

**TOKSISITAS EKSTRAK BIJI JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.)  
TERHADAP ULAT KROP KUBIS (*Crocidolomia pavonana* F.)**

**(Skripsi)**

Oleh

**Rully Pebriansyah**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

## **ABSTRAK**

### **TOKSISITAS EKSTRAK BIJI JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.) TERHADAP ULAT KROP KUBIS (*Crocidolomia pavonana* F.)**

**Oleh**

**Rully Pebriansyah**

Penggunaan insektisida sintetis banyak digunakan petani dalam mengatasi serangan hama *Crocidolomia pavonana* pada tanaman kubis. Namun demikian, penggunaan insektisida ini dapat menyebabkan resistensi, resurgensi, terbunuhnya musuh alami, pencemaran lingkungan, dan membahayakan kesehatan manusia. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif lain untuk mengendalikan hama *C. pavonana* yaitu dengan insektisida nabati dari biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas ekstrak biji jarak pagar terhadap mortalitas ulat krop kubis *C. pavonana* dan tingkat konsentrasi ekstrak biji jarak pagar yang dapat menyebabkan mortalitas ulat krop kubis *C. pavonana*. Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu fraksinasi ekstrak biji jarak pagar untuk menentukan fraksi aktif yang dapat mematikan ulat *C. pavonana* (*bioassay* I) dan pengujian fraksi aktif pada konsentrasi kontrol, 78, 156, 312, 625, 1.250, 2.500, 5.000, 10.000, dan 20.000 ppm terhadap mortalitas ulat *C. pavonana* (*bioassay* II). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak biji jarak pagar fraksi 100% CHCl<sub>3</sub> konsentrasi 20.000 ppm pada 24 jsa

menyebabkan mortalitas ulat *C. pavonana* sebesar 100% lebih tinggi daripada fraksi 3% MeOH/CHCl<sub>3</sub>, 20% MeOH/CHCl<sub>3</sub>, dan MeOH. Ekstrak biji jarak pagar fraksi 100% CHCl<sub>3</sub> konsentrasi 10.000 ppm pada 96 jsa menyebabkan mortalitas ulat *C. pavonana* lebih dari 50%.

Kata kunci: *Crocidolomia pavonana*, *Jatropha curcas*, jarak pagar, mortalitas, toksisitas

**TOKSISITAS EKSTRAK BIJI JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.)  
TERHADAP ULAT KROP KUBIS (*Crocidolomia pavonana* F.)**

**Oleh**

*Rully Pebriansyah*

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA PERTANIAN**

**pada**

**Program Studi Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

Judul Skripsi : **TOKSISITAS EKSTRAK BIJI JARAK  
PAGAR (*Jatropha curcas* L.) TERHADAP  
ULAT KROP KUBIS (*Crocidolomia  
pavonana* F.)**

Nama Mahasiswa : **Rully Pebriansyah**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1014121164

Program Studi : Agroteknologi

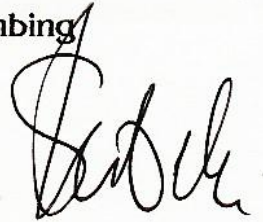
Fakultas : Pertanian

### **MENYETUJUI**

#### 1. Komisi Pembimbing



**Ir. Nur Yasin, M.Si.**  
NIP 195910091986031002



**Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc.**  
NIP 196804091993031002

#### 2. Ketua Jurusan Agroteknologi



**Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**  
NIP 196305081988112001

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

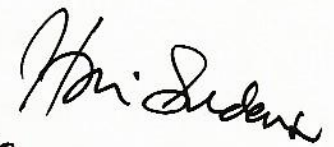
Ketua : **Ir. Nur Yasin, M.Si.**



Sekretaris : **Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc.**




Penguji  
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Hamim Sudarsono, M.Sc.** .....



### 2. Dekan Fakultas Pertanian



  
**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **19 Mei 2016**

## SURAT PERNYATAAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RULLY PEBRIANSYAH

NPM : 1014121164

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing (1) Ir. Nur Yasin, M.Si. dan (2) Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc. berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dan lain-lain) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Mei 2016  
Yang membuat pernyataan



Rully Pebriansyah  
NPM 1014121164

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Brabasan Kecamatan Tanjung Raya Kabupaten Tulang Bawang pada 26 Februari 1992, sebagai putra ke-2 dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Jaya dan Ibu Rumzah.

Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak Dharma Wanita Brabasan pada tahun 1998, menyelesaikan Sekolah Dasar Negeri 01 Brabasan pada tahun 2004, menyelesaikan Sekolah Menengah Pertama Al-Kautsar Bandar Lampung pada tahun 2007, dan menyelesaikan Sekolah Menengah Atas Al-Kautsar Bandar Lampung pada tahun 2010.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2010 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) Pada tahun 2013 di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (BALITRO), Di Jalan Tentara Pelajar No.3 A Cimanggu, Bogor, Jawa Barat. Pada tahun 2014 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Labuan Baru, Kecamatan Way Serdang, Kabupaten Mesuji.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam Lembaga Mahasiswa Pertanian (LS-MATA) sebagai anggota Bidang Hubungan Masyarakat (HUMAS) pada tahun 2012.



“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”

(QS. Al-Mujadalah: 11)

“Waktu hanya akan mengkhianatimu sekali, dan suatu penyesalan itu abadi”

“Jika semua orang menjadi pemikir, lalu siapa yang akan mengerjakannya”

“Anda adalah orang yang sibuk, orang yang penting, orang yang disegani dan hormati, jika orang lain yang mengucapkannya”

Alhamdu lillahhi robbil 'alamin

Dengan penuh rasa syukur kupersembahkan karya ini sebagai tanda sayang dan terimakasihku kepada

Papi Jaya dan Mami Rumzah, sebagai wujud bakti, cinta dan terimakasihku, yang dengan tulus telah membesarkan, mendidik, dan mendo'akan. Semoga Allah selalu meridhoi

Keluarga besarku dan para sahabat yang telah memberikan do'a dan dukungan tak terbatas

Serta Almamater kebanggaan Fakultas Pertanian Universitas Lampung  
Sumbangsih karya tulisku untukmu

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Di dalam proses penulisan skripsi ini penulis telah menerima bantuan dan bimbingan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Nur Yasin, M. Si. selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan segala ide, bimbingan, motivasi, saran, perhatian serta pengertian kepada penulis selama penelitian dan penulisan skripsi hingga selesai.
2. Bapak Dr. Ir. Subeki, M. Si., M. Sc. selaku Pembimbing Kedua atas segala saran, bimbingan dan kesabaran yang telah diberikan kepada penulis selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hamim Sudarsono, M. Sc. selaku Dosen Penguji atas saran, kritik, bimbingan, dan pengarahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M. Sc. selaku Pembimbing Akademik atas saran, kritik, bimbingan, pengarahan dan motivasi kepada penulis selama berada di Perguruan Tinggi Universitas Lampung.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Purnomo, M. S. selaku Ketua Bidang Proteksi Tanaman Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

6. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M. Si., Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
7. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si., Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
8. Seluruh dosen Fakultas pertanian, khususnya Jurusan Agroteknologi, yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti perkuliahan.
9. Kedua orangtuaku Papi Jaya, S.P., M.M.P. dan Mami Rumzah, A. Ma. Pd. atas cinta, do'a, dan dukungan yang tak terbatas.
10. Keluarga besarku, Kakak Rusdian Marta Kusuma, S.P. dan Adikku tersayang Dellya Vivi Yana atas segala cinta, do'a, dukungan, canda tawa yang selalu tercurah setiap harinya.
11. Teman dekatku Siti Jarlina, S.P. beserta keluarga atas segala cinta, do'a, dan dukungan.
12. Mba Uum, Pak Paryadi, Mas Jeny, Mas Mustofa, Mas Iwan, Mba Lia, Mba Yani, Ibu Desi, Ibu Reni, Mas Edi, dan Mas Riyadi atas bantuannya.
13. Kawan seperjuangan Eko, Septi, Roki, Tomi, Aldi, Agung, Ani, Ratri beserta teman-teman AGT dan THP atas persahabatan yang terjalin selama ini.

Semoga Allah SWT membalas dan memberikan rahmat untuk semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Bandar Lampung, Juni 2016

**Rully Pebriansyah**

## DAFTAR ISI

	Halaman
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	3
1.3. Kerangka Pemikiran.....	3
1.4. Hipotesis.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tanaman Kubis.....	7
2.2. Ulat Krop Kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ).....	8
2.3. Jarak Pagar ( <i>Jatropha curcas</i> ).....	9
2.4. Toksisitas Jarak Pagar.....	10
III. BAHAN DAN METODE	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.2. Bahan dan Alat.....	13
3.3. Metode Penelitian.....	14
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.4.1. Penyediaan Pakan Serangga.....	14
3.4.2. Perbanyakkan Serangga Uji.....	15

3.4.3. Ekstrak Biji Jarak Pagar.....	16
3.5. Pengamatan.....	18
3.5.1. <i>Lethal Concentration</i> (LC <sub>50</sub> ).....	18
3.5.2. <i>Lethal Time</i> (LT <sub>50</sub> ).....	19
 IV. HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN	
4.1. Ekstrak Biji Jarak Pagar.....	20
4.2. Mortalitas Ulat <i>Crocidolomia pavonana</i> .....	21
4.2.1. <i>Bioassay</i> I.....	21
4.2.2. <i>Bioassay</i> II.....	22
4.3. <i>Lethal Concentration</i> (LC <sub>50</sub> ).....	25
4.4. <i>Lethal Time</i> (LT <sub>50</sub> ).....	26
 V. KESIMPULAN	
5.1. Kesimpulan.....	28
5.2. Saran.....	28
 DAFTAR PUSTAKA.....	 29
LAMPIRAN.....	34

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rendemen berbagai fraksi biji jarak pagar.....	20
2. Persentase mortalitas ulat <i>Crocidolomia pavonana</i> instar II pada berbagai fraksi biji jarak pagar konsentrasi 20.000 ppm.....	21
3. Persentase mortalitas ulat <i>Crocidolomia pavonana</i> instar II pada berbagai konsentrasi fraksi 100% CHCL <sub>3</sub> .....	23
4. <i>Lethal Concentration</i> (LC <sub>50</sub> ) ekstrak biji jarak pagar.....	25
5. <i>Lethal Time</i> (LT <sub>50</sub> ) ekstrak biji jarak pagar.....	26
6. Persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	35
7. Uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	35
8. Analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	36
9. BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	36
10. Transformasi data persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> I dengan menggunakan rumus $\sqrt{(x+1)}$ .....	37
11. Transformasi data uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	37
12. Data transformasi analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	38

13. Data transformasi BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	38
14. Persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	39
15. Uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	39
16. Analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	40
17. BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	40
18. Transformasi data persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 jsa pada <i>bioassay</i> I dengan menggunakan rumus $\sqrt{(x+1)}$ .....	41
19. Transformasi data uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat Krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	41
20. Data transformasi analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	42
21. Data transformasi BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	42
22. Persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> I .....	43
23. Uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	43
24. Analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	44
25. BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	44
26. Transformasi data persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> I dengan menggunakan rumus $\sqrt{(x+1)}$ .....	45
27. Transformasi data uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> I .....	45



28. Data transformasi analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	46
29. Data transformasi BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	46
30. Persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	47
31. Uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	47
32. Analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	48
33. BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	48
34. Transformasi data persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> I dengan menggunakan rumus $\sqrt{(x+1)}$ .....	49
35. Transformasi data uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat Krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	49
36. Data transformasi analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	50
37. Data transformasi BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	50
38. Persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> I .....	51
39. Uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	51
40. Analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	52
41. BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	52
42. Transformasi data persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> I dengan menggunakan rumus $\sqrt{(x+1)}$ .....	53

43. Transformasi data uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	53
44. Transformasi data analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	54
45. Data transformasi BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	54
46. Persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	55
47. Uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	55
48. Analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	56
49. BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	56
50. Transformasi data persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> I dengan menggunakan rumus $\sqrt{(x+1)}$ .....	57
51. Transformasi data uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat Krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	57
52. Transformasi data analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	58
53. Data transformasi BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> I.....	58
54. Persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	59
55. Uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	59
56. Analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	60
57. BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	60

58. Transformasi data persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> II dengan menggunakan rumus $\sqrt{(x+1)}$ .....	61
59. Transformasi data uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat Krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	61
60. Transformasi data analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	62
61. Data transformasi BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 24 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	62
62. Persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 Jsa pada <i>bioassay</i> II.....	63
63. Uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	63
64. Analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	64
65. BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	64
66. Transformasi data persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 jsa pada <i>bioassay</i> II dengan menggunakan rumus $\sqrt{(x+1)}$ .....	65
67. Transformasi data uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	65
68. Data transformasi analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	66
69. Data transformasi BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 48 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	66
70. Persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	67
71. Uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	67
72. Analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	68
73. BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	68

74. Transformasi data persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> II dengan menggunakan rumus $\sqrt{(x+1)}$ .....	69
75. Transformasi data uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	69
76. Transformasi data analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	70
77. Data transformasi BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 72 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	70
78. Persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	71
79. Uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	71
80. Analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	72
81. BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	72
82. Transformasi data persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> II dengan menggunakan rumus $\sqrt{(x+1)}$ .....	73
83. Transformasi data uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	73
84. Data transformasi analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	74
85. Data transformasi BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 96 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	74
86. Persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	75
87. Uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	75
88. Analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	76
89. BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	76

90. Transformasi data persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> II dengan menggunakan rumus $\sqrt{(x+1)}$ .....	77
91. Transformasi data uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	77
92. Transformasi data analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	78
93. Data transformasi BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 120 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	78
94. Persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	79
95. Uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	79
96. Analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	80
97. BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	80
98. Transformasi data persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> II dengan menggunakan rumus $\sqrt{(x+1)}$ .....	81
99. Transformasi data uji kehomogenan ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	81
100. Transformasi data analisis ragam persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> II .....	82
101. Data transformasi BNT persentase mortalitas ulat krop kubis ( <i>Crocidolomia pavonana</i> ) pada 144 jsa pada <i>bioassay</i> II.....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ekstraksi dan fraksinasi biji jarak pagar.....	17
2. Diagram penelitian .....	79
3. Persiapan hingga pengaplikasian .....	81
4. Pengamatan hari ke-1 (24 jsa <i>Bioassay I</i> ).....	82
5. Pengamatan hari ke-2 (48 jsa <i>Bioassay I</i> ).....	82
6. Pengamatan hari ke-1 (24 jsa <i>Bioassay II</i> ).....	83
7. Pengamatan hari ke-2 (48 jsa <i>Bioassay II</i> ).....	84
8. Pengamatan hari ke-3 (72 jsa <i>Bioassay II</i> ).....	85
9. Pengamatan hari ke-4 (96 jsa <i>Bioassay II</i> ).....	86
10. Pengamatan hari ke-5 (120 jsa <i>Bioassay II</i> ).....	87
11. Pengamatan hari ke-6 (144 jsa <i>Bioassay II</i> ).....	88
12. Pengujian daun pada hari ke-1.....	89
13. Pengujian daun pada hari ke-3.....	90

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Tanaman kubis (*Brassica oleracea* L.) merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Luas tanaman kubis di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 65,248 ha dengan produksi 1.480.625 ton (BPS, 2013). Usaha budidaya tanaman kubis seringkali dihadapkan pada serangan hama dan penyakit tanaman. Salah satu jenis hama yang banyak menyerang tanaman kubis adalah ulat krop kubis (*Crocidolomia pavonana* F.) (sin. *C. binotalis* Zeller) (Uhan, 1993).

Ulat *C. pavonana* banyak menyerang tanaman kubis-kubisan (*Brassicaceae*) dan populasinya meningkat pada umur 10 minggu setelah tanam (Uhan, 1993; Astutik, 2005). Serangan ulat ini dapat menyebabkan kehilangan produk hingga 100% jika tidak diberikan penyemprotan insektisida (Permadi dan Sastrosiswojo, 1993).

Penggunaan insektisida sintetis banyak digunakan petani dalam mengatasi serangan ulat *C. pavonana*. Namun dalam penggunaannya, insektisida ini dapat menimbulkan resistensi, resurgensi, terbunuhnya musuh alami, pencemaran lingkungan, dan membahayakan kesehatan manusia (Kardinan, 2001). Dengan demikian, dibutuhkan alternatif lain untuk mengendalikan serangan ulat *C. pavonana*. Salah satu diantaranya adalah dengan menggunakan insektisida nabati biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.).

Biji jarak pagar adalah tanaman famili euphorbiaceae yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat insektisida, fungisida, dan moluskasida alami. Biji jarak pagar mengandung racun yang cukup kuat dalam mematikan hama (Soetopo, 2007; Tukimin *et al.*, 2010). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa biji jarak pagar konsentrasi 10 mL/L dengan penambahan detergen 1 g/L dapat menyebabkan mortalitas larva *Achaea janata* sebesar 85,34% (Tukimin *et al.*, 2010). Biji jarak pagar bersifat toksik terhadap telur *Callosobruchus maculatus* dan *Spodoptera litura* (Adebowale dan Adedire, 2006; Widianoro, 2012).

Ekstrak biji jarak pagar pada konsentrasi 30 mL/L pada 1 hari setelah aplikasi (hsa) menyebabkan mortalitas *S. litura* sebesar 72% dan pada 7 hsa sebesar 84%. Larva *S. litura* yang mendapat aplikasi ekstrak biji jarak pagar menjadi pasif, tidak aktif makan, mengalami iritasi, dan akhirnya mati.

Biji jarak pagar mengandung senyawa racun *phorbolester* dan *curcin* yang bersifat sangat toksik dalam mematikan sel hidup (Wina *et al.*, 2008). Senyawa *phorbolester* dapat menghambat enzim protein *kinase* yang berperan dalam pertumbuhan sel dan jaringan (Aitken, 1986 dalam Evans, 1986). Sedangkan senyawa *curcin* dapat menghambat penyerapan *nutrien* dan mengurangi nitrogen *endogenous* sel (Fasina *et al.*, 2004 dalam Wina *et al.*, 2008).

Dilaporkan bahwa ekstrak biji jarak pagar bersifat toksik terhadap berbagai serangga (Tukimin dan Soetopo, 2009), maka besar kemungkinan ekstrak biji jarak pagar juga dapat digunakan untuk mengendalikan ulat *C. pavonana* pada tanaman kubis. Menurut Subhan (2011) ekstrak biji jarak pada dosis 15 g/L mampu menyebabkan mortalitas tertinggi pada imago *Sitophilus zeamais* sebesar



93,33%. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengujian toksisitas fraksi biji jarak pagar pada berbagai konsentrasi terhadap mortalitas ulat krop kubis *C. pavonana*. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada petani sayuran untuk menggunakan ekstrak biji jarak pagar dalam mengendalikan hama *C. pavonana*.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh aktivitas ekstrak biji jarak pagar terhadap mortalitas ulat krop kubis *Crocidolomia pavonana* F.
2. Mengetahui tingkat konsentrasi ekstrak biji jarak pagar yang dapat menyebabkan mortalitas ulat krop kubis *Crocidolomia pavonana* F.

## **1.3. Kerangka Pemikiran**

Pada tahun 1993 hama *Crocidolomia binotalis* di Indonesia belum menunjukkan resisten terhadap insektisida (Uhan dan Sulastrini, 1993), akan tetapi tahun 1997 *C. binotalis* dilaporkan resisten terhadap insektisida (Santoso, 1997 dalam *Dono et al.*, 2010). Hama *C. binotalis* di daerah Cibogo, Cikadang, dan Pengalengan Bandung dilaporkan juga resisten terhadap insektisida profenofos (Suharti, 2000; *Dono et al.*, 2010). Oleh karena itu, penggunaan insektisida nabati menjadi salah satu alternatif untuk mengendalikan hama tanaman yang lebih ramah lingkungan, tidak menimbulkan resistensi hama, tidak membahayakan serangga non sasaran, dan tidak membahayakan kesehatan manusia.

Salah satu insektisida nabati yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama tanaman adalah ekstrak biji jarak pagar. Sebelum digunakan sebagai insektisida, biji jarak pagar perlu dilakukan proses ekstraksi (Van Beek, 1999). Proses ekstraksi dapat dilakukan dengan perendaman dalam larutan heksan untuk menghilangkan fraksi minyak yang terkandung pada bahan kemudian dilanjutkan dengan ekstraksi menggunakan pelarut etanol. Senyawa yang terekstrak kemudian difraksinasi dengan cara ditambahkan etil asetat hingga terbentuk lapisan air dan etil asetat.

Fraksi lapisan air mengandung senyawa yang bersifat polar, sedangkan fraksi etil asetat mengandung senyawa semi polar dan non polar (Noviana *et al.*, 2012).

Fraksi etil asetat selanjutnya difraksinasi lebih lanjut dengan cara dimasukkan kedalam silica gel kolom kromatografi dan dielusi dengan pelarut non polar dan polar. Dengan demikian, senyawa yang bersifat non polar dan polar pada biji jarak pagar akan terekstrak bersama dengan pelarut yang digunakan termasuk senyawa *curcin* dan *phorbolester*.

