

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Crocidolomia binotalis Zell (Lepidoptera : Pyralidae) merupakan hama penting pada tanaman kubis. Munculnya hama ini pada pertanaman kubis merupakan ancaman yang serius bagi petani. Hama tersebut menempati urutan pertama penyebab kerusakan tanaman kubis dan tanaman *Brassicaceae* yang lainnya. Larva instar tiga sampai lima memencar dan menyerang tanaman kubis sehingga menghancurkan titik tumbuh. Serangan *C. binotalis* dapat menyebabkan kehilangan hasil kubis sebesar 65,0% bahkan pada musim kemarau kehilangan hasil bisa mencapai 100% (Sudarwohadi, 1975).

Untuk mengatasi hama *C. binotalis* petani masih mengandalkan pengendalian secara kimia. Pengendalian yang selama ini dilakukan oleh para petani umumnya menggunakan insektisida sintetis. Penggunaan insektisida oleh petani kubis di dataran tinggi sudah sangat intensif, dengan penyemprotan dilakukan secara terjadwal dan dosis aplikasi yang tinggi (Aditya, 2012). Aplikasi insektisida kimia yang berlebihan dapat menimbulkan permasalahan baru seperti resistensi serangga sasaran, resurgensi hama, terbunuhnya musuh alami, meningkatnya residu pada hasil pertanian, mencemari lingkungan dan gangguan kesehatan bagi pengguna (Alam, 2007).

Pengurangan penggunaan pestisida di areal pertanian menuntut tersedianya cara pengendalian lain yang aman dan ramah lingkungan, salah satunya dengan pemanfaatan agens hayati seperti virus patogen serangga. (Samsudin, 2007). Baculovirus adalah entomopatogen yang berpotensi sebagai agens pengendali hayati. Hal ini karena secara alami *Baculovirus* sering mengakibatkan *epizootic* pada populasi *Lepidoptera*. *Baculovirus* juga mempunyai virulensi yang tinggi, dan menginduksi infeksi yang mematikan (Pawana, 2000).

SINPV merupakan virus anggota *Baculovirus* yang dapat menginfeksi ulat grayak (*S. litura*). *SINPV* selain menginfeksi *S. litura* juga dapat menginfeksi ulat jengkal (*Chysodeixis chaicites*) dan ulat bulu (Komunikasi pribadi dengan Drs.

Bedjo, MP). Uji pendahuluan inokulasi *SINPV* pada *C. binotalis* menunjukkan bahwa 63% dari 30 larva yang diinfeksi mengalami kematian/mortalitas.

Salah satu kendala utama dalam penggunaan *SINPV* sebagai agens hayati adalah *SINPV* mudah terdegradasi oleh radiasi sinar ultraviolet (UV), sehingga menyebabkan inaktivasi *SINPV* (Arifin, 2012). Sinar UV mempunyai kemampuan menonaktifkan bakteri, virus dan protozoa. Absorpsi terhadap radiasi UV oleh protein, RNA, dan DNA dapat menyebabkan menurunnya infektivitas pada polihedral virus (Cahyonugroho, 2006). Untuk mempertahankan virulensinya, perlu ditambahkan bahan yang dapat melindungi partikel NPV terhadap sinar UV (Nurhaeni, 2010). Penambahan kaolin, dengan dosis 5, 10, 20, 40 g/ha dapat mencapai tingkat mortalitas *H. armigera* antara 63-90% (Bedjo, 2011).

Molase adalah hasil samping industri gula tebu yang biasa digunakan dalam proses fermentasi. Molase banyak mengandung sejumlah gula baik sukrosa maupun gula pereduksi. Nuraeni (2010), menyatakan bahwa penambahan 1% molase pada *SINPV* efektif digunakan sebagai pelindung *SINPV* dari sinar matahari. Rata-rata mortalitas larva *S. litura* setelah pemaparan selama 6 jam adalah 82.22%

Bengkuang (*Pachyrhizus erosus* (L) Urban) termasuk dalam family Fabaceae, genus *Pachyrhizus*. selain sebagai bahan pangan, secara tradisional juga sangat dikenal dalam dunia kecantikan sebagai *sunblock* untuk melindungi kulit dari radiasi sinar UV. Pada bengkuang dan mentimun terdapat kandungan saponin dan flavonoid. Saponin dan flavonoid merupakan metabolit sekunder tanaman yang dapat berperan sebagai bahan aktif yang dapat melindungi kerusakan partikel virus dari paparan sinar UV matahari sehingga dapat mempertahankan virulensi NPV (Lukitaningsih, 2009). Penambahan filtrat bengkuang sebesar 1% dapat melindungi partikel *SeNPV* terhadap paparan sinar UV sehingga menyebabkan mortalitas *S. exigua* mencapai 57,85% (Samsudin, 2011).

Dengan adanya bahan pelindung *SINPV* antara lain kaolin, molase, dan ekstrak umbi bengkuang, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui efektivitas bahan pelindung kaolin, molase, dan ekstrak umbi bengkuang sebagai bahan pelindung *SINPV* dari radiasi sinar UV.

1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah bahan kaolin, molase, dan ekstrak umbi bengkuang dapat berperan sebagai bahan pelindung *S/NPV* dari radiasi sinar UV?
2. Bagaimana efektivitas antara bahan kaolin, molase, dan ekstrak umbi bengkuang sebagai bahan pelindung *S/NPV* dari radiasi sinar UV untuk mengendalikan *C. binotalis*?

1.3. Tujuan

1. Untuk mengetahui apakah bahan kaolin, molase, dan ekstrak umbi bengkuang dapat berperan sebagai bahan pelindung *S/NPV* dari radiasi sinar UV untuk mengendalikan *C. binotalis*.
2. Untuk mengetahui apakah ada perbedaan efektivitas antara bahan kaolin, molase, dan ekstrak umbi bengkuang sebagai bahan pelindung *S/NPV* dari radiasi sinar UV untuk mengendalikan *C. binotalis*.

1.4. Manfaat

Memberikan informasi terhadap efektivitas *S/NPV* untuk mengendalikan *C. binotalis* dan tidak menyebabkan pencemaran lingkungan dengan pemilihan penggunaan bahan tambahan yang lebih efektif sebagai bahan pelindung *S/NPV* dari sinar UV.

1.5. Hipotesis

1. Kaolin, molase dan ekstrak umbi bengkuang dapat berperan sebagai bahan pelindung *S/NPV* dari inaktivasi virus akibat radiasi sinar UV.
2. Terdapat perbedaan efektivitas antara bahan kaolin, molase dan ekstrak umbi bengkuang sebagai bahan pelindung *S/NPV* dari inaktivasi virus akibat radiasi sinar UV.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ulat Krop Kubis (*Crocidolomia binotalis* Zell.)

2.1.1. Klasifikasi

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Lepidoptera
Famili	: Pyralidae
Genus	: <i>Crocidolomia</i>
Spesies	: <i>Crocidolomia binotalis</i> Zell. (Jumar, 1997)

Ulat Krop kubis (*C. binotalis*) merupakan hama yang penting pada tanaman kubis. Munculnya hama ini pada pertanaman kubis merupakan ancaman yang serius bagi petani. Ulat krop merupakan hama yang menempati urutan pertama penyebab kerusakan tanaman kubis di Jawa Tengah (Sastrosiswojo *et al*, 2005).

2.1.2. Morfologi dan Biologi

Telur berukuran 5 mm dan biasanya berkumpul berkisar antara 10-300 butir dalam satu daun. Telur berwarna hijau cerah dan muda berkamuflase pada daun. Telur biasanya diletakkan pada bagian bawah daun (Ahmad, 2007).

Larva instar satu bersifat gregarious, memakan daun pada permukaan bawah dengan menyisakan lapisan epidermis atas. Larva menghindari cahaya. 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. Panjang larva sekitar 18 mm (Purnamasari, 2006). Larva berukuran 18-25mm dan memiliki kepala hitam serta warna hijau pada tubuhnya tergantung corak daun yang mereka makan. Biasanya ulat berada pada bagian bawah daun karena mereka cenderung menghindari cahaya. Pada hari keempat dan kelima larva akan memakan daun dari bagian bawah dan akan menyebabkan kerusakan yang parah pada daun sebelum ulat bergerak pada pusat tanaman (Ahmad, 2007).

Panjang berkisar antara 8.5 sampai 10.5 mm dan berbentuk bulat dengan berwarna hijau cerah dan coklat gelap, pupa biasanya diselubungi oleh tanah (Ahmad, 2007). Pupa terdapat pada kokon yang terbuat dari butiran tanah dan membentuk lonjong dengan stadium 9 hari (Wahyuni, 2006).

Ngegat jantan umumnya berukuran lebih besar daripada betinanya. Jantan berukuran 20-25mm dan betina 8-11mm. Pada betina dan jantan mempunyai warna coklat pada bagian sayap. Jantan pada umumnya mempunyai warna yang lebih cerah. Pada siang hari ngegat 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. Pengendalian yang dapat dilakukan secara mekanis dengan mengumpulkan larva dengan tangan (Wahyuni, 2006).



Gambar 1. *C. binotalis* (Foto : Habibi)

2.1.3. Daerah Sebar dan Ekologi

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 hasil penelitian Oever (1973), Sudarwohadi (1975), dan Thayib (1983) di KP Segunung, 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.

2.1.4. Tanaman Inang dan Gejala Kerusakan

Tanaman inang *C. binotalis* adalah berbagai jenis kubis seperti kubis putih, kubis bunga, petersai, brokoli, dan lain-lainnya. Selain itu tanaman turnip, radis, sawi jabung, dan selada air juga merupakan inang *C. binotalis* (Sastrosiswojo 1987).



Gambar 2. Gejala serangan *C. binotalis* pada tanaman kubis

(Foto : Habibi)

C. binotalis sering menyerang titik tumbuh sehingga sering disebut ulat jantung kubis. Ulatnya kecil berwarna hijau lebih besar dari ulat tritip, jika sudah besar garis-garis coklat, jika diganggu agak malas untuk bergerak/tidak lincah. 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 crop yang kecil-kecil. Ulat 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. Ulat

krop juga masuk dan memakan krop sehingga tidak dapat dipanen sama sekali (Ahmad, 2007).

Larva muda memakan daun dan meninggalkan lapisan epidermis yang kemudian berlubang setelah lapisan epidermis kering. Setelah mencapai instar tiga larva menyerang daun bagian lebih dalam menggerek ke dalam krop dan menghancurkan titik tumbuh sehingga tanaman akan segera mati (Wahyuni, 2006).

Ulat 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).

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 – 4 x 5 mm. Kupu-kupu betina umurnya dapat mencapai 16 – 24 hari dan menghasilkan 11 – 18 butir telur. Setiap kelompoknya terdiri dari 30 – 80 butir telur (Pracaya, 2007).

2.1.5. Pengendalian *C. binotalis*

Menurut Ahmad (2007) Pengendalian yang dapat dilakukan adalah (1) Melakukan sanitasi Kebersihan kebun, yaitu dengan membersihkan kebun dari bahan-bahan organik yang bisa membusuk yang dapat menjadi sarang tempat hama ini bertelur. (2) Melakukan pola tanam dan pengaturan jarak tanam, jangan menanam dua jenis tanaman yang disukai ulat crop berdekatan. (3) Secara biologis, yaitu dengan menggunakan musuh alami dari hama ini, (4) Pengendalian hayati, misalnya dengan mengkonservasi parasitoid *Diadegma semiclausum* Helen, *Cotesia plutellae* Kurdj. Memperbanyak dan melepas patogen serangga (virus antagonis NPV, pemakaian bakteri *B. thuringiensis*, jamur *Beauveria bassiana*, (5) Secara mekanis dengan menangkap langsung hama ini dan di musnahkan. (6) Melakukan pemangkasan agar lingkungan tajuk tidak terlalu rimbun. (7) Melakukan pemangkasan terhadap tanaman yang terserang berat. (8) Dengan menggunakan perangkap yaitu berupa perangkap cahaya. (9) Membuat persemaian di tempat yang

tidak terlindung atau mengurangi naungan. (10) Secara kimia, yaitu dengan penggunaan Insektisida alami seperti akar tuba, daun pucung tembakau dan lengkuas dan disemprotkan pada pada daun, batang dan bagian lainnya yang belum terserang.

2.2 *Nucleopolyhedrovirus* (NPV)

Nucleopolyhedrovirus (NPV) merupakan anggota famili Baculoviridae. NPV adalah patogen yang berpotensi sebagai agensia hayati dalam mengendalikan sejumlah arthropoda. Diantara banyak virus patogen yang menyerang arthropoda, NPV merupakan genus terpenting karena sekitar 40% jenis virus yang dikenal menyerang serangga termasuk dalam genus ini. NPV pada umumnya menyerang ordo Lepidoptera (86%), Hymenoptera (7%) dan Diptera (3%). Selain itu virus juga telah diketahui menyerang ordo Coleoptera, Trichoptera dan Neuroptera (Untung, 2006).

Umumnya NPV menginfeksi stadia larva Lepidoptera, dan sedikit sekali laporan yang menyebutkan bahwa NPV dapat menginfeksi pupa dan imago. Sebagian besar NPV bersifat spesifik inang sehingga penamaan NPV disesuaikan dengan nama inang dimana pertama kali diisolasi dan diidentifikasi (Tanada dan Kaya 1993).

NPV memiliki ciri khas, yaitu berupa *inclusion bodies* yang disebut polihedra. Polihedra berbentuk kristal bersegi banyak, berukuran 0,5-15 μm , dan tampak seperti bersinar. Gambaran morfologi polihedra tersebut dapat dilihat di bawah mikroskop cahaya perbesaran 600 kali. Di bawah mikroskop elektron perbesaran 18.000 kali, tampak struktur polihedra yang terdiri atas beberapa virion, Virion berbentuk batang, berukuran 40-70 nm X 250-400 nm, dan berisi nukleokapsid yang mengandung molekul *deoxy-ribonucleic acid* (DNA) (Smith, 1967). Virion yang mengandung satu *nucleokapsid* disebut *single-enveloped* NPV, sedangkan yang mengandung beberapa *nucleokapsid* disebut *multiple-enveloped* NPV tergantung jenis NPV (Maddox, 1982). Selubung protein yang membungkus virion untuk menjaga stabilitas virion di lingkungan, dan massa protein yang disebut polihedrin.

Morfologi polihedra dan virion dapat dilihat di bawah mikroskop elektron dengan pengecatan negatif atau dengan teknik irisan jaringan yang terinfeksi NPV.

2.2.1. Sifat NPV

Memiliki inang spesifik dalam genus/family yang sama, sehingga aman untuk organisme bukan sasaran. Tidak mempengaruhi parasitoid, predator, dan serangga berguna lainnya. Dapat mengatasi masalah resistensi terhadap insektisida kimia. Kompatibel dengan insektisida kimiawi yang tidak bersifat basa kuat. Efektif membunuh hama/ulat sasaran yang menyerang pada tanaman bawang merah, bawang putih, bawang daun, kacang –kacangan, tembakau, tomat, cabai, dan kubis-kubisan. Ulat yang terinfeksi akan mati, kemudian dapat dijadikan pengendali berikutnya bagi ulat yang sehat. Tidak berbahaya bagi musuh alami ulat tersebut. Tidak berbau dan tidak berbahaya atau beracun bagi manusia dan hewan peliharaan/ternak. Dapat dicampur dengan perekat atau pupuk organik cair. Ramah lingkungan. Spesifik selektif (hanya dapat menginfeksi ulat dari spesies atau genus yang sama). Efektif untuk hama-hama yang sudah resisten terhadap pestisida. Dapat dipadukan dengan teknologi pengendalian yang lainnya (Arias, 2009).

Virus antagonis mempunyai kemampuan persistensi yang berbeda-beda, tergantung dari keadaan alam yang mempengaruhinya. Persistensi adalah kemampuan suatu agen virus untuk dapat bertahan dalam jangka waktu yang relatif lama sesudah diaplikasikan. Faktor yang mempengaruhi persistensi virus adalah kelembapan udara, temperatur, sinar ultraviolet dan ada tidaknya penambahan bahan pembawa (Prasetijono, 2010).

2.2.2 Struktur dan Morvologi NPV

Nucleopolyhedrovirus (NPV) termasuk dalam family *Baculoviridae*. NPV merupakan patogen yang berpotensi sebagai agensia hayati dalam mengendalikan sejumlah arthropoda. Dari beberapa genera yang menyerang arthropoda, NPV merupakan genus terpenting karena sekitar 40% jenis virus yang dikenal menyerang serangga termasuk dalam genus ini. NPV pada umumnya menyerang ordo Lepidoptera (86%), Hymenoptera (7%) dan Diptera (3%). Selain itu virus juga telah diketahui menyerang ordo Coleoptera, Trichoptera dan Neuroptera.

Umumnya NPV menginfeksi stadia larva Lepidoptera, dan sedikit sekali laporan yang menyebutkan bahwa NPV dapat menginfeksi pupa dan imago. Sebagian

besar NPV bersifat spesifik inang sehingga penamaan NPV disesuaikan dengan nama inang dimana pertama kali diisolasi dan diidentifikasi (Tanada dan Kaya 1993).

NPV bereplikasi didalam inti sel serangga inang. Agar NPV dapat menginfeksi sel serangga inang maka polihedra harus tertelan bersama pakan yang dikonsumsinya. NPV berbentuk batang dan terdapat di dalam badan oklusi yang disebut polihedra. Polihedra berbentuk kristal bersegi banyak dan terdapat di dalam inti sel yang rentan, seperti hemolimfa, badan lemak,hipodermis, dan matriks trakea. Polihedra berukuran 0,5-15 μm dan mengandung partikel virus yang disebut virion (Tanada dan Kaya, 1993).

Virion berbentuk batang, berukuran 40-70 nm X 250-400 nm, dan berisi nukleokapsid yang mengandung molekul deoxy-ribonucleic acid (DNA) (Tinsley dan Kelly 1985). Virion yang mengandung satu nukleokapsid disebut single-enveloped NPV, sedangkan yang mengandung beberapa nukleokapsid disebut multiple-enveloped NPV tergantung jenis NPV. Morfologi polihedra dan virion dapat dilihat di bawah mikroskop elektron dengan pengecatan negatif atau dengan teknik irisan jaringan yang terinfeksi NPV.

NPV mudah menular dan bereplikasi dalam inti sel. Beberapa NPV memiliki kisaran inang yang sangat sempit dan hanya dapat bereplikasi secara efisien dalam satu spesies, sedangkan yang lain, yaitu multinukleokapsid NPV dari Alfalfa looper, memiliki jangkauan inang relatif luas dan mampu menginfeksi spesies dari genera yang berbeda (Adams *et all.* 1991 dalam Tanada dan Kaya 1993).

2.2.3 Proses dan Gejala Infeksi

Nucleopolyhedrovirus biasanya ditemukan pada permukaan tanaman dan tanah. Proses infeksi dimulai dari tertelannya polihedra oleh larva bersama pakan. Saat termakan oleh ulat dan masuk ke dalam saluran pencernaan yang memiliki pH tinggi/ alkalis (>10), polihedra akan pecah melepaskan virion infeksi. Virion yang terlepas dari matrik protein menembus dinding saluran pencernaan untuk masuk ke rongga tubuh dan memulai infeksi ke dalam sel-sel saluran pencernaan ulat yang rentan.

Untai DNA bereplikasi didalam inti sel, dalam waktu 1-2 hari setelah polihedra tertelan, hemolimfa yang semula jernih berubah menjadi keruh. Ulat tampak berminyak, disertai membran integumen yang membengkak dan warna tubuh menjadi pucat-kemerahan, terutama pada bagian perut kemudian akan menghitam. Apabila terkena tusukan, integumen menjadi robek dan dari dalam tubuh keluar hemolimfa yang mengandung banyak polihedra. Kemampuan makan ulat menurun, sehingga pertumbuhannya lambat. Ulat cenderung merayap ke pucuk tanaman kemudian mati menggantung dengan posisi terbalik dengan tungkai semu pada pucuk tanaman. Larva muda mati dalam 2 hari sedangkan larva tua dalam 4–9 hari setelah polihedra tertelan (Bedjo. 2011).

Matinya ulat akibat terinfeksi virus cenderung memanjang (mengembang), sedangkan apabila teracuni pestisida cenderung mengecil. Larva yang mati terinfeksi virus apabila dipijit atau ditusuk akan mudah robek dan mengeluarkan cairan yang berbau busuk sekali, sedangkan ulat yang teracuni pestisida tidak berbau busuk (Embriani, 2013).

2.3. Kelemahan *SINPV*

Beberapa keunggulan penggunaan NPV untuk mengendalikan hama tanaman dibandingkan dengan insektisida kimia antara lain efektif mengendalikan hama sasaran, spesifik inang sehingga tidak berdampak negatif terhadap kelangsungan hidup musuh alami dan serangga berguna lainnya serta dihasilkannya inokulum yang dapat mengendalikan populasi hama selanjutnya (Laoh *et all*, 2003). Dalam pemanfaatannya, bioinsektisida *SINPV* mempunyai beberapa kelemahan. Hal ini merupakan tantangan yang harus dapat diatasi sehingga keefektifannya dapat dipertahankan. Beberapa kelemahan pada saat diaplikasikan di lapangan antara lain *SINPV* peka terhadap pengaruh sinar matahari terutama sinar UV, kecepatan dalam mematikan inang relatif rendah yaitu 3-9 hari sehingga selama waktu tersebut larva yang telah terinfeksi masih bisa menimbulkan kerusakan walaupun intensitasnya menurun, *SINPV* kurang efektif terhadap larva yang berukuran besar, dan penggunaan *SINPV* ini memerlukan ketepatan waktu aplikasi yaitu pada waktu pagi (06.00-08.00) maupun sore hari (16.00 – 18.00) (Bedjo, 2005).

Menurut Granados dan Federici (1986), salah satu kelemahan utama dalam penggunaan mikroorganisme sebagai insektisida adalah ketidakaktifan mereka setelah terpapar sinar matahari langsung terutama sinar UV. Dengan panjang gelombang 280-320 nm, UV B merupakan penyebab utama ketidakaktifan mikroba. Ultraviolet A (320-400 nm) dapat juga berkontribusi terhadap penurunan keefektifan Baculovirus (Shapiro 2002 dalam McIntosh *et. all*, 2004) dan UV C (250-280 nm) lebih merusak DNA. *S/NPV* sangat patogenik untuk larva *S. litura* mulai kehilangan keefektifannya setelah 12 jam paparan sinar matahari langsung (Sajap *et all*. 2007). Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja NPV di lapangan yaitu dengan menambahkan bahan pelindung, perangsang makan, pemicu kinerja dan mencampur dengan bahan tambahan (adjuvant) yang dapat melindungi NPV terhadap sinar ultraviolet. Beberapa bahan yang telah diuji untuk mempertahankan persistensi NPV terhadap paparan sinar ultraviolet antara lain penambahan pencerah fluorescen pada *Lymantria dispar* NPV dan pada *S. exigua* NPV, penambahan adjuvan pada *H. armigera* NPV (*HaNPV*), penambahan ekstrak teh hijau pada *S. exigua* NPV (*SeNPV*), dan penambahan Titanium dioksida (TiO_2) pada *Helicoverpa zea nucleopolyhedro virus* (*H_zNPV*). Titanium dioksida dapat memantulkan cahaya UV dan dapat meningkatkan persistensi polihedra *Helicoverpa zea Nucleopolyhedrovirus* (*H_zNPV*) dilapangan. Selain itu pendekatan yang telah digunakan dengan harapan penurunan keefektifan oleh UV B adalah penambahan UV protektan, seperti pewarna dan optik brighteners untuk formulasi. Sel-sel serangga dapat melindungi virus dari ketidakaktifan oleh UV B (McIntosh *et all*. 2004). Bahan pelindung alami juga diujicobakan untuk melindungi NPV dari paparan UV seperti Tinopal, gula sederhana, minyak kelapa, riboflavin (Sajap *et al*. 2008), polyvinil, tween 80, kaolin, tetes tebu, dan sukrosa (Bedjo, 2005). Gula, seperti sukrosa, fruktosa dan sorbitol, juga dapat meningkatkan keefektifan NPV (Ballard *et all*. 2000).

2.4. Bahan Pelindung Ultraviolet

2.4.1. Kaolin

Kaolin merupakan jenis lempung yang mengandung mineral kaolinit dan terbentuk melalui proses pelapukan. Kaolin termasuk dalam jenis tanah liat primer

yang mengandung mineral kaolinit ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) disebut sebagai lempung putih. Industri pigmen memanfaatkan kaolin sebagai bahan dasar pigmen. Kaolin sangat tahan terhadap api, karena memiliki ketahanan api yang sangat tinggi. Titik didihnya lebih kurang 1800°C . Titik didih yang tinggi dimanfaatkan industri kosmetik untuk melindungi kulit dari paparan sinar matahari, menjaga kulit tetap aman walaupun dibawah sinar matahari.

British Pharmacopeia Light Kaolin (BPLK) dan Heavy Kaolin merupakan dua jenis kaolin yang diproduksi berdasarkan kebutuhan industri farmasi di pasar Inggris dan Eropa. BPLK digunakan pada produk obat-obatan untuk manusia, contohnya untuk mengatasi pencernaan. Selain itu juga digunakan pada produk perawatan personal seperti untuk terapi *therasso* (perawatan tubuh dan kulit) dan digunakan juga pada industri kosmetik. BPLK sebagai zat aditif ditemukan pada berbagai produk diet, plaster, bedak kaki, dan untuk perawatan khusus bagi kelainan pada paru-paru (Rahmawati, 2012).

2.4.2. Bengkuang

Bahan alami untuk perawatan kulit lainnya adalah bengkuang (*Pachyrhizus erosus*). Umbi tanaman ini telah secara turun-temurun digunakan di Indonesia sebagai masker, lulur, pembersih wajah, dan pelembab. Kandungan air bengkuang yang tinggi memiliki efek melembabkan, merelaksasi dan menyegarkan kulit wajah.

Seperti bahan alami lain yang bermanfaat bagi kulit, bengkuang mengandung antioksidan vitamin C, flavonoid, dan saponin yang berperan mencegah kerusakan kulit oleh radikal bebas. Bengkuang juga memiliki manfaat lain sebagai pemutih, berkat zat fenolik di dalamnya yang menghambat proses pembentukan melanin (pigmentasi) akibat sinar UV matahari (Lukitaningsih, 2009).

Tabel 1. Kandungan nutrisi bengkuang dalam 100 gram

Kandungan Nutrisi	Jumlah
Energi	55 kal
Protein	1,4 gram
Lemak	0,2 gram
Karbohidrat	12,8 gram
Kalsium	15 mg
Fosfor	18 mg
Vitamin A	0 SI
Vitamin B1	0,04 mg
Vitamin C	20 mg
Besi	0,6 mg

Sumber: Lukitaningsih, 2009

Saponin merupakan senyawa glikosida triterpenoida ataupun glikosida steroida yang merupakan senyawa aktif permukaan dan bersifat seperti sabun serta dapat dideteksi berdasarkan kemampuannya membentuk busa. Saponin tersebar luas di antara tanaman tinggi, keberadaan saponin sangat mudah ditandai dengan pembentukan larutan koloidal dengan air yang apabila dikocok menimbulkan buih yang stabil. Saponin mempunyai ciri yaitu menjadi busa jika dicampur air sehingga dapat berfungsi sebagai bahan penurun tegangan permukaan. Cara kerja bahan ini diduga mirip deterjen dan pencerah optik yang telah dikaji secara intensif sebagai UV protektan (Vickery, 1981).

Antosianin merupakan senyawa flavonoid yang dapat melindungi sel dari sinar UV, hal ini disebabkan pada jaringan fotosintesis, antosianin berperan aktif sebagai tabir surya yang melindungi sel dari kerusakan dengan menyerap sinar UV. Flavonoid merupakan suatu kelompok antioksidan yang secara alamiah ada pada sayur-sayuran, tebu, buah-buahan, dan minuman seperti teh dan anggur. Pada tanaman, flavonoid memberikan perlindungan terhadap adanya stres lingkungan, sinar UV. Hal tersebut didasarkan pada fungsi flavonoid kompleks yang terkandung dalam bahan tanaman tanaman yang telah diketahui sebagai bahan ketahanan

terhadap UV B (UV-B, radiasi 280-315 nm) dan mampu menyerap sinar UV (UV absorber) (Einbond, 2004).

2.4.3. Molase

Molase merupakan nira yang tidak mengkristal, mengandung senyawa-senyawa seperti sukrosa, glukosa, fruktosa, karbohidrat lainnya, nitrogen, flavonoid, lemak, fosfolipid, pigmen dan vitamin (Supriatna. 1993). Molase merupakan hasil samping proses pembuatan gula. Total kandungan gula berkisar 48-56% dan pHnya sekitar 5,5-5,6. Terdapat 2 jenis molase yaitu molase hitam dan molase pekat, kedua jenis molase tersebut merupakan hasil samping dari industri gula tebu dan seringkali digunakan dalam proses fermentasi. Molase hitam merupakan hasil samping kristalisasi gula tebu (cairan gula).

Molase memiliki kandungan protein kasar sebesar 3,1%, serat kasar sebesar 0,6%, senyawa organik yang terdiri dari bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) sebesar 83,5%, lemak kasar sebesar 0,9% dan abu sebesar 11,9%. Cane-molasses merupakan molase yang memiliki kandungan 25 – 40% sukrosa dan 12 – 25% gula pereduksi dengan total kadar gula 50 – 60% atau lebih (Hoffmann and Frodsham, 1993).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (BALITKABI) Jl. Raya Kendalpayak km 8, Kabupaten Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari-April 2014.

3.2. Alat dan Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain isolat *S/NPV* JTM 97c (diperoleh dari laboratorium HPT BALITKABI), larva *C. binotalis* instar 3, daun kubis, aquades, buffer fosfat 1%, kertas tisu, kertas merang, kaolin, molase, dan ekstrak umbi bengkuang (sebagai bahan pelindung *S/NPV* dari radiasi UV)

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah lampu UV, haemocytometer, wadah pembiakan *C. binotalis*, kain saring, sendok, pinset, pipet mikro, tabung reaksi, sentrifuse, mortar, cawan petri, vial plastik berdiameter 5 cm dan tinggi 5 cm untuk tempat uji larva *C. binotalis*, toples plastik dengan diameter 20 cm dan tinggi 30 cm untuk pembiakan *S. litura*, nampan, mikroskop digital, kulkas, timbangan analitik, kuas mini, alat tulis, kertas label, buku agenda, kamera dan kalkulator.

3.3. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan yaitu:

P1 = *S/NPV* JTM 97c (tidak ditambahkan bahan pelindung)

P2 = *S/NPV* JTM 97c + Kaolin

P3 = *S/NPV* JTM 97c + Molase

P4 = *S/NPV* JTM 97c + Ekstrak Umbi Bengkuang

Setiap perlakuan diulang 4 kali dengan setiap ulangan terdiri atas 15 larva *C. binotalis* instar 3. Setiap larva diletakkan dalam vial plastik yang berbeda untuk mempermudah dalam pengamatan. Penempatan perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2: Denah percobaan 4 perlakuan dan 4 ulangan

P1/U2	P1/U3	P01/U4	P1/U1
P2/U3	P2/U1	P2/U2	P2/U4
P3/U4	P3/U3	P3/U1	P3/U2
P4/U2	P4/U1	P4/U3	P4/U4

Keterangan :

P = Perlakuan dan U = Ulangan

3.3.1. Parameter Pengamatan

1. *Stop feeding* (berhenti makan).

Parameter ini dilakukan untuk mengetahui lama waktu SINPV mempengaruhi larva *S. litura* 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, 6 JSI, 8 JSI, 12 JSI, 14 JSI, 16 JSI, 18 JSI, 20 JSI, 22 JSI, 24 JSI. (JSI=jam setelah inokulasi). Menurut Bedjo (2008), presentase larva berhenti makan dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Keterangan:

B = Presentase berhenti makan larva

b = Jumlah larva uji yang berhenti makan

n = Jumlah larva uji

2. Mortalitas (kematian larva)

Pengamatan kematian larva dilakukan dengan cara menghitung jumlah larva yang mati setelah aplikasi. Pengamatan dilakukan setiap hari sekali sampai larva mengalami kematian atau mengalami perubahan metamorphosis berupa pupa.

Menurut Bedjo (2008), presentase mortalitas larva dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{p}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Presentase kematian larva

p : jumlah larva uji yang mati

n : jumlah larva uji

3.3.2. Analisis Data

Data dianalisis dengan uji F, jika terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan menggunakan BNT dengan taraf 5%.

3.4. Pelaksanaan

3.4.1. Pemeliharaan Massal *S. litura* dan *C. binotalis*

Pemeliharaan massal *S. litura* dan *C. binotalis* dengan cara mengumpulkan larva dan telur *S. litura* dan *C. binotalis* yang diperoleh dari lapang. Selanjutnya dipelihara dalam kotak serangga, dipelihara dengan diberi pakan daun jarak untuk larva *S. litura* dan untuk *C. binotalis* diberi pakan daun kubis, setiap hari larva tersebut diganti pakannya. Pemeliharaan telur dilakukan di dalam toples plastik dengan diberi daun kedelai ataupun daun jarak, toples ditutup dengan kain kasa pada bagian atasnya. Larva yang digunakan adalah instar-3 yang sehat dengan ciri-ciri larva aktif bergerak, tubuh larva tidak lembek dan berwarna cerah.

3.4.2. Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi adalah suatu proses perlakuan terhadap alat atau bahan agar tidak terdapat mikroorganisme yang dapat mengganggu hasil percobaan. Sterilisasi alat dapat dilakukan dengan menggunakan sinar UVC. Alat yang mendapat perhatian khusus dalam sterilisasi yaitu vial plastic. Vial plastik harus terhindar dari mikroorganisme agar tidak mempengaruhi hasil data. Vial plastik terlebih dahulu direndam dengan larutan NaOCl bercampur air selama 25-30 menit. Setelah itu permukaan bagian dalam dan luar vial plastik digosok-gosong dengan busa sampai

bersih. Vial kemudian dijemur di bawah sinar matahari sampai kering. Memastikan bahwa vial plastik telah terhindar dari mikroorganisme, maka vial tersebut disinari di bawah lampu sinar UVC selama 20-25 menit.

3.4.3. Pembuatan Ekstrak Umbi Bengkuang

Metode ekstraksi umbi bengkuang dilakukan dengan perendaman (maserasi). Umbi bengkuang 200 gr dipotong kecil-kecil dan dicuci dibawah air mengalir dan dikering anginkan, selanjutnya potongan umbi bengkuang diblender. Hasil tumbukan tersebut dimasukkan ke dalam tabung plastik untuk dilakukan kegiatan perendaman (maserasi) dan ditambahkan etanol 70% sebagai pelarut dengan perbandingan 1:9, kegiatan ekstraksi perendaman (maserasi) dilakukan selama 24 jam dengan pengocokan sesekali, hal ini bertujuan mempercepat kontak antara sampel dengan pelarut. Kemudian selama 24 jam larutan disaring dengan kasa putih sehingga diperoleh filtratnya. Filtrat hasil penyaringan diuapkan dengan *vacum rotary evaporator* (Voigt, R. 1995).

3.4.4. Persiapan Bahan Kaolin dan Molase

Bahan kaolin diperoleh dari laboratorium HPT BALITKABI dan molase dibeli ditoko pertanian yang digunakan dalam penelitian sebagai bahan pelindung *S/INPV*. Masing-masing bahan tersebut digunakan dengan kosentrasi 5% dalam suspensi *S/INPV* JTM 97c.

3.4.5 Perbanyakan Isolat *S/INPV*

Isolat *S/INPV* JTM 97c yang digunakan untuk penelitian, diperoleh dari laboratorium HPT BALITKABI hasil koleksi Drs. Bedjo, NP. Bahan induk isolat *S/INPV* berbentuk cair diperoleh dari ekstrak larva *S. litura* yang menunjukkan gejala terserang *S/INPV*. Isolat *S/INPV* JTM 97c digunakan karena mempunyai tingkat virulensi tinggi yang dapat menekan populasi larva *S. litura* sebesar 80% (Bedjo, 2008). Melakukan perbanyakan dengan cara menginokulasikan virus melalui kontaminasi pakan daun kedelai segar (*poisoned food techniques*) sebagai pakan *S. litura*.

Larva *S.litura* yang mati terinfeksi NPV dikumpulkan untuk digerus halus dengan menggunakan mortar, dengan ditambahkan 1 ml aquades apabila terlalu

pekat. Saring dengan menggunakan kertas saring 1-2 kali untuk memisahkan sisa-sisa kotoran. Aduk sampai rata dan tuang ke dalam tabung pemurnian. Suspensi kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3.500 rpm selama 15 menit dan diulang 2-3 kali hingga endapan terpisah dengan cairan lemak pada dinding tabung dan permukaan cairan. Diperoleh supernatant yang bersih untuk dijadikan stok suspensi polyhedral, lalu simpan di dalam kulkas.

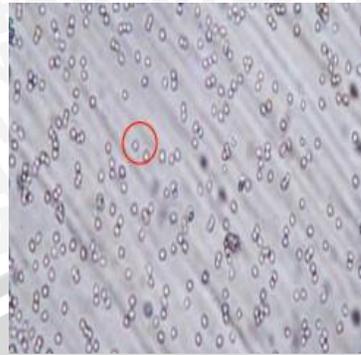
Pengenceran isolat *S/NPV* JTM 97c dilakukan sebanyak 5 kali. Tahap pertama menyiapkan 4 tabung reaksi berukuran 15 ml yang sudah diberi label 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} . Selanjutnya diambil 1 ml larutan stok NPV dan dilarutkan kedalam 9 ml aquadest pada tabung reaksi berlabel 10^{-1} . Suspensi tersebut dikocok hingga homogen dan diambil 1 ml untuk ditempatkan ke tabung reaksi berlabel 10^{-2} , kemudian ditambahkan aquadest 9 ml ke dalam tabung reaksi yang berlabel 10^{-2} dan dikocok hingga homogen. Pengenceran dilakukan sampai 10^{-5} . PIB yang digunakan dengan konsentrasi $4,2 \times 10^{12}$ PIB/ml (tabel 14 pada lampiran).

Perhitungan PIB dilakukan untuk standarisasi konsentrasi *S/NPV* dengan satuan PIB/ml. Suspensi hasil pengenceran diambil dengan mikro pipet dan diteteskan pada haemocytometer *burker*. Kemudian ditutup dengan cover glass dibiarkan 1 menit supaya larutan stabil. Kemudian diamati dan dihitung dibawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 400 kali. Menurut Hadioestomo (1993) konsentrasi polyhedral dapat dihitung menggunakan haemocytometer dengan rumus sebagai berikut:

