoplasma akan terlarut ke dalam pelarut organik. Larutan itu kemudian

menguap ke atas dan melewati pendingin udara yang akan mengembunkan uap tersebut menjadi tetesan yang akan terkumpul kembali. Bila larutan melewati batas lubang pipa samping soklet maka akan terjadi sirkulasi. Sirkulasi yang berulang itulah yang menghasilkan ekstrak yang baik. Prinsipnya adalah penyarian yang dilakukan berulang-ulang sehingga penyarian lebih sempurna dan pelarut yang digunakan relatif sedikit. Bila penyarian telah selesai maka pelarutnya dapat diuapkan kembali dan sisanya berupa ekstrak yang mengandung komponen kimia tertentu. Penyarian dihentikan bila pelarut yang turun melewati pipa kapiler tidak berwarna dan dapat diperiksa dengan pereaksi yang cocok. Ekstraksi yang dilakukan menggunakan metoda sokletasi, yakni sejenis ekstraksi dengan pelarut organik yang dilakukan secara berulang-ulang dan menjaga jumlah pelarut relatif konstan, dengan menggunakan alat soklet.

d. Refluks

Ekstraksi dengan cara ini pada dasarnya adalah ekstraksi berkesinambungan. Bahan yang akan diekstraksi direndam dengan cairan penyari dalam labu alas bulat yang dilengkapi dengan alat pendingin tegak, lalu dipanaskan sampai mendidih. Cairan penyari akan menguap, uap tersebut akan diembunkan dengan pendingin tegak dan akan kembali menyari zat tersebut. Umumnya dilakukan pengulangan proses pada residu pertama sampai 3-5 kali sehingga dapat termasuk proses ekstraksi sempurna.

e. Penyulingan

Penyulingan adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas) bahan. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali kedalam bentuk cairan. Metode ini termasuk sebagai unit operasi kimia jenis perpindahan panas. Penyulingan dapat ditimbang untuk menyari serbuk simplasia yang mengandung komponen kimia yang mempunyai titik didih yang tinggi pada tekanan udara yang normal, yang pada pemanasan biasanya terjadi kerusakan zat aktifnya. Untuk mencegah hal tersebut, maka penyari dilakukan dengan penyulingan (Harborne, 2010).

III. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Toksikologi dan Laboratorium Hama Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Desember 2018 sampai dengan bulan Maret 2019.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian meliputi gelas ukur 50ml, tabung erlenmeyer 250ml, corong, timbangan analitik, blender, kain kasa, kertas saring kasar, spatula, kertas label, aluminium foil, ember kecil, plastik, *orbital shaker*, *rotary vacuum evaporator*, alat tulis, dan kamera digital.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi 500gr biji jarak pagar, metanol 90%, aquades, *P. canaliculata*, dan daun umbi talas.

Persiapan Penelitian

Pepersiapan penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, diantaranya yaitu :

Perbanyak *P. canaliculata*

Induk *P. canaliculata* diambil dari persawahan di Desa Kedungsari, Kecamatan Maron, Kabupaten Probolinggo. Induk *P. canaliculata* dipindah dan di biakkan ke dalam kolam buatan yang diisi air dengan volume ± 5 liter. Selanjutnya *P. canaliculata* diberi pakan daun talas. *P. canaliculata* dibiarkan bertelur, kemudian telur dipindah dari kolam buatan ke nampan dan ditunggu sampai telurnya menetas. Penelitian ini menggunakan anakan keong mas yang telah berumur 30 hari (fase tumbuh). Setelah anakan *P. canaliculata* menetas dan berumur 30 hari, selanjutnya *P. canaliculata* tersebut dipindahkan dan diadaptasikan ke dalam ember (volume 4 lt) yang diberi kurungan penutup kain kasa selama 3 hari. Selama dalam proses adaptasi tersebut *P. canaliculata* diberi makan daun talas dan diganti dengan air yang bersih setiap hari.

Pembuatan Ekstrak Biji Jarak Pagar

Biji jarak pagar diambil dari Kecamatan Maron, Kabupaten Probolinggo. Masing-masing biji tanaman jarak dipetik yang sudah tua. Pembuatan ekstrak biji jarak pagar dilakukan dengan cara biji jarak pagar di kupas untuk diambil bijinya, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama ± 3 hari. Setelah biji jarak pagar kering, biji jarak pagar dihaluskan dengan cara diblender hingga menjadi bungkil atau serbuk dan dibuat ekstrak sesuai dengan perlakuan. Pembuatan ekstrak biji jarak pagar dilakukan dengan merujuk pada metode penelitian Shu-thong, (2001) yaitu serbuk biji jarak pagar ditimbang sesuai dengan perlakuan (50gr). Biji jarak pagar yang sudah halus dicampurkan dengan metanol 90%. Masing-masing dituangkan ke dalam botol erlenmayer 250 ml dengan perbandingan 1:4 (50gr : 200ml). Kemudian ditutup dengan aluminium foil yang direkatkan dengan plastik wrap. Ekstraksi biji jarak pagar dilakukan dengan metode meserasi, campuran larutan metanol dan biji jarak pagar di aduk dengan menggunakan *orbital shaker* selama ± 24 jam. Jenis pelarut yang digunakan untuk ekstraksi biji jarak pagar adalah metanol berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Rug M., dkk. 2000) yang menunjukkan bahwa ekstrak metanol biji jarak memiliki daya moluskisida yang lebih tinggi dari pada ekstrak air biji jarak. Setelah pengadukan selesai, filtrat yang diperoleh dari hasil *shaker* dipisahkan dari pelarut metanol dengan suhu 65°C menggunakan alat *rotary vacuum evaporator*. Hasil dari evaporasi dimasukkan kedalam botol kaca dan disimpan di lemari pendingin dengan suhu 4°C sampai saat digunakan. Sebelum dilakukan aplikasi, dilakukan pengenceran ekstrak biji jarak pagar dengan pelarut aquades sesuai dengan konsentrasi yang dibutuhkan.

Uji Pendahuluan

Sebelum melakukan penelitian, dilakukan uji pendahuluan terlebih dahulu. Uji pendahuluan dilakukan untuk mengetahui konsentrasi yang dapat menekan mortalitas *P. canaliculata*. Uji pendahuluan terdiri dari 6 perlakuan termasuk kontrol dan 2 kali ulangan, dimana pada masing-masing ulangan menggunakan 5 level konsentrasi yaitu: 5000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm, 20.000 ppm, dan 25.000 ppm. Pengamatan uji pendahuluan dilakukan selama 3 hari dengan waktu

interval : 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Setelah pengamatan selesai, langkah terakhir yaitu menghitung nilai mortalitas dan nilai *lethal concentration* LC_{50} untuk mengetahui konsentrasi yang dapat menekan mortalitas *P. canaliculata*. Hasil uji pendahuluan mortalitas *P. canaliculata* disajikan pada (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Uji Pendahuluan Mortalitas *P. canaliculata*

Konsentrasi (ppm)	(Jumlah <i>P. canaliculata</i> Mati)	Total <i>P. canaliculata</i> yang digunakan	Mortalitas
0 (kontrol)	0	40	0%
5.000	22	40	55%
10.000	26	40	65%
15.000	30	40	75%
20.000	34	40	85%
25.000	38	40	95%

Berdasarkan uji pendahuluan yang telah dilakukan, pada perlakuan 1 dengan konsentrasi 5000 ppm ekstrak biji jarak pagar dapat menekan mortalitas *P. canaliculata* sebesar 55%, konsentrasi 10.000 ppm dapat menekan mortalitas *P. canaliculata* sebesar 65%, konsentrasi 15.000 ppm dapat menekan mortalitas *P. canaliculata* sebesar 75%, konsentrasi 20.000 ppm dapat menekan mortalitas *P. canaliculata* sebesar 85%, dan pada konsentrasi 25.000 ppm dapat menekan mortalitas *P. canaliculata* sebesar 95%. Selanjutnya dari hasil data uji pendahuluan diolah dengan bantuan aplikasi analisis probit Hsin Chi (1997) untuk mencari nilai *Letal concentration* (LC_{50}). Dari hasil analisis probit didapatkan nilai LC_{50} sebesar 5007,26 ppm. Artinya hasil sementara uji pendahuluan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pestisida nabati berupa ekstrak biji jarak pagar mampu mengendalikan (mematikan) *P. canaliculata* diatas 50% (LC_{50}). Hasil analisis probit uji pendahuluan disajikan pada (tabel 3).

Tabel 3. Hasil Uji Pendahuluan Analisis Probit Nilai LC_{50}

Perlakuan	LC_{50} (ppm)	LC_{90} (ppm)
Ekstrak Biji Jarak Pagar	5007,26	26380,36

Berdasarkan hasil analisis probit, konsentrasi yang mematikan 50% *P. canaliculata* (LC_{50}) terdapat pada konsentrasi 5007,26 ppm. Sedangkan untuk nilai LC_{90} sebesar 26380,36 ppm.

Pelaksanaan Penelitian

Pengujian Ekstrak Biji Jarak Pagar

Bahan uji disusun atas 5 level konsentrasi dan kontrol dengan susunan perlakuan level konsentrasi bahan yang diuji adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian

Kode	Jenis Ekstrak	Konsentrasi (ppm)	Perlakuan
JP0	Kontrol	0	Aquades 1000ml
JP1	Biji jarak pagar	1.000	1 ml Ekstrak / 1000ml Aquades
JP2	Biji jarak pagar	3.000	3 ml Ekstrak / 1000ml Aquades
JP3	Biji jarak pagar	5.000	5 ml Ekstrak / 1000ml Aquades
JP4	Biji jarak pagar	7.000	7 ml Ekstrak / 1000ml Aquades
JP5	Biji jarak pagar	9.000	9 ml Ekstrak / 1000ml Aquades

Pengujian ekstrak biji jarak pagar dilakukan dengan metode modifikasi perendaman merujuk pada Kertoseputro., dkk. (2007). *P. canaliculata* yang sudah berumur 30 hari diadaptasikan terlebih dahulu. Selanjutnya *P. canaliculata* diinfestasikan ke dalam masing-masing ember perlakuan yang berjumlah 24 ember kecil bediameter 17cm, dimana setiap ember perlakuan diisi dengan air sebanyak 1 lt dan diinfestasikan 20 ekor *P. canaliculata*. Selanjutnya masing-masing ember yang berisi *P. canaliculata* diaplikasikan ekstrak biji jarak pagar sesuai dengan level konsentrasi perlakuan (table 4). Penelitian ini didesain dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan termasuk kontrol dengan 4 kali ulangan, sehingga total terdapat 24 unit percobaan. Setiap satuan percobaan menggunakan konsentrasi yang berbeda. Untuk menentukan konsentrasi, penelitian ini memodifikasi pada uji pendahuluan sebelumnya dengan bahan yang sama yaitu ekstrak biji jarak pagar pada konsentrasi 0 ppm (kontrol), 1.000 ppm, 3.000 ppm, 5.000 ppm, 7.000 ppm, dan 9.000 ppm. Masing-masing ember perlakuan ditutup dengan kain kasa selama pengujian yang bertujuan agar *P. canaliculata* tidak keluar dalam kurungan ember dan menghindari kemungkinan kegagalan dari faktor lingkungan misalnya gangguan dari manusia dan organisme lain (Banjarnahor., dkk. 2016). Selama pengujian *P. canaliculata* diberi pakan daun talas kemudian diamati mortalitas, nilai LC₅₀, nilai LT50 dan pengaruh terhadap aktivitas makannya.

Variabel Pengamatan

Mortalitas *P. canaliculata*

Variabel pengamatan yang digunakan dalam uji mortalitas ekstrak biji jarak pagar terhadap *P. canaliculata* yang dianggap mati apabila tidak menunjukkan pergerakan saat disentuh dan *P. canaliculata* telah mengambang di permukaan air. Pengujian mortalitas *P. canaliculata* dilakukan dengan pengaplikasian ekstrak biji jarak pagar pada setiap perlakuan. Selanjutnya *P. canaliculata* diuji selama 72 jam (3 hari) di laboratorium dan diperiksa setiap interval 24, 48, dan 72 jam untuk mengetahui kematian *P. canaliculata* (Nurwidayati., dkk. 2014). Adapun kriteria kematian *P. canaliculata* ditandai dengan tubuh keluar dari cangkang, *P. canaliculata* mengambang dipermukaan air, terjadi perubahan warna pada *P. canaliculata* yaitu dari warna kuning terang menjadi kuning pucat kehitaman dan tidak adanya reaksi sensitivitas kaki muskular *P. canaliculata* terhadap sentuhan jarum (Octaviani., dkk. 2014). Mortalitas total *P. canaliculata* dapat dihitung dengan rumus Jaswandi (2012) yaitu:

$$MT = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

MT : Mortalitas total (%)

n : Jumlah *P. canaliculata* yang mati

N : Jumlah *P. canaliculata* yang diuji

Efektivitas suatu pestisida nabati dapat diklasifikasikan berdasarkan nilai mortalitas yang disajikan pada (tabel 5).

Tabel 5. Klasifikasi Pestisida Nabati

Mortalitas Total	Kategori
$x \geq 95\%$	Sangat kuat
$75\% \leq x \leq 95\%$	Kuat
$60\% \leq x \leq 75\%$	Cukup kuat
$40\% \leq x \leq 60\%$	Sedang
$25\% \leq x \leq 40\%$	Agak lemah
$5\% \leq x \leq 25\%$	Lemah
$x \leq 5\%$	Tidak aktif

Sumber: Prijono (1998).

