



**UJI FORMULASI α -ASARON DALAM SILIKA NANOPARTIKEL
TERHADAP MORTALITAS *Crocidolomia pavonana* F.
(LEPIDOPTERA : CRAMBIDAE)**

SKRIPSI

Oleh

**Desi Wahyuning Kartikasari
NIM 131810401041**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER**

2017



**UJI FORMULASI α -ASARON DALAM SILIKA NANOPARTIKEL
TERHADAP MORTALITAS *Crocidolomia pavonana* F.
(LEPIDOPTERA : CRAMBIDAE)**

SKRIPSI

Oleh

**Desi Wahyuning Kartikasari
NIM 131810401041**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER**

2017



**UJI FORMULASI α -ASARON DALAM SILIKA NANOPARTIKEL
TERHADAP MORTALITAS *Crocidolomia pavonana* F.
(LEPIDOPTERA : CRAMBIDAE)**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Biologi (S1) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Desi Wahyuning Kartikasari
NIM 131810401041**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER**

2017

PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang senantiasa memberi petunjuk dan ridho-Nya serta junjungan Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi umatnya. Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Mendiang Ayah Alm. Marsuhanto dan Ibu Harsini Susyati tercinta yang senantiasa mendoakan, memberikan semangat, memberikan motivasi dan inspirasi dalam hidup penulis;
2. Bapak Ibu Guru TK Bhayangkara Jember, SDN Jember Lor II, SMPN 3 Jember dan SMAN 1 Jember serta seluruh Dosen dan staff Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember atas ilmu dan bimbingannya;
3. Almamater Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTO

Katakanlah:”Wahai hamba-hambaKu yang melampaui batas terhadap diri mereka sendiri! Janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya Allah mengampuni dosa-dosa semuanya. Sungguh, Dialah Yang Maha Pengampun,

Maha Penyayang

(terjemahan Surat Az Zumar: 53)^{*)}

Dan barangsiapa yang menghendaki kehidupan akhirat dan berusaha ke arah itu dengan sungguh-sungguh sedang ia adalah mukmin, maka mereka itulah orang yang usahanya dibalas dengan baik.”

(terjemahan Surat Al-Israa’ ayat-19)^{*)}

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 2014. *Al-Quran Terjemah dan Tajwid*. Bandung : PT. Sygma Examedia Arkanleema.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Desi Wahyuning Kartikasari

NIM : 131810401041

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Uji Formulasi α -asarone Dalam Silika Nanopartikel Terhadap Mortalitas *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera : Crambidae)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Penelitian ini dibiayai oleh Program ITSF 2015 atas nama Purwatiningsih, S.Si, M. Si, Ph.D. dengan judul penelitian “Improving the Insecticidal Activity of α and β asarone on Silica Nanoparticles against the Cabbage Heart Worm by evaluating their Dynamic Adsorption: a Step Toward Phytotoxic Investigation”.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar

Jember, 25 Juli 2017

Yang menyatakan,

Desi Wahyuning Kartikasari

NIM. 131810401041

SKRIPSI

**UJI FORMULASI α -ASARON DALAM SILIKA NANOPARTIKEL
TERHADAP MORTALITAS *Crocidolomia pavonana* F.
(LEPIDOPTERA : CRAMBIDAE)**

Oleh

**Desi Wahyuning Kartikasari
NIM 131810401041**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Purwatiningsih, S. Si, M. Si, Ph. D

Dosen Pembimbing Anggota : Dra. Susantin Fajariyah, M. Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Uji Formulasi α -asaron Dalam Silika Nanopartikel Terhadap Mortalitas *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera : Crambidae)” karya Desi Wahyuning Kartikasari telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Purwatiningsih, S.Si, M.Si, Ph. D.
NIP 197505052000032001

Anggota II,

Drs. Rudju Winarsa, M. Kes.
NIP 196008161989021001

Anggota I,

Dra. Susantin Fajariyah, M.Si.
NIP 196411051989022001

Anggota II,

Eva Tyas Utami, S.Si., M.Si.
NIP 197306012000032001

Mengesahkan
Dekan,

Drs. Sujito, Ph. D
NIP 196102041987111001

RINGKASAN

Uji Formulasi α -asaron Dalam Silika Nanopartikel Terhadap Mortalitas *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera : Crambidae); Desi Wahyuning Kartikasari, 131810401041; 2017; 32 halaman; Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Larva *C. pavonana* akan merusak tanaman famili brassicaceae hingga 100% jika tidak ada upaya pengendalian. Pengendalian menggunakan insektisida sintetik secara terus menerus akan menimbulkan dampak negatif seperti mengakibatkan resistensi pada serangga dan dapat membahayakan organisme lain di sekitarnya. *Acaros calamus* berpotensi sebagai insektisida dengan senyawa aktif asaron dengan dua isomer yaitu α -asaron dan β -asaron. Senyawa α -asaron bersifat *antifeedant* pada serangga. Namun, senyawa tersebut mudah terdegradasi oleh faktor abiotik sehingga perlu dikombinasikan dengan silika nanopartikel untuk meningkatkan efek mortalitas pada *C. pavonana*.

Penelitian ini dilaksanakan pada Februari 2017 - Maret 2017 di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Jember. Desain penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari formulasi α -asaron dalam silika nanopartikel 0,1% daya serap 5 hari, silika nanopartikel dan akuades dengan pengulangan sebanyak 15 kali. Pengamatan mortalitas dilakukan setiap 24 jam sekali dari larva instar 2 hingga imago.

Berdasarkan hasil analisis statistika anova satu arah dan dilanjutkan uji Duncan ($\alpha=0,05$) diperoleh kesimpulan bahwa formulasi α -asaron dalam silika nanopartikel 0,1% daya serap 5 hari dapat mengakibatkan kematian *C. pavonana* dari stadi larva hingga imago sebesar 73%. Perlakuan menggunakan silika nanopartikel 0,1% menyebabkan kematian 64% sedangkan akuades menyebabkan kematian hanya 14%.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Uji Formulasi α -asaron Dalam Silika Nanopartikel Terhadap Mortalitas *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera : Crambidae)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Purwatiningsih, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dra. Susantin Fajariyah, M. Si selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dalam kesempurnaan skripsi;
2. Drs. Rudju Winarsa, M. Kes. dan Eva Tyas Utami, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak kritik dan saran dalam kesempurnaan skripsi;
3. Drs. Siswanto, M. Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama menempuh kuliah di Universitas Jember;
4. Ir. Efie Fadjarilah Eka Dewi, M. ST selaku teknisi Laboratorium Zoologi yang telah memberikan banyak bantuan selama penelitian ini;
5. Bapak Matiyono, Ibu Miharti, Mas Firda dan Fina selaku pemilik lahan kubis di Ambulu yang telah membantu penulis demi kelancaran skripsi ini;
6. Keluarga besar mahasiswa biologi angkatan 2013 (Biogas) terutama Putri, Clarista dan Mazaya atas kekeluargaan dan persaudaraan yang telah diberikan selama ini;
7. Teman-teman “Entomology Research Team” Mbak Azizah, Mbak Ella, Mbak Prilla, Mbak Sela, Raodatul, Robby, Firna, Ayut dan Aida yang telah mendoakan dan mendukung selama penulisan skripsi;
8. Teman-teman KKN 27 Cece, Utami, Fara, Lia dan Sela yang telah memberikan motivasi selama penulisan skripsi;

9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Terima kasih atas kebaikannya semoga mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan penulis senantiasa akan menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi.