Menurut Soetopo (2007), *phorbolester* merupakan senyawa yang menyerupai hormon juvenil yang berpengaruh terhadap pergantian kulit serangga. Selain itu, *phorbolester* adalah senyawa yang mempunyai ikatan ester dengan asam-asam lemak sehingga menimbulkan iritasi pada kulit. Senyawa tersebut bila terserap ke dalam tubuh dapat menyebabkan pendarahan, bertumpuknya cairan di rongga tenggorokan, dan nekrosis sel. *Phorbolester* juga dapat menghambat enzim protein kinase-C yang berperan dalam perkembangan sel (Makkar *et al.*, 1998 dalam Wina *et al.*, 2008).

*Curcin* merupakan senyawa yang mempunyai kemampuan untuk mengikat molekul karbohidrat pada lapisan *epithelium* mukosa usus. Dengan demikian, senyawa ini dapat merusak vili usus, menghambat absorpsi nutrisi, dan menghilangkan nitrogen *endogenous* (Fasina *et al.*, 2004 dalam Wina *et al.*, 2008).

Senyawa *curcin* dan *phorbol ester* pada jarak pagar memiliki efektivitas dalam mengendalikan hama *Helicoverpa armigera* (Hubn.), *Spodoptera litura* F., dan *Achea janata* L. (Tukimin dan Soetopo, 2009). Menurut Setiawan (2012) tepung biji jarak pagar konsentrasi 20g/50g serbuk gergaji menunjukkan mortalitas rayap *Coptotermes curvignathus* sebesar 100% pada 54 jam setelah aplikasi. Aplikasi ekstrak biji jarak pagar konsentrasi 15 g/L air dan 20 g/L air menyebabkan mortalitas keong emas (*Pomacea* sp.) sebesar 100% pada hari ke 3 setelah aplikasi (Banjarnahor, 2015). Pemberian minyak biji jarak pagar konsentrasi 0.5% menyebabkan mortalitas larva *Aedes albopictus* sebesar 98,4% (Astuti, 2011).

Berbagai aktifitas ekstrak biji jarak pagar dalam mematikan berbagai hama tanaman menunjukkan bahwa biji jarak pagar mengandung senyawa racun. Oleh karena itu, besar kemungkinan senyawa pada biji jarak pagar ini juga dapat digunakan untuk mengendalikan hama *C. pavonana* pada kubis.

#### 1.4. Hipotesis

1. Aplikasi ekstrak biji jarak pagar dapat menyebabkan mortalitas ulat krop kubis *Crocidolomia pavonana* F.
2. Tingkat konsentrasi tertentu dari ekstrak biji jarak pagar dapat menyebabkan mortalitas ulat krop kubis *Crocidolomia pavonana* F.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Tanaman kubis**

Tanaman kubis dapat tumbuh pada semua jenis tanah khususnya pada tanah lempung berpasir yang banyak mengandung bahan organik. Selama pertumbuhannya, kubis memerlukan air yang cukup. Kubis tumbuh baik bila ditanam di daerah dingin yaitu di dataran tinggi 1000-2000 di atas permukaan laut (dpl). Beberapa jenis varietas saat ini ada yang tahan terhadap panas. Tanaman kubis ini dapat dibudidayakan di dataran rendah dan menengah 100-600 m dpl (Rukmana, 1994).

Tanaman kubis mempunyai perakaran relatif dangkal yang dapat menembus pada kedalaman tanah 20-30 cm. Batang tanaman kubis pendek dan banyak mengandung air. Struktur bunga kubis terdiri atas 4 helai daun kelopak berwarna hijau, 4 helai daun mahkota berwarna kuning muda, 4 helai benang sari bertangkai panjang, 2 helai benang sari bertangkai pendek, dan 1 buah putik yang beruang dua. Selama 1-2 bulan tanaman kubis dapat berbunga terus dan jumlah bunga yang dihasilkan mencapai lebih dari 500 kuntum. Buah kubis berbentuk polong, panjang dan ramping yang berisi biji. Biji-bijinya bulat kecil berwarna coklat sampai kehitam-hitaman. Biji- biji inilah yang digunakan sebagai bahan perbanyakan tanaman kubis (Rukmana, 1994).

Tanaman kubis mempunyai tingkat kekerasan krop atau kepala, ada yang lunak ada yang keras tergantung pada varietasnya. Bentuk krop ada yang bulat, bulat pipih, dan bulat meruncing (Pracaya, 2000).

Rukmana (1994) menyebutkan bahwa klasifikasi tanaman kubis terdiri atas: divisio Spermatophyta, sub divisio Angiospermae, kelas Dicotyledonae, ordo Papaverales, famili Cruciferae (Brassicaceae), genus Brassica, spesies *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.

## **2.2. Ulat krop kubis (*Crocidolomia pavonana*)**

Ulat krop kubis, *Crocidolomia pavonana* (F.) (sin. *C. binotalis* Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), merupakan hama utama pada tanaman kubis-kubisan (Brassicaceae) (Uhan, 1993). *C. pavonana* umumnya meletakkan telur di bagian bawah daun atau bagian daun yang terlindungi. Telur berbentuk pipih, diletakkan secara berkelompok dan menyerupai genteng rumah yang melekat pada permukaan bawah daun (Sastrosiswojo *et al.*, 2000). Permadi dan Sastrosiswojo (1993) menyatakan bahwa telur diletakkan di bawah permukaan daun muda secara berkelompok dan masing-masing telur terdiri 30-80 butir.

Larva *C. binotalis* biasanya berkelompok pada bagian bawah permukaan daun dan terdiri atas lima instar. Larva instar terakhir memiliki ciri bahwa bagian dorsal berwarna hijau (Pracaya, 1991). Larva *C. binotalis* berwarna hijau muda, kelihatan bergaris pada punggungnya dan berwarna hijau tua pada kanan dan kirinya. Pada sisi perut terdapat warna kuning, Panjang larva lebih dari 18 mm. Setelah telur menetas larva akan memakan daun kubis, terutama bagian dalam

kubis (krop) karena larva tersebut takut terhadap sinar matahari. Jika serangan sangat parah, ulat dapat mencapai titik tumbuh (Pracaya, 1993).

Pupa *C. binotalis* terdapat dalam kokon yang terbuat dari butiran tanah dan berbentuk lonjong. Imago *C. binotalis* aktif di malam hari dan tidak tertarik pada cahaya. Imago betina dapat hidup selama 16-24 hari dan bertelur sekitar 11-18 kelompok dari total 20-80 telur. Telur diletakkan tumpang tindih di bagian bawah daun dan berukuran 3 x 5 mm (Kalshoven, 1981).

Ulat Krop diklasifikasikan ke dalam: kingdom Animalia, filum Arthropoda, kelas Insecta, ordo Lepidoptera, famili Pyralidae, genus *Crocidolomia*, spesies *Crocidolomia pavonana* F. (Jumar, 1997).

### **2.3. Jarak pagar (*Jatropha curcas*)**

Jarak pagar dapat tumbuh di dataran rendah sampai ketinggian sekitar 500 m di atas permukaan laut. Curah hujan yang sesuai untuk tanaman jarak pagar adalah 625 mm/tahun, namun tanaman ini dapat tumbuh pada daerah dengan curah hujan 300-2389 mm/tahun (Hambali *et al.*, 2007). Pertumbuhan jarak pagar sangat cepat. Waktu yang paling baik untuk menanam jarak pagar adalah pada musim panas atau sebelum musim hujan (Syah, 2006).

Produksi biji lebih banyak pada musim kemarau, tetapi pada musim hujan pun masih dapat memproduksi. Tanaman ini memerlukan penyinaran matahari secara langsung sehingga tidak boleh ternaungi (Handi, 2005 dalam Nurcholis dan Sumarsih, 2007). Jarak pagar termasuk perdu dengan tinggi tanaman 1-7 m,

bercabang tidak teratur (Hariyadi, 2005). Umur tanaman jarak pagar bisa mencapai 50 tahun. Cabang tanaman ini mengandung getah (lateks). Umumnya, seluruh bagian tanaman beracun sehingga tanaman ini hampir tidak memiliki hama (Syah, 2006). Tanaman ini dapat diperbanyak dengan biji dan setek (Prihandana dan Hendroko, 2006).

Biji jarak pagar berbentuk bulat lonjong, berwarna coklat kehitaman dengan ukuran panjang 2 cm, tebal 1 cm, dan berat 0,4-0,6 gram/biji (Prihandana dan Hendroko, 2006). Biji inilah yang banyak mengandung minyak dengan rendemen sekitar 30- 40% (Hariyadi, 2005).

Tanaman jarak pagar mempunyai nama latin *Jatropha curcas* (Linnaeus). Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, kedudukan tanaman ini diklasifikasikan ke dalam: kingdom Plantae (tumbuhan), subkingdom Tracheobionta, (tumbuhan vaskular), divisio Spermatophyta (tumbuhan berbiji), subdivisio Magnoliophyta (tumbuhan berbunga), kelas Magnoliopsida (Dicotyledoneae), subkelas Rosidae, ordo Euphorbiales, famili Euphorbiaceae, genus *Jatropha*, spesies *Jatropha curcas* L. (Nurcholis dan Sumarsih, 2007).

#### **2.4. Toksisitas Jarak Pagar**

Alternatif pengendalian hama yang ramah lingkungan adalah dengan menggunakan insektisida nabati. Insektisida nabati telah banyak ditemukan di banyak jenis tumbuhan, salah satunya adalah tanaman jarak pagar. Keseluruhan bagian tanaman jarak pagar adalah beracun, terutama bagian biji (Stirpe *et al.*,



1976). Tanaman ini berpotensi sebagai pestisida nabati karena mempunyai komponen toksik utama pada bungkil jarak pagar (Martinez *et al.*, 2006).

Tanaman ini mengandung senyawa *sitosterol*, *stigmasterol*, *curcin*, *flavonoid* dan *phorbolester*. Senyawa tersebut secara spesifik ditemukan pada beberapa bagian tanaman seperti akar, daun, batang, buah, biji serta minyak hasil pengepresan (Setyaningsih *et al.*, 2009). Martinez *et al.* (2006) menyatakan bahwa komponen toksik utama adalah hemaglutinin bernama *curcin*. Sedangkan menurut Makkar *et al.* (1998) senyawa yang paling beracun bagi hama adalah *phorbolester*. Kedua senyawa tersebut merupakan senyawa dari biji jarak pagar yang dapat mengendalikan hama pada tanaman.

Arifah (2009) menyatakan, senyawa *phorbolester* yang diketahui konsentrasinya sebesar 0,2543% (b/v) dari 200 g jarak pagar yang bisa menjadi biopestisida pada bungkil biji jarak pagar. Sedangkan Makkar *et al.* (1998) melaporkan bahwa pada bungkil jarak pagar tidak hanya ditemukan *phorbolester* tetapi adanya aktivitas tripsin inhibitor, lektin, saponin, juga phytat. Sedangkan pada kernel dan cangkang biji adanya total fenol serta tannin dari beberapa varietas jarak pagar.

Ekstrak *phorbolester* memiliki kemampuan membunuh serangga, fungi, dan moluska sehingga berpotensi sebagai antimikroba. Menurut Hodek *et al.* (2002), flavonoid yang terkandung dalam ekstrak kulit batang jarak memiliki aktivitas biologi seperti antimikroba, anti alergi dan antioksidan.

Cai-Yan *et al.* (2010) juga menambahkan bahwa aktifitas ekstrak biji jarak pagar sebagai insektisida nabati karena mengandung bahan aktif *phorbolester*. Lin *et al.*

(2010) menyebutkan bahwa biji jarak pagar selain mengandung *phorbolester* juga mengandung senyawa *curcin*. Tukimin dan Soetopo (2011) telah berhasil menganalisis *phorbolester* dan *curcin* pada jarak pagar. Menurut Martinez *et al.* (2006), komposisi bahan aktif pada biji jarak pagar tergantung pada spesies, varietas, klon, maupun lokasi tumbuh.

### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Mutu Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (THP) serta Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Jurusan Agroteknologi (AGT), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai Oktober 2015.

#### 3.2. Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biji jarak pagar yang diperoleh dari Kecamatan Bengkunt Lampung Barat, kapas, larva *Crocidolomia pavonana* instar II, daun brokoli, tanah, pupuk kandang, air, EtOH, EtOAc, heksan, dan  $\text{CHCl}_3$ .

Alat yang digunakan adalah, pinset, plastik, toples, cawan petri, tali karet, polibeg, timbangan, kain kasa, gelas ukur, kain saring, penggaris, labu evaporator, corong pemisah, mikro pipet, *Kolom chromatography*, *rotary evaporator*, *baker glass*, dan *Erlenmeyer*.

### 3.3. Metode Penelitian

Percobaan ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL).

Bioassay I dilakukan dengan 4 perlakuan yaitu fraksi  $\text{CHCl}_3$ , 3% MeOH/ $\text{CHCl}_3$ , 20% MeOH/ $\text{CHCl}_3$ , dan MeOH dengan 4 ulangan menggunakan konsentrasi

20.000 ppm. Bioassay II dengan 10 perlakuan konsentrasi yaitu 0 (kontrol), 78, 156, 312, 625, 1.250, 2.500, 5.000, 10.000, dan 20.000 ppm dengan 4 ulangan.

Setiap satuan ulangan percobaan menggunakan 20 ekor larva *C. pavonana* instar II dan daun brokoli sebagai pakan.

Data yang diperoleh adalah data mortalitas ulat *C. pavonana* yang kemudian dianalisis dengan sidik ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat. Uji lanjut dilakukan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 1% atau 5%. Untuk mengetahui toksisitas ekstrak biji jarak pagar dianalisis menggunakan  $\text{LC}_{50}$  dan  $\text{LT}_{50}$  yang dihitung menggunakan analisis probit dengan program *micro probit 3.0*.

### 3.4. Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Penyediaan Pakan Serangga Uji

Daun tanaman brokoli digunakan sebagai pakan dalam perbanyakkan serangga uji dan digunakan pada saat aplikasi. Persemaian benih kubis dilakukan dalam polibag. Media terdiri atas campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1 (berdasarkan volume). Persemaian dilakukan pada sore hari yaitu dengan menanam benih pada media semai dengan kedalaman 1 cm,

kemudian ditutup tipis dengan tanah (Marliah *et al.*, 2013). Setelah semaian berumur 2 minggu, semaian dipindahkan satu-persatu ke dalam polibag yang berisi tanah yang dicampur dengan pupuk kandang tersebut. Tanaman brokoli disiram dan dirawat setiap hari, mulai dari awal penyemaian sampai tanaman siap untuk digunakan sebagai pakan serangga uji dan juga sebagai media aplikasi ekstrak biji jarak pagar.