Apabila pada kontrol terdapat kematian *P. canaliculata*, maka dilakukan perhitungan persen koreksi kematian dengan rumus (Abbott, 1987) sebagai berikut :

$$P = \frac{x-y}{x} \times 100\%$$

Keterangan :

P : Mortalitas terkoreksi

x : Serangga yang hidup pada kontrol

y : Serangga yang hidup pada perlakuan

Nilai Konsentrasi Mematikan (LC₅₀) dan Waktu Mematikan (LT₅₀) *P. canaliculata*

Untuk mengetahui tingkat toksisitas suatu ekstrak pestisida nabati, maka perlu mengetahui nilai dari konsentrasi mematikan (LC₅₀). Pencarian nilai LC₅₀ dilakukan dengan analisa cara statistik. Variabel yang diamati adalah konsentrasi yang menyebabkan kematian sebanyak 50% dari *P. canaliculata* yang di uji. Sedangkan Waktu Mematikan (LT₅₀) merupakan waktu yang dibutuhkan pestisida nabati untuk mematikan 50% dari hama yang diuji. Data LC₅₀ dapat diestimasi dengan grafik dan perhitungan selama waktu interval 24, 48, dan 72 jam dan seterusnya setelah aplikasi. Untuk mendapatkan nilai LC₅₀ dan LT₅₀ dilakukan pengumpulan data berupa : Lama uji (jam), Konsentrasi (ppm), total *P. canaliculata* yang mati (R), dan total *P. canaliculata* yang diuji (n). Selanjutnya semua data diinputkan pada aplikasi analisis probit Hsin Chi untuk menganalisa nilai (LC₅₀) dan (LT₅₀).

Semakin kecil nilai LC₅₀ maka semakin toksik (beracun) suatu senyawa. (Meyer., dkk. 1982). Output data yang dihasilkan dikategorikan berdasarkan (tabel 6) berikut:

Tabel 6. Kriteria tingkatan nilai toksisitas LC₅₀ pada lingkungan perairan

Tingkat Racun	Nilai LC ₅₀ (ppm)
Racun Tinggi	<1
Racun Sedang	>1 dan <100
Racun Rendah	>100

Sumber: Wagner., dkk (2004)

Penurunan Aktivitas Makan

Variabel yang diamati adalah penurunan aktivitas makan *P. canaliculata* setelah diaplikasikannya ekstrak biji jarak pagar pada setiap wadah perlakuan. Metode yang digunakan adalah metode perhitungan persentase berat pakan mengacu pada Tohir, (2009) yaitu dengan membandingkan berat pakan sebelum dan sesudah diaplikasikannya ekstrak biji jarak pagar pada setiap perlakuan. Daun talas dipotong dan ditimbang dengan berat 23gr sebelum diberikan pada masing-masing wadah perlakuan untuk mempermudah proses penghitungan persentase pakan. Kemudian daun talas di rendam pada EBJP sesuai dengan perlakuan konsentrasi yang digunakan (0 ppm, 1000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm, 7000 ppm dan 9000 ppm) dicelupkan kedalam wadah setiap perlakuan dan diamati 24 jam setelah aplikasi (JSA). Untuk mengetahui persentase penurunan aktivitas makan dihitung dengan menggunakan rumus (Tohir, 2009) sebagai berikut:

$$FD = 1 - \frac{\text{Berat daun yang dimakan pada perlakuan}}{\text{Berat daun yang dimakan pada kontrol}} \times 100\%$$

Selanjutnya hasil dari persentase penurunan aktivitas makan di kategorikan berdasarkan (Tabel 7) berikut:

Tabel 7. Kriteria penurunan aktivitas makan

Persentase Penurunan Aktivitas Makan	Kriteria
> 80%	Kuat
61-80%	Sedang
40-60%	Lemah
<40%	Sedikit atau tidak ada

Sumber: (Park., dkk. 2005)

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) pada aplikasi Microsoft Excel. Apabila perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Kecil (BNT) pada taraf 5%. Persentase mortalitas dan nilai toksisitas dari ekstrak biji jarak pagar diolah dengan analisis probit menggunakan bantuan software Shin Chi (1997), sehingga mendapatkan nilai *letal concentration* (LC₅₀) dan *letal time* (LT₅₀) kematian dari organisme uji.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Serangkaian penelitian Uji Bioaktif Ekstrak Biji Jarak Pagar (EJJP) terhadap *Pomacea canaliculata* L. telah dilaksanakan. Pengujian EJJP terhadap mortalitas, daya racun serta penurunan aktivitas makan *P. canaliculata* hasilnya dituangkan dalam uraian berikut.

Pengaruh Ekstrak Biji Jarak Pagar Terhadap Mortalitas *P. canaliculata*

Hasil pengujian ekstrak biji jarak pagar (EJJP) terhadap mortalitas *P. canaliculata*, menunjukkan bahwa EJJP memiliki sifat racun dan menyebabkan mortalitas pada *P. canaliculata*. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tingkat konsentrasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tingkat mortalitas *P. canaliculata*. Semakin tinggi level konsentrasi EJJP yang diaplikasikan, maka mortalitas *P. canaliculata* juga semakin tinggi. Rata-rata persentase mortalitas *P. canaliculata* disajikan pada (Tabel 8).

Tabel 8. Mortalitas *P. canaliculata* setelah Aplikasi Ekstrak Biji Jarak Pagar

Perlakuan EJJP	Rata – Rata Mortalitas <i>P. canaliculata</i> (%)		
	24 JSA ± SB	48 JSA ± SB	72 JSA ± SB
1000 ppm	3,8 ± 2,5	10,0 ± 0,0	15,0 ± 0,0 a
3000 ppm	11,3 ± 2,5	22,5 ± 2,9	28,8 ± 2,5 b
5000 ppm	21,3 ± 2,5	38,8 ± 2,5	46,3 ± 2,5 c
7000 ppm	27,5 ± 2,9	51,3 ± 2,5	60,0 ± 0,0 d
9000 ppm	33,8 ± 2,5	62,5 ± 2,9	73,8 ± 2,5 e

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT dengan taraf kesalahan 5%.
JSA: Jam Setelah Aplikasi, EJJP: Ekstrak Biji Jarak Pagar, ppm: Part permilion, SB: Simpangan Baku.

Berdasarkan hasil mortalitas pada (Tabel 8), dapat diketahui bahwa tingkat mortalitas pada *P. canaliculata* ditentukan oleh tingkat konsentrasi ekstrak biji jarak pagar yang diaplikasikan. Dalam penelitian ini mortalitas *P. canaliculata* meningkat mengikuti tingkat level konsentrasi ekstrak biji jarak pagar yang diujikan. Namun efektivitas pengujian baru tampak pada selang waktu setelah 48 JSA, yaitu dengan tercapainya mortalitas diatas 50% populasi serangga uji pada konsentrasi ekstrak biji jarak pagar sebanyak 7000 ppm. Hubungan korelasi antara

konsentrasi dengan mortalitas dapat dihitung dengan menggunakan analisis probit. Menurut Dewi (2010), semakin tinggi level konsentrasi ekstrak tumbuhan, maka pengaruh yang ditimbulkan akan semakin tinggi pula. Penelitian ini menggunakan pelarut methanol 90% yang digunakan dalam ekstraksi biji jarak pagar dengan tujuan untuk memudahkan proses ekstraksi senyawa beracun dalam bungkil biji jarak pagar ke dalam pelarut. Penggunaan pelarut tersebut didasarkan pada prinsip "like dissolved like" yaitu senyawa polar mudah larut dalam pelarut polar (Darwis, 2004). Sehingga dapat memaksimalkan kandungan zat *ester phorbol* dan *curcin* yang didapatkan pada fraksi ekstrak biji jarak pagar.

Mellanie Rug dan Andreas Ruppei (2006) meneliti tentang efektivitas ekstrak biji jarak pagar (*J. curcas*) terhadap *Oncomelania hupensis* dan *Bullinus sp.*, menunjukkan hasil bahwa ekstrak metanol biji jarak memiliki daya moluskisida yang lebih tinggi. Pelarut metanol paling banyak digunakan dalam proses isolasi senyawa organik bahan alam karena dapat melarutkan semua golongan senyawa metabolit sekunder (Briger, 1969). Ciri-ciri *P. canaliculata* yang mengalami kematian setelah aplikasi yaitu mengapung di permukaan air, mengeluarkan lendir, tubuh keluar dari cangkang, mengeluarkan bau tidak sedap, operculum terbuka (Gambar 6B), perubahan warna dari kuning cerah menjadi kuning pucat kehitaman dan tidak adanya pergerakan. Sedangkan pembandingnya pada (Gambar 6A) *P. canaliculata* yang normal warna cangkang kuning cerah keemasan dan masih aktif bergerak. Gejala kematian *P. canaliculata* akibat dari pengaplikasian ekstrak biji jarak pagar dapat dilihat pada (Gambar 6).



Gambar 7. *P. canaliculata*: (A) *P. canaliculata* normal, (B) *P. canaliculata* mati, operculum terbuka (72 JSA)

Gejala perubahan yang terjadi pada (Gambar 6B) diduga akibat senyawa *ester phorbol* dan *curcin*. Senyawa aktif *ester phorbol* dan *curcin* masuk ke tubuh hama uji secara racun kontak dan racun perut, setelah masuk kedalam tubuh hama uji, senyawa *curcin* dan *ester phorbol* bekerja sebagai racun saraf. Ekstrak biji jarak pagar (EBJP) mampu mengakibatkan terganggunya proses metabolisme pada tubuh hama uji. Akibatnya setelah pengaplikasian EBJP, aktivitas pergerakan *P.canaliculata* menurun dan lama kelamaan tidak menunjukkan adanya pergerakan ketika disentuh (mati).

Ekstrak biji jarak pagar mengandung senyawa yang bersifat racun terhadap *P. canaliculata* sehingga mampu menyebabkan mortalitas pada hama uji. *Mode of action* senyawa *curcin* dan *ester phorbol* terhadap hama uji dapat menyebabkan perubahan komposisi membran sel, sehingga membran sel hama uji mengalami kerusakan. Selain itu senyawa *curcin* dan *ester phorbol* juga dapat berinteraksi dengan protein membran yang menyebabkan kebocoran isi sel, sehingga mengakibatkan hama uji mengalami kematian secara perlahan. Menurut Aregheore., dkk. (2010) senyawa *curcin* dan *ester phorbol* merupakan senyawa racun dan antinutrisi paling banyak ditemukan pada bagian biji. Biji jarak mengandung *curcin*, suatu senyawa protein yang sangat toksik, sehingga tidak dapat digunakan sebagai pakan ternak. Selanjutnya adalah senyawa *ester phorbol* merupakan senyawa anti nutrisi selain *curcin* yang perannya paling toksik dan menunjukkan aktivitas biologis yang luas dari mikroorganisme hingga hewan tingkat tinggi (Nurwidayati., dkk. 2015). Senyawa *ester phorbol* memiliki komponen toksik dalam biji jarak pagar berbentuk menyerupai diasigliserol yaitu turunan gliserol yang diperoleh dari dua kelompok hidroksil yang telah bereaksi dengan asam lemak membentuk ester dan bersifat karsinogenik. (Rug., dkk. 2006). Kemudian pernyataan tersebut dilanjutkan oleh pernyataan Goel., dkk. (2007) yang mengatakan bahwa senyawa *ester phorbol* bersifat toksik pada hewan dengan target utama pada sel membran, yaitu dengan cara menempel pada reseptor membran fosfolipid dan mengaktivasi enzim kinase. Hal ini memicu proliferasi sel sehingga terjadi pertumbuhan sel tunas (karsinogenik).

Toksisitas Ekstrak Biji Jarak Pagar Terhadap *P. canaliculata*

Dalam mengetahui tingkat toksisitas suatu ekstrak pestisida nabati, maka perlu mengetahui nilai dari *Lethal Concentration* (LC_{50}) yang merupakan konsentrasi yang dibutuhkan pestisida untuk mematikan 50% dari hama yang di uji. Hasil dari analisis probit toksisitas ekstrak biji jarak pagar terhadap *P. canaliculata* diperoleh dari nilai LC_{50} sebesar 4954 ppm. (Tabel 9).

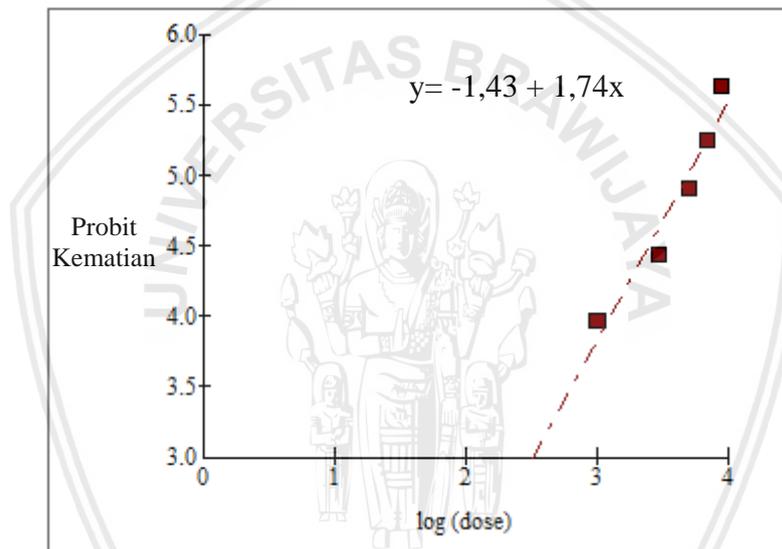
Tabel 9. Nilai LC_{50} Ekstrak Biji Jarak Pagar terhadap *P. canaliculata*

Perlakuan	LC_{50} (ppm)	LC_{90} (ppm)	Persamaan Regresi	SE	Batas Acuan $LC_{50}(\%)$	
					Bawah	Atas
EBJP	4954	26995	$Y = -1,43 + 1,74 x$	0,22	3821,1	6674,7

Keterangan : EBJP: Ekstrak Biji Jarak Pagar, LC_{50} : Lethal concentration 50%, SE: *Slope Error*, ppm: *Part Permillion*

Pada (Tabel 9) dapat diketahui bahwa nilai LC_{50} dari ekstrak biji jarak pagar yaitu pada konsentrasi 4954 ppm, dan nilai LC_{90} pada konsentrasi 26995 ppm, dengan persamaan regresi dengan LC_{50} yaitu $y = -1,43 + 1,74 x$, Slope Error atau untuk tingkat kesalahan yaitu sebesar 0,22 dan konsentrasi yang dapat digunakan untuk mematikan 50% hama uji, yaitu untuk batas bawah pada konsentrasi 3821,1 ppm dan batas atas pada konsentrasi 6674,7 ppm. Dimana ekstrak biji jarak pagar untuk menyebabkan 50% kematian *P. canaliculata* yaitu sebesar 4954 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak biji jarak pagar memiliki daya racun terhadap *P. canaliculata*, artinya bahwa pada konsentrasi 4954 ppm ekstrak biji jarak pagar dapat mengendalikan *P. canaliculata* pada masa pertumbuhan awal. Hal ini sejalan dengan pendapat Kartasapoetra (1990) dalam Basmiyanti (1995), bahwa toksisitas suatu pestisida nabati tergolong efektif jika mampu membunuh hingga 50% atau lebih dari populasi hewan uji. Semakin rendah nilai LC_{50} maka dapat dikatakan bahwa semakin tinggi toksisitas insektisida tersebut, Menurut (Grainge dan Ahmed, 1988) dalam (Martono., dkk. 2004), menyatakan bahwa efektifitas suatu bahan nabati yang digunakan sebagai pestisida botani sangat tergantung dari bahan yang dipakai, sifat bioaktif atau sifat racunnya dari suatu senyawa aktif tergantung pada kondisi tumbuh, umur tanaman, dan jenis dari tanaman tersebut.

Berdasarkan persamaan regresi pada Tabel 9, ditunjukkan bahwa Nilai persamaan regresi pada ekstrak biji jarak pagar yaitu $y = -1,43 + 1,74x$ dengan koefisien x sebesar 1,74. Artinya setiap penambahan konsentrasi sebesar 2000 ppm dapat menyebabkan mortalitas *P. canaliculata* sebesar 1,74%. Persamaan regresi berfungsi untuk mencari konsentrasi yang dapat digunakan untuk menentukan persentase kematian serangga uji, dengan semakin kecil nilai letal konsentrasi atau LC_{50} maka insektisida nabati yang digunakan akan semakin lebih mematikan dalam mengendalikan serangga uji. Hubungan antara konsentrasi ekstrak biji jarak pagar dengan mortalitas *P. canaliculata* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 8. Grafik hubungan konsentrasi ekstrak biji jarak pagar dengan mortalitas *P. canaliculata*. (APP: Shin Chi)

Berdasarkan data mortalitas *P. canaliculata* dari hasil aplikasi ekstrak biji jarak pagar yang diperoleh, selanjutnya dapat dicari pengaruh ekstrak biji jarak pagar terhadap hubungan antara waktu dan mortalitas pada hama uji. Hubungan antara waktu dan mortalitas *P. canaliculata* pada konsentrasi 1000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm, 7000 ppm dan 9000 ppm, dapat ditentukan dengan nilai LT_{50} (*Median Lethal Time*) pada setiap konsentrasi yang digunakan. Nilai tersebut menyatakan waktu yang diperlukan untuk dapat menyebabkan mortalitas hama uji sebesar 50% pada konsentrasi tertentu (Tabel 10).

Tabel 10. Estimasi Nilai LT_{50} Ekstrak Biji Jarak Pagar terhadap *P. canaliculata*

Perlakuan	Konsentrasi (ppm)	Nilai LT_{50} (jam)	Persamaan Regresi
EBJP	1.000	330 J,1'	$y = 3,23 + 1,55 x$
	3.000	179 J,4'	$y = 3,80 + 1,37 x$
	5.000	79 J,8'	$y = 4,22 + 1,48 x$
	7.000	49 J,7'	$y = 4,41 + 1,80 x$
	9.000	36 J,2'	$y = 4,59 + 2,22 x$

Keterangan : EBJP: Ekstrak Biji Jarak Pagar, ppm: *part permillion*, LT: *Lethal Time 50*

Pada Tabel 10. dapat diketahui bahwa dari hasil analisis probit diperoleh nilai LT_{50} untuk masing-masing konsentrasi yang diujikan pada penelitian ini menunjukkan perbedaan. Waktu yang diperlukan untuk mematikan 50% dari populasi *P. canaliculata* dipengaruhi oleh beberapa level konsentrasi yang diberikan, semakin tinggi level konsentrasi yang digunakan maka waktu yang diperlukan untuk dapat mematikan 50% hama uji akan semakin cepat. Berdasarkan nilai LT_{50} dari beberapa konsentrasi yang diujikan dalam penelitian ini, maka dapat ditentukan waktu yang diperlukan untuk dapat mematikan 50% serangga uji. Konsentrasi dengan waktu tercepat mematikan 50% *P. canaliculata* yaitu 9000 ppm dengan nilai LT_{50} sebesar 36,2 jam dan waktu terlama yaitu pada konsentrasi 1000 ppm dengan nilai LT_{50} sebesar 330 jam. Sedangkan untuk nilai LC_{50} (4954 ppm) perhitungan interpolasi berdasarkan data konsentrasi dan nilai LT_{50} pada (Tabel 10), diperoleh nilai LT_{50} sebesar 79,8 jam setelah aplikasi, artinya pada konsentrasi 4954 ppm yang dibutuhkan untuk mematikan 50% serangga uji diperlukan waktu 79,8 jam. Berdasarkan hasil penelitian Rahmawati. (2009), mortalitas *P. canaliculata* mencapai 100% dengan aplikasi moluskisida sintetis berbahan aktif *niklosamida* pada 12 jam setelah aplikasi. Hal ini menunjukkan bahwa efek EBJP terhadap mortalitas *P. canaliculata* relatif lebih lambat dibandingkan dengan moluskisida kimia sintetis berbahan aktif *niklosamida*. Perbedaan waktu dalam mematikan *P. canaliculata* tersebut bukan berarti bahwa EBJP yang diaplikasikan memiliki efek yang kurang bagus dibandingkan moluskisida sintetis. Pestisida nabati memiliki daya racun yang rendah sehingga tidak dapat langsung mematikan serangga, namun relatif lebih aman terhadap manusia, lingkungan dan tanaman (Sinaga, 2009).

Pengaruh Ekstrak Biji Jarak Pagar terhadap Penurunan Aktivitas Makan *P. canaliculata*

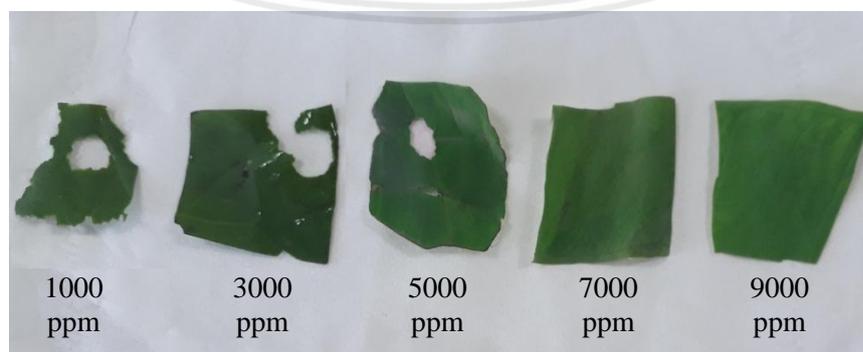
Konsentrasi ekstrak biji jarak pagar berpengaruh nyata terhadap penurunan aktivitas makan *P. canaliculata* (Tabel 11). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak biji jarak pagar pada konsentrasi 1000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm, 7000 ppm dan 9000 ppm mampu memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap penurunan aktivitas makan *P. canaliculata*.

Tabel 11. Penurunan aktivitas makan *P. canaliculata*.

Kode	Konsentrasi (ppm)	Persentase Penurunan Aktivitas Makan (%)
JP0	0 (Kontrol)	-
JP1	1.000	57 a
JP2	3.000	67 b
JP3	5.000	74 c
JP4	7.000	100 d
JP5	9.000	100 d

Keterangan :Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.

Dari hasil data diatas dapat diketahui bahwa semakin tinggi level konsentrasi ekstrak biji jarak yang diaplikasikan, maka tingkat penurunan aktivitas makan *P. canaliculata* akan semakin tinggi pula (Utomo., dkk. 2017). Nilai penurunan aktivitas makan dihitung berdasarkan bobot pakan yang dikonsumsi *P. canaliculata* per ekornya. Konsentrasi ekstrak biji jarak pagar 1000 ppm sampai dengan 9000 ppm memiliki nilai penurunan aktivitas makan berturut-turut sebesar 57%, 67%, 74%, 100% dan 100%. (Gambar 8.)



Gambar 9. Hasil perlakuan penurunan aktivitas makan *P. canaliculata*

Penurunan aktivitas makan diduga terjadi akibat senyawa yang terkandung di dalam ekstrak biji jarak pagar. Senyawa tersebut berupa zat *ester phorbol* dan *curcin* yang bekerja sebagai racun perut. Senyawa aktif *ester phorbol* dan *curcin* yang dikonsumsi melalui perlakuan pakan dapat mengganggu aktivitas metabolisme *P. canaliculata*, sehingga nafsu makan hama uji berkurang. Hal tersebut selaras dengan hasil penelitian Setiawan., dkk. (2012) yang menyatakan bahwa kandungan biji jarak pagar tersebut (*ester phorbol* dan *curcin*) masuk ke dalam saluran pencernaan hama rayap dan mempengaruhi proses metabolismenya serta mampu menurunkan aktivitas makannya. Komponen toksik utama pada biji jarak pagar adalah *ester phorbol* yang bersifat molluscicidal (Inga., dkk. 2002). *Ester phorbol* bersifat antinutrisi pakan yang menyebabkan berbagai perubahan fisiologis ketika berada di dalam sel dan jaringan (UniProt, 2007). Sedangkan komponen toksik yang kedua adalah hemaglutinin bernama *curcin*. *Curcin* bukan merupakan racun utama pada jarak pagar tetapi efek toksisitasnya akan meningkat jika bergabung dengan toksik lain seperti *ester phorbol*. *Curcin* menghambat sintesis protein in vitro sehingga dapat mengganggu aktivitas enzim pencernaan serangga (Harborne 1987). Hal ini mengakibatkan *P. canaliculata* gagal mendapatkan stimulus rasa sehingga mengurangi nafsu makan (Robinson, 1995). Semakin tinggi konsentrasi ekstrak biji jarak pagar yang diaplikasikan maka persentase penurunan aktivitas makan semakin besar karena semakin tingginya residu bahan aktif yang terdapat pada pakan daun. Hasil penurunan aktivitas makan dari ekstrak biji jarak pagar dengan pelarut methanol pada konsentrasi 7000 ppm dan 9000 ppm mampu menunjukkan kemampuan yang sama dalam menurunkan aktivitas makan yaitu mencapai 100%.

V. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa ekstrak biji jarak pagar dapat menekan mortalitas *P. canaliculata*. Ekstrak biji jarak pagar pada konsentrasi 9000 ppm menyebabkan mortalitas *P. canaliculata* tertinggi yaitu 73,8%, kemudian untuk nilai toksisitas LC_{50} ekstrak biji jarak pagar terhadap *P. canaliculata* yaitu pada konsentrasi 4954 ppm serta nilai LT_{50} yaitu selama 79,8 jam setelah aplikasi. Selain itu, ekstrak biji jarak pagar juga mampu menurunkan aktivitas makan *P. canaliculata* hingga mencapai 100% pada konsentrasi 7000 ppm dan 9000 ppm.

Saran

Dari hasil penelitian ini maka perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut tentang pengujian pengaruh pemanfaatan ekstrak biji jarak pagar untuk mengendalikan *P. canaliculata* pada skala lapang dengan mengacu pada nilai LC_{90} yaitu pada konsentrasi 26995 ppm serta pengaruhnya terhadap musuh alami, biota dalam air dan efek fitotoksik terhadap tanaman padi.

DAFTAR PUSTAKA

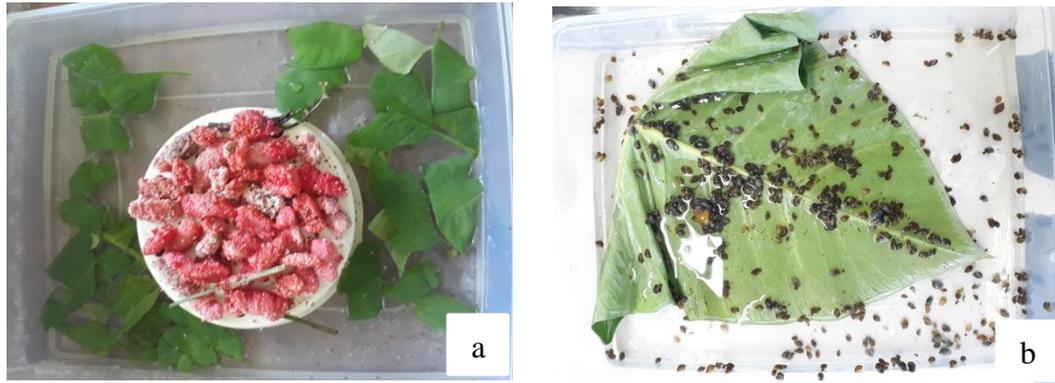
- Abbott W.S. 1987. Abbott's Formula A Method of Computing The Effectiveness of an Insecticide. *Journal of The American Mosquito Control Association*. 3(2) : 302-303.
- Aditya, P.A. 2007. Usaha Pengendalian Pencemaran Lingkungan Akibat Penggunaan Pestisida Pertanian. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2(1) 395-106.
- Aregheore E.M., Becker K., dan Makkar H.P.S. 2003. Assessment of Lectin Activity in a Toxic and a non Toxic Variety of *Jatropha curcas* Using Latex and Agglutination and Haemagglutination Methods and Inactivation of Lectin by Heat Treatments. *Sci. Food Agric*. 3(7): 349-352.
- Aregheore E.M., Becker K., dan Makkar H.P.S. 2010. Detoxification of a Toxic Variety of *Jatropha curcas* Using Heat and Chemical Treatments and Preliminary Nutritional Evaluation with Rats. *S. Pac. J. Nat. Sci*. 2(1):50-56.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2018. Rata-Rata Konsumsi Beras Per Kapita Seminggu. Jakarta. Publikasi statistik indonesia
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). 2010. Pengendalian Dan Pemanfaatan Keong Mas. *Nagro Aceh*, 4(1): 1-2
- Basmiyanti, 1995. Uji Daya Basmi Ekstrak Akar Tuba (*Derris elliptica*) Terhadap Kehidupan Larva Nyamuk *Culex sp.* Skripsi FMIPA UNHAS. Makassar.
- Basri A. B. 2016. Pengendalian Dan Pemanfaatan Keong Mas. *Jurnal Penelitian Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP)*. Nagro Aceh, 4(2): 1-2
- Briger. 1969. a Laboratory Manual for Modern Organik Chemistry. New York : Harver and Row Publiser.
- Cazzaniga N. 2002. Old Species And New Concepts In The Taxonomy of *Pomacea (Gastropoda: Ampullariidae)*. *Biocell*, 26(1): 71-81.
- Dadang A., Prijono G. 2008. Insektisida Nabati: Prinsip, Pemanfaatan, dan Pengembangan. Departemen Proteksi Tanaman. Bogor : IPB press.
- Darwis D. 2004. Teknik Penelitian Kimia Organik Bahan Alam. Padang : Workpress.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2009. Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat. Edisi I. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan. Direktorat Pengawasan Obat Tradisional. Jakarta.
- Dewi R.S. 2010. Keefektifan Ekstrak Tiga Jenis Tumbuhan Terhadap *Paracoccus marginatus* dan *Tetranychus sp.* pada tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L). Tesis. IPB. Bogor.
- Estebenet AL. 2002. *Pomacea canaliculata (gastropoda: ampullariidae)*: Life History Traits And Their Plasticity. *Biocell*. 26(1): 83-89.