Jember, 25 Juli 2017

Penulis



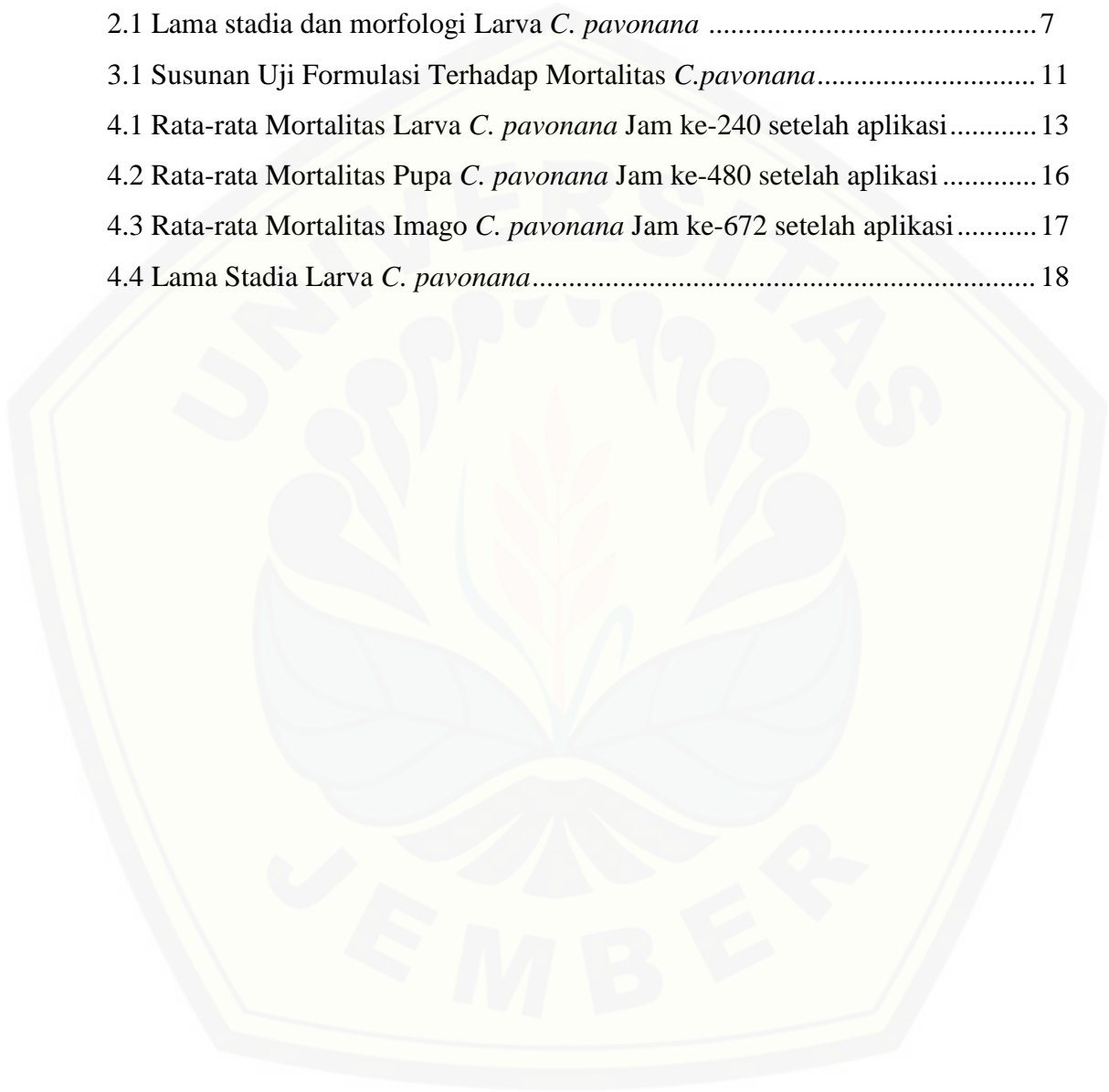
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	1
2.1 Senyawa Asaron Sebagai Insektisida	1
2.2 Silika Nanopartikel Sebagai Insektisida	4
2.3 Taksonomi dan Deskripsi <i>Crocidolomia pavonana</i>	6
2.3.1 Taksonomi <i>C. pavonana</i>	6
2.3.2 Deskripsi <i>C. pavonana</i>	6
2.3.3 Siklus hidup <i>C. pavonana</i>	6
BAB 3. METODE PENELITIAN	9
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Rancangan Penelitian	9

3.4	Persiapan Penelitian	10
3.4.1	Formulasi α -asaron dalam silika nanopartikel.....	10
3.4.2	Penyediaan larva <i>Crocidolomia pavonana</i>	10
3.4.3	Penyediaan pakan larva <i>C. pavonana</i>	10
3.4.4	<i>Rearing</i> larva <i>C. pavonana</i>	10
3.5	Prosedur Penelitian	11
3.6	Analisis Data	12
BAB 4.HASIL DAN PEMBAHASAN		13
BAB 5.PENUTUP		19
5.1	Kesimpulan	19
5.2	Saran	19
DAFTAR PUSTAKA		20
LAMPIRAN		20

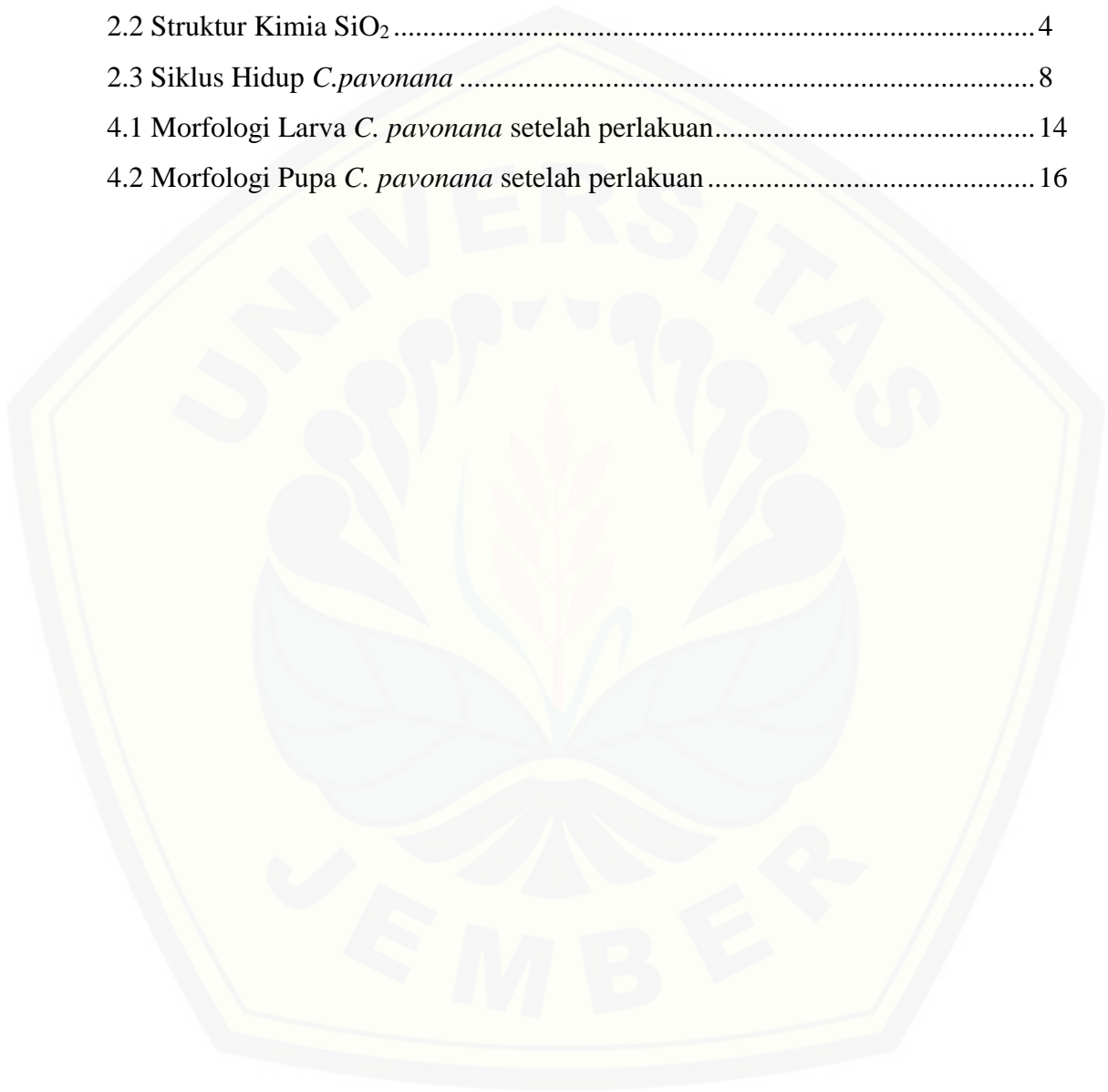
DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Lama stadia dan morfologi Larva <i>C. pavonana</i>	7
3.1 Susunan Uji Formulasi Terhadap Mortalitas <i>C.pavonana</i>	11
4.1 Rata-rata Mortalitas Larva <i>C. pavonana</i> Jam ke-240 setelah aplikasi.....	13
4.2 Rata-rata Mortalitas Pupa <i>C. pavonana</i> Jam ke-480 setelah aplikasi	16
4.3 Rata-rata Mortalitas Imago <i>C. pavonana</i> Jam ke-672 setelah aplikasi	17
4.4 Lama Stadia Larva <i>C. pavonana</i>	18



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur senyawa α -asaron dan β -asaron	3
2.2 Struktur Kimia SiO ₂	4
2.3 Siklus Hidup <i>C.pavonana</i>	8
4.1 Morfologi Larva <i>C. pavonana</i> setelah perlakuan.....	14
4.2 Morfologi Pupa <i>C. pavonana</i> setelah perlakuan.....	16



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
4.1 Data Suhu dan Kelembaban	24
4.2 Data Rata-rata Mortalitas <i>C. pavonana</i>	25
4.3 Hasil Analisis <i>One Way Anova</i> dilanjutkan Uji Duncan Mortalitas Larva <i>C.pavonana</i>	27
4.4 Hasil Analisis <i>One Way Anova</i> dilanjutkan Uji Duncan Mortalitas Pupa <i>C. pavonana</i>	29
4.5 Hasil Analisis <i>One Way Anova</i> dilanjutkan Uji Duncan Mortalitas Imago <i>C. pavonana</i>	31

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Crociodolomia pavonana merupakan serangga *oligophagus* yang menyerang tanaman dari famili Brassicaceae seperti kubis, kembang kol, brokoli, sawi, pakcoy dan lobak (Kalshoven, 1981). Tanaman kubis yang terserang larva dari *C. pavonana* akan mengalami kerusakan hingga 100% jika tidak ada upaya pengendalian (Abizar dan Prijono, 2010). Pengendalian serangga saat ini masih menggunakan insektisida sintetik yang memiliki dampak negatif jika digunakan terus menerus. Dampak negatifnya adalah mengakibatkan resistensi pada serangga dan akan meninggalkan residu pada lingkungan yang membahayakan organisme lain di sekitarnya (Lina, 2014; Wilson dan Tisdell, 2001).

Salah satu alternatif untuk mengendalikan serangga yaitu dengan menggunakan senyawa yang berasal dari tumbuhan yang disebut insektisida botani. Dringo (*Acaros calamus*) adalah salah satu tumbuhan yang berpotensi sebagai insektisida botani. Rimpang *A. calamus* mengandung senyawa aktif yaitu asaron sebesar 83%, kalamenol 5%, 4% kalamina, 1% kalameon dan 0,3% eugenol. Asaron memiliki dua isomer yaitu senyawa α -asaron dan senyawa β -asaron (Hasnah *et al.*, 2012). Menurut Agusta (2000) ekstrak rimpang *A. calamus* mengandung senyawa α -asaron 61,72-79,70% sedangkan senyawa β -asaron hanya 1,34%-2,70%. Senyawa α -asaron bersifat *antifeedant* pada serangga. Senyawa α -asaron 0,09% dapat menurunkan aktivitas makan *Hyphothenemus hampei* hingga 50% (Fauziah, 2016).

Menurut Singh *et al.*, (2011) senyawa-senyawa aktif rimpang *A. calamus* termasuk senyawa volatil dan mudah terdegradasi oleh beberapa faktor abiotik. Kelemahan tersebut merupakan suatu tantangan dari pengembangan insektisida botani. Li *et al.*, (2006) melaporkan penggunaan silika nanopartikel dengan insektisida botani dapat mengurangi proses oksidasi dan degradasi oleh UV pada insektisida botani. Berdasarkan penelitian Helaly *et al* (2016) silika nanopartikel juga berpotensi sebagai insektisida untuk mengontrol hama. Silika nanopartikel

dengan konsentrasi 350 ppm dapat mengakibatkan kematian larva *Spodoptera littoralis* hingga 98 %.

Saat ini sedang dilakukan kajian daya serap dan daya lepas insektisida botani berupa senyawa α -asaron dan β -asaron dalam silika nanopartikel dengan konsentrasi dan waktu yang berbeda (Purwatiningsih dan Rumhayati, *Unpublished Data*). Berdasarkan kajian tersebut, maka dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan formulasi α -asaron dalam silika nanopartikel untuk mengetahui pengaruh mortalitas terhadap *C. pavonana*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu apakah formulasi α -asaron dalam silika nanopartikel berpengaruh terhadap mortalitas *C. pavonana* ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini antara lain :

1. Penelitian menggunakan larva *C. pavonana* instar 2.
2. Formulasi yang digunakan adalah α -asaron dalam silika nanopartikel dengan konsentrasi 0,1 % dengan daya serap selama lima hari

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh formulasi α -asaron dalam silika nanopartikel terhadap mortalitas larva *C. pavonana*

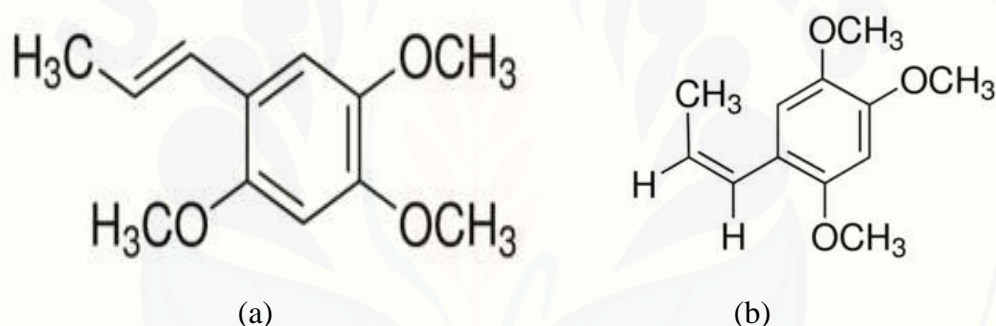
1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian diharapkan memberikan informasi tentang potensi dari senyawa α -asaron dalam silika nanopartikel sebagai salah satu pengendali hama krop yaitu *C. pavonana*

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Senyawa Asaron Sebagai Insektisida

Minyak atsiri *A. calamus* terdiri atas beberapa senyawa aktif seperti 83% asaron, 5 % kalamenol, 4% kalamine, 1 % kalameon, 1 % metil eugenol dan 0,3 % eugenol. Minyak atsiri *A. calamus* bersifat sebagai racun kontak, racun perut, *antifeedant* dan *repellent* pada *Spodoptera litura*. Senyawa asaron bersifat mudah menguap atau volatil (Hasnah *et al.*, 2012). Senyawa asaron (2,4,5-trimethoxypropeny-benzenes) termasuk *phenilpropanoid*. Senyawa asarone memiliki dua isomer yaitu α -asaron atau trans-asaron dan β -asaron atau cis-asaron (Raja *et al.*, 2009). Struktur senyawa asaron dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur senyawa α -asaron (a) ; β -asaron (Aldrich, 2017)