### **3.4.2 Perbanyakan Serangga Uji**

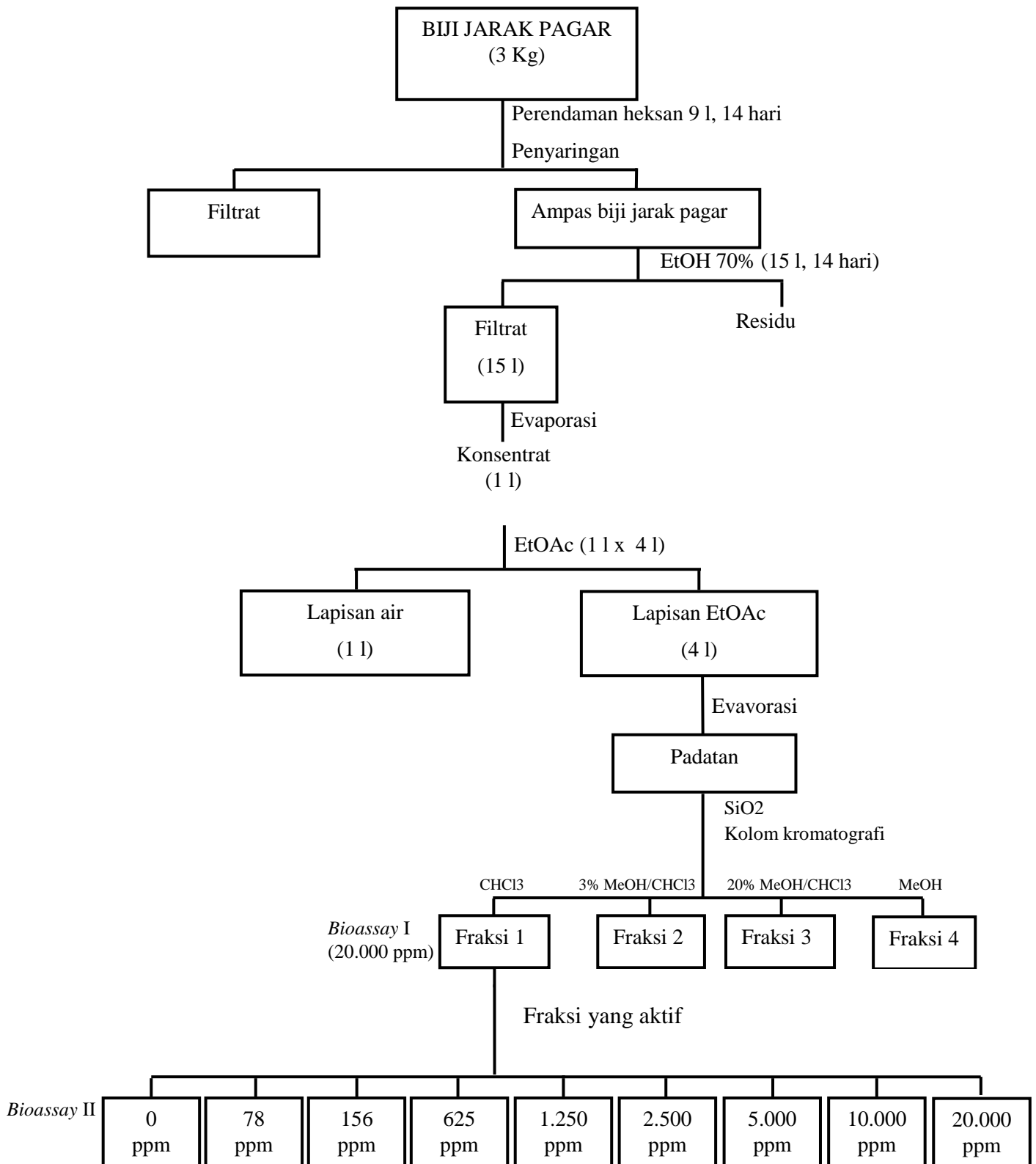
Perbanyakan dimulai dengan memindahkan ulat yang didapat di lapangan ke dalam toples. Pada ulat instar 1-3 toples hanya diberi daun brokoli sebagai pakan, dan mulai dari instar 4 toples diberi daun brokoli dan tanah kering. Tanah kering ini digunakan ulat untuk menyembunyikan diri dan berubah menjadi pupa, kemudian toples ditutup dengan kain. Pemberian pakan dilakukan dengan menambah atau mengganti daun brokoli yang lama dengan daun yang masih segar. Perubahan yang terjadi pada ulat (warna, ukuran, bentuk) diamati lalu digolongkan ke dalam instar berapa ulat tersebut dan diamati berapa lama instar tersebut berlangsung. Ulat akan menjadi pupa, lalu pupa akan berubah menjadi imago. Imago dipindahkan ke dalam kurungan dan diberi tanaman brokoli untuk tempat meletakkan telur. Imago-imago diberi pakan berupa madu 50%. Setelah berada di dalam kurungan, imago menghasilkan telur yang diletakkan di bawah permukaan atau di permukaan daun. Daun yang ada telurnya dipetik dan diletakkan ke dalam toples. Setelah telur menetas, larva dirawat sampai menjadi instar II untuk digunakan sebagai bahan uji pada *bioassay* I dan *bioassay* II.

### 3.4.3 Ekstrak Biji Jarak Pagar

Buah jarak pagar kering yang berasal dari Kecamatan Bengkunt, Lampung Barat dipisahkan antara kulit buah dan bijinya. Setelah itu, biji jarak pagar ditumbuk hingga menjadi tepung. Tepung biji jarak pagar 3 kg direndam dengan menggunakan heksan 9 L selama 2 minggu dan kemudian disaring. Dari perendaman ini dihasilkan filtrat 9 L dan ampas biji jarak pagar 3 kg. Ampas biji jarak pagar (3 kg) direndam dalam 15 L EtOH 70% dan dibiarkan selama 14 hari, lalu dilakukan penyaringan. Dari penyaringan ini dihasilkan residu 3 kg dan filtrat sebanyak 14 L.

Filtrat yang dihasilkan (14 L) kemudian dievaporasi hingga menghasilkan konsentrat 1 L dan diekstrak dengan EtOAc (1 L x 4 L) dan menghasilkan lapisan air sebanyak 1 L dan lapisan EtOAc sebanyak 4 L. Lapisan EtOAc dievaporasi hingga diperoleh padatan lalu dimasukkan ke dalam SiO<sub>2</sub> kolom kromatografi dan dielusi dengan CHCl<sub>3</sub> (1 L), 3% MeOH/CHCl<sub>3</sub> (1 L), 20% MeOH/CHCl<sub>3</sub> (1 L), dan MeOH (1 L) secara berurutan.

Fraksi yang diperoleh dari kolom kromatografi SiO<sub>2</sub> dilakukan uji *bioassay* I untuk mengetahui fraksi mana yang aktif dalam mematikan *C. pavonana*. Setelah didapatkan fraksi yang aktif, selanjutnya dilakukan uji *bioassay* II, dengan konsentrasi 0 (kontrol), 78, 156, 312, 625, 1.250, 2.500, 5.000, 10.000, dan 20.000 ppm. Skema pembuatan ekstrak biji jarak pagar dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ekstraksi dan fraksinasi biji jarak pagar

### 3.5. Pengamatan

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui persentase mortalitas *C. pavonana*.

Penghitungan jumlah mortalitas serangga yang diamati pada 24, 48, 72, 96, 120, 144 (jsa) sampai *C. pavonana* mati atau sampai instar 5. Persentase mortalitas serangga dihitung menggunakan rumus :

$$M (\%) = \frac{x}{y} \times 100$$

Keterangan : X = jumlah serangga yang mati

Y = jumlah serangga uji

Menurut hasibuan (2003) sebelum melakukan perhitungan faktor kematian (faktor kematian pada kontrol yang disebabkan oleh factor lain) harus terlebih dahulu dikoreksi dengan rumus Abbot (1925), dengan rumus :

$$M (\%) = \frac{x-y}{100-y} \times 100$$

Keterangan : M = Mortaliatas

X = Persentase serangga uji yang mati pada perlakuan

Y = Persentase serangga uji yang mati pada kontrol

#### 3.5.1 *Lethal Concentration* (LC<sub>50</sub>)

Toksisitas ekstrak biji jarak pagar dianalisis dengan menggunakan *Lethal Concentration* (LC<sub>50</sub>) yang dihitung menggunakan analisis probit dengan program micro probit 3.0. LC<sub>50</sub> dihitung mulai dari kematian awal setiap unit percobaan (Sparks and Sparks, 1989 dalam Carrillo *et al.*, 1994)



### **3.5.2 *Lethal Time* (LT<sub>50</sub>)**

Toksistas ekstrak biji jarak pagar dianalisis dengan menggunakan *Lethal Time* (LT<sub>50</sub>) yang dihitung menggunakan analisis probit dengan program micro probit

3.0. LT<sub>50</sub> dihitung mulai dari kematian awal setiap unit percobaan (Sparks and Sparks, 1989 dalam Carrillo *et al.*, 1994)

## V. KESIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Ekstrak biji jarak pagar fraksi 100%  $\text{CHCl}_3$  konsentrasi 20.000 ppm pada 24 jsa menyebabkan mortalitas ulat *Crocidolomia pavonana* sebesar 100% lebih tinggi daripada fraksi 3% MeOH/ $\text{CHCl}_3$ , 20% MeOH/ $\text{CHCl}_3$ , dan MeOH.
2. Ekstrak biji jarak pagar fraksi 100%  $\text{CHCl}_3$  konsentrasi 10.000 ppm pada 96 jsa menyebabkan mortalitas ulat *C. pavonana* lebih dari 50%.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengisolasi dan mengidentifikasi senyawa aktif yang terdapat pada fraksi 100%  $\text{CHCl}_3$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticides. *J. of Economic Entomology*. 18: 265-267.
- Adebowale, K.O. and C.O. Adedire. 2006. Chemical composition and insecticidal properties of the underutilized *Jatropha* seed oil. *African J. of Biotechnology*. 5 (10): 901-906.
- Arifah, Z. 2009. Analisis Senyawa Aktif *Phorbolester* Dalam Bungkil Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) dan Pemanfaatannya Sebagai Biopestisida. (Skripsi) Universitas Negeri Semarang. Semarang. 64 pp.
- Astuti, E. P., A. Riyadhi, dan N. R. Ahmadi. 2011. Efektivitas Minyak Jarak Pagar Sebagai Larvasida, Anti-Oviposis dan Ovisida Terhadap Larva Nyamuk *Aedes albopictus*. *Bul. Litro*. 22 (1): 44 – 53
- Astutik, D. F. 2005. Pengaruh Pupuk dan Pestisida Organik terhadap Populasi Hama pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L.) di Desa Bangli, Kecamatan Baturiti, Kabupaten Tabanan. (Skripsi). Universitas Udayana. Denpasar. 78 pp.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2013. *Produksi, Luas panen dan produktivitas sayuran di Indonesia*. <http://bps.go.id>. Diakses pada 9 juni 2015.
- Banjarnahor, I. 2015. Pengaruh Pemberian Ekstrak Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) terhadap Mortalitas Keong Emas (*Pomacea* SP.) di Rumah Kaca. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 41 pp.
- Carrillo, J. R., C. G. Jackson, T. D. Carrillo, and J. Ellington. 1994. Evaluation Of Pesticide Resistance In *Anaphes iole* Collected on Five Locations In The Western United States. New Mexico State University Departement Of Entomologi, Plant Pathology, and Weed Science. *Southwestern Entomologist*. 19 (2):1-4
- Cai-Yan, L., R. K. Devappa, J. X. Liu, J. M. Lu, H. P. S. Makkar, and K. Backer. 2010. Toxicity of *Jatropha curcas phorbolester* in mice. *J. of Toxicology and Environmental Health, Critical Reviews*. 13 (6): 476-507.

- Dono, D., S. Ismayana., Idar., D. Prijono, Dan I. Muslikha. 2010. Status dan mekanisme resistensi biokimia *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae) terhadap insektisida organofosfat serta kepekaannya terhadap insektisida botani ekstrak biji *Barringtonia asiatica*. *J. Entomol. Indon.* 7 (1): 9-27.
- Evans, F. J. 1986. Naturally occurring *phorbolesters*. Boca Raton, FL: CRC Press. Pp 171-215.
- Fasina, Y. O., J. D. Garlich, H. L. Classen, P. R. Ferket, G. B. Havenstein, J. L. Grimes, M. A. Qureshi, And V. L. Christensen. 2004. Response of turkey poult to soybean lectin levels typically encountered in commercial diets. 1. Effect on growth and nutrient digestibility. *Poult. Sci.* 83: 1559 – 1571.
- Hambali, E., S. Ani, Dadang, Hariyadi, H. Hasim, K. R. Iman, R. Mira, M. Ihsanur, S. Prayoga, T. Soekisman, H. S. Tatang, P. Theresia, P. Tirta, dan P. Wahyu. 2007. Jarak Pagar : Tanaman Penghasil Biodiesel. Penebar Swadaya. Jakarta. 131 hlm.
- Hariyadi. 2005. Salah satu tanaman yang memiliki potensi sebagai sumber bahan baker. [http://www.kabprobolinggo.go.id/konten.php?nama=Artikel&op=detai\\_artikel&id=19](http://www.kabprobolinggo.go.id/konten.php?nama=Artikel&op=detai_artikel&id=19). Diakses pada 30 September 2007.
- Hasibuan, R. 2003. *Modul praktikum*; Pestisida dan Teknik Aplikasi: Pemahaman Insektisida Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 36 hlm.
- Hodek, P., P. Trelil, dan M. Stiborova. 2002. Flavonoids potent and versatile biologically active compounds interacting with cytochrome P450. *Chemico-Biol. Intern.* 139 (1): 1-21.
- Jumar. 1997. Entomologi Pertanian. Rineka Cipta, Jakarta. 237 hlm.
- Kalshoven. 1981. *The Pests of Crops in Indonesia*. Revised and translated by P.A. Van der Laan. P.T. Ichtiar Baru Van Hoeve. Jakarta. 701 pp.
- Kardinan, A. 2001. Pestisida Nabati, Ramuan dan Aplikasinya. Penebar Swadaya, Jakarta. 61 hlm
- Kodjo, T. A., M. Gbenonchi, A. Sadate, A. Komi, G. Y. M. Dieudonne, dan S. Komla. 2011. Bio-Insectical Effect of Plant Extracts and Oil Emulsions of *R. Communis* on the Diamondback Moth. Ecole Superieure Agronomie (ESA), universitas de Lome (UL), BP 1515 Lemo-Toge. *J. of Applied Biosciences.* 43: 2899-2914.

- Lin, J., X. Zhou, J. Wang, P. Jiang, and K. Tang. 2010. Purification and characterization of *curcin*, a toxic *lectin* from the seed of *Jatropha curcas*. *Preparative Biochemistry and Biotechnology Fudan University.P. R. China*. 40 (2): 107-118.
- Makkar, H. P. S., A. O. Aderibigbe, dan K. Becker. 1998. Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. *Food Chem*. 62 (2): 207-215.
- Marliah, A., Nurhayati, dan R. Riana. 2013. Pengaruh varietas dan konsentrasi pupuk majemuk terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kubis bunga (*Brassica oleracea* L.). *J. Floratek* 8: 118 – 126
- Martinez, H. J., P. Siddhuraju, G. Francis, G. Davila Ortiz, and K. Becker. 2006. Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effect of different treatment on their levels, on four provenance of *Jatropha curcas* L. from Mexico. *Food Chem*. 96: 80-89.
- Noviana, E. Pranoto., Widodo, F. M, and Delianis, P. 2012. Kajian Aktivitas Bioaktif Ekstrak Teripang Pasir (*Holothuria scabra*) Terhadap Jamur (*Candida albicans*). *J. Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 1 (1): 1-8.
- Nurcholis, M. dan S. Sumarsih. 2007. *Jarak pagar dan pembuatan biodiesel*. Kanisius, Yogyakarta. 84 hlm.
- Permadi, A. H. dan S. Sastrosiswojo. 1993. *Kubis*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Lembang.
- Pracaya. 1993. *Hama dan Penyakit Tumbuhan*. Penebar Swadaya, Jakarta. 103 hlm.
- Pracaya. 2000. *Kol Alias Kubis*. Penebar Swadaya, Jakarta. 96 hlm.
- Prihandana, R. dan R. Hendroko. 2006. *Petunjuk Budidaya Jarak Pagar*. Agromedia Pustaka, Jakarta. 94 hlm.
- Rukmana, R. 1994. *Bertanam Kubis*. Kanisius, Yogyakarta. 68 hlm.
- Sastrosiswojo, S., S. Tinny, Uhan, dan Rachmat. 2000. Penerapan Teknologi PHT pada Tanaman Kubis. Balai penelitian tanaman sayur. Lembang, Bandung. 61 hlm.
- Sayuthi M., Hasnah, dan J. Saudahrul. 2014. Ekstrak daun pepaya dan biji jarak kepyar berpotensi sebagai Insektisida terhadap Hama *Crocidolomia pavonana* (lepidoptera: pyralidae) pada Tanaman Brokoli. *J. Biologi Edukasi Edisi* 13. 6 (2): 78-82

- Setiawan, R., H. Loah, dan R. Rustan. 2012. Pemberian berbagai konsentrasi tepung biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) untuk mengendalikan hama rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren (Isoptera : Rhinotermitidae) di Laboratorium. *J. Ilmu-ilmu Pertanian*. 4 (2): 144-160.
- Setyaningsih, D., O. Y. Nurmillah, dan S. Windarwati. 2009. Kajian aktivitas antioksidan dan antimikroba ekstrak biji, kulit buah, batang dan daun tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi, LPPM IPB Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. 7 hlm.
- Sinaga, E. 2006. *Jatropha curcas* L. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tumbuhan UNHAS. Jakarta. Tersedia di [http://iptek.apjii.or.id/artikel/ttg\\_tanaman\\_obat/jarak\\_pagar](http://iptek.apjii.or.id/artikel/ttg_tanaman_obat/jarak_pagar). Diakses pada 5 Mei 2011
- Sparks, T. dan A. Sparks. 1986. Probit 3.0. *Micro Probit 3.0 analysis IBM PC Compatibles (Software)*.
- Soetopo, D. 2007. Potensi jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) sebagai bahan pestisida nabati. Prosiding lokakarya nasional jarak pagar III. Pusat penelitian dan pengembangan pertanian. Bogor. Hlm 290-293.
- Stirpe, F., P. Annalisa, L. Enzo, S. Paola, M. Lucio, and S. Simonetta. 1976. Studies on the proteins from the seeds of *Croton tiglium* and *Jatropha curcas*. *Biochem J*. 156 (1): 1-6.
- Subhan, F. 2011. Uji Efektivitas Beberapa Insektisida Nabati terhadap Mortalitas *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera; Curculionidae) pada Benih Jagung (*Zea mays* L.). (Skripsi). Universitas Sumatera Utara. Medan. 61 pp.
- Suharti, T. 2000. Status Resistensi. *Crocidolomia binotalis* Zell. (Lepidoptera; Pyralidae) terhadap insektisida profenofos (Curacon 500 EC) dari tiga daerah di Jawa Barat (Garut, Pangalengan, Lembang). (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. 72 pp.
- Syah, A. N. A. 2006. *Biodiesel Jarak Pagar : Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 115 hlm.
- Tukimin, S. W. dan D. Soetopo. 2009. Studi minyak dari dua aksesori jarak pagar sebagai bioinsektisida untuk mengendalikan larva *Achaea janata* L. Prosiding lokakarya Nasional V. inovasi teknologi dan Cluster Pioneer Menuju DME Berbasis Jarak Pagar. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. Malang. Hlm 197-201.

- Tukimin, S.W., D. Soetopo, dan E. Karmawati. 2010. Pengaruh minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) terhadap mortalitas, berat pupa, dan peneluran hama jarak kepyar *Achaea janata* L. *J. penelitian tanaman industri*. 16 (4): 159-164.
- Tukimin, S.W. dan D. Soetopo. 2011. Karakterisasi kandungan bahan kimia *curcin* dalam biji jarak pagar. *Info Tek Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*. 3 (1): 3.
- Tukimin, S.W. dan E. Karmawati. 2012. Pengaruh minyak bungkil biji jarak pagar terhadap mortalitas dan peneluran *Helicoverpa armigera* Hubner. *J. Littri*. 18 (2): 54-59
- Uhan, T. S. 1993. Kehilangan hasil panen kubis karena ulat krop kubis (*Crocidolomia binotalis* Zell.) dan cara pengendaliannya. *J.Hort*. 3: 22-26.
- Uhan, T.S. dan I. Sulastrini. 1993. Resistensi *Crocidolomia binotalis* Zell. Strain Lembang terhadap beberapa jenis insektisida. *J. Hort*. 3 (2): 75-79.
- Van Beek, T.A. 1999. Modern methods of secondary product isolation and analysis. Dalam: N.J. Walton dan D.E. Brown. *Chemicals from Plants, Perspectives on Plant Secondary Products*. Imperial College Press, London. Pp 91-186.
- Wina, E., I. W. R. Susana, dan T. Pasaribu. 2008. Pemanfaatan Bungkil Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.) dan Kendalanya Sebagai Bahan Pakan Ternak. *Wartazoa*. 18 (1): 1-8.
- Windarwati, S. 2011. Pemanfaatan fraksi aktif ekstrak tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) sebagai zat antimikroba dan antioksidan dalam sediaan kosmetik. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 148 pp.