- Goel G., Makkar H.P.S., Francis G., Becker K. 2007. Phorbol Esters: Structure, Biological Activity, and Toxicity in Animals. *Int. J. Toxicol.* 2(6): 279–288.
- Gubitz, G. M., M. Mittlebach, dan M. Trabi. 1999. Exploitation of The Tropical Oil Seed Plant *Jatropha Curcas* L. *Bioresource Technology*.
- Hambali, E., Mujdalipah, Sulistiyanto, dan Lesmana. 2009. Diversifikasi Produk Olahan Jarak Pagar dan Kaitannya Dengan *Corporate Social Responsibility* (CSR) Perusahaan Swasta di Indonesia. SBRC & Eka Cipta Fondation : Bogor. Hal 38- 45.
- Harborne, J.B. 1987. Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan. ITB press. Bandung.
- Hendarsih dan Kurniawati. 2009. Keong Mas Dari Hewan Peliharaan Menjadi Hama Utama Padi Sawah. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Subang.
- Hermawan, A., 2007. Pengaruh Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* Dengan Metode Difusi Disk. Artikel Ilmiah. Fakultas Kedokteran Hewan.UNAIR. Surabaya.
- Isnainingsih, N.R & R.M. Marwoto. 2011. Keong Hama Pomacea di Indonesia : Karakter Morfologi dan Sebarannya (*Gastropoda: Ampullariidae*). *Berita Biologi* 10(4) : 441-447.
- Joshi RC. 2005. Managing Invasive Alien Mollusc Species in Rice. Maligaya: Department of Agriculture-The Philippine Rice Research Institute.
- Kertoseputro, Denan. 2007. Bahan Nabati yang Dapat Digunakan Sebagai Moluskisida pada Keong Mas (*Pomacea canaliculata* L.). Gambung: Pusat Penelitian Teh dan Kina.
- Kusdianti dan Meiranda, R, Erwin. 2010. Tinjauan Tentang Bunga Jarak (*Ricinus communis* L). Skripsi. Fakultas Pendidikan. MIPA UPI. Bandung.
- Makkar, H.P.S., Aderibigbe, and Becker. 2009. Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha carcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. *Food Chem* 62(2): 207-215.
- Martin A.L., Cazzaniga, Nestor E. 2001. Factor Affecting the Distribution of *Pomacea canaliculata* (*Gastropoda: Amprullidae*) along its Southernmost Natural Limit. *Malacologia*, 4(3): 1-2.
- Martono, Hadipoentyanti, dan Udarno. 2004. Plasma Nutfah Pestisida Nabati. *Perkembangan Teknologi*. TRO. 16(1): 4-5.
- Matsumura, F. 1975. *Toxicology of Insecticides* Second edition. New york and London: Plenum Press.
- Meyer J.K. 1982. Brine shrimp: a Convient General Bioassay For Active Plant Constituents. *Planta Medica*. 4(5): 31-34.

- Muslim M.N. 2010. Pemanfaatan Minyak Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) sebagai Insektisida Nabati untuk Pengendalian Larva *Crocidolomia binotalis* Zell. 08(1): 10-11.
- Neuwinger, H.D., 1994. *Afrikanische Arzneipflanzen und Jagdgifte*. WV GesmH, 2(1): 450-457
- Nurwidayati A., Veridiana N., Octaviani, dan Yudith L. 2014. Efektivitas Ekstrak Biji Jarak Merah (*Jatropha gossypifolia*), Jarak Pagar (*J. curcas*) dan Jarak Kastor (*Ricinus communis*) Famili *Euphorbiaceae* terhadap Keong *Oncomelania hupensis lindoensis*. 10(2): 9-14
- Peraturan Pemerintah. 1973. Pengawasan Atas Peredaran, Penyimpanan, dan Penggunaan Pestisida. Jakarta.
- Prijono D. 2006. Potensi, Kendala, dan Strategi Pengembangan Pestisida Nabati. Materi Pelatihan. Bogor: Departemen Proteksi Tanaman IPB.
- Rahmawati, Anita. 2009. Kandungan Fenol Mengkudu. Skripsi. Jakarta: FK UI.
- Robinson, T. 1995. Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi Edisi VI. Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata. Bandung: ITB.
- Rug M, Ruppei A. 2006. Toxic Activities of the Plant *Jatropha Curcas* Against Intermediate Snail Hosts And Larvae of Schistosomes. Trop. Med. Intern. Hlth. 2(5): 423-30
- Ruslan dan Harianto. 2009. Penanggulangan Hama Keong Mas. Yogyakarta: PT. Citra Aji Parama.
- Santoso, B. 2010. Deskripsi Botani Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). Bogor: Argo Puji Press. hal. 52-53.
- Setiawan, R., Loah dan Rustan. 2012. Pemberian Berbagai Konsentrasi Tepung Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) untuk Mengendalikan Hama Rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren (*Isoptera: Rhinotermitidae*) di Laboratorium. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian. 4(2): 144-160.
- Setiawati, L. 2008. Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati dan Cara Pembuatannya Untuk Pengendalian Organisme Pengganggu (OPT). Prima Tani Balista: Bandung
- Sinaga, R. 2009. Uji Efektivitas Pestisida Nabati terhadap Hama Spodoptera litura (*Lepidoptera: Noctuidae*) pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara Medan.
- Soenarjo. 2001. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Hal 684-690. Bogor.
- Sugeng, H. R. 2001. Teknik Bercocok Tanam Padi. Aneka Ilmu. Hal 19-20. Semarang.

- Suharto, Hendarsih dan Nia Kurniawati. 2012. Keong Mas dari Hewan Peliharaan menjadi Hama Utama Padi Sawah. Jurnal Penelitian Balai Besar Tanaman Padi. (10 November 2018)
- Sulistiono B.P. 2007. Pengelolaan Keong Mas (*Pomacea canaliculata*). Prosiding.Skripsi. IPB. Bogor
- Suripto, Jupri, A. dan Tresnani. 2005. Spektrum Efek Toksik Dari Berbagai Fraksi Ekstrak Daun Jayanti (*Sesbania sesban*) terhadap Keong Mas Hama Tanaman Padi. J. Biologi Tropis. 8(1):15 -20.
- Tukimin, D. Soetopo dan Karmawati. 2010. Pengaruh minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) terhadap Mortalitas, Berat Pupa, Dan Penularan Hama Jarak Kepyar. Jurnal Littri. 16(4): 159-164
- Tukimin, D. Soetopo, dan Soebandi. 2008. Toksisitas Minyak Tiga Aksesori Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) terhadap *Helicoverpa armigera* Hubner. Prosiding Loka Karya Nasional Jarak Pagar. 4(16) 1- 4.
- UniProt. 2007. Phorbol compound content in Jatropha plants. Eratex : San Francisco.
- Utomo, I.S., Hoesain., dan Jadmiko. 2017. Uji Efektivitas Ekstrak Akar Tuba (*Derris elliptica* B.) dan Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* D.) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Hama *Plutella xylostella* L. di Laboratorium. Fakultas Pertanian Universitas Jember. Gontor Agrotech Science Journal 3:1.
- Wagner, Julie A., Abbott, Gina., Lett, Syretta. 2004. Age Related Differences in Individual Quality of Life Domains in Youth with Type 1. SoM Articles. Paper 11.
- Ware, W. G. 1927. *Pesticides: Theory and Application*. W.H. Freeman and Company. San Francisco.





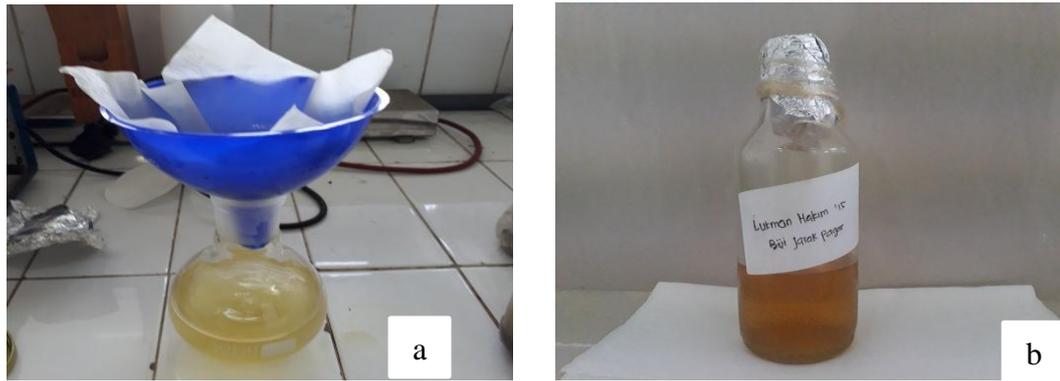
Gambar Lampiran 1.(a) Proses penetasan telur *P. canaliculata*, (b) *P. canaliculata* umur 30 hari setelah menetas.



Gambar Lampiran 2.(a) Penimbangan biji jarak pagar, (b) Proses penghalusan biji jarak pagar.



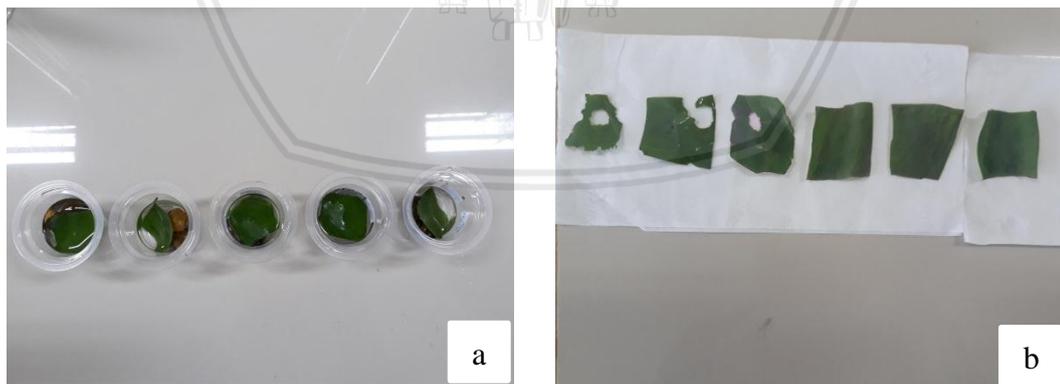
Gambar Lampiran 3.(a) Pengayakan serbuk biji jarak pagar, (b) Proses ekstraksi dengan cara meserasi menggunakan pellarut methanol.



Gambar Lampiran 4.(a) Penyaringan EBJP kemudian lanjut proses evaporasi, (b) Hasil filtrat siap untuk diaplikasikan pada hama uji.



Gambar Lampiran 6. (a) Pengaplikasian EBJP pada setiap ember percobaan, (b) Proses pengujian EBJP terhadap mortalitas *P. canaliculata*.



Gambar Lampiran 6. (a) Uji penurunan aktivitas makan, (b) Hasil uji penurunan aktivitas makan.

Tabel Lampiran 1. Analisis Ragam Persentase Mortalitas *P. canaliculata* 24 Jam Setelah Aplikasi Ekstrak Biji Jarak Pagar

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1%	
Perlakuan	4	93,80	23,45	87,94	**	3,06	4,89	0,000
Galat	15	4,00	0,27					
Total	19	97,80				KK= 13,24%		

Tabel Lampiran 2. Analisis Ragam Persentase Mortalitas *P. canaliculata* 48 Jam Setelah Aplikasi Ekstrak Biji Jarak Pagar

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1%	
Perlakuan	4	50,70	12,68	23,05	**	3,06	4,89	0,000
Galat	15	8,25	0,55					
Total	19	58,95				KK= 21,50%		

Tabel Lampiran 3. Analisis Ragam Persentase Mortalitas *P. canaliculata* 72 Jam Setelah Aplikasi Ekstrak Biji Jarak Pagar

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1%	
Perlakuan	4	4,30	1,08	6,45	**	3,06	4,89	0,002
Galat	15	2,50	0,17					
Total	19	6,80				KK= 25,52%		

Tabel Lampiran 4. Analisis Ragam Persentase Penurunan Aktivitas Makan *P. canaliculata* Setelah Aplikasi Ekstrak Biji Jarak Pagar

Sumber	db	JK	KT	F-hitung		F-tabel		P-value
						5 %	1%	
Perlakuan	4	19,50	4,87	90,04	**	3,06	4,89	0,000
Galat	15	0,81	0,05					
Total	19	20,31				KK= 2,63%		