Menurut Koul *et al.*, (1990) senyawa α -asaron bersifat *antifeedant* pada serangga mengakibatkan pertumbuhan dan perkembangan serangga juga menurun. Ziaee dan Ganji (2016) melaporkan senyawa α -asaron konsentrasi 45 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ dapat menghambat aktivitas makan pada larva *Peridroma saucia* hingga 90%. Pemberian α -asaron juga dapat menghambat aktifitas makan pada larva *Tribolium confusum*, larva *Trogoderma granarium* dan *Sitophilus granarius* dewasa (Poplawski *et al.*, 2000). Selain bersifat *antifeedant* senyawa α -asaron dapat mengakibatkan mortalitas pada beberapa serangga. Senyawa α -asaron konsentrasi 2000 ppm mengakibatkan mortalitas pada 100% imago betina *Nilaparvata lugens* dengan metode semprot, 100% larva instar 3 *Plutella xylostella* dan 20% larva instar 3 *Spodoptera litura* dengan metode celup (Lee *et al.*, 2002)

2.2 Silika Nanopartikel Sebagai Insektisida

Teknologi nanopartikel adalah salah satu cabang sains yang mengubah ukuran material menjadi ukuran nanomaterial yaitu berukuran skala satu seribu (Hasan, 2015). Bidang pertanian menggunakan teknologi nanopartikel untuk mengontrol daya lepas dari pestisida dan pupuk yang diberikan pada tanaman. Hal ini akan mengurangi dosis dan penggunaannya akan lebih efektif (Yanuar dan Widawati, 2006). Teknologi nanopartikel juga digunakan untuk mencegah hama dan patogen dengan mengkombinasikannya dengan beberapa biopestisida. (Ghormade *et al.*, 2011 ; Kalantari *et al.*, 2012). Pengendalian serangga dengan teknologi nanopartikel akan meningkatkan efisiensi dari insektisida (Gul *et al.*, 2014).

Salah satu unsur nanopartikel yang berpotensi sebagai insektisida adalah silika nanopartikel. Penggunaan silika nanopartikel dalam bidang pertanian biasanya digunakan secara tunggal maupun dikombinasikan dengan beberapa pestisida atau insektisida. Li *et al.*, (2006) telah mengkombinasikan silika nanopartikel dengan avermektin untuk menurunkan daya lepas avermektin dan melindungi avermektin dari sinar UV. Wang *et al.*, (2014) juga melaporkan kombinasi silika nanopartikel dengan abamektin dapat mengontrol daya lepasnya, meningkatkan stabilitas secara kimia dan meningkatkan bioaktivitas dari abamektin. Silika nanopartikel dapat mengurangi sensitivitas biopestisida terhadap faktor abiotik sehingga dapat meningkatkan efektifitas pengendalian serangga.



Gambar 2.2 Struktur Kimia SiO₂ (PubChem, 2016)

Silika nanopartikel juga memiliki sifat toksik pada serangga. Silika nanopartikel berperan sebagai racun perut dan racun kontak terhadap serangga. Apabila silika nanopartikel termakan serangga akan merusak saluran pencernaan serangga. Apabila serangga terpapar langsung silika nanopartikel maka akan terjadi kerusakan lapisan lilin kutikula serangga yang menyebabkan serangga akan dehidrasi hingga menyebabkan kematian. Hal ini dibuktikan pada pemberian silika nanopartikel konsentrasi 2 gram/kg kacang dan 2,5 gram/kg kacang dapat mengakibatkan 100% mortalitas pada *Callosobruchus maculatus* (Kalantari *et al.*, 2012). Silika nanopartikel dalam konsentrasi rendah dapat digunakan untuk melindungi hasil pertanian seperti biji padi dan biji gandum dari serangan hama. Silika nanopartikel menyebabkan kematian hingga 50% dengan konsentrasi 12,1 ppm pada *Rhyzopertha dominica* dan 82,7 ppm pada *Tribolium confusum* (Ziaee dan Ganji, 2016). Silika nanopartikel juga digunakan pada lahan pertanian tomat untuk melindungi serangan larva *Tuta absoluta*. Silika nanopartikel konsentrasi 300 ppm /4200 m² yang dipaparkan pada tomat setelah 10 hari mengakibatkan mortalitas pada larva *Tuta absoluta* hingga 100% (El-ghobary dan Khafagy, 2014).

Silika nanopartikel konsentrasi 350 ppm dapat mengakibatkan mortalitas 98% *Spodoptera littoralis* dalam skala semi lapang dan mengakibatkan beberapa gangguan pada perkembangannya. Lama fase larva, fase pupa, umur imago dan kesuburan betina menjadi terganggu karena adanya silika nanopartikel. Silika nanopartikel yang masuk ke dalam saluran pencernaan dapat menurunkan aktivitas makan dari serangga (Helaly *et al.*, 2016). Osman *et al.*, (2015) melaporkan silika nanopartikel dengan konsentrasi 75 ppm dapat menurunkan berat badan dari *S. littoralis* dan terjadi penurunan kadar karbohidrat dan protein tubuh. Karbohidrat yang menurun akan mengakibatkan melambatnya laju metamorfosis serangga. Karbohidrat berfungsi sebagai bahan dasar dalam pembentukan lapisan kutikula yang baru. Protein yang menurun juga akan menurunkan pembentukan hormon dan enzim untuk tumbuh dan berkembang pada serangga.

2.3 Taksonomi dan Deskripsi *Crocidolomia pavonana*

2.3.1 Taksonomi *C. pavonana*

Crocidolomia pavonana diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Bangsa	: Lepidoptera
Suku	: Crambidae
Marga	: <i>Crocidolomia</i>
Jenis	: <i>Crocidolomia pavonana</i> Fabricius. (GBIF, 2017)

2.3.2 Deskripsi *C. pavonana*

C. pavonana adalah salah satu hama krop *oligophagus* yang menyerang famili brassicaceae seperti sawi, pakcoy, brokoli, kembang kol dan terutama pada tanaman kubis yang dibudidayakan maupun tumbuh secara liar. Tumbuhan kubis akan diserang oleh *C. pavonana* pada stadia larva terutama pada bagian krop hingga bagian titik tumbuh. Tumbuhan yang diserang *C. pavonana* akan mengalami kerusakan sehingga menyebabkan gagal panen (Kalshoven, 1981; Abizar dan Prijono, 2010)

2.3.3 Siklus hidup *C. pavonana*

C. pavonana termasuk serangga yang mengalami metamorfosis sempurna atau holometabola. Perkembangannya dimulai dari telur, larva, pupa dan imago. *C. pavonana* termasuk serangga nokturnal yang aktif pada malam hari (Sastrosiswojo *et al.*, 2005). Fase telur sekitar 4 hari dengan suhu efektif 26°C-32°C. Fase telur biasanya berada di permukaan bawah daun berada dalam satu kelompok yang teratur. Kelompok telur berkisar 9-120 butir telur dengan rata-rata 48 telur. Warna telur yang baru diletakkan oleh imago akan berwarna hijau kekuningan sedangkan yang akan menetas berwarna coklat kekuningan dengan presentase keberhasilan hingga 92,4% (Othman, 1982). Selanjutnya telur akan menetas menjadi larva

dengan beberapa instar. Menurut Othman (1982) lama setiap stadia dan morfologi setiap stadia *C. pavonana* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Lama stadia dan Morfologi Larva *C. pavonana*

Stadia Larva	Lama Stadia (Hari)	Morfologi
Instar 1	3-4	Tubuh hijau kekuningan kepala hitam pekat,
Instar 2	2-3	Tubuh hijau muda kepala coklat gelap, ukuran
Instar 3	2-3	Tubuh hijau muda, 3 garis putih di dorsal
Instar 4	3-4	Tubuh hijau tua, 3 garis putih di dorsal, 3 titik hitam di bagian lateral pada setiap segmen
Prepupa	2-3	Tubuh mulai mengkerut dan pergerakan lambat

Larva instar 1 biasanya menyerang bagian daun dari tanaman dengan memakan bagian epidermis dari daun. Larva instar 2 aktivitas makannya mulai tinggi dan sudah mulai menyebar ke bagian tanaman lainnya. Selanjutnya larva pada instar 3 dan instar 4 ini akan menyerang titik tumbuh dari tanaman hingga menyebabkan kerusakan pada tanaman.

Larva instar 4 akhir atau fase prapupa aktivitas makan mulai menurun hingga berhenti makan dan tubuh mulai mengkerut dan mengecil. Selanjutnya larva prapupa akan jatuh ke permukaan tanah dan tubuhnya mulai diselimuti benang-benang halus berwarna coklat kekuningan. Warna pupa akan berangsur-angsur menjadi coklat tua sebagai tanda pupa akan berkembang menjadi imago (Othman, 1982).

Fase imago *C. pavonana* jantan memiliki siklus hidup 24 hari hingga 29 hari sedangkan imago betina memiliki siklus hidup 23 hari hingga 28 hari (Priyono dan Hasan, 1992). Imago jantan memiliki corak sayap yang lebih coklat dan gelap daripada imago betina yang lebih terang. Abdomen imago jantan juga lebih kecil

dibandingkan abdomen imago betina (Othman, 1982). Siklus hidup *C. pavonana* dari telur, larva semua instar, pupa dan imago dapat dilihat pada Gambar 2.3.



(a) Fase telur; (b) larva instar 1 ; (c) larva instar 2 ; (d) Larva instar 3; (e) Larva instar 4; (f) Prapupa; (g) Pupa ; (h) imago jantan ; (i) imago betina

Gambar 2.3 Siklus Hidup *C. pavonana* (Jannah, 2017)

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Waktu penelitian Februari 2017 – Maret 2017.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi kontainer plastik berdiameter 25 cm dan tinggi 16 cm, gunting, pinset, gelas ukur 10 ml, labu ukur 25 ml, pendorong diameter 3 cm, *watering pot* 5 liter, bak plastik, botol berkasa diameter 3 cm tinggi 7 cm, kandang imago berbahan kayu ukuran 50 x 50 x 38 cm, *beaker glass* 50 ml, pengaduk, *thermohygrometer* dan kamera.

Bahan yang digunakan antara lain tisu, kapas, madu, akuades, kertas saring, serbuk kayu, kuas, *polybag*, tanah kompos, bibit kubis, dan larva *C. pavonana* instar 2, aluminium foil, silika nanopartikel dan formulasi α -asaron dalam silika nanopartikel konsentrasi 0,1% daya serap 5 hari.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Menurut Nasir, (2003) penentuan pengulangan menggunakan rumus berikut :

$$(t-1)(n-1) \geq 15$$

Keterangan:

t= jumlah perlakuan

n= jumlah ulangan

Berdasarkan rumus tersebut maka digunakan pengulangan sebanyak 15 kali pada masing-masing perlakuan yang terdiri atas kontrol (akuades), silika nanopartikel dan formulasi α -asaron dalam silika nanopartikel konsentrasi 0,1% daya serap 5 hari.

3.4 Persiapan Penelitian

3.4.1 Formulasi α -asaron dalam silika nanopartikel

Formulasi α -asaron dalam silika nanopartikel konsentrasi 0,1% dengan daya serap 5 hari merupakan salah satu kajian penelitian (Purwatiningsih dan Rumhayati, *Unpublished data*) tentang kajian daya serap dan daya lepas senyawa asaron dalam silika nanopartikel pada konsentrasi dan waktu yang berbeda.

3.4.2 Penyediaan larva *Crocidolomia pavonana*

C. pavonana diambil dari krop kubis pada lahan pertanian kubis di daerah Jampit, Kecamatan Sempol, Bondowoso. Pengambilan sampel fase larva dilakukan secara acak kemudian dikembangbiakkan di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

3.4.3 Penyediaan pakan larva *C. pavonana*

Pakan larva adalah daun kubis dari tanaman kubis yang ditanam tanpa menggunakan insektisida di Kebun Botani, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

3.4.4 Rearing larva *C. pavonana*

Larva yang diperoleh dari lapang dimasukkan ke dalam kontainer yang diberi alas tisu untuk menjaga kelembaban serta ditambahkan daun kubis yang sudah dicuci bersih dan dikeringkan sebagai pakan larva. Ketika fase pra pupa dan pupa dipindahkan ke dalam kontainer kecil yang berisi serbuk kayu sebagai media pupa. Selanjutnya diletakkan pada kandang imago yang didalamnya terdapat tanaman bibit kubis dalam *polybag* diameter 10 cm sebagai media bertelur imago. Sumber pakan untuk imago adalah larutan madu dengan konsentrasi 10% dengan pelarut akuades yang diganti setiap dua hari (Takeuchi *et al.*, 2009). Setiap hari daun kubis dengan telur dikontrol hingga koloni telur mulai kecoklatan kemudian dipindahkan ke dalam kontainer hingga menjadi larva. Larva instar 2 dikumpulkan untuk dijadikan serangga uji.

3.5 Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode celup. Daun kubis dipotong diameter ukuran 3 cm menggunakan pavorator. Selanjutnya daun dicelupkan ke dalam larutan perlakuan selama 1 menit, kemudian dikering anginkan selama 5 menit. Daun selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung plastik yang telah diberi alas kertas saring. Sepuluh ekor larva *C. pavonana* instar 2 yang telah dipuasakan selama 3 jam dimasukkan ke dalam tabung. Perlakuan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Susunan Formulasi Perlakuan Terhadap Mortalitas *C. pavonana*

Perlakuan	Formulasi (gram / ml)
Akuades	10 ml akuades
Silika Nanopartikel	0,01 gram + 9,99 ml akuades
Formulasi α -asaron dalam silika nanopartikel 0,1 % daya serap 5 hari	0,01 gram + 9,99 ml akuades

Setelah 24 jam aplikasi pakan diganti dengan daun tanpa perlakuan serta kertas saring yang telah basah segera diganti. Setiap 24 jam diamati dan dicatat mortalitas dan morfologi *C. pavonana*. Suhu dan kelembaban ruangan dikontrol sebesar 16°C-26°C dan kelembaban 60%-88% RH (Othman, 1982). Pengamatan dilakukan hingga larva masuk pada stadia imago. Berdasarkan Prijono (1988), persentase mortalitas larva *C. pavonana* dapat dihitung dengan menggunakan rumus persen mortalitas, yaitu :

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{Jumlah larva yang mati}}{\text{Jumlah larva yang diuji}} \times 100 \%$$

Jika terdapat kematian pada kontrol lebih 5% kurang dari 20% maka digunakan mortalitas dihitung menggunakan rumus Abbot (Harmita dan Radji, 2008) yaitu :

$$\text{Pt(\%)} = \frac{P_0 - P_c}{100 - P_c} \times 100 \%$$

Keterangan :

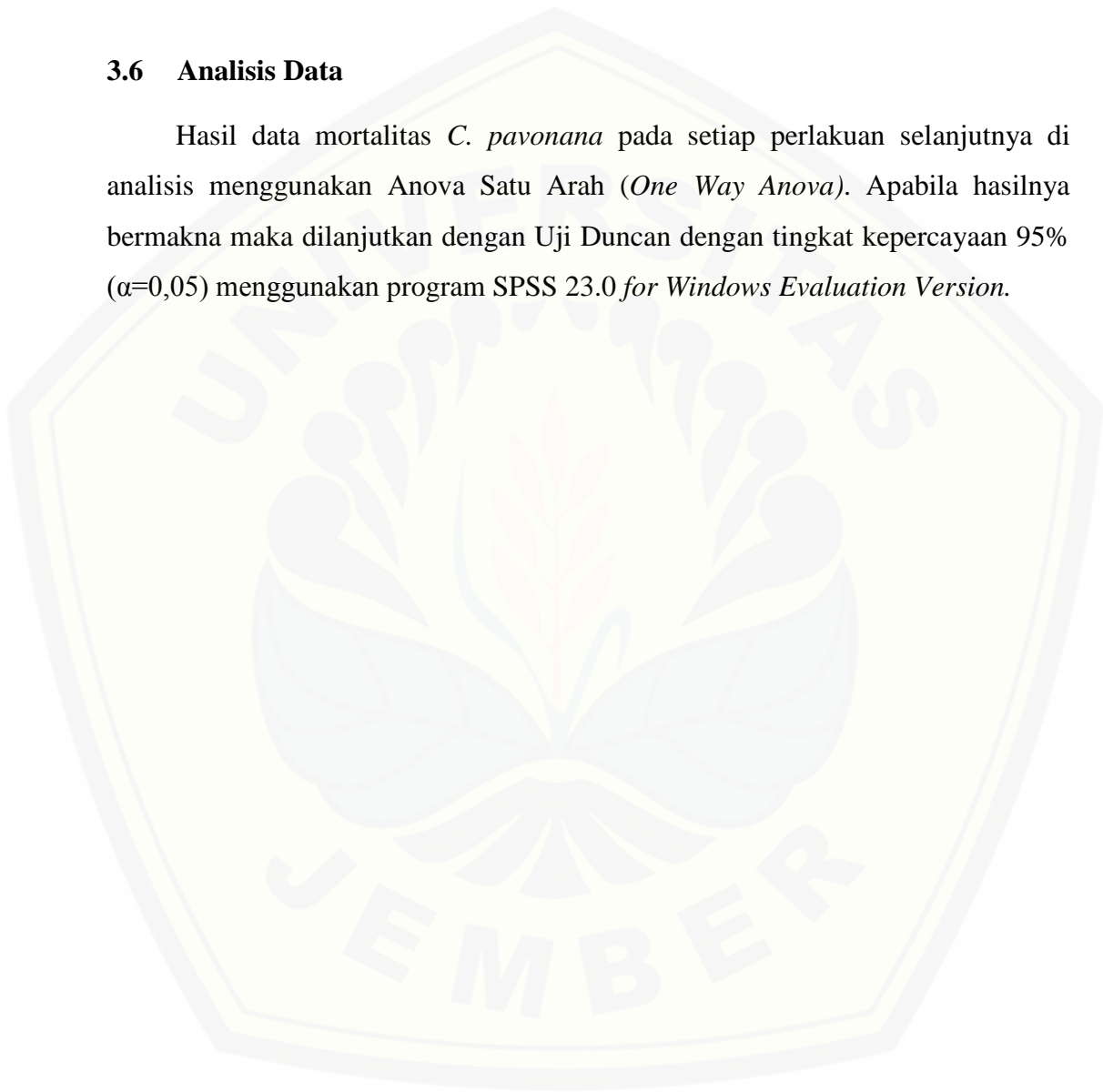
Pt : Presentase mortalitas serangga uji terkoreksi

P0 : Presentase mortalitas serangga uji pada perlakuan

Pc : Presentase mortalitas serangga uji pada kontrol

3.6 Analisis Data

Hasil data mortalitas *C. pavonana* pada setiap perlakuan selanjutnya di analisis menggunakan Anova Satu Arah (*One Way Anova*). Apabila hasilnya bermakna maka dilanjutkan dengan Uji Duncan dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) menggunakan program SPSS 23.0 *for Windows Evaluation Version*.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Formulasi senyawa α -asaron dalam silika nanopartikel 0,1% daya serap 5 hari meningkatkan mortalitas *C. pavonana* dari stadia larva hingga imago dengan mortalitas hingga 73 % dibandingkan dengan silika nanopartikel 0,1% menyebabkan mortalitas *C. pavonana* dari stadia larva hingga imago hanya 64 %.

5.2 Saran

Penulis menyarankan selama melakukan penelitian tabung dari kotoran larva *C. pavonana* dibilas air mengalir setiap hari dan kertas saring diganti setiap hari untuk menjaga kebersihan tabung dari kotoran larva dan cairan tubuh larva yang mati.

DAFTAR PUSTAKA

- Abizar, M. dan Prijono, D. 2010. Aktivitas Insektisida Ekstrak Daun dan Biji *Tephrosia vogelii* J. D. Hooker (Leguminosae) dan Ekstrak Buah *Piper cubeba* L. (Piperaceae) Terhadap Larva *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera : Crambidae). *Jurnal HPT Tropika*, 10(1): 1–12.
- Agusta, A. 2000. *Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Aldrich. 2017. *Asarone*. <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/search?term=asarone&interface=AlldanN=0&mode=match%20partial&maxdanlang=endanregion=ID&focus=product> [Diakses pada 21 November 2016].
- Boucias, DG. 1998. *Principles of Insect Pathology*. London : Kluwer Academic Publisher
- El-ghobary, A.M. dan Khafagy, I.F. 2014. Using Silica Nanoparticles and Neem oil Extract as New Approaches to Control *Tuta absoluta* (Meyrick) in Tomato under Field Conditions. 3(10): 1355–1365.
- Fauziah, L.F. 2016. Daya Antifeedant Senyawa α -Asaron dan Bubuk Rimpang Dringu (*Acorus calamus* L.) Terhadap *Hypothenemus hampei* (Ferr.). *Skripsi*. Jurusan Biologi. Universitas Jember.
- GBIF. 2017. *Global Biodiversity Information Facility*. <http://www.gbif.org/search/node/crocidolomia%20pavonana> [Diakses pada 21 November].
- Ghormade, V., Deshpande, M. V. dan Paknikar, K.M. 2011. Perspectives for nanobiotechnology enabled protection and nutrition of plants. *Biotechnology Advances*, 29(6): 792–803.
- Gul, H.T., Saeed, S., Zafar, F., Khan, A. dan Manzoor, S.A. 2014. Potential of Nanotechnology in Agriculture and Crop Protection : A Review. 1(2): 23–28.
- Harmita dan Radji, M. 2008. *Buku Ajar Analisis Hayati*. EGC ed. Jakarta.
- Hasan, S. 2015. A Review on Nanoparticles : Their Synthesis and Types. *Research Journal of Recent Sciences*, 4: 1–4.
- Hasnah, Husnih dan Fardhisa, A. 2012. Pengaruh Ekstrak Rimpang Jeringau (*Acorus calamus* L.) Terhadap Mortalitas Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. *Jurnal Floratek*, 7: 115–124.
- Helaly, E.A., Hm El, B., As, A. dan Mak, E. 2016. The silica-nano particles treatment of squash foliage and survival and development of *Spodoptera*

- littoralis* (Bosid .) larvae. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(1): 175–18.
- Jannah, R. 2017. Uji Mortalitas Formulasi Beta-Asaron dalam Nanopartikel Silika Terhadap Mortalitas *Crociodolomia pavonana*. *Skripsi*. Jurusan Biologi. Universitas Jember.
- Kalantari, S., Rouhani, M. dan Samih, M.. 2012. Insecticidal effect of silica and silver nanoparticles on cowpea seed beetle, *Callosobruchus maculatus* F. (Col. : Bruchidae). *Journal of entomological research*, 4(4): 297–305.
- Khosravi, R. dan Sendi, J.J. 2013. Effect of Neem Pesticide on Midgut Enzymatic Activities And Selected Biochemical Compounds In The Hemolymph Of Lesser Mulberry, *Glyphodes pyloalis* Walker (Lepidoptera : Pyralidae). *Journal Of Plant Protection Research* 53(3).
- Koul, O., Smirle, M.J. dan Isman, M.B. 1990. Asarones from *Acorus calamus* L Oil Their Effect on Feeding- Behavior and Dietary Utilization in *Peridroma saucia*. *Journal of Chemical Ecology*, 16(6): 1911–1920.
- Lee, H., Park, C. dan Ahn, Y. 2002. Insecticidal Activities Of Asarones Identified In *Acorus gramineus* rhizome against *Nilaparvata lugens* (Homoptera : Delphacidae) and *Plutella xylostella* (Lepidoptera:Yponomeutoidea). *Appl. Entomol. Zool* 37(3): 459–464.
- Li, Z., Xu, S., Wen, L., Liu, F., Liu, A., Wang, Q. dan Sun, H. 2006. Controlled Release Of Avermectin From Porous Hollow Silica Nanoparticles : Influence Of Shell Thickness On Loading Efficiency , UV-Shielding Property And Release. *Journal of Controlled Release* 111: 81–88.
- Lina, E.C. 2014. Pengembangan Formulasi Insektisida Nabati Berbahan Ekstrak *Brucea javanica*, *Piper aduncum*, dan *Tephrosia vogelii* Untuk Pengendalian Hama Kubis *Crociodolomia pavonana*. *Thesis*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Mattos, D.B., Rojas, O.J. dan Magalhaes, W.L.. 2017. Biogenic Silica Nanoparticles Loaded With Neem Bark Extract As Green, Slow Release Biocide. *Journal Of Cleaner Production* : 142.
- Nasir, M. 2003. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Osman, H.H., Abdel-hafez, H.F. dan Khidr, A.A. 2015. Comparison between the Efficacy of Two Nano-Particles and Effective Microorganisms on Some Biological and Biochemical Aspects of *Spodoptera littoralis*. *International Journal of Agriculture Innovations and Research* 3(6) : 1620 –1626.
- Othman, N. 1982. *Biology of Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) and its Parasit From Cipanas Area (West Java). Bogor: SEAMEO

BIOTROP.

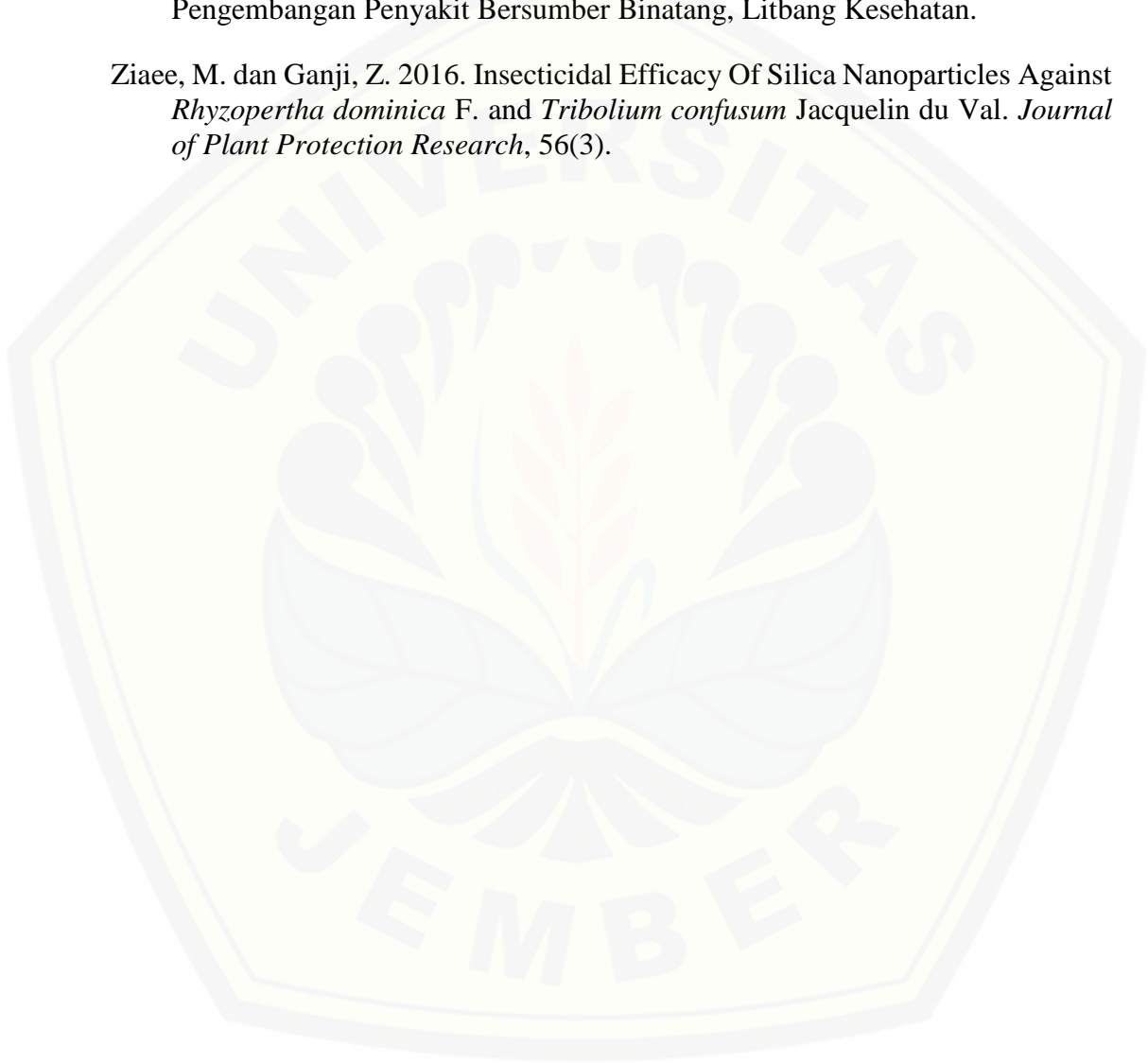
- Poplawski, J., Lozowicka, B., Dubis, A.T., Lachowska, B., Winięcki, Z. dan Nawrot, J. 2000. Feeding-deterrent Activity of α -asarone Isomers Against Some Stored Coleoptera. *Pest Management Science*, 56: 560–564.
- Pracaya, 1991. Hama dan Penyakit Tanaman. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Pubchem 2016. *Open Chemistry Database*.<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Silica#section=Top> [Diakses pada 10 November 2016].
- Purwatiningsih dan Rumhayati n.d. *Improving the Insecticidal Activity of α and β Asarone on Silica Nanoparticles Against The Cabbage Heart Worm by Evaluating Their Dynamic Adsorption: a Step Forward Phytotoxic Investigation*. Laporan Penelitian ITSF (Indonesian Toray Science Foundation).
- Radhika, S.A. dan Sahayaraj, K. 2014. Synergistic Effects of Monocrotophs with Botanical Oils and Commercial Neem Formulation On *Spodoptera litura* Fab. (Lepidoptera : Noctunidae). *J. Biopest 7 (Supp.) : 152–159*.
- Raja, A., Vijayalakshmi, M. dan Devalarao, G. 2009. *Acorus calamus* linn: Chemistry and Biology. *J Pharm and Tech Research*, 2(2): 1–6.
- Reynolds, S.E. dan Samuels, R. 1996. Physiology and Biochemistry of Insect Moulting Fluid. *Advances In Insect Physiology Vol. 26*.
- Riddiford, L.M., Hiruma, K., Lan, Q.U.E. dan Zhou, B. 1999. Regulation and Role of Nuclear Receptors during 1 Larval Molting and Metamorphosis of Lepidoptera. *Ameer Zool 39 : 736–746*.
- Sastrosiswojo, S., Uhan, T. dan Sutarya, R. 2005. *Penerapan Teknologi PHT pada Tanaman Kubis*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Singh, R., Sharma, P.K. dan Malviya, R. 2011. Pharmacological Properties and Ayurvedic Value of Indian Buch Plant (*Acorus calamus*): A Short Review. *Advances in Biological Research 5(3): 145–154*.
- Smith, B.C. 1969. Effects Of Silica On the Survival Of *Colleomegilla maculate* Lengi (Coleoptera: Coccinelidae) and *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *The Canadian Entomologist*. 101 460-462
- Takeuchi, H., Zalucki, M.P. dan Furlong, M.J. 2009. *Crociodolomia pavonana* Larval foraging: behavior and feeding site preferences on cabbage, *Brassica oleracea*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 133(2): 154–164.
- Wang, Y., Cui, H., Sun, C., Zhao, X. dan Cui, B. 2014. Construction and evaluation of controlled-release delivery system of Abamectin Using Porous Silica

Nanoparticles As Carriers. *Nanoscale Research Letters* 9 : 655.

Wilson, C. dan Tisdell, C. 2001. Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. *Ecological Economics*, 39(3): 449–462.

Yanuar, F. dan Widawati, M. 2006. *Pemanfaatan Nanoteknologi Dalam Pengembangan Pupuk dan Pestisida Organik*. Ciamis : Loka Penelitian dan Pengembangan Penyakit Bersumber Binatang, Litbang Kesehatan.

Ziaee, M. dan Ganji, Z. 2016. Insecticidal Efficacy Of Silica Nanoparticles Against *Rhizopertha dominica* F. and *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. *Journal of Plant Protection Research*, 56(3).



LAMPIRAN

A. Data Suhu dan Kelembaban Pengamatan Mortalitas *C. pavonana*

Jam Ke-	Suhu (°C)	Kelembaban (RH)
24	25	76
48	25	70
72	25	73
96	25	68
120	25	75
144	25	73
168	25	68
192	24	73
216	24	70
240	25	63
264	25	65
288	25	91
312	24	71
336	24	68
360	25	72
384	24	80
408	24	68
432	26	71
456	25	72
480	26	72
504	26	70
528	25	68
552	24	72
672	26	69
Rata-rata	24,88	71,83

B. Data Rata-Rata Mortalitas *C. pavonana*

Perlakuan	Ulangan	Mortalitas (%)		
		Larva (Jam ke-240)	Pupa (Jam ke-480)	Imago (Jam ke-672)
Kontrol	1	20	20	20
	2	0	0	10
	3	10	20	20
	4	0	0	20
	5	10	10	10
	6	0	10	10
	7	0	0	20
	8	20	20	20
	9	10	10	10
	10	10	10	10
	11	10	10	10
	12	0	0	10
	13	10	10	10
	14	0	20	20
	15	20	10	20
	Jumlah	120	150	220
	Rata-rata	8,00	10,67	14,67
	SD	7,75	7,98	5,16

Perlakuan	Ulangan	Mortalitas (%)		
		Larva	Pupa	Imago
		(Jam ke-240)	(Jam ke-480)	(Jam ke-672)
Silika Nanopartikel 0,1%	1	20	50	60
	2	30	50	60
	3	40	50	60
	4	40	70	60
	5	30	50	60
	6	40	50	70
	7	50	80	60
	8	20	60	60
	9	30	80	80
	10	30	80	80
	11	30	60	60
	12	60	70	60
	13	30	70	70
	14	40	60	60
	15	30	60	60
	Jumlah	520	940	960
	Rata-rata	34,67	50,00	64,00
	SD	10,60	10,69	7,37

Perlakuan	Ulangan	Mortalitas (%)		
		Larva (Jam ke-240)	Pupa (Jam ke-480)	Imago (Jam ke-672)
α -asaron dalam silika nanopartikel	1	30	80	80
	2	60	90	90
	3	60	40	60
	4	30	70	60
	5	50	80	80
	6	60	60	70
	7	50	70	70
	8	30	50	60
	9	50	60	80
	10	30	80	80
	11	40	70	70
	12	60	90	80
	13	30	50	70
	14	40	70	70
	15	40	80	80
	Jumlah	660	1040	1100
	Rata-rata	44,00	70,67	73,33
	SD	12,42	16,67	8,99

C. Hasil Analisis Statistik *One Way Anova* dilanjutkan Uji Duncan Mortalitas Larva *C. pavonana* dengan SPSS 23.0 for Windows Version

Tests Of Normality

PERLAKUAN	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Mortalitas Akuades	,249	15	,053	,806	15	,054
Alfa-Asaron Silika Nanopartikel 0,1%	,203	15	,095	,837	15	,051
Silika Nanopartikel 0,1%	,270	15	,054	,876	15	,052

Levene's Test Of Equality Of Error Variances^a

Dependent Variable: Mortalitas

F	Df1	Df2	Sig.
2,867	2	42	,018

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Mortalitas

Perlakuan	Mean	Std. Deviation	N
Akuades	8,0000	7,74597	15
Alfa-Asaron Silika Nanopartikel 0,1%	44,0000	12,42118	15
Silika Nanopartikel 0,1%	34,6667	10,60099	15
Total	28,8889	18,49106	45

Tests Of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: MORTALITAS

Source	Type III Sum Of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10471,111 ^a	2	5235,556	48,082	,000
Intercept	37555,556	1	37555,556	344,898	,000
Perlakuan	10471,111	2	5235,556	48,082	,000
Error	4573,333	42	108,889		
Total	52600,000	45			
Corrected Total	15044,444	44			

Mortalitas

Perlakuan	N	Subset		
		1	2	3
Duncan ^{a,B} Akuades	15	8,0000		
Silika Nanopartikel 0,1%	15		34,6667	
Alfa-Asaron Silika Nanopartikel 0,1%	15			44,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000

D. Hasil Analisis Statistik *One Way Anova* dilanjutkan Uji Duncan Mortalitas Pupa *C. pavonana* dengan SPSS 23.0 for Windows Version

Tests Of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statisti c	Df	Sig.	Statisti c	Df	Sig.
Mortalitas Akuades	,212	15	,068	,817	15	,056
Alfa-Asaron Silika Nanopartikel 0,1%	,217	15	,055	,933	15	,299
Silika Nanopartikel 0,1%	,300	15	,051	,873	15	,058

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Mortalitas

Perlakuan	Mean	Std. Deviation	N
Akuades	10,6667	7,98809	15
Alfa-Asaron Silika Nanopartikel 0,1%	70,6667	16,67619	15
Silika Nanopartikel 0,1%	50,0000	10,69045	15
Total	43,7778	27,90315	45

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Mortalitas

F	df1	df2	Sig.
1,682	2	42	,018

Tests Of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: MORTALITAS

Source	Type III Sum Of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	27871,111 ^a	2	13935,556	91,643	,000
Intercept	86242,222	1	86242,222	567,146	,000
Perlakuan	27871,111	2	13935,556	91,643	,000
Error	6386,667	42	152,063		
Total	120500,000	45			
Corrected Total	34257,778	44			

MortalitasDuncan^{a,B}

Perlakuan	N	Subset		
		1	2	3
Akuades	15	10,6667		
Silika Nanopartikel 0,1%	15		50,0000	
Alfa-Asaron Silika Nanopartikel 0,1%	15			70,6667
Sig.		1,000	1,000	1,000

E. Hasil Analisis Statistik *One Way Anova* dilanjutkan Uji Duncan Mortalitas Imago *C. pavonana* dengan SPSS 23.0 for Windows Version

Tests Of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statisti c	Df	Sig.	Statisti c	Df	Sig.
Mortalitas Akuades	,350	15	,052	,643	15	,056
Alfa-Asaron Silika Nanopartikel 0,1%	,237	15	,057	,881	15	,059
Silika Nanopartikel 0,1%	,440	15	,051	,596	15	,053

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Mortalitas

Perlakuan	Mean	Std. Deviation	N
Akuades	14,6667	5,16398	15
Alfa-Asaron Silika Nanopartikel 0,1%	73,3333	8,99735	15
Silika Nanopartikel 0,1%	64,0000	7,36788	15
Total	50,6667	27,00168	45

Levene's Test of Equality of Error

Variances^a

Dependent Variable: MORTALITAS

F	df1	df2	Sig.
2,068	2	42	,039

Tests Of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: MORTALITAS

Source	Type III Sum Of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	29813,333 ^a	2	14906,667	276,212	,000
Intercept	115520,000	1	115520,000	2140,518	,000
Perlakuan	29813,333	2	14906,667	276,212	,000
Error	2266,667	42	53,968		
Total	147600,000	45			
Corrected Total	32080,000	44			

MortalitasDuncan^{a,B}

Perlakuan	N	Subset		
		1	2	3
Akuades	15	14,6667		
Silika Nanopartikel 0,1%	15		64,0000	
Alfa-Asaron Silika Nanopartikel 0,1%	15			73,3333
Sig.		1,000	1,000	1,000