

RINGKASAN

M. Guruh Arif Zulfahmi. 105040201111091. Pengaruh Konsentrasi *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedral Virus (SNPV)-JTM 97 C Terhadap Efektivitas Pengendalian *Crociodolomia Binotalis* Zell Pada Tanaman Kubis (*Brassica Oleraceae* Var. *Botrytis* L). Dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. sebagai Pembimbing Utama, Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS. Pembimbing Pendamping dan Drs. Bedjo, MP. sebagai Pembimbing Ketiga.

Larva krop *Crociodolomia binotalis* Zell. (Lepidoptera:Pyralidae) merupakan hama penting pada tanaman kubis. Serangan *C. binotalis* dapat menyebabkan kehilangan hasil kubis sebesar 65% bahkan pada musim kemarau kehilangan hasil bisa mencapai 100%. Salah satu agens hayati yang berperan penting sebagai pengendali hama secara alamiah adalah *Nucleopolyhedrovirus* (NPV) (Samsudin 2008). Tingkat patogenesitas *SNPV* sebagai agens hayati dipengaruhi oleh konsentrasi virus yang diinokulasikan (Arifin dan Waskito, 1986; Arifin *et al.*, 1999; Asminar dan Alwi, 1997; Bedjo dkk., 2000).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi *Polyhedra Inclusion Bodies* (PIBs) *SNPV*-JTM 97 C terhadap waktu berhenti makan, mortalitas dan LC_{50} larva *Crociodolomia binotalis* Zell pada tanaman kubis. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Entomologi Balai Penelitian Aneka Tanaman Kacang dan Umbi (BALITKABI) Malang, pada bulan Februari sampai Mei 2014. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 5 perlakuan dengan 4 kali ulangan dan setiap ulangan terdiri dari 15 larva. Perlakuan yang dipakai pada penelitian ini adalah pengaruh konsentrasi *SNPV*-JTM 97C sebagai berikut: Aquades (Kontrol), 10^6 PIBs/ml, 10^8 PIBs/ml, 10^{10} PIBs/ml dan 10^{12} PIBs/ml.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu berhenti makan dan mortalitas larva *C. binotalis* secara nyata dipengaruhi oleh tingkat konsentrasi virus *SNPV*-JTM 97C. Konsentrasi mematikan 50% (LC_{50}) *SNPV*-JTM 97C adalah 4.9×10^4 PIBs/ml, dan konsentrasi mematikan 90% (LC_{90}) *SNPV*-JTM 97C adalah 3.27×10^{13} PIBs/ml pada pengamatan 168 JSI. Sedangkan waktu mematikan 50% (LT_{50}) *SNPV*-JTM 97C adalah 4,4 HSI dan waktu mematikan 90% (LC_{90}) adalah 13,37 HIS pada konsentrasi 10^{12} PIBs/ml. Nilai koefisien korelasinya (R) 0,997 yang berarti hubungan antara konsentrasi *SNPV*-JTM 97C dengan tingkat mortalitas *C. binotalis* sangat kuat. Koefisien regresi variabel konsentrasi sebesar 0,108 yang artinya jika konsentrasi *SNPV*-JTM 97C mengalami kenaikan 1 PIBs/ml, maka mortalitas *C. binotalis* akan mengalami peningkatan sebesar 0,108.

Konsentrasi *SNPV*-JTM 97C pada semua perlakuan terbukti efektif untuk mengendalikan *C. binotalis*. Semakin tinggi konsentrasi isolat *SNPV*-JTM 97C yang diinokulasikan, persentase kematian larva *C. binotalis* semakin tinggi, dan waktu yang diperlukan untuk mematikan juga semakin singkat. Akan tetapi pada penelitian ini belum dikaji apakah *SNPV*-JTM 97C akan tetap efektif untuk mengendalikan *C. binotalis* apabila diaplikasikan di lapang. Oleh karena itu perlu diadakan penelitian lanjutan dengan skala lapang agar diketahui efektifitas virus *SNPV*-JTM 97C untuk mengendalikan *C. binotalis*.

SUMMARY

M. Guruh Arif Zulfahmi. 105040201111091. The Influence of *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedral Virus (S/NPV)-JTM 97 C Concentration on The Effectiveness of Control over *Crocidolomia Binotalis* Zell in Cabbage (*Brassica Oleraceae* Var. *Botrytis* L). Promotor: Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. Co-Promotor: Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS and Drs. Bedjo, MP.

Crocidolomia binotalis Zell (Lepidoptera: Pyralidae) is an important pest in the cabbage. The attack of *C. binotalis* may cause loss in cabbage yield for 65%. In dry season, yield loss may reach 100%. A virus S/NPV which play important role as a natural enemy is S/NPV (Samsudin, 2008). Pathogenicity rate of S/NPV as a biology agent is influenced by the concentration of inoculated virus (Arifin and Waskito, 1986; Arifin et al, 1999; Asminar and Alwi, 1997; Bedjo et al, 2000)

The purpose of research is to understand the influence of different concentrations of Polyhedra Inclusion Bodies (PIB) of S/NPV-JTM 97C on stop-feeding and mortality and LC₅₀ of *Crocidolomia binotalis* Zell in the cabbage. Research is conducted at Entomology Laboratory of Indonesian Legume and Tuber Crops Research Institute (ILETRI) in Malang from February to May 2014. Research design is Complete Random Design with 5 treatments and 4 replications. Each replication consists of 15 larvae. Treatments considered in this research are the influence of concentrations of S/NPV-JTM 97C such as Aquades (Control), 10⁶ PIB/ml, 10⁸ PIB/ml, 10¹⁰ PIB/ml, and 10¹² PIB/ml.

Result of research indicates that stop-feeding and mortality of *C. binotalis* larvae are very obviously influenced by concentration rates of S/NPV-JTM 97C virus. The lethal concentration of 50% (LC₅₀) S/NPV-JTM 97C is 4.9 x 10⁴ PIB/ml and lethal concentration of 90% (LC₉₀) S/NPV-JTM 97C is 3.27 x 10¹³ PIB/ml in the observation of 160 hours after inoculation (HAI). Lethal timing of 50% (LT₅₀) S/NPV-JTM 97C is 4.4 day after inoculation (DAI) and lethal timing of 90% (LT₉₀) is 13.37 DAI at concentration 10¹² PIB/ml. Correlation coefficient rate (R) is 0.997, meaning that there is a relationship between concentration of S/NPV-JTM 97C at a very strong mortality rate of *C. binotalis*. Regression coefficient of concentration of S/NPV-JTM 97C increases 1 PIB/ml, then the mortality of *C. binotalis* will increase by 0.108.

Concentration of S/NPV-JTM 97C in all treatments are proved effective in controlling *C. binotalis*. Higher concentration of isolate inoculated by S/NPV-JTM 97C can produce higher percentage of mortality for *C. binotalis* larvae and have shorter time to develop the expected mortality. However, it is not reviewed whether S/NPV-JTM 97C is still effective in controlling *C. binotalis* under field application. Therefore, further research shall conducted at field scale to acknowledge whether S/NPV-JTM 97C virus is effective to control *C. binotalis* and whether S/NPV-JTM 97C virus is effective to control *C. binotalis*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas ridho dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Pengaruh konsentrasi Spodoptera litura Nuclear Polyhedral Virus (SNPV)-JTM 97 C terhadap efektivitas pengendalian Crocidolomia binotalis Zell pada tanaman kubis (Brassica oleraceae var. botrytis L.)*. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh tingkat konsentrasi *SNPV-JTM 97 C* terhadap mortalitas dan waktu berhenti makanulat *Crocidolomia binotalis Zell* pada tanaman kubis.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang tulus kepada:

1. Nabi Muhammad SAW. atas tuntunan beliau.
2. Ibuk (Emy Rahmawati) dan bapak (Gusani) atas perjuangannya dalam mendidik dan membesarkan penulis.
3. Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. selaku pembimbing utama dan Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS. selaku pembimbing pendamping I, atas segala bimbingan kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
4. Drs Bedjo, MP. selaku pembimbing pendamping II yang telah memberi bimbingan dan bantuannya selama penelitian di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (BALITKABI).
5. Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
6. Ir. Wedanimbi Tengkan, MS atas bimbingan serta saran-sarannya kepada penulis selama penelitian di BALITKABI. Dan bapak Hari Atim selaku teknisi di laboratorium HPT BALITKABI yang telah mendampingi dan memberi masukan kepada penulis.
7. Keluarga yang selalu memberikan doa, motivasi serta dukungannya kepada penulis.
8. Saudara seperjuangan M. Nizar Nurrahman, M. Amirudin Wicaksono, Ulil Asmi, Miko Putro, Devi Intan Arlita dan Elok Jayanti yang selalu membantu dan mendukung hingga penyusunan naskah skripsi ini selesai.
9. Keluarga besar HMI Komisariat Pertanian UB, keluarga besar HPT UB, dan keluarga besar *Tahoo House* atas kebersamaannya selama ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya para peneliti yang ingin melakukan penelitian dibidang agens hayati dan petani yang membutuhkan informasi tentang pemanfaatan agens hayati *SNPV-JTM 97C*.

Malang, Mei 2014

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Trenggalek, Jawa Timur, pada tanggal 15 Oktober 1991, dan merupakan anak Pertama dari dua bersaudara dari pasangan Gusani dan Emy Rahmawati. Pendidikan Sekolah Dasar penulis ditempuh di Madrasah Ibtidaiyah Muhammadiyah Salamrejo (Trenggalek) lulus tahun 2004, selanjutnya di MTsN Model Trenggalek lulus tahun 2007. Tahun 2010 penulis menamatkan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Trenggalek. Dan pada tahun 2010 penulis diterima menjadi mahasiswa Universitas Brawijaya melalui seleksi penerimaan siswa berprestasi (PSB).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di organisasi ekstra-kampus ataupun intra-kampus. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum pada beberapa mata kuliah. Adapun beberapa kegiatan yang pernah penulis lakukan selama menjadi mahasiswa FP UB adalah mendaki puncak Mahameru (2013), menulis novel Terang Ing Penggalih (2013), dan blogger di situs website www.kickfahmi.blogspot.com.

DAFTAR ISI

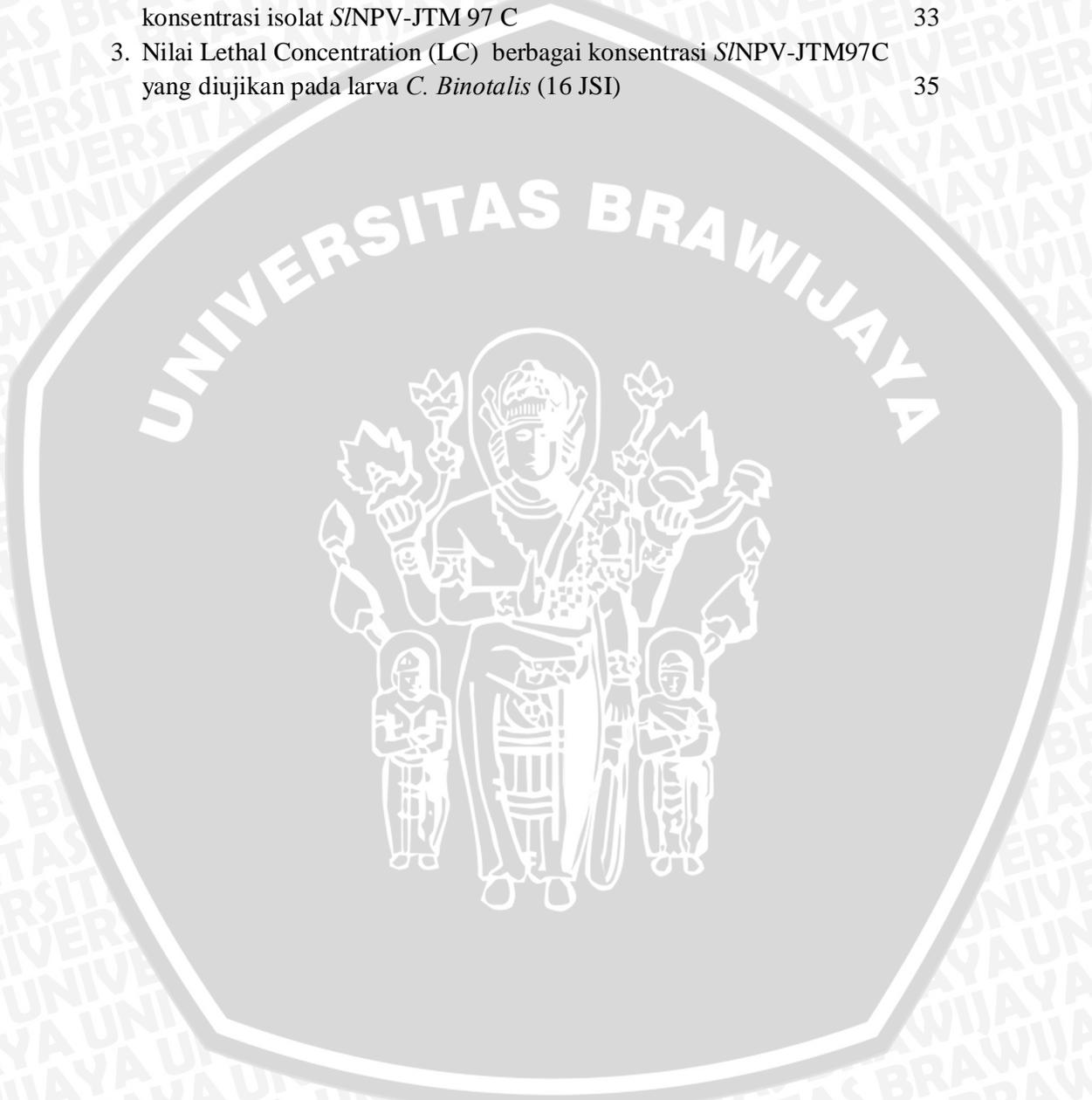
	Halaman
RINGKASAN.....	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Kerangka Konsep Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tanaman Kubis (<i>Brassica oleraceae</i> var. <i>botrytis</i> L)	5
2.2. Nucleopolyhedrovirus (NPV).....	6
2.3. Ciri Khas <i>S/NPV</i>	7
2.4 Mekanisme dan Gejala Infeksi NPV	7
2.5. Potensi NPV.....	9
2.6. Pengaruh konsentrasi terhadap keefektifan <i>Spodoptera litura</i> <i>Nucleopolyhedrovirus (S/NPV)</i> dalam mengendalikan <i>C. binotalis</i>	10
2.7 Larva krop kubis, <i>C. binotalis</i> (Lepidoptera : Pyralidae).....	11
2.7.1 Morfologi dan biologi.....	11
2.7.2 Tanaman Inang dan Gejala Serangan <i>C. binotalis</i>	15
2.7.3 Ekologi <i>C. binotalis</i>	16
III. METODOLOGI.....	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.2 Alat Dan Bahan.....	18
3.3 Rancangan Penelitian	18
3.4 Pelaksanaan Penelitian	19
3.4.1 Persiapan	19
3.4.2 Penelitian.....	22
3.5 Variabel Pengamatan.....	23
3.5.1 <i>Stop feeding</i> (berhenti makan).....	23
3.5.2 Mortalitas (kematian larva).....	23

3.5.4 Lethal Concentration (LC ₅₀).....	24
3.5.5 Lethal Time (LT ₅₀).....	24
3.6 Analisis Data.....	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Pengaruh Konsentrasi Virus S/NPV-JTM 97C terhadap Waktu Berhenti Makan (<i>Time of Stop-feeding</i>) Larva <i>C. binotalis</i>	25
4.2 Pengaruh Konsentrasi Virus S/NPV-JTM 97C terhadap Mortalitas Larva <i>C. binotalis</i>	29
4.3 Pengaruh Konsentrasi Virus S/NPV-JTM 97C terhadap Konsentrasi Mematikan (LC ₅₀) Larva <i>C. binotalis</i>	34
4.4 Pengaruh Konsentrasi Virus S/NPV-JTM 97C terhadap Waktu Mematikan (LT ₅₀) Larva <i>C. binotalis</i>	37
V. KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	45



DAFTAR TABEL

Tabel	Uraian	Halaman
1.	Persentase larva <i>C.binotalis</i> yang berhenti makan pada perlakuan perbedaan konsentrasi isolat <i>S/NPV-JTM 97 C</i>	26
2.	Persentase mortalitas larva <i>C.binotalis</i> pada perlakuan perbedaan konsentrasi isolat <i>S/NPV-JTM 97 C</i>	33
3.	Nilai Lethal Concentration (LC) berbagai konsentrasi <i>S/NPV-JTM97C</i> yang diujikan pada larva <i>C. Binotalis</i> (16 JSI)	35



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Uraian	Halaman
1.	Kerangka konsep penelitian	4
2.	Kumpulan telur <i>C. binotalis</i>	12
3.	<i>C. binotalis</i> (Foto : Tonny K. Moekasan)	15
4.	Kerusakan yang diakibatkan larva <i>C. binotalis</i>	16
5.	Denah perlakuan	19
6.	Larva <i>C. binotalis</i> yang sudah berhenti makan dan terlihat gejala awal terinfeksi virus SINPV	26
7.	Grafik presentase larva <i>C. binotalis</i> yang berhenti makan pada perlakuan perbedaan konsentrasi isolat <i>SINPV</i> -JTM 97 C	29
8.	Gejala larva <i>C. binotalis</i> akibat infeksi <i>SINPV</i> -JTM 97C	31
9.	Grafik Grafik persentase mortalitas larva <i>C. binotalis</i> pada perlakuan perbedaan konsentrasi <i>SINPV</i> JTM-97C	32
10.	Grafik Probit Harapan LC50 <i>SINPV</i> JTM-97C pada pengamatan 168 JSI36	



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Larvakrop *Crocidolomia binotalis* Zell. (Lepidoptera:Pyralidae) merupakan hama yang penting pada tanaman kubis. Munculnya hama ini pada pertanaman kubis merupakan ancaman yang serius bagi petani. Serangan *C. binotalis* dapat menyebabkan kehilangan hasil kubis 100% apabila tidak dilakukan pengendalian (Setiawati, 2000).

Penggunaan pestisida di areal pertanian sebagai cara konvensional yang kerap dilakukan petani untuk mengendalikan hama larva *C. binotalis* ternyata menimbulkan dampak yang kurang baik bagi ekosistem pertanian dan juga kesehatan manusia yang mengonsumsi kubis. Sehingga menuntut tersedianya cara pengendalian lain yang aman dan ramah lingkungan, diantaranya dengan memanfaatkan agen hayati. Salah satu agen hayati yang berperan penting sebagai pengendali hama secara alamiah adalah *Nucleopolyhedrovirus* (NPV) (Samsudin 2008).

Di Indonesia pemanfaatan NPV telah diaplikasikan pada *Helicoverpa armigera*, *Limacodidae*, *Oryctes rhinoceros*, *Panaeus* sp (Jones *et al.*, 1998), *S. exigua* (Jones *et al.*, 1998), dan *S. litura* (Arifin *et al.*, 1999). Salah satu jenis NPV adalah *Spodoptera litura* NPV (*S/NPV*) yang bernama ilmiah *Borrelinavirus litura* (Virales, Borrelinaceae). *S/NPV* memiliki inang spesifik, yakni ulat grayak yang menyerang kedelai dan kacang-kacangan lainnya. Isolat *S/NPV*-JTM 97 C dapat menekan populasi larva *S. litura* 80% saat aplikasi di lapang (Bedjo dkk, 2000).

Uji pendahuluan inokulasi dari *S/NPV*-JTM 97 C terhadap 30 larva *C. binotalis* yang dilakukan di laboratorium hama Balitkabi Malang pada tanggal 13-20 Februari 2014, menunjukkan 63,33% larva terinfeksi *S/NPV* pada hari ketujuh setelah aplikasi. Larva yang mati menunjukkan gejala serangan *S/NPV* dengan ciri-ciri warna tubuh berubah menjadi kecoklatan dan kulit larva menjadi lisis sehingga terlihat seperti membusuk. Selain itu juga dapat dicium aroma khas *S/NPV* pada larva yang mati. Aplikasi *S/NPV*

ternyata dapat membunuh beberapa jenis larva selain *S. litura* yang salah satunya *Crocidolomia binotalis* Zell.

Tingkat patogenesitas *S/NPV* sebagai agens hayati dipengaruhi oleh konsentrasi virus yang diinokulasikan (Arifin dan Waskito, 1986; Asminar dan Alwi, 1997; Bedjo et al., 2000). M. Arifin. 2000, menyatakan bahwa mortalitas *S. litura* meningkat dengan meningkatnya konsentrasi *S/NPV*. Untuk mengendalikan larva *S. litura* dipengaruhi oleh konsentrasi atau dosis yang digunakan pada saat aplikasi. Semakin tinggi tingkat konsentrasi badan inklusi virus pada tubuh larva *C. binotalis* akan menyebabkan kerusakan yang semakin parah pada organ pencernaan serangga.

Salah satu konsep utama dari PHT adalah menjaga populasi jenis serangga hama agar tidak melebihi nilai ambang ekonomi dan menjaga fauna lainnya agar tidak terganggu, sehingga keseimbangan ekosistem tetap terpelihara (Bonning dan Hammock 1996). Teknik aplikasi yang tepat dosis atau takaran akan sangat menentukan keberhasilan pengendalian hama secara terpadu. Untuk itu perlu diketahui LC_{50} *S/NPV* sebagai insektisida hayati *C. binotalis* sehingga petani bisa mengetahui berapa dosis optimal yang akan petani gunakan untuk mengendalikan serangan hama *C. binotalis* pada tanaman kubis yang dibudidayakan.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh perbedaan konsentrasi *S/NPV*-JTM 97 C terhadap waktu berhenti makan, mortalitas, LC_{50} dan LT_{50} larva *Crocidolomia binotalis* Zell pada tanaman kubis?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *Polyhedra Inclusion Bodies* (PIBs) *S/NPV*-JTM 97 C terhadap waktu berhenti makan, mortalitas, LC_{50} dan LT_{50} larva *Crocidolomia binotalis* Zell pada tanaman kubis.

1.4 Hipotesis

Waktu berhenti makan, mortalitas, LC_{50} dan LT_{50} larva *Crocidolomia binotalis* Zell pada tanaman kubis dipengaruhi oleh konsentrasi *Polyhedra Inclusion Bodies* (PIBs) *S/NPV-JTM 97 C*.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh konsentrasi suspensi *S/NPV-JTM 97 C* terhadap keefektifannya untuk mengendalikan larva *Crocidolomia binotalis* Zell pada tanaman kubis. Sehingga bisa dimanfaatkan petani untuk mengendalikan serangan *Crocidolomia binotalis* Zell pada tanaman kubis.



1.6 Kerangka Konsep Penelitian

C. binotalis dapat menyebabkan kehilangan hasil kubis sebesar 65% bahkan pada musim kemarau kehilangan hasil bisa mencapai 100% (Sunaryo, 1990)

Untuk menekan kehilangan hasil perlu dilakukan pengendalian.

Hayati

Kimia

Memanfaatkan S/NPV untuk sebagai pengendalian hayati (Jones *et al.*, 1998).

Inang utama

Inang alternatif

Spodoptera litura

C. binotalis

Diharapkan efektif

Membuktikan bahwa S/NPV-JTM 97C efektif untuk mengendalikan *C. binotalis*.

Mengetahui konsentrasi S/NPV-JTM 97 C yang tepat untuk mengendalikan larva *C. binotalis*

Serangan hama *C. binotalis* pada kubis dapat dikendalikan dengan menggunakan S/NPV-JTM 97C.

Gambar 1. Kerangka konsep penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Kubis (*Brassica oleraceae var. botrytis L*)

Tanaman kubis bunga diduga berasal dari Eropa, pertama kali ditemukan di Cyprus, Italia Selatan dan Mediterania. Beberapa spesies kubis bunga telah tumbuh di Mediterania selatan lebih dari 2000 tahun. Mengenai masuknya kubis bunga di Indonesia tidak terdapat keterangan pasti, diduga terjadi pada abad XIX, yang varietasnya berasal dari India (Suwandi, dkk. 1993).

Menurut klasifikasi dalam tata nama tanaman kubis bunga termasuk kedalam :

- Divisi : *Spermatophyta* (tanaman berbiji).
- Sub divisi : *Angiospermae* (biji berada di dalam buah).
- Kelas : *Dicotyledoneae* (biji berkeping dua atau biji belah).
- Ordo : *Rhoeadales* (Brassicales).
- Famili : *Cruciferae* (Brassicaceae).
- Genus : *Brassica*
- Spesies : *Brassica oleraceae var. botrytis L.* (Rukmana, R. 1994).

Kubis putih (*Brassica oleraceae var. botrytis L*) merupakan salah satu sayuran penting, terutama di dataran tinggi. Sejak awal tahun 70-an kubis juga ditanam di beberapa daerah dataran rendah, seperti di daerah Yogyakarta, Klaten, dan Jember. Kubis varietas KK Cross (Permadi & Djuariah 1992) dan Green Baru beradaptasi dengan baik dan mempunyai hasil krop tinggi dengan umur genjah, cocok untuk dikembangkan di dataran rendah dan dataran medium. Tanaman kubis bunga termasuk dalam golongan tanaman sayuran semusim atau umur pendek dan merupakan salah satu anggota dari keluarga tanaman kubis-kubisan (Cruciferae).

Daun kubis bunga berbentuk bulat telur (oval) dengan bagian tepi daun bergerigi, agak panjang. Sugeng (1981) menambahkan, daun tersebut berwarna hijau dan tumbuh berselang - seling pada batang tanaman. Diameter massa bunga kubis bunga dapat mencapai lebih dari 20 cm dan memiliki berat antara 0,5 kg ó 1,3 kg, tergantung varietas dan kecocokan

tempat tanam. Sistem perakaran kubis bunga memiliki akar tunggang (*Radix Primaria*) dan akar serabut. Batang tanaman kubis bunga tumbuh tegak dan pendek (sekitar 30 cm). Batang tersebut berwarna hijau, tebal, dan lunak namun cukup kuat dan batang tanaman ini tidak bercabang (Cahyono 2001).

Tanaman kubis bunga cocok ditanam pada tanah lempung berpasir, tetapi toleran terhadap tanah ringan seperti andosol. Namun syarat yang paling penting keadaan tanahnya subur, gembur, kaya akan bahan organik, tidak mudah becek (menggenang), kisaran pH antara 5,5 ó 6,5 dan pengairannya cukup memadai (Subhan. 1989). Kisaran temperatur optimum untuk pertumbuhan dan produksi sayuran ini antara 150 C ó 180 C, dan maksimum 240 C (Rukmana, 1994). Kubis bunga termasuk tanaman yang sangat peka terhadap temperatur terlalu rendah ataupun terlalu tinggi, terutama pada periode pembentukan bunga (Sutarya. 1995).

2.2. *Nucleopolyhedrovirus* (NPV)

Agens hayati *Nucleopolyhedrovirus* termasuk genus Baculovirus dalam famili Baculoviridae. Sebagai parasit, NPV hanya bereplikasi pada sel-sel hidup. Berdasarkan jumlah nukleokapsid, NPV dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu *single nucleocapsid* (SNPV) dan multi nucleocapsid (MNPV) (Tanada dan Kaya, 1993). Nukleokapsid yang dibungkus suatu membran disebut virion, sedangkan virion yang diselubungi oleh suatu pembungkus yang terbentuk dari Kristal protein disebut polyhedral (Dø Amico, 1997). Virion terbungkus dalam suatu membran yang disebut amplop. Tiap virion mengandung lebih dari 100 PIBs (Dø Amico, 1997). Bagian NPV yang bersifat infeksi terhadap serangga adalah nukleokapsid yang terletak dalam virion berbentuk tongkat dengan ukuran panjang 336 µm. Nukleokapsid berbentuk batang mengandung untaian ganda asam deoksiribonukleat (DNA) yang panjang 250-400 nm dan lebar 40-70 nm.

Bentuk polyhedral dapat berupa *dodecahedral*, tetra hedral, kubus, atau tidak beraturan. Bentuk *polyhedral* bergantung pada jenis serangga inang yang terinfeksi oleh NPV (Maddox, 1975). *Nucleopolyhedrovirus* telah ditemukan pada 523 spesies serangga, sebagian besar NPV bersifat spesifik

inang, yaitu hanya dapat menginfeksi dan mematikan spesies inang alaminya, sehingga pada mulanya penamaan NPV disesuaikan dengan nama inang saat pertama kali diisolasi. Sebagai contoh NPV yang menginfeksi larva *S. litura* dinamai *Spodoptera litura Nucleopolyhedrovirus* (SINPV).

2.3.Ciri Khas SINPV

Spodoptera litura Nucleopolyhedrovirus memiliki ciri khas yaitu berbentuk batang dan terdapat di dalam badan inklusi yang disebut polihedra. Polihedra berbentuk kristal bersegi banyak dan berukuran relatif besar (0,5-15 μ m) sehingga mudah diamati menggunakan mikroskop perbesaran 600 kali. *Spodoptera litura Nucleopolyhedrovirus* ditemukan dalam berbagai jaringan seperti hemolimfa, badan lemak, hypodermis dan matriks trakea. Larva yang terinfeksi SINPV menunjukkan gejala seperti tubuhnya tampak berminyak, disertai dengan tubuhnya membengkak dan warnanya berubah menjadi pucat-kemerahan. Gejala khas di lapangan, larva merayap ke pucuk tanaman kemudian mati dalam keadaan menggantung dengan tungkai semunya pada bagian tanaman. Integumen larva mengalami lisis dan disintegrasi sehingga sangat rapuh. Apabila robek, dari dalam tubuh larva keluar cairan hemolimfa yang mengandung banyak polihedra (Bedjo, 2005).

2.4 Mekanisme dan Gejala Infeksi NPV

Infeksi NPV adalah melalui alat pencernaan dengan cara menginfeksi bagian nukleus sel-sel yang rentan, terutama lapisan epitel ventrikulus dan haemosit yang berada dalam haemokul. NPV menginfeksi inang lewat dua tahap pertama NPV menyerang usus tengah dan kemudian tahap selanjutnya menyerang haemokul serta organ-organ dalam tubuh yang lain. NPV menginfeksi melalui mulut bersama pakan yang dikonsumsi larva. Pada infeksi tingkat lanjut, NPV juga menyerang sel darah (leukosit dan limfosit), trakea, hypodermis, dan badan lemak (Smith, 1972).

Proses infeksi SINPV pada serangga inang dimulai dengan tertelannya polihedra yang berisi virus bersama dengan pakan serangga. Apabila NPV termakan oleh serangga inang (larva) dan masuk ke dalam saluran pencernaan yang memiliki pH tinggi (>10), maka polihedra akan pecah sehingga melepaskan virion infeksi. Selanjutnya, virus menginfeksi sel-sel yang rentan

dalam waktu 1 sampai 2 hari setelah polihedra tertelan (Granados dan Federici, 1986).

Larva yang terinfeksi akan mengalami gejala abnormal secara morfologis, fisiologis dan perilakunya. Pada tahap awal, gejala infeksi NPV pada larva ditandai dengan berkurangnya nafsu makan, gerakan yang melambat, tubuh membengkak, dan warna tubuh menjadi kekuningan. Apabila tersentuh, tubuh larva akan mengeluarkan cairan kental yang berisi partikel virus. Larva mati dalam waktu 3 sampai 7 hari setelah polihedra tertelan. Sebelum mati, larva masih dapat merusak tanaman, namun kerusakan yang diakibatkan larva yang sudah terinfeksi sangat rendah, karena terjadi penurunan kemampuan makan dari larva grayak sampai 84% (BB-Biogen, 2009).

Dari dalam tubuh larva yang mati keluar cairan haemolimfa berwarna kemerahan atau putih seperti susu yang sangat keruh dan berbau khas yang menyengat. Cairan haemolimfa tersebut mengandung banyak polyhedra NPV. Sebelum mati larva bergerak ke bagian pucuk tanaman yang kering. Larva yang mati selalu menempel pada tanaman dengan kaki semunya (*proleg*) (De Bach, 1973 dalam Hoffman dan Frodsham, 1993). Pada keadaan alami, larva mati akibat infeksi NPV biasanya ditunjukkan oleh gejala tubuh larva menggantung pada daun atau dahan dengan posisi kepala dan bagian posterior di bawah dan kedua kaki abdominal melekat pada bagian tanaman seperti membentuk huruf V terbalik (Ignoffo dan Couch, 1981). Beberapa saat setelah mati, integument larva pecah dan cairan haemolimfa dari tubuhnya mongering.

Pada *S. exigua*, masa inkubasi akibat virus NPV berkisar 4-5 hari (Moekasan, 2002). Kematian bisa terjadi 3-8 hari setelah infeksi (Hoffmann dan Frodsham, 1993). Masa infeksi NPV hingga kematian larva dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya umur larva, jumlah PIBs, suhu, jenis virus, dan jenis serangga inang. Strain virus yang lebih virulen (ganas) dapat mematikan larva dalam waktu 2-5 hari, tetapi strain yang kurang virulen membutuhkan 2-3 minggu untuk mematikan inangnya (Granados dan

Wiliam, 1986). Bell dan Romine (1980) menyatakan bahwa kematian larva akibat terinfeksi NPV umumnya terjadi pada periode 2-9 hari setelah larva makan NPV. Menurut Narayanan (1987) infeksi juga dapat terjadi pada larva yang baru menetas akibat telur yang terinfeksi. Hal ini karena larva yang baru menetas harus makan korion untuk keluar. Apabila korion yang mengandung NPV masuk kedalam tubuh larva dan menginfeksi inang maka kematian akan terjadi 1-2 hari kemudian. NPV hanya melekat pada korion telur, oleh karena itu NPV tidak bisa merusak atau memakan embrio didalamnya.

2.5. Potensi NPV

Potensi *S/NPV* digolongkan atas dua kepentingan, yaitu pengendalian efektif dan produksi *S/NPV*. Untuk kepentingan pengendalian isolat dengan mortalitas tinggi dalam waktu singkat dinyatakan efektif, namun untuk keperluan produksi *S/NPV* produksi polyhedral berkorelasi positif dengan umur larva yang mati, semakin tua umur ulat yang mati, makin banyak polyhedral yang diproduksi (Okada, 1977).

Pemanfaatan NPV untuk pengendalian hama telah dilakukan sejak tahun 1970-an. Saat itu telah berhasil diisolasi *TiNPV* yang dimanfaatkan untuk mengendalikan hama *Trichoplusiani* di California. Di Indonesia pemanfaatan NPV telah diaplikasikan pada *Helicoverpa armigera*, *Limacodidae*, *Oryctes rhinoceros*, *Panaeus* sp (Jones et al., 1998), *S. exigua* (Jones et al., 1998), dan *S. litura* (Arifin et al., 1999).

Dent (2000) menjelaskan bahwa ada sekitar 125 tipe NPV yang diisolasi dari ordo Lepidoptera, Diptera, dan Orthoptera. NPVs memiliki kecenderungan sangat spesifik famili dengan tidak atau kecil sekali kemungkinan terjadinya infeksi silang (*cross infection*) antara famili serangga. Spesifikasi ini menyebabkan potensi NPV sebagai biopestisida sangat tinggi. Berbeda dengan kelompok virus lainnya, seperti cytoplasmic polyhedrosis virus (CPV) dan granulosis virus (GV) yang tidak spesifik family, sehingga memiliki potensi rendah sebagai biopestisida (Dent, 2000).

Di Amerika Serikat, Rusia, dan Finlandia, NPV diproduksi secara besar-besaran dengan menggunakan teknologi tinggi, yang mengakibatkan harga jual produk-produk NPV relatif mahal karena tingginya biaya produksi

(Stair dan Fraser, 1981; Bull et al., 1995). Di Brasilia dan Paraguay, pengurangan pemakaian insektisida kimia adalah akibat ketersediaan dan pemakaian bioinsektisida NPV *Baculovirus anticarsia* untuk mengendalikan *Velvetbean Caterpillar*.

Saat ini prospek bioinsektisida semakin besar dan produknya semakin memberikan harapan. Sejumlah terobosan teknis seperti formulasi ULV membuka peluang pasar baru. Pemakaian NPV meningkat secara luas dan semakin banyak dievaluasi dan digunakan dalam skala luas (Bell dan Hayes, 1994). Kasus serupa pada NPV yang digunakan untuk mengendalikan *H. zea*, walaupun belum digunakan secara luas, namun tingkat ketertarikan petani semakin meningkat (Luttrell, 1994).

Di Indonesia, pemanfaatan *S/NPV* sebagai biopestisida telah banyak dikaji dan dikembangkan baik di institusi penelitian, perguruan tinggi, dan kelompok tani. Balitkabi mengembangkan *S/NPV* secara *in vivo* dan diformulasikan untuk keperluan penelitian dan pengujian lapang dalam skala kecil (Bedjo dkk., 2000). Oleh karena itu, pengembangan *S/NPV* mempunyai prospek cerah karena dapat menginfeksi *S. litura* dengan efektif dan efisien (Arifin dkk., 1999; Bedjo dkk., 2003)

2.6. Pengaruh konsentrasi terhadap keefektifan *Spodoptera litura* Nucleopolyhedrovirus (*S/NPV*) dalam mengendalikan *C. binotalis*.

Patogenisitas *S/NPV* terhadap inangnya relatif tinggi, Dengan nilai LC₅₀ untuk larva instar III sebesar $5,4 \times 10^3$ *polihedra inclusionbodies* (PIBs)/ml. Larva instar pertama sampai instar ketiga lebih rentan terhadap *S/NPV* daripada larva instar empat dan lima. Tingkat kerentanan larva instar awal 100 kali lebih tinggi daripada larva instar akhir (BB-Biogen 2009).

Tingkat patogenisitas *S/NPV* sebagai agens hayati dipengaruhi oleh konsentrasi virus yang diinokulasikan (Arifin dan Waskito, 1986; Arifin dkk., 1999; Asminar dan Alwi, 1997; Bedjo dkk., 2000). Alwi dan Arifin menyatakan bahwa mortalitas *S. litura* meningkat dengan meningkatnya konsentrasi *S/NPV*. untuk mengendalikan larva *S. litura* dipengaruhi oleh konsentrasi atau dosis yang digunakan pada saat aplikasi. Konsentrasi *S/NPV* efektif adalah 1×10^8 dan 5×10^8 PIBs/ml dengan mortalitas masing-masing

sebesar 84% dan 100%. Menurut Mumford and Norton (1984) hasil tersebut setara dengan kriteria efikasi suatu jenis insektisida kimia dengan mortalitas 80% atau lebih. Isolat *S/NPV* dosis $1,5 \times 10^{12}$ *polyhedra inclusion bodies* (PIBs)/ha memiliki tingkat keefektifan tinggi karena mampu menurunkan populasi ulat grayak antara 90,0 ó 94% pada 6 hari setelah aplikasi.

Semakin tinggi tingkat konsentrasi badan inklusi virus pada tubuh larva *C. binotalis* akan menyebabkan kerusakan yang semakin parah pada organ pencernaan serangga. Hal ini didukung dengan pernyataan yang dikemukakan Rohrmann (1994) bahwa jumlah badan inklusi virus NPV yang dibutuhkan untuk menimbulkan pada inang berkisar antara 5.10^4 PIBs per serangga. Akan tetapi jumlah ini bisa bertambah atau berkurang seiring dengan usia larva. Semakin tua usia larva maka ketahanan terhadap serangan pathogen semakin kuat sehingga diperlukan konsentrasi pathogen yang lebih besar.

2.7 Larva krop kubis, *C. binotalis* (Lepidoptera : Pyralidae)

2.7.1 Morfologi dan biologi

Larva Krop diklasifikasikan mempunyai Kingdom Animalia, Phylum Arthropoda, Kelas Insecta, Ordo Lepidoptera, Family Pyralidae, Genus *Crociodomia*, Spesies *Crociodomia binotalis* Zell (Ahmad, 2007).

- **Serangga dewasa**

Dada *C. binotalis* dewasa berwarna hitam, sedangkan perutnya berwarna coklat kemerahan, panjang tubuhnya kira-kira 1,1 cm. Ngengat aktif pada malam hari. Sayap depan ngengat jantan mempunyai rumbai dari rambut halus yang berwarna gelap pada bagian tepi-depan (anterior). Panjang tubuh rata-rata untuk serangga jantan 10,4 mm dan serangga betina 9,6 mm (Oever 1973; Sastrosiswojo dan Setiawati 1992).

Ngengat jantan umumnya berukuran lebih besar daripada betinanya. Jantan berukuran 20-25 mm dan betina 8-11 mm. Pada betina dan jantan mempunyai warna coklat pada bagian sayap. Jantan pada umumnya mempunyai warna yang lebih cerah. Pada

siang hari ngengat akan besembunyi pada bagian tubuh pohon dan aktif pada malam hari (Ahmad, 2007). Imago memiliki sayap dengan bintik putih dan sekumpulan sisik berwarna kecoklatan. Imago betina dapat hidup selama 16-24 hari (Wahyuni, 2006). Pada waktu siang hari bila ada gangguan imago akan terbang untuk mencari perlindungan. Kupu-kupu bertelur dalam satu kelompok dengan ukuran 2,5 x 3 ó 4 x 5 mm. Kupu-kupu betina umurnya dapat mencapai 16 ó 24 hari dan menghasilkan 11 ó 18 butir telur. Setiap kelompoknya terdiri dari 30 ó 80 butir telur (Pracaya, 2001).

- **Telur**

Telur diletakkan dalam kelompok menyerupai genting-genting rumah dan berwarna hijau muda. Kelompok telur dapat ditemukan pada permukaan bawah daun, di tepi daun, atau di dekat tulang daun. Jumlah telur rata-rata 48 butir dan ukurannya 2,6 mm dan 4,3 mm. Masa telur tiga sampai enam hari dan rata-rata empat hari (Oever 1973; Sastrosiswojo dan Setiawati 1992). Telur berukuran 5 mm dan biasanya berkumpul berkisar antara 10-300 butir dalam satu daun. Telur berwarna hijau cerah dan muda



Gambar 2. Kumpulan telur *C. binotalis*: a) berumur satu hari berwarna kuning, b) lebih dewasa saat bentuk seperti irisan jeruk terlihat; dan c) telur berwarna coklat tua siap untuk menetas.

berkamufase pada daun. Telur biasanya diletakkan pada bagian bawah daun (Ahmad, 2007).

- **Larva**

Larva berwarna hijau muda kecoklatan dan terdiri atas lima instar. Pada bagian sisi dan bagian atas tubuh larva terdapat garis-garis putih sepanjang tubuhnya. Larva muda bergerombol pada permukaan bawah daun kubis. Larva ótuaó (instar ke-4 dan ke-5)

panjangnya kira-kira 2 cm, bersifat malas, dan selalu menghindari cahaya matahari. Masa larva 11-17 hari dengan rata-rata 14 hari pada suhu udara 26-33,2 oC (Oever 1973; Sastrosiswojo dan Setiawati 1992).

Larva instar satu bersifat gregarious, memakan daun pada permukaan bawah dengan menyisakan lapisan epidermis atas dan meninggalkan bercak putih pada daun yang dimakan. Kepala larva instar awalnya berwarna hitam kecoklatan dengan tubuh berwarna hijau. Warna larva bervariasi, umumnya berwarna hijau dengan batas garis dorsal dan lateral berwarna kekuningan tergantung corak daun yang mereka makan Panjang larva sekitar 18 mm. Biasanya larva berada pada bagian bawah daun karena mereka cenderung menghindari cahaya. Jika diganggu agak malas untuk bergerak. Pada hari keempat dan kelima larva akan memakan daun dari bagian bawah dan akan menyebabkan kerusakan yang parah pada daun sebelum larva bergerak pada pusat tanaman (Wahyuni S, 2006).

Larva instar ketiga sampai kelima memencar dan menyerang pucuk tanaman kubis sehingga menghancurkan titik tumbuh. Akibatnya tanaman mati atau batang kubis membentuk cabang dan beberapa krop yang kecil-kecil. Larva krop dikenal sebagai hama yang sangat rakus secara berkelompok dapat menghabiskan seluruh daun dan hanya meninggalkan tulang daun saja. Pada populasi tinggi terdapat kotoran berwarna hijau bercampur dengan benang-benang sutera. Larva krop juga masuk dan memakan krop sehingga tidak dapat dipanen sama sekali. (Ahmad, 2007).

- **Pupa**

Biasanya pembentukan pupa terjadi pada permukaan tanah. Pupa berwarna kuning kecoklatan dan berukuran lebar 3 mm serta panjang 10 mm. Masa pupa 9-13 hari dan rata-rata 10 hari pada suhu udara 26-33 °C. Pupa terdapat pada kokon yang terbuat dari butiran tanah dan membentuk lonjong dengan stadium 9 hari.

Panjang berkisar antara 8.5 sampai 10.5mm dan berbentuk larva dengan berwarna hijau cerah dan coklat gelap, pupa biasanya diselubungi oleh tanah (Wahyuni, 2006).



- **Daur hidup**

Dalam kondisi laboratorium, (suhu 16-22,5 °C dan kelembaban 60-80%), lamanya daur hidup *C. binotalis* adalah 30-41 hari (Gambar 3).



Gambar 3. *C. binotalis* (Foto : Tonny K. Moekasan)

2.7.2 Tanaman Inang dan Gejala Serangan *C. binotalis*

Tanaman inang *C. binotalis* adalah pelbagai jenis kubis seperti kubis putih, kubis bunga, petsai, brokoli, dan lain-lainnya. Selain itu tanaman turnip, radis, sawi jabung, dan selada air juga merupakan inang *C. binotalis* (Sastrosiswojo 1987). Larvakrop kubis *C. binotalis* sering menyerang titik tumbuh sehingga sering disebut larva jantung kubis. Larvanya kecil berwarna hijau lebih besar dari larva tritip. Apabila sudah besar garis-garis coklat. *C. binotalis* kurang respon terhadap sentuhan, jika diganggu agak malas untuk bergerak. Larva muda bergerombol di permukaan bawah daun kubis dan meninggalkan bercak putih pada daun yang dimakan. Larva instar ketiga sampai kelima memencar dan menyerang pucuk tanaman kubis sehingga menghancurkan titik tumbuh. Akibatnya tanaman mati atau batang kubis membentuk cabang dan beberapa krop yang kecil-kecil. Larva krop dikenal sebagai hama yang sangat rakus secara berkelompok dapat menghabiskan seluruh daun dan hanya meninggalkan tulang daun saja. Pada populasi tinggi terdapat kotoran berwarna hijau bercampur dengan benang-benang sutera. Larva krop juga masuk dan memakan krop sehingga tidak dapat dipanen sama sekali. (Ahmad, 2007).



Gambar 4. Kerusakan yang diakibatkan larva *C. binotalis*: awal serangan hanya pada bagian krop (kiri), kemudian merusak seluruh tanaman dari bagian tengah

Larva muda memakan daun dan meninggalkan lapisan epidermis yang kemudian berlubang setelah lapisan epidermis kering. Setelah mencapai instar ketiga larva memencar dan menyerang daun bagian lebih dalam menggerak ke dalam krop dan menghancurkan titik tumbuh sehingga tanaman akan segera mati. Larva ini biasanya ditandai dengan adanya kumpulan kotoran pada daun kubis dan krop menjadi berlubang-lubang yang menyebabkan kualitas hasil panennya menurun. Serangan utama *C. binotalis* yaitu pada bagian dalam yang terlindungi daun hingga mencapai titik tumbuh. Kalau serangan ini ditambah lagi dengan serangan penyebab penyakit, tanaman bisa mati karena bagian dalamnya menjadi busuk meskipun dari luar kelihatannya masih baik (Santosa dan Sartono, 2007).

2.7.3 Ekologi *C. binotalis*

C. binotalis umum dijumpai pada pertanaman kubis, baik yang diusahakan maupun pada tanaman kubis liar. Di pulau Jawa, *C. binotalis* dijumpai menyerang kubis, baik di perbukitan maupun di dataran rendah. *C. binotalis* merupakan hama utama kedua setelah *P. xylostella* pada tanaman kubis. Dua jenis hama tersebut seringkali didapatkan saling bergantian menempati kedudukan sebagai hama utama pada tanaman kubis. Daerah sebar *C. binotalis* dilaporkan di Asia Selatan dan Asia Tenggara, Australia, Afrika Selatan, Tanzania, dan kepulauan Pasifik (Kalshoven, 1981).

Menurut Santosa dan Sartono(2007), puncak populasi telur terjadi pada bulan Februari, Mei dan Juli-Agustus. Puncak populasi larva terjadi pada bulan Maret, Juni dan Agustus. Hal ini menunjukkan adanya korelasi negatif antara populasi larva *C. binotalis* dengan tinggi/rendahnya curah hujan. Pada tanaman kubis, populasi larva meningkat mulai dua minggu setelah tanam dan mencapai puncaknya pada umur enam sampai delapan minggu setelah tanam lalu menurun sampai saat panen kubis.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



III. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Entomologi Balai Penelitian Aneka Tanaman Kacang dan Umbi (BALITKABI) Malang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Mei 2014.

3.2 Alat Dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serangga uji larva *Crociodolomia binotalis* Zellinstar-2, suspensi murni polyhedral isolat *S/NPV-JTM 97C* (diperoleh dari Drs. Bedjo, MP. Balitkabi), daun kubis untuk pakan serangga uji, aquades steril, kain kasa, toples plastik, air destilata dan kertas tisu.

Alat-alat yang digunakan adalah mikroskop binokuler, toples plastik dengan diameter 20cm dan tinggi 30 cm untuk pembiakan *C. binotalis*, objek glass, cover glass, nampan plastik, mortar, sendok teh, corong buchner, shaker, haemocytometer, vial plastik, gunting, tusuk gigi, cawan petri, blender, pinset, pipet, lemari pendingin, autoklaf, timbangan digital, kuas dan wadah plastik.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dengan 4 kali ulangan dan setiap unit perlakuan terdiri dari 15 larva. Sehingga larva yang dibutuhkan sebanyak 300 larva. Perlakuan yang dipakai pada penelitian ini adalah pengaruh konsentarsi *S/NPV-JTM 97C* sebagai berikut:

D1 = Aquades (Kontrol)

D2 = 10^6 PIB_s/ml

D3 = 10^8 PIB_s/ml

D4 = 10^{10} PIB_s/ml

D5 = 10^{12} PIB_s/ml

D4U2	D5U1	D1U2	D3U2	D1U4
D3U1	D5U2	D5U4	D2U3	D2U4
D3U3	D1U1	D1U3	D5U3	D4U4
D2U2	D3U4	D4U3	D4U1	D2U1

Gambar 5. Denah perlakuan

Keterangan:

D : Perlakuan (Konsentrasi *S/NPV*)

U : Ulangan

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan

3.4.1.1 Pemiakan Massal *C. binotalis* Z dan *S. litura* di laboratorium

Pemiakan masal *S. litura* bertujuan untuk digunakan sebagai bahan perbanyakan isolat NPV. Sedangkan pemiakan masal *C. binotalis* digunakan untuk serangga uji. Untuk memperoleh instar yang sama, diperlukan kelompok telur *C. binotalis* ataupun *S. litura* dari tanaman inang di lapang. Kelompok telur *S. litura* ditemukan di kebun percobaan Balitkabi. Sedangkan kelompok telur *C. binotalis* ditemukan di daerah Pujon Malang. Kelompok telur dimasukkan kedalam kotak plastik yang berukuran 20cm x 20cm x 25 cm dan di atasnya diberi penutup kain kasa. Larva yang telah menetas kemudian diberi pakan secukupnya. Pakan untuk *S. litura* adalah daun jarak, dan pakan untuk *C. binotalis* adalah daun kubis. Pakan diganti setiap hari agar daun tidak kering sampai larva mencapai instar-3.

3.4.1.2 Pembuatan Isolat *S/NPV*

Perlu dilakukan sterilisasi alat maupun bahan untuk menghindari kontaminasi pada alat atau bahan penelitian

sebelum melakukan persiapan maupun kegiatan pengujian. Sterilisasi alat dilakukan dengan menggunakan sinar UVC selama 30 menit. Vial plastik harus terhindar dari mikroorganisme agar tidak mempengaruhi hasil data. Oleh karena itu perlu dilakukan pencucian dan sterilisasi pada vial plastik agar tidak terkontaminasi mikroorganisme lainnya. Tahap pertama vial plastik direndam dengan 200ml larutan NaOCl dicampur 2 liter air selama 25-30 menit. Kemudian seluruh bagian vial plastik digosok-gosok dengan busa sampai bersih. Selanjutnya vial dijemur di bawah sinar matahari sampai kering. Untuk memastikan bahwa vial plastik telah terhindar dari mikroorganisme, maka vial tersebut disinari di bawah lampu sinar UVC selama 20-25 menit.

Isolat *S/NPV-JTM 97 C* yang digunakan untuk percobaan diperoleh dari laboratorium hama BALITKABI hasil koleksi Drs. Bedjo, MP. Isolat *S/NPV-JTM 97 C* memiliki tingkat virulensi tinggi yang dapat menekan populasi larva *S. litura* 80% saat aplikasi di lapang (Bedjo, dkk. 2000). Bahan induk isolat *S/NPV* berbentuk cair diperoleh dari ekstrak larva *S. litura* yang menunjukkan gejala terserang *S/NPV*. Tahap selanjutnya dilakukan perbanyakan dengan cara menginokulasi virus melalui kontaminasi pakan daun kedelai segar sebagai pakan larva *S. litura*. Larva yang terinfeksi dikumpulkan dan dibersihkan, kemudian diambil 100 larva dan ditaruh pada mortal. Ditambahkan larutan buffer 1 ml kemudian isolat *S/NPV* digerus dengan menggunakan pastel sampai halus. Untuk penyaringan diperlukan tabung propilan 50 ml dan corong yang di atasnya sudah ditutup dengan kertas saring. Isolat *S/NPV* yang sudah halus disaring dengan ditambahkan aquades sampai didapatkan suspensi kasar *S/NPV* sebanyak 50 ml. Suspensi kasar disentrifugasi dengan kecepatan 3500 rpm selama 15 menit, kemudian supernatan dikumpulkan dan endapannya

dibuang. Supernatan disentrifugasi kembali dengan tahapan yang sama seperti sebelumnya sampai diperoleh hasil berupa endapan akhir yang relatif bersih.

3.4.1.3 Penentuan konsentrasi PIB S/NPV dengan cara pengenceran Isolat S/NPV

Suspensi akhir dari hasil sentrifugasi kemudian diencerkan sebanyak 4 kali (1×10^{-4}) untuk mempermudah penghitungan konsentrasi *Polyhedra Inclusion Bodies* (PIBs). Suspensi hasil pengenceran tersebut diambil dengan pipet tetes dan diteteskan pada hemositometer burker kemudian diamati dan dihitung konsentrasi polihedronnya di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 400 kali. Konsentrasi PIBs dalam suspensi induk yang diperoleh yaitu $2,4 \times 10^{12}$ PIBs/ml.

$$r = \frac{t \times d}{n \times 0.25} \times 10^n$$

Keterangan :

r : kerapatan PIB (PIBs/ml)

t : jumlah PIB pada kotak yang dihitung (PIB)

d : faktor pengenceran

n : jumlah kotak kecil

Untuk memperoleh Konsentrasi PIB S/NPV sesuai dengan perlakuan yang diinginkan dapat diperoleh dengan teknik pengenceran. Semakin banyak pengenceran yang dilakukan maka nilai konsentrasi PIB S/NPV akan semakin rendah. Selanjutnya untuk mendapatkan konsentrasi 10^{12} PIBs/ml dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus pengenceran. Dari hasil perhitungan diketahui untuk mendapatkan konsentrasi S/NPV sebesar 10^{12} PIBs/ml dibutuhkan larutan S/NPV dengan konsentrasi 4.2×10^{12} PIBs/ml sebanyak 23.8ml dan ditambahkan aquades sebanyak 76.2 ml. Selanjutnya dilakukan pengenceran 10^{-6} untuk mendapatkan konsentrasi 10^{11} PIBs/ml, 10^{10} PIBs/ml, 10^9 PIBs/ml, 10^8 PIBs/ml, 10^7 PIBs/ml, 10^6 PIBs/ml. Adapun

konsentrasi S/NP-JTM 97C yang digunakan sebagai perlakuan adalah 10^{12} PIBs/ml, 10^{10} PIBs/ml, 10^8 PIBs/ml, 10^6 PIBs/ml, 10^0 PIBs/ml.

Rumus Pengenceran:

$$M1V1 = M2V2$$

Keterangan:

M1 : Kerapatan PIB isolat yang akan dihitung

V1 : Volume isolat yang akan digunakan

M2 : Konsentrasi PIB yang diinginkan

V2 : Volume larutan yang dipakai

3.4.2 Penelitian

3.4.2.1 Perlakuan Uji Serangga dan Pakan Serangga

Serangga yang digunakan sebagai serangga uji adalah *C. binotalis* instar-2. Penggunaan serangga uji pada instar-2 disebabkan saat instar-2 lebih banyak memakan daun dari instar-1 sehingga polyhedral virus yang dikontaminasikan pada daun kubis akan lebih banyak. Dengan begitu kematian larva *C. binotalis* instar-2 akan lebih cepat terinfeksi virus.

Untuk setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali dan digunakan 15 larva *C. binotalis* pada setiap perlakuan. Kemudian larva *C. binotalis* dimasukkan kedalam vial plastik yang berdiameter 5 cm dan tinggi 5 cm. Pada setiap vial berisi satu larva *C. binotalis* yang diberi pakan daun kubis yang dipotong-potong dengan ukuran 3×3 cm², yang sebelumnya dicelupkan kedalam suspensi S/NPV dengan konsentrasi PIB sesuai perlakuan.

3.4.2.2 Metode Pengujian

Menyiapkan aquades murni untuk perlakuan kontrol (D1), suspensi S/NPV-JTM 97C 10^6 PIBs/ml untuk perlakuan D2, 10^8 PIBs/ml untuk perlakuan D3, 10^{10} PIBs/ml untuk perlakuan D4, 10^{12} PIBs/ml untuk perlakuan D5 sebanyak 100 ml untuk masing-masing perlakuan. Menyiapkan 5 cawan petri sebagai wadah masing-masing suspensi S/NPV yang akan

diaplikasikan. Suspensi dituangkan kedalam cawan petri dan kemudian pada cawan petri dikasih kode perlakuan. Suspensi yang dituangkan ke dalam cawan petri akan digunakan untuk pencelupan (*dipping*) daun kubis selama 5 detik sebagai pakan larva *C. binotalis* instar-2.

Setelah proses pencelupan daun kubis selesai dilakukan, maka daun kubis tersebut dikering anginkan selama 30 detik. Daun kubis yang telah dikering anginkan dimasukkan ke dalam vial plastik yang sudah berisi larva *C. binotalis* instar-2. Sebelum aplikasi larva dipuaskan terlebih dahulu selama 10 menit. Pada tahap selanjutnya daun kubis yang telah habis dimakan larva uji diganti dengan daun kubis tanpa perlakuan kontaminasi virus. Kemudian perubahan yang terjadi pada larva uji diamati sesuai parameter pengamatan.

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 *Stop feeding* (berhenti makan).

Parameter ini dilakukan untuk mengetahui lama waktu *S/NPV* mempengaruhi larva *C. binotalis* dalam berhenti makan. Semakin cepat larva berhenti makan maka kemungkinan kematian larva semakin cepat. *Stop feeding* dilakukan pengamatan pada 1 JSI, 2 JSI, 3 JSI, 4 JSI, 5 JSI, 6 JSI, 7 JSI, 8 JSI, 9 JSI, 10 JSI, 11 JSI, 12 JSI, 13 JSI, 14 JSI, 15 JSI, 16 JSI, 17 JSI, 18 JSI, 19 JSI, 20 JSI, 21 JSI, 22 JSI, 23 JSI, 24 JSI. (JSI=jam setelah inokulasi).

Menurut Bedjo (2005), persentase larva uji berhenti makan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$B = \frac{b}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

B : persentase berhenti makan larva uji

b : jumlah larva uji yang berhenti makan

n : jumlah serangga uji

3.5.2 Mortalitas (kematian larva).

Pengamatan kematian larva dilakukan dengan cara menghitung jumlah larva yang mati setelah aplikasi. Pengamatan dilakukan pada 0, 24, 48, 72, 96, 120, 144, dan 168 JSI. Apabila pada perlakuan kontrol tidak ada kematian larva *C. binotalis* maka persentase dihitung dengan rumus :

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

Keterangan:

P : persentase kematian larva uji

x : jumlah larva uji yang mati

y : jumlah larva uji

Apabila terdapat kematian larva *C. binotalis* pada perlakuan kontrol lebih dari 10% maka perhitungan persentase kematian terkoreksi dihitung berdasarkan rumus Abbot (Abbot, 1925 dalam Busvine, 1971)

$$P = \frac{\frac{x^2}{y} - K}{100 - \frac{x^2}{y}} \times 100\%$$

Keterangan

P : persentase mortalitas terkoreksi

K : persentase mortalitas pada kontrol

P^o: persentase mortalitas pada perlakuan

3.5.4 Lethal Concentration (LC₅₀)

Konsentrasi yang dibutuhkan untuk dapat mematikan 50% dari populasi larva (N=15) menggunakan analisa probit (Hsinci, 1997).

3.5.5 Lethal Time (LT₅₀)

Waktu yang dibutuhkan untuk dapat mematikan 50% dari populasi larva (N=15) menggunakan analisa probit (Hsinci, 1997).

3.6 Analisis Data

Analisa data hasil percobaan dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan menggunakan uji F pada taraf 5% dan apabila sidik ragam menunjukkan pengaruh nyata pada perlakuan maka dilakukan uji lanjutan dengan Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Konsentrasi Virus *S/NPV*-JTM 97C terhadap Waktu Berhenti Makan (*Time of Stop-feeding*) Larva *C. binotalis*.

Pengamatan waktu berhenti makan (*stop-feeding*) dilakukan satu jam sekali selama 24 jam. Pada 1 jam setelah inokulasi (JSI) sampai 4 JSI larva *C. binotalis* pada seluruh perlakuan masih memakan pakan yang diberikan. Larva uji *C. binotalis* mulai berhenti makan pada 5 jam setelah inokulasi (JSI). Larva yang berhenti makan terdapat pada perlakuan konsentrasi 10^{10} PIBs/ml dan 10^{12} PIBs/ml. Larva *C. binotalis* dikatakan berhenti apabila disentuh tidak merespon atau diam, gerakan mulai melambat, nafsu makan berkurang dan akhirnya berhenti makan.

Gejala awal larva yang terinfeksi NPV mula-mula tubuh larva tampak berwarna merah terutama pada bagian perut dan mengkilat, lalu membengkak, larva akan malas bergerak dan nafsu makannya berkurang (Wigglesworth 1984). Pembengkakan tersebut diduga karena *S/NPV* mulai bereplikasi dalam inti sel sehingga terjadi peningkatan jumlah partikel virus saat budding, yaitu ketika partikel virus keluar dari inti sel dan menginfeksi inti sel sehat lainnya (Nurfadila, 2004).

Semakin tinggi konsentrasi *S/NPV* akan meningkatkan kecepatan reaksi patogenisitas *S/NPV* pada sistem pencernaan *C. binotalis*. Larva *C. binotalis* yang berhenti makan dikarenakan partikel *S/NPV*-JTM 97C yang diinokulasikan melalui pakan sudah masuk ke dalam sistem pencernaan, dan mulai menginfeksi organ pencernaannya. Sehingga beberapa saat setelah larva memakan pakan yang mengandung partikel virus, nafsu makan larva akan berkurang dan mulai berhenti makan (O'Neill, 1995).



Gambar 6. Larva *C. binotalis* yang sudah berhenti makan dan terlihat gejala awal terinfeksi virus S/INPV

Berdasarkan data analisis ragam berhenti makan larva *C. binotalis* (Lampiran Tabel 2, 3, 4, 5, dan 6) seluruh perlakuan pada tiap interval pengamatan menunjukkan berbeda sangat nyata karena F hitung lebih besar dari Ftabel 1%. Sedangkan berdasar data presentase larva *C. binotalis* yang berhenti makan (Tabel 1.) pada saat 8 JSI menunjukkan bahwa antara perlakuan konsentrasi rendah 10^6 PIBs/ml dengan konsentrasi tinggi 10^{12} PIBs/ml menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata. Hal ini sesuai dengan pendapat Arifin, M. (2000), yang menjelaskan bahwa semakin tinggi konsentrasi virus yang diberikan maka respon patogenisitas semakin cepat. Sebaliknya inokulasi dengan konsentrasi virus yang rendah tidak memperlihatkan pengaruh yang signifikan sampai pada pengamatan 8 JSI.

Tabel 1. Persentase larva *C. binotalis* yang berhenti makan pada perlakuan perbedaan konsentrasi isolat S/INPV-JTM 97 C

Perlakuan konsentrasi S/INPV-JTM 97C	STOP FEEDING <i>C. binotalis</i> (%)				
	PENGAMATAN PADA (JSI)				
	8 JSI	12 JSI	16 JSI	20 JSI	24 JSI
10^0 PIBs/ml	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
10^6 PIBs/ml	5 b	8.33 b	8.33 b	10 b	13.33 b
10^8 PIBs/ml	6.67 bc	11.67 b	18.33 c	18.33 bc	21.67 bc
10^{10} PIBs/ml	11.67 c	16.67 b	20 c	25 c	33.33 c
10^{12} PIBs/ml	11.67 c	20 b	25 c	43.33 d	50 d

Keterangan :

- JSI (Jam setelah inokulasi)
- Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNT
- Data ditransformasikan dengan rumus transformasi $\arcsin = \text{ASIN}(\text{SQRT}(X/100))$.

Pada waktu pengamatan 12 JSI tiap perlakuan kecuali kontrol menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata. Antara konsentrasi yang rendah dengan konsentrasi yang tinggi menunjukkan respon yang sama. Pada pengamatan 16 JIS hanya perlakuan kontrol dan 10^6 PIBs/ml yang memiliki pengaruh nyata. Sedangkan pada perlakuan dengan konsentrasi 10^8 PIBs/ml, 10^{10} PIBs/ml, dan 10^{12} PIBs/ml tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan. Keadaan ini mengindikasikan bahwa ada faktor yang menyebabkan larva pada konsentrasi tinggi tidak menjadi berhenti makan selain pengaruh yang diberikan dari perbedaan konsentrasi virus.

Selain jumlah PIB, patogenisitas NPV juga dapat dipengaruhi oleh tahapan perkembangan larva, suhu dan spesies serangga. Menurut Dibyantoro (1996), suhu optimum bagi perkembangan larva adalah $23-24^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban relatif sebesar 60-65%. Menurut Gothama *et al.* (1990); Laoh *et al.* (2003), pada larva muda organ tubuhnya masih lemah, terutama usus tengah yang merupakan sasaran primer serangan patogen, sehingga NPV lebih mudah menembus organ tersebut dan merusak sel-sel yang rentan. Sedangkan pada larva instar lanjut, kepekaan larva akan berkurang sejalan dengan perkembangan berat dan tubuh serta umur larva. Organ-organ dan jaringan tubuh larva mengalami perkembangan dan diferensiasi. Dinding usus, membran peritrofik dan integumen semakin tebal dan kuat, sehingga semakin sulit ditembus oleh NPV.

Waktu pengamatan 8 JSI dan 12 JSI pada pukul 21.00 WIB dan pukul 01.00 WIB sehingga suhu ruangan Laboratorium Entomologi Balitkabi selama penelitian berlangsung terhitung cukup rendah berkisar antara $23-24^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban berkisar antara 59-67%. Faktor lingkungan tersebut masih berada dalam batas normal bagi perkembangan larva sehingga sangat kecil kemungkinannya apabila faktor tersebut berpengaruh terhadap waktu berhenti makan larva *C. binotalis*. Sedangkan untuk umur larva yang diujikan

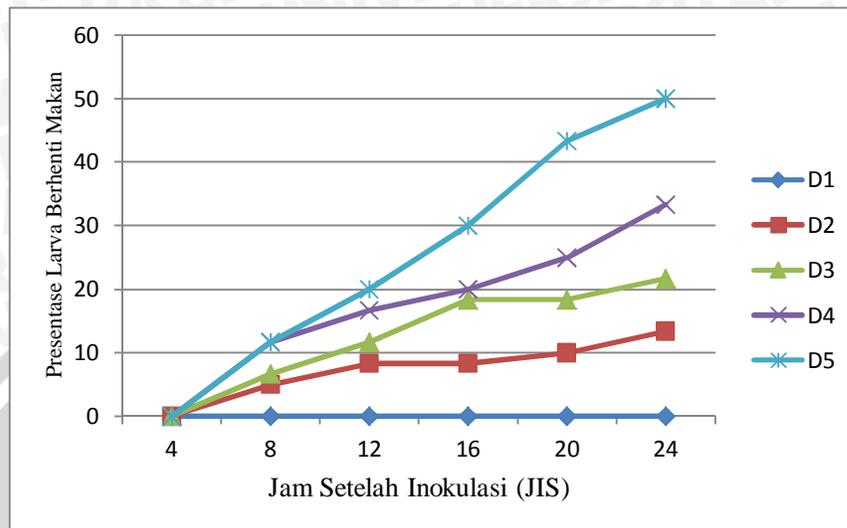
semuanya sama yaitu pada instar II. Jadi faktor perkembangan juga tidak berpengaruh terhadap waktu berhenti makan larva *C. binotalis*.

Adapun faktor yang diperkirakan mempengaruhi waktu berhenti makan selain perbedaan konsentrasi adalah adanya kemampuan yang dimiliki larva untuk melakukan pertahanan diri dari serangan patogen virus, termasuk bertahan dari serangan NPV. Dosis yang rendah dari patogen sel tunggal seperti virus dan bakteri akan direspon oleh imun fagositosis, sedangkan dalam dosis yang tinggi maka respon yang terjadi adalah pembentukan nodul (Blum, 1985). Hemosit yang berfungsi sebagai fagosit adalah plasmosit (Wigglesworth 1984). Bahkan di dalam perkembangannya, individu inang dapat melepaskan diri dari pengaruh infeksi NPV dengan adanya mekanisme *õmaturation resistanceõ* yaitu sejalan dengan pertambahan umur akan diperoleh peningkatan ketahanan atau penurunan kepekaan terhadap NPV (Kurnia *et al.* 2002).

Pengaruh faktor ketahanan larva pada patogen ini sulit ditiadakan karena secara alamiah sudah ada pada sistem tubuh serangga. Meskipun begitu faktor ketahanan tubuh larva ini tidak terlalu berpengaruh, terbukti pada pengamatan 20 JSI dan 24 JSI antara perlakuan konsentrasi tinggi 10^{12} PIBs/ml dengan konsentrasi rendah 10^6 PIBs/ml terdapat pengaruh yang signifikan atau berbeda nyata. Hal ini dikarenakan sasaran utama infeksi NPV adalah daerah usus tengah serangga yang merupakan organ pencernaan utama karena berfungsi sebagai penyerap nutrisi dan sekresi enzim pencernaan. Oleh karena itu, jika usus tengah rusak maka aktivitas pencernaan akan terganggu. Dengan demikian, metabolisme menjadi terhambat dan mekanisme ketahanan tubuh serangga juga akan terganggu.

Pada grafik persentase larva berhenti makan (Gambar 7.) menggambarkan bahwa setiap 4 jam terdapat peningkatan jumlah larva yang berhenti makan. Pada 24 JIS jumlah larva yang berhenti makan tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi 10^{12} PIBs/ml dengan jumlah larva yang mati mencapai 50%. Nilai ini tergolong tinggi mengingat *C. binotalis* bukanlah inang utama *S/NPV-JTM 97C*. Pada konsentrasi yang sama *S/NPV-*

JTM 97C dapat memberikan pengaruh berhenti makan pada *S. litura* sebesar 80%.



Gambar 7. Grafik presentase larva *C. binotalis* yang berhenti makan pada perlakuan perbedaan konsentrasi isolat *S/NPV-JTM 97 C*

Pada tiap perlakuan menunjukkan pengaruh berhenti makan yang berbeda, semakin tinggi konsentrasi maka respon patogenisitasnya semakin tinggi dan jumlah larva yang berhenti makan semakin banyak. Sedangkan semakin rendah konsentrasi virus maka pengaruh terhadap berhenti juga semakin rendah, selain juga respon patogenisitas yang ditunjukkan lambat. Dari parameter pengamatan waktu berhenti makan ini kita dapat mengetahui untuk mencegah kerusakan pada tanaman kubis akibat serangan *C. binotalis* sebaiknya digunakan konsentrasi 10^{12} PIBs/ml atau dengan dosis yang lebih tinggi apabila tidak menghendaki kerusakan diatas 50%.

4.2 Pengaruh Konsentrasi Virus *S/NPV-JTM 97C* terhadap Mortalitas Larva *C. binotalis*.

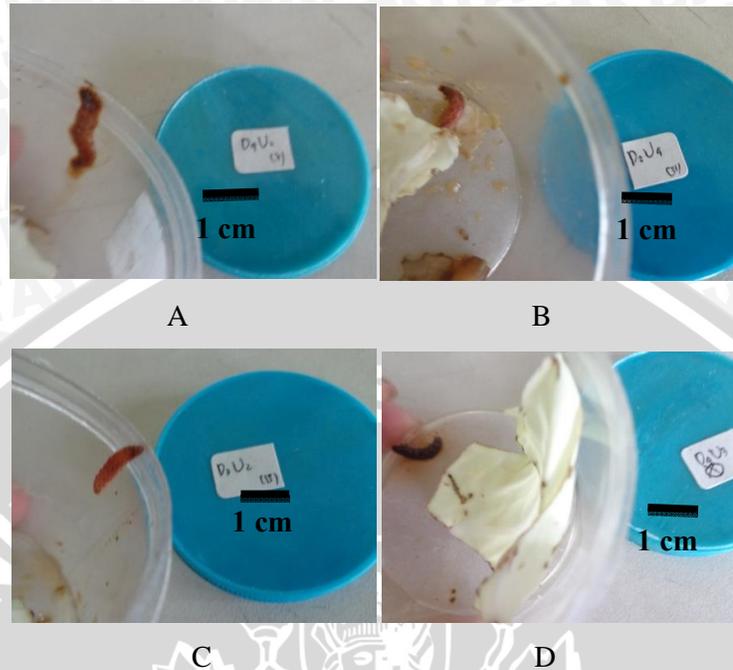
Pengamatan kematian larva *C. binotalis* dilakukan pada 24, 48, 72, 96, 120, 144, dan 168 JSI. Pengamatan didasarkan pada gejala yang ditimbulkan *S/NPV-JTM 97C*. Proses infeksi NPV dimulai dari tertelannya polihedra oleh ulat bersama pakan. Di dalam saluran pencernaan yang bersuasana alkalis (pH 9,0 - 10,5), selubung polihedra larut, sehingga membebaskan virion. Virion menembus dinding saluran pencernaan untuk masuk ke rongga

tubuh, kemudian menginfeksi sel-sel yang rentan. Replikasi virion terjadi di dalam inti sel.

Permukaan kulit larva tampak berminyak, disertai dengan membran integumen yang membengkak dan perubahan warna tubuh menjadi pucat-kemerahan, terutama pada bagian perut. Kemampuan makannya menurun, sehingga pertumbuhannya lambat. Ulat cenderung merayap ke pucuk tanaman kemudian mati menggantung dengan posisi terbalik dengan tungkai semu bagian akhir pada tanaman. Integumen ulat yang mati mengalami lisis dan disintegrasi, sehingga sangat rapuh. Apabila integumen robek, dari dalam tubuh ulat keluar cairan hemolimfa berwarna putih-kecoklatan yang mengandung polihedra.

Berdasarkan data analisis ragam kematian larva *C. binotalis* (Lampiran Tabel 7, 8, 9, 10, 11, 12 dan 13) seluruh perlakuan pada tiap interval pengamatan menunjukkan berbeda sangat nyata karena F hitung lebih besar dari Ftabel 1%. Pada pengamatan 24 JSI sudah terdapat ulat yang mati pada perlakuan konsentrasi 10^{10} PIBs/ml sebanyak 6,67% dan pada konsentrasi 10^{12} PIBs/ml sebanyak 10%. Pada strain virus yang kuat NPV mampu membunuh inangnya dalam waktu 1-2 hari setelah infeksi. Hal ini sesuai dengan laporan Bedjo (2005), yang menyatakan penggunaan isolat S/NPV-JTM 97C konsentrasi 10^{12} PIBs/ml yang diaplikasikan di wilayah Kendalpayak pada saat pengamatan 24 JSI menunjukkan kematian larva sebesar 7,78%, sedangkan pada konsentrasi 10^{10} PIBs/ml kematian larva sebesar 6,67%. Arifin, M. dan M. Iman (1993) mengatakan bahwa kematian ulat akibat infeksi S/NPV pada konsentrasi tinggi relatif lebih cepat dari pada konsentrasi yang rendah.

Pada strain virus yang lebih virulen (ganas) dapat mematikan larva dalam waktu 2-5 hari, tetapi strain yang kurang virulen membutuhkan 2-3 minggu untuk mematiakan inangnya (Granados dan Wiliam, 1986). Bell dan Hayes (1994) menyatakan bahwa kematian larva akibat terinfeksi NPV umumnya terjadi pada periode 2-9 hari setelah larva makan NPV. S/NPV-JTM 97C merupakan strain virulen yang sangat ganas yang dapat menekan populasi larva *S. litura* 80% saat aplikasi di lapang (Bedjo, 2000).

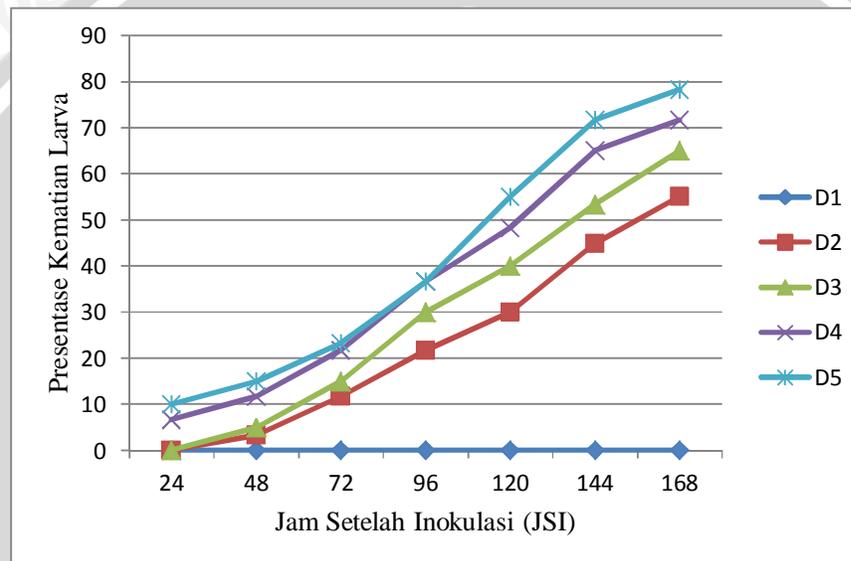


Gambar 8. Gejala larva *C. binotalis* akibat infeksi SINPV-JTM 97C, (A) Kulit robek dan mengeluarkan cairan coklat yang mengandung polyhedral virus. (B) Kulit menjadi mengkilat, warna kulit berubah menjadi abu-abu kemerahan, integument membengkak. (C) Larva bergerak ke atas dan menggantungkan diri. (D) Tubuh larva membentuk huruf öVö.

Banyak faktor yang menyebabkan virulensi virus *S/NPV-JTM 97C* yang diaplikasikan sangat ganas, diantaranya isolat yang digunakan adalah isolat baru yang dibuat hanya 24 jam sebelum inokulasi. Selain pada penelitian dilakukan dalam skala laboratorium sehingga suhu dan kelembaban sangat terjaga. Dan yang paling adalah tidak adanya paparan sinar radiasi matahari secara sehingga tidak kerusakan pada virus saat inokulasi.

Dari gambar grafik kematian larva dapat dikatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi virus *S/NPV-JTM 97C* yang menginfeksi *C. binotalis* semakin tinggi pula tingkat kematian larva tersebut. Selain menerangkan tingkat kematian larva grafik tersebut juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi virus yang diberikan maka proses kematian larva semakin cepat. Hal ini mudah dipahami karena semakin banyak virus yang

menginfeksi larva *C. binotalis*, akan menyebabkan kerusakan pada sistem pencernaan yang semakin parah dalam kisaran waktu yang semakin cepat pula. Sehingga pada perlakuan dengan konsentrasi tertinggi jumlah larva uji yang mati paling banyak dari perlakuan lainnya dalam setiap perubahan waktu. Hal ini juga senada dengan pernyataan Nurfadila (2004) perbedaan tingkat kerusakan inti sel epitel usus dipengaruhi oleh jumlah komponen NPV yang infeksiif dan ketahanan inang itu sendiri.



Gambar 9. Grafik Grafik persentase mortalitas larva *C. binotalis* pada perlakuan perbedaan konsentrasi S/NPV JTM-97C

Pada saat 48 JSI menunjukkan bahwa antara perlakuan konsentrasi rendah 10^6 PIBs/ml dengan konsentrasi tinggi 10^{12} PIBs/ml menunjukkan pengaruh yang signifikan atau berbeda nyata. Hal ini sesuai pernyataan Nufadila (2004) yang menjelaskan bahwa semakin tinggi konsentrasi virus yang diberikan maka jumlah kematian larva akan meningkat. Tingkat patogenesitas S/NPV sebagai agens hayati dipengaruhi oleh konsentrasi virus yang diinokulasikan (Arifin dan Waskito, 1986; Arifin et al., 1999; Asminar dan Alwi, 1997; Bedjo et al., 2000). Alwi dan Arifin (1997) menyatakan bahwa mortalitas *S. litura* meningkat dengan meningkatnya konsentrasi

S/NPV. untuk mengendalikan larva *S. litura* dipengaruhi oleh konsentrasi atau dosis yang digunakan pada saat aplikasi. Semakin tinggi tingkat konsentrasi badan inklusi virus pada tubuh larva *C. binotalis* akan menyebabkan kerusakan yang semakin parah pada organ pencernaan serangga.

Tabel 2. Persentase mortalitas larva *C.binotalis* pada perlakuan perbedaan konsentrasi isolat *S/NPV*-JTM 97 C

Perlakuan konsentrasi SINPV-JTM 97C	MORTALITAS LARVA <i>C.binotalis</i> (%)						
	PENGAMATAN PADA (JSI)						
	24 JSI	48 JSI	72 JSI	96 JSI	120 JSI	144JSI	168
10 ⁰ PIBs/ml	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
10 ⁶ PIBs/ml	0 a	3.33 ab	11.67 b	21.67 b	30 b	45 b	55 b
10 ⁸ PIBs/ml	0 a	5 bc	15 bc	30 bc	40 bc	53.33 b	65 bc
10 ¹⁰ PIBs/ml	6.67 b	11.67bc	21.67bc	36.67 c	48.3 cd	65 c	71.67 c
10 ¹² PIBs/ml	10 b	15 c	23.33 c	36.67 c	55 d	68.33 c	78.33 c

Keterangan :

- JSI (Jam setelah inokulasi)
- Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNT
- Data ditransformasikan dengan rumus transformasi $\arcsin = \text{ASIN}(\text{SQRT}(X/100))$.

Pada pengamatan 72 dan 96 JSI tiga perlakuan dengan konsentrasi tertinggi (10⁸PIBs/ml, 10¹⁰PIBs/ml dan 10¹²PIBs/ml) tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap mortalitas larva *C. binotalis*. Pada 72 dan 96 jam setelah infeksi, pada ketiga perlakuan tersebut kematian larva semakin meningkat dengan jumlah larva yang mati hampir sama atau tidak berbeda nyata. Hal ini dikarenakan membran peritrofik menjadi semakin tidak utuh. Seperti yang dikemukakan oleh Rohrmann (1994), bahwa virion NPV membutuhkan waktu beberapa hari untuk mengekspresikan interaksinya. Dengan demikian, semakin lama waktu kontak antara virion NPV dengan sel inang, maka tingkat kerusakan yang ditimbulkan semakin tinggi. Kerusakan

yang terjadi pada tahap lanjut ini menyebabkan kemampuan epitel dalam membentuk membran peritrofik terganggu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Patton (1963) bahwa membran peritrofik merupakan sekresi dari epithelium usus tengah.

Berdasar data persentase mortalitas *C. binotalis* (Tabel. 2) pada pengamatan 168 JIS menunjukkan berbeda nyata. Pada konsentrasi 10^6 PIBs/ml jumlah larva yang mati mencapai 55%. *S/NPV-JTM 97C* pada konsentrasi 10^6 PIBs/ml sudah bisa digunakan mengendalikan *C. binotalis* dalam skala PHT yang menghendaki kematian 50%. Pada konsentrasi 10^8 PIBs/ml mampu mematikan larva 65%, dan pada konsentrasi 10^{10} PIBs/ml mampu mematikan larva 71,67%.

Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan Bedjo (2005), konsentrasi virus *S/NPV-JTM 97C* 10^{10} PIBs/ml mampu mematikan larva *S. litura* sebesar 68,11% pada pengamatan 168 JSI, maka efektifitas virus *S/NPV-JTM 97C* untuk mengendalikan *C. binotalis* sama dengan efektifitas *S/NPV-JTM 97C* untuk pengendalian *S. litura*. Dan pada konsentrasi 10^{12} PIBs/ml virus *S/NPV-JTM 97C* mampu mematikan larva *C. binotalis* sebesar 78,3%, hampir sama dengan kemampuan pestisida kimia yang mampu mengendalikan larva *C. binotalis* sebesar 80%. Menurut Mumford and Norton (1984) hasil tersebut setara dengan kriteria efikasi suatu jenis insektisida kimia dengan mortalitas 80% atau lebih. Isolat *S/NPV* dosis $1,5 \times 10^{12}$ *polyhedra inclusion bodies* (PIBs)/ha memiliki tingkat keefektifan tinggi karena mampu menurunkan populasi ulat grayak antara 90,0 ó 94% pada 6 hari setelah aplikasi (Arifin, M dan Bedjo, 2007).

4.3 Pengaruh Konsentrasi Virus *S/NPV-JTM 97C* terhadap Konsentrasi Mematikan (LC_{50}) Larva *C. binotalis*.

Arifin *et al.* (1999), menggunakan lima kriteria untuk menentukan dosis *S/NPV* yang efektif yaitu; tingkat kematian ulat minimal yang dicapai 70%, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat kematian 70% relatif singkat, dan tingkat kerusakan daun yang diakibatkan oleh larva yang

bertahan hidup relatif lebih rendah, dosis yang diperlukan cukup ekonomis, dan bahan formulasi yang digunakan mudah diaplikasikan.

Tabel 3. Nilai *Lethal Concentration* (LC) berbagai konsentrasi *S/NPV-JTM97C* yang diujikan pada larva *C. Binotalis* (16 JSI)

Conc	Log (D)	N	r	M	M'	Probit	Expected Probit	95% fiducial limits of probit	
								lower	Upper
10^0		60	0	0	0				
10^6	6	60	33	55	55	5.1254	5.1419	5.0602	5.2235
10^8	9	60	39	65	65	5.3849	5.3587	5.3049	5.4125
10^{10}	11	60	43	71.67	71	5.5726	5.5755	5.5182	5.6327
10^{12}	13	60	47	78.33	78.33	5.7833	5.7922	5.7039	5.8806

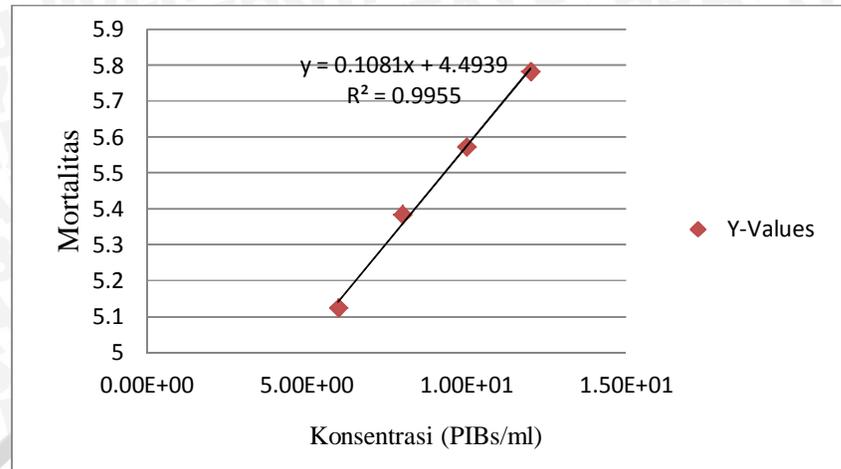
$$LC_{50} = 4.9 \times 10^4$$

$$LC_{90} = 3.27 \times 10^{16}$$

Keterangan: Nilai LC dihitung dengan Analisis Probit Program Hsinchi (1997) pada pengamatan 168 JSI.

Uji LC-50 dilakukan untuk mengetahui level konsentrasi yang mampu mematikan larva *C. binotalis* sebesar 50% dari seluruh larva uji. Pada Tabel 3, berdasarkan hasil analisis Probit menggunakan metode Hsinchi (1997) ditunjukkan bahwa LC-50 berada pada konsentrasi 4.9×10^4 PIBs/ml dengan selang kepercayaan atas $2,99 \times 10^3$ dan selang kepercayaan bawah $3,35 \times 10^5$ PIBs/ml yang diamati pada 168 JSI.

Hasil ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Rohrmann (1994) bahwa untuk menimbulkan pengaruh yang terjadi pada inang, jumlah *inclusion body* yang diperlukan berkisar antara 50-ribuan per serangga. Bila dilihat dari banyaknya konsentrasi yang diberikan selama perlakuan yaitu berkisar 315-615 PIB/mL, jumlah tersebut sudah masuk ke dalam kisaran rentang konsentrasi yang mampu menyebabkan virus untuk. Sedangkan konsentrasi *S/NPV-JTM 97C* untuk LC-90 adalah 3.27×10^{13} PIBs/ml.



Gambar 10. Grafik Probit Harapan LC50 *S/NPV* JTM-97C pada pengamatan 168 JSI

Nilai kemiringan garis regresi probit (slope) virus *S/NPV*-JTM 97C yang diujikan pada larva *C. binotalis* dapat diketahui pada Gambar 10. Nilai kemiringan garis regresi tersebut memberikan arti bahwa dengan peningkatan konsentrasi persatuan PIBs/ml akan menyebabkan kematian larva *C. binotalis* dengan tingkat kematian searah dengan garis regresi tersebut. Semakin besar tingkat kemiringan garis regresi berarti pengaruh konsentrasi *S/NPV*-JTM 97C terhadap tingkat kematian larva *C. binotalis* semakin tinggi.

Koefisien regresi variabel konsentrasi (X) sebesar 0,108; artinya jika konsentrasi *S/NPV*-JTM 97C mengalami kenaikan 1 PIBs/ml, maka mortalitas *C. binotalis*(Y) akan mengalami peningkatan sebesar 0,108. Koefisien bernilai positif artinya terjadi hubungan positif antara konsentrasi *S/NPV*-JTM 97C dengan tingkat mortalitas *C. binotalis*, semakin konsentrasi maka semakin tinggi mortalitas *C. binotalis*. Nilai koefisien determinasi (R^2) adalah 0,995; artinya 99,5% tingkat mortalitas *C. binotalis* pada penelitian ini dipengaruhi konsentrasi *S/NPV*-JTM 97C dan hanya 0,5% yang dipengaruhi faktor lainnya.

Sedangkan nilai koefisien korelasinya (R) 0,997 yang berarti hubungan antara konsentrasi *S/NPV*-JTM 97C dengan tingkat mortalitas *C. binotalis* sangat kuat. Penilaian korelasi ini didasarkan pada kriteria yang telah

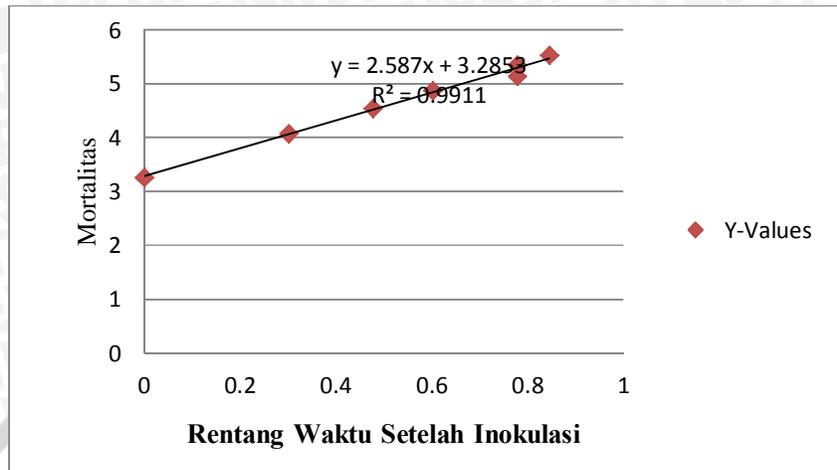
ditetapkan Sarwono (2006) mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel sebagai berikut:

- 0 : Tidak ada korelasi antara dua variabel
- $>0 \text{ ó } 0,25$: Korelasi sangat lemah
- $>0,25 \text{ ó } 0,5$: Korelasi cukup
- $>0,5 \text{ ó } 0,75$: Korelasi kuat
- $>0,75 \text{ ó } 0,99$: Korelasi sangat kuat
- 1: Korelasi sempurna

Seluruh perlakuan yang diujikan telah terbukti mampu mematikan serangga uji lebih dari 50% pada pengamatan 168 JSI. Dari data ini bisa ditentukan berapa konsentrasi virus yang diperlukan untuk mengendalikan serangan hama *C. binotalis*. Apabila dikehendaki kematian hanya pada taraf 50% maka konsentrasi *S/NPV-JTM 97C* yang diperlukan 4.9×10^4 PIBs/ml, namun apabila dikehendaki kematian 90% maka konsentrasi *S/NPV-JTM 97C* yang diperlukan 3.27×10^{13} PIBs/ml. Pengambilan keputusan ini bergantung pada ambang ekonomi yang telah kita perhitungkan sebelumnya. Apabila ambang ekonomi yang ditentukan rendah maka tingkat toleransi terhadap serangan *C. binotalis* tinggi sehingga konsentrasi *S/NPV-JTM 97C* yang dipakai rendah. Sebaliknya apabila ambang ekonomi yang ditentukan tinggi maka tingkat toleransi terhadap serangan *C. binotalis* rendah sehingga konsentrasi *S/NPV-JTM 97C* yang kita pakai tinggi.

4.4 Pengaruh Konsentrasi Virus *S/NPV-JTM 97C* terhadap Waktu Mematikan (LT_{50}) Larva *C. binotalis*.

Uji LT_{50} dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan *S/NPV-JTM 97C* konsentrasi 10^{12} PIBs/ml mematikan larva *C. binotalis*. Pada Lampiran Tabel 15, berdasarkan hasil analisis Probit menggunakan metode Hsinchi (1997) ditunjukkan bahwa nilai LT_{50} pada konsentrasi 10^{12} PIBs/ml adalah 4,44 HSI dengan selang kepercayaan bawah (95%) 3,51 HSI dan selang kepercayaan atas (95%) 5,97 HSI. Sedangkan nilai LT_{90} pada konsentrasi 10^{12} PIBs/ml adalah 13,37 HSI.



Gambar 11. Grafik Probit Harapan *Lethal Time*(LT_{50})*S*/NPV JTM-97C pada konsentrasi 10^{12} PIBs/ml.

Pada Gambar 11, dapat diketahui nilai koefisien regresi variabel rentang waktu setelah inokulasi (X) sebesar 2,587; artinya jika ada penambahan rentang waktu 1 hari setelah *S*/NPV-JTM 97C diinokulasikan, maka mortalitas *C. binotalis* (Y_0) akan mengalami peningkatan sebesar 2,587. Koefisien bernilai positif artinya terjadi hubungan positif antara rentang waktu setelah inokulasi *S*/NPV-JTM 97C dengan tingkat mortalitas *C. binotalis*, semakin banyak rentang waktu setelah inokulasi maka semakin meningkatkan mortalitas *C. binotalis*. Nilai koefisien determinasi (R^2) adalah 0,991; artinya 99,1% tingkat mortalitas *C. binotalis* pada penelitian ini dipengaruhi rentang waktu setelah inokulasi *S*/NPV-JTM 97C dan hanya 0,5% yang dipengaruhi faktor lainnya. Sedangkan nilai koefisien korelasinya (R) 0,995 yang berarti hubungan antara rentang waktu setelah inokulasi *S*/NPV-JTM 97C dengan tingkat mortalitas *C. binotalis* sangat kuat.

Data ini akan sangat bermanfaat ketika akan diambil sebuah keputusan pengendalian *C. binotalis* setelah diketahui tingkat kerusakan pada tanaman kubis yang dibudidayakan. Apabila kerusakan tanaman kubis sudah sudah diatas ambang ekonomi, maka untuk pengendalian perlu digunakan

S/NPV-JTM 97C dengan konsentrasi yang tinggi agar kerusakan tidak semakin parah, akan tetapi kesetabilan ekosistem tetap terkendali.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Perbedaan konsentrasi *S/NPV-JTM 97C* berpengaruh terhadap mortalitas dan waktu berhenti makan larva *C. binotalis*. Semakin tinggi konsentrasi isolat *S/NPV-JTM 97C* yang diinokulasikan, persentase kematian larva *C. binotalis* semakin tinggi, dan waktu yang diperlukan untuk mematikan juga semakin singkat.
2. Konsentrasi mematikan 50% (LC_{50}) *S/NPV-JTM 97C* adalah 4.9×10^4 PIBs/ml, dan konsentrasi mematikan 90% (LC_{90}) *S/NPV-JTM 97C* adalah 3.27×10^{13} PIBs/ml pada pengamatan 168 JSI. Sedangkan waktu mematikan 50% (LT_{50}) *S/NPV-JTM 97C* adalah 4,4 HSI dan waktu mematikan 90% (LC_{90}) *S/NPV-JTM 97C* adalah 13,37 HIS pada konsentrasi 10^{12} PIBs/ml. Dengan begitu konsentrasi *S/NPV-JTM 97C* pada semua perlakuan terbukti efektif untuk mengendalikan *C. binotalis*.
3. Korelasi antara konsentrasi dengan mortalitas *C. binotalis* sangat kuat. Begitu juga dengan korelasi antara rentang waktu pengamatan dengan mortalitas *C. binotalis* sangat kuat.

5.2 Saran

Pada penelitian ini belum dikaji apakah *S/NPV-JTM 97C* akan tetap efektif untuk mengendalikan *C. binotalis* apabila diaplikasikan di lapang. Oleh karena perlu diadakan penelitian lanjutan dengan skala lapang agar diketahui efektifitas virus *S/NPV-JTM 97C* untuk mengendalikan *C. binotalis*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, H. 2007. Laporan Hama Ulat Krop (*Crocidolomia binotalis* Zell.) (Lepidoptere : Pyralidae) pada Kubis (*Brassica oleracea* L.). Dizited by IPB e-repository copy right. (on line). <http://repository.ipb.ac.id/> diunduh pada 19 Desember 2013.
- Alwi, A dan M. Arifin. 1997. Keefektifan *S/*NPV terhadap ulat grayak, *Spodoptera litura* (F.) yang dipelihara dengan berbagai sumber pakan. P: 74-80. Dalam Prosiding Seminar Nasional PEI Tantangan Entomologi pada Abad XXI, Bogor 8 Januari 1997. PEI, cabang Bogor dan Proyek Pengendalian Hama Terpadu.
- Arifin, M. 2000. *Bioinsektisida NPV Untuk Pengendalian Hama Tanaman Pangan, Tanaman Industri, dan Sayuran*. Gelar Teknologi BPTPH IV, Satgas DKI Jakarta, 22 November 2000. 10 p.
- Arifin, M. dan W.I.S. Waskito. 1986. Kepekaan ulat grayak kedelai (*Spodoptera litura*) terhadap Nuclear *Polyhedrosis Virus*. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan, puslitbangtan. Sukamandi, 16-18 januari 1986. J. Palawija: 74-78.
- Arifin, M., I. Villayanti, dan A. Alwi. 1999. Keefektifan *S/*NPV pada berbagai bahan formulasi terhadap ulat grayak, *Spodoptera litura* (F.) pada kedelai, p: 149-158. Dalam I. Prasadja dkk (eds) Prosiding Seminar Nasional Peranan Entomologi dalam Pengendalian Hama yang Ramah Lingkungan dan Ekonomis. Bogor, 16 Februari 1999. PEI, cabang Bogor.
- Balai Besar-Biogen, 2009. Bioinsektisida *S/*NPV: Mengendalikan Hama Larva Grayak pada kedelai. <http://biogen.litbang.deptan.go.id/produk/S/NPV>
- Bedjo, M. Arifin, Rahayu, dan Sumartini. 2000. Pemanfaatan Nuclear Polyhedrosis Virus, *Bacillus thuringiensis* dan *Metharhizium anisopliae* sebagai Biopestisida untuk Pengendalian Hama Kedelai. hlm. 182-192. Dalam Lokakarya Pemanfaatan Nuclear Polyhedral Virus (NPV) sebagai Agens Hayati untuk Mengendalikan Hama Pemakan Daun Kedelai *Spodoptera litura* F. Balitkabi Malang.
- Bedjo. 2005. Potensi, Peluang, dan Tantangan Pemanfaatan *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedral Virus (*S/*NPV) untuk pengendalian *Spodoptera litura Fabricius* pada Tanaman Kedeli. http://plasmanutfah.litbang.deptan.go.id/index-pn2.php?page=download_detail. (18 Mei 2014).
- Bell, M.R. and J.L. Hayes. 1994. Area wide management of cotton bollworm and tobacco bollworm (Lepidoptera: Nuctuidae) through application of a nuclear polyhedrosis virus on early-season alternate host. *Journal of Economic Entomology* 87, 53-57.

- Bonning, B.C. and B.D. Hammock. 1996. Development and Recombinant Baculovirus for Insect control. *Ann Rev Entomol* 41: 191-210.
- Blum, M.S. 1985. *Fundamentals of insect physiology*. John Willey & Sons. New York.
- Bull, D.L., House V.S., Ables J.R., and Morrison R.K. 1979. Selective methods for managing insect pests of cotton. *Journal Econ. Entomol.* 72: 841-846.
- Cahyono, B. 2001. *Kubis Bunga dan Broccoli*. Kanisius. Yogyakarta.
- Campanhola, C., G. J. de Moraes and L.A.N de Sa, 1995. Review of IPM in South Africa, p: 1221-152. In Mengech, A.N., K.N. Saxena and H.N.B Gopalan (Eds). *Integrated Pest Management in the Tropics*. John Wiley & Sons, Chichester, UK.
- Dø Amico, V. 1997. Baculoviruses (Baculoviridae), (www.nysaes.cornell.edu/net/biocontrol/pathogens/baculoviruses.html, diakses tanggal 29 Mei 2014.).
- Dent, D. 2000. *Insect Pest Management*. CABI Publishing. CAB International, Wallingford Oxon OX10 8DE, UK. 410 pp.
- Dibyantoro, A.L. 1996. Biologi ulat grayak *Spodoptera litura* F dan daya guna mikrobiota berguna dalam upaya pengendalian hama terpadu untuk ulat grayak. Balai Penelitian Sayuran. Lembang, Bandung.
- Gothama A.A.A., Indrayani A.A. dan Tukimin. 1990. Kepekaan empat instar larva *Helicoverpa armigera* Hubner terhadap *Nuclear Polyhedrosis Virus* dan *Bacillus thuringiensis* Berliner pada kapas. *Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat* 5: 82-91.
- Granados, R.R. and William, B.K. 1986. In Vivo Infection and Replication of Baculoviruses. P. 90-104. In *The Biology of Baculoviruses*. CRC Press: Boca Raton, Florida. Edited by Granados RR, Federic BA.
- Hoffmann, M.P. and A.C. Frodsham. 1993. *Natural Enemies of Vegetable Insect Pest*. Cooperative Extension. Cornell University. Ithaca. New York. 63 p.
- Ignoffo, C.M. 1967. Possibility of mass producing insect pathogens. In *Proceeding of the International Colloquium on Pathology and Microbial Control*, Wageningen. The Netherlands, North-Holland Publishing Company, Amsterdam. 701 pp.
- Jones, K.A. 1998. South-east Asia and the Western Pacific, p:244-257. In F.R. Hunter-Fujita *et al* (eds) *Insect Viruses and Pest Management*. John Wiley & Sons. Chichester New York Weinheim Brisbane Singapore Toronto.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *Pests of crops in Indonesia*. Revisi oleh P.A. van der Laan. PT Ictiar Baroe-van Hoeve. Jakarta.

- Kumar, V., R.S. Cotran, and S.L. Robin. 1997. Cell injury, death and adaption. P: 12-155. *In* Basic Pathology, Sixth Edition. W.B. Saunders Company.
- Laoh J.H. dan F. Puspita, Hendra. 2003. Kerentanan larva *Spodoptera litura* F. Terhadap *Virus Nuclear Polyhedrosis*. *J Natur Indonesia* 5(2): 145-151.
- Luttrell, R.G., 1994. Cotton pest management: Part 2. A US perspective. *Annual Review of Entomology* 39, 527-542.
- Maddox, J.V. 1975. Use of diseases in pest management, p. 184-233. In R.L. Metcalf and W.H. Luckman (Eds.) *Introduction to Insect Pest Management*. John Willey & Sons, New York.
- Moekasan, T.K. 2002. Pengaruh pencampuran *SeNPV* (*Spodoptera exigua Nuclear Polyhedrosis Virus*) dengan beberapa insektisida kimia terhadap mortalitas larva *Spodoptera exigua* Hbn. (Lepidoptera: Noctuidae) di laboratorium. Balitsa Lembang. 16 hlm.
- Mumford, J.D. and G.A. Norton. 1984. Economics of decision making in pest management. *Ann. Rev. Entomol.* 29: 157-174.
- Narayanan, K. 1987. Safety and formulation of NPV of *Heliothis* spp. Dalam *Training on biological control of cotton bollworm* (2-30 September 1987). 21p.
- Nurfadila. 2004. Efektifitas Jenis Inokulum *Spodoptera exigua Nuclear Polyhedrosis Virus* (*SeNPV*) dan Pengaruhnya terhadap Kerusakan Epitel Usus Larva *Spodoptera exigua* H. (Tesis). Malang, Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Hlm. 30-37.
- Oever, R. van den. 1973. A. Study on the life listory of *Crocidolomia binotalis* Zell. and the population dynamics of *Crocidilomia binotalis* Zell. and *Plutella maculipennis* Curt. on cabbage in Indonesia. Report an a six-moth practical stage at L.P. Hortikultura Pasar Minggu, Jakarta. 52 hlm.
- Okada. M. 1977. Studies on the utilization and mass production of *Spodoptera litura nuclear-polyhedrosis virus* for control of the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* F. *Rev. PI. Protect. Res.* 10:12-128.
- Permadi, A.H. & D. Djuariah. 1992. Seleksi daya krop dan ketahanan terhadap öboltingö kubis semusim di dataran rendah. *Bul. Penel. Hort.* 22(4) : 99-106.
- Potton, R.L. 1963. *Introductory insect physiology*. Toppan Co. Tokyo.
- Rohrmann GF. 1994. Nuclear Polyhedrosis Virus. In: *Encyclopedia of virology*. Academic Press. London.
- Rukmana, R. 1994. *Budidaya Kubis Bunga dan Broccoli*. Kanisius. Yogyakarta.

- Samsudin. 2008. Virus psatogen serangga: bio-insektisida ramah lingkungan. <http://www.pertaniansehat.or.id/> [01 Mei 2008].
- Santosa, J dan S. Sartono. 2007. *Laporan Penelitian Kajian Insektisida Hayati terhadap Daya Bunuh Ulat Plutella xylostella dan Crocidolomia binotalis pada Tanaman Kubis Krop*. Balai Penelitian dan Pengembangan, Departemen Pertanian RI. Jakarta. (on-line) <http://www.deptan.go.id/>. diunduh pada 19 Desember 2013.
- Sastrosiswojo, S. 1987. Perpaduan pengendalian secara hayati dan kimiawi hama ulat daun kubis (*Plutella xylostella* L; Lepidoptera : Yponomeutidae) pada tanaman kubis. Disertasi : Fakultas Pascasarjana UNPAD, Bandung. 388 h. (Tidak dipublikasikan).
- Setiawati. W., 2000. *Pengendalian Hama Kubis Plutella xylostella L. dan Crocidolomia binotalis Zell dengan Sinoad 25 SC serta pengaruhnya Terhadap Parasitoid Diadegma semiclausum Helen*. Jurnal Vol. 10. No. 1. Badan Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Jakarta-Indonesia
- Smith, K.M., 1972. *Insect Viruses*. Dalam F.M. Burnet and W.M. Stanley, *Animals Viruses*, Academic Press, New York. Page 378.
- Stairs, G.R. and T. Fraser. 1981. Change in growth dan virulence of nuclear polyhidrosis virus. *Journal Invertebr. Path.* 35: 230-235.
- Sudarwohadi S. 1975. Pengaruh waktu tanam kubis dan dinamika populasi *Plutella maculipennis* Curt. dan *Crocidolomia binotalis* Zell. *Bul. Penel. Hort.* 3(4) : 3-14.
- Subhan. 1989. Pengaruh mulsa dan waktu pemberian pupuk N terhadap pertumbuhan dan hasil kubis (*Brassica oleraceae* L.) varietas K Cross di dataran rendah. *Bull. Penel. Hort.* 17(3) : 53-62.
- Sugeng, 1981. Bercocok tanam sayuran. Aneka ilmu. Semarang.
- Sutarya. 1995. *Pedoman Bertanam Sayuran Dataran Rendah*. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta
- Suwandi, Y. Hilman & N. Nurtika. 1993. Budidaya tanaman kubis, Dalam : A.H. Permadi & S. Sastrosiswojo (Penyunting). *Kubis*. Edisi Pertama. Balihort Lembang-BAPPENAS.h.23-38.
- Tanada, Y. and H. K. Kaya. 1993. *Insect Pathology*. California: Academic Press.
- Wahyuni, S. 2006. *Perkembangan Hama dan Penyakit Kubis dan Tomat pada Tiga Sistem Budidaya Pertanian di Desa Sukagalih Kecamatan Megamendung Kabupaten Bogor*. Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Wegglesworth, V.B. 1984. *Insect physiology*. Toppan Company. Tokyo, Japan.

LAMPIRAN

Tabel 1. Analisis ragam berhenti makan larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* pada 4 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	4	0	0	~	3.06	4.89
Galat	15	0	0			
Total	19	0				

Tabel 2. Analisis ragam berhenti makan larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* pada 8 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	4	977.0551	244.2638	8.308834**	3.06	4.89
Galat	15	440.9712	29.39808			
Total	19	1418.026				

Tabel 3. Analisis ragam berhenti makan larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* pada 12 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	4	1541.758	385.4394	9.809906**	3.06	4.89
Galat	15	589.3625	39.29083			
Total	19	2131.12				

Tabel 4. Analisis ragam berhenti makan larva *C.binotalis* akibat infeksi S/NPV pada 16 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	4	2085.747	521.4366	19.47568**	3.06	4.89
Galat	15	401.606	26.77374			
Total	19	2487.353				

Tabel 5. Analisis ragam berhenti makan larva *C.binotalis* akibat infeksi S/NPV pada 20 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	4	3884.921	971.2303	27.05215**	3.06	4.89
Galat	15	538.5321	35.90214			
Total	19	4423.453				

Tabel 6. Analisis ragam berhenti makan larva *C.binotalis* akibat infeksi S/NPV pada 24 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	4	5269.846	1317.461	43.33749**	3.06	4.89
Galat	15	456.0006	30.40004			
Total	19	5725.846				

Tabel 7. Analisis ragam mortalitas larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* pada 24 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	4	1078.635	269.6589	12.30593**	3.06	4.89
Galat	15	328.6938	21.91292			
Total	19	1407.329				

Tabel 8. Analisis ragam mortalitas larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* pada 48 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	4	1126.308	281.5769	5.058509**	3.06	4.89
Galat	15	834.9603	55.66402			
Total	19	1961.268				

Tabel 9. Analisis ragam mortalitas larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* pada 72 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	4	1925.289	481.3222	15.36314**	3.06	4.89
Galat	15	469.9452	31.32968			
Total	19	2395.234				

Tabel 10. Analisis ragam mortalitas larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* pada 96 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	4	3833.85	958.4624	23.25567**	3.06	4.89
Galat	15	618.2121	41.21414			
Total	19	4452.062				

Tabel 11. Analisis ragam mortalitas larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* pada 120 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	4	3833.85	958.4624	23.25567**	3.06	4.89
Galat	15	618.2121	41.21414			
Total	19	4452.062				

Tabel 12. Analisis ragam mortalitas larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* pada 144 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	4	7178.067	1794.517	24.54387**	3.06	4.89
Galat	15	1096.72	73.11466			
Total	19	8274.787				

Tabel 13. Analisis ragam mortalitas larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* pada 168 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	4	13895.86	3473.964	27.13946**	3.06	4.89
Galat	15	1920.062	128.0042			
Total	19	15815.92				

Tabel 14. Pengaruh konsentrasi Virus *SINPV*-JTM 97C terhadap Konsentrasi Mematikan 50% (LC₅₀) Larva *C. binotalis* pada pengamatan 168 JSI.

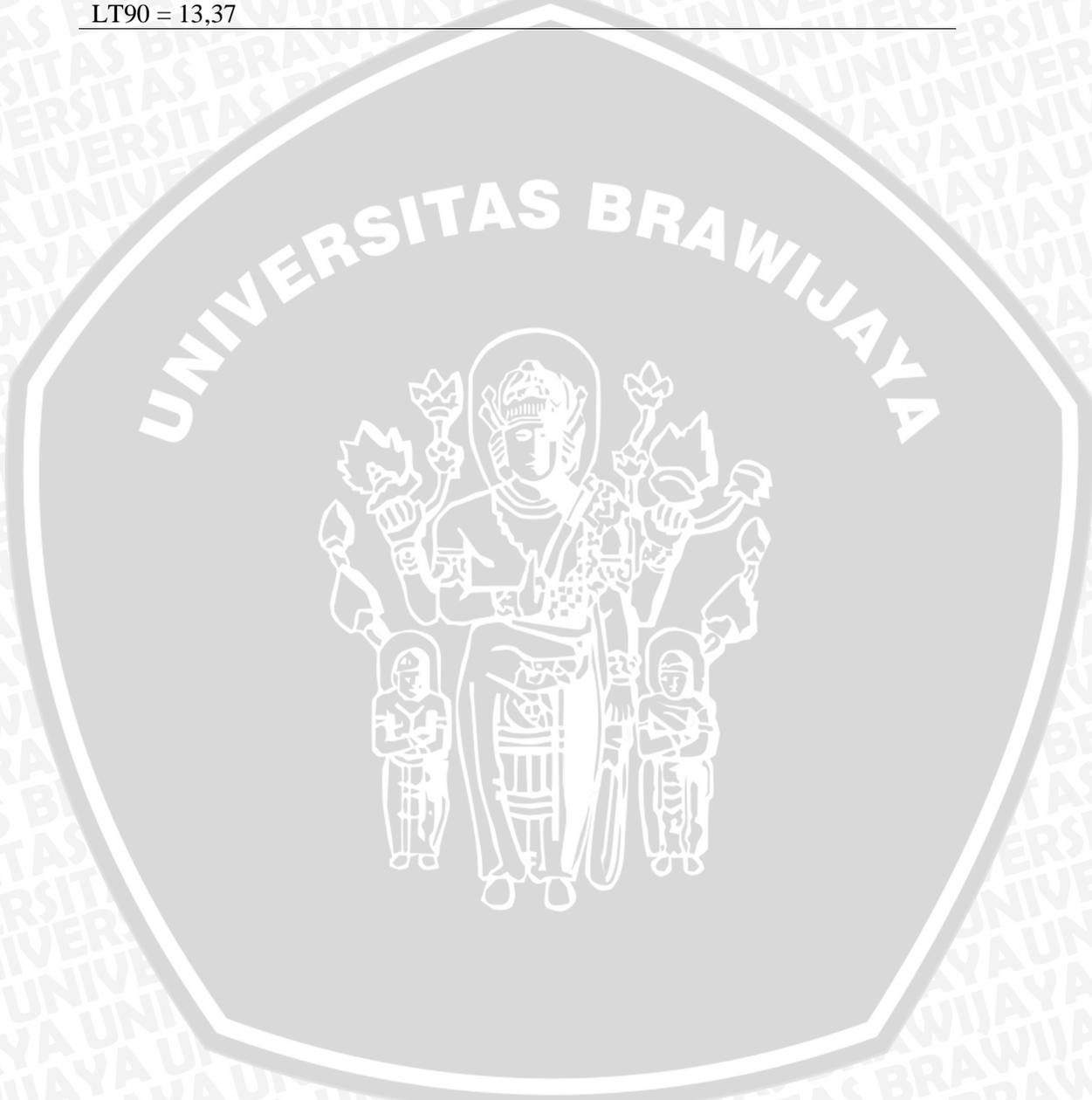
Conc	Log (D)	N	R	M	M'	Probit	Expected Probit	95% fiducial limits of probit	
								lower	upper
10 ⁰		60	0	0	0				
10 ⁶	6	60	33	55	55	5.1254	5.1419	5.0602	5.2235
10 ⁸	8	60	39	65	65	5.3849	5.3587	5.3049	5.4125
10 ¹⁰	10	60	43	71.67	71	5.5726	5.5755	5.5182	5.6327
10 ¹²	12	60	47	78.33	78.33	5.7833	5.7922	5.7039	5.8806

The regression equation is: $Y = 4.49153504766441 + 0.10839258402051 X$
 SE of slope = 0.383538647177856
 LC50 = 49085.9289639637
 Lower 95% fiducial limit of LC50 = 2988.6852904373
 Upper 95% fiducial limit of LC50 = 334952.220109559
 LC90 = 3.27 x 10¹⁶

Tabel 15. Pengaruh konsentrasi Virus *SINPV*-JTM 97C terhadap Waktu Mematikan (LT₅₀) Larva *C. binotalis* pada konsentrasi 10¹²PIBs/ml.

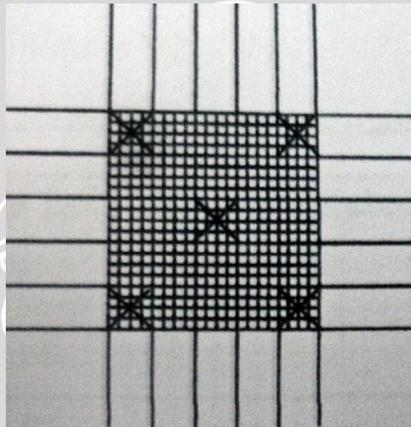
HSI	Log (D)	N	R	M	M'	Probit	Expected Probit	95% fiducial limits of probit	
								lower	upper
1	0	60	6	10	10	3.7183	3.2672	2.5024	4.0321
2	0.30	60	9	15	15	3.9636	4.073	3.6294	4.5165
3	0.48	60	14	23.33	23.33	4.2723	4.5443	4.2419	4.8466
4	0.6	60	22	36.67	36.67	4.6597	4.8787	4.6119	5.1455
5	0.7	60	33	55	55	5.1254	5.1381	4.8438	5.4324
6	0.78	60	41	68.33	68.33	5.4766	5.35	5.0044	5.6956

7 0.84 60 47 78.33 78.33 5.7833 5.5292 5.1275 5.9309
 The regression equation is: $Y = 3.2672 + 2.67656 X$
 SE of slope = 0.30299
 LT50 = 4,439996
 Lower 95% fiducial limit of LT50 = 3.50931
 Upper 95% fiducial limit of LT50 = 5.9681
 LT90 = 13,37



Perhitungan PIB S/NPV

- a. Siapkan mikroskop Binokuler dengan perbesaran optimum 400x.
- b. Siapkan *Haemocytometer* dan larutan *S/NPV* dengan pengenceran paling tinggi (10^{2-3}).
- c. Pasang *Haemocytometer* dengan sempurna, kemudian teteskan larutan *S/NPV* yang telah dikocok sebelumnya, dengan menggunakan spet di bagian tengah alur *Haemocytometer*.
- d. Tutup dengan *cover*, biarkan selama 3-5 menit supaya larutan stabil.
- e. Hitung jumlah PIB yang berada di dalam blok pencatat dan hitung rata-rata dari lima blok sampel yang diamati misalnya = t. Seperti pada gambar di bawah ini



Gambar 1. Bagan blok pencatat pada haemocytometer

Rumus untuk menghitung kerapatan PIB

$$r = \frac{t \cdot d}{n \cdot 0,25} \cdot 10^2$$

Keterangan :

- r : Kerapatan PIB (PIB/ml)
- d : Faktor pengenceran
- t : Jumlah PIB pada kotak yang dihitung
- n : Jumlah kotak kecil



Tabel 16. Kerapatan PIB isolat S/NPV Jtm 97c

x	1	2	3	4	5	jumlah	rata-rata
1	15	11	9	11	14	60	12.0
2	5	9	6	6	4	30	6.0
3	5	13	4	1	9	32	6.4
4	10	18	10	10	12	60	12.0
5	17	23	19	10	12	81	16.2
Jumlah						263	

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{263}{25} = 10.52$$

$$s^2 = \frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2 = \frac{2630}{25} - (10.52)^2 = 105.2 - 110.67 = -5.47$$

$$s = \sqrt{-5.47} = 2.34$$

❖ Jadi kerapatan PIB yang didapat adalah 4.2×10^{10} PIBs/ml

Perhitungan dan Pembuatan Konsentrasi S/NPV

Untuk mendapatkan konsentrasi NPV yang diperlukan dalam percobaan digunakan rumus pengenceran sebagai berikut.

$$M1V1 = M2V2$$

Keterangan:

- M1 : Kerapatan PIB isolat yang akan dihitung
- V1 : Volume isolat yang akan digunakan
- M2 : Konsentrasi PIB yang diinginkan
- V2 : Volume larutan yang dipakai

Diketahui: M1 = 4.2×10^{10} PIBs/ml
M2 = 1×10^{10} PIBs/ml
V2 = 100 ml

Ditanya: V1 ?

Jawaban:

$$M1V1 = M2V2$$

$$4.2 \times 10^{12} \times V1 = 1 \times 10^{12} \times 100 \text{ ml}$$

$$V1 = 100/4.2 \text{ ml}$$

$$V1 = 23.8 \text{ ml}$$

V aquades yang diperlukan = $100 - 23.8 \text{ ml}$

$$= 76.2 \text{ ml}$$

Jadi untuk mendapatkan konsentrasi S/NPV sebesar 10^{12} PIBs/ml dibutuhkan larutan S/NPV dengan konsentrasi 4.2×10^{12} PIBs/ml sebanyak 23.8ml dan ditambahkan aquades sebanyak 76.2 ml. Selanjutnya dilakukan pengenceran 10^{-6} untuk mendapatkan konsentrasi 10^{11} PIBs/ml, 10^{10} PIBs/ml, 10^9 PIBs/ml, 10^8 PIBs/ml, 10^7 PIBs/ml, 10^6 PIBs/ml. Adapun konsentrasi $S/NP-JTM$ 97C yang digunakan sebagai perlakuan adalah 10^{12} PIBs/ml, 10^{10} PIBs/ml, 10^8 PIBs/ml, 10^6 PIBs/ml, 10^0 PIBs/ml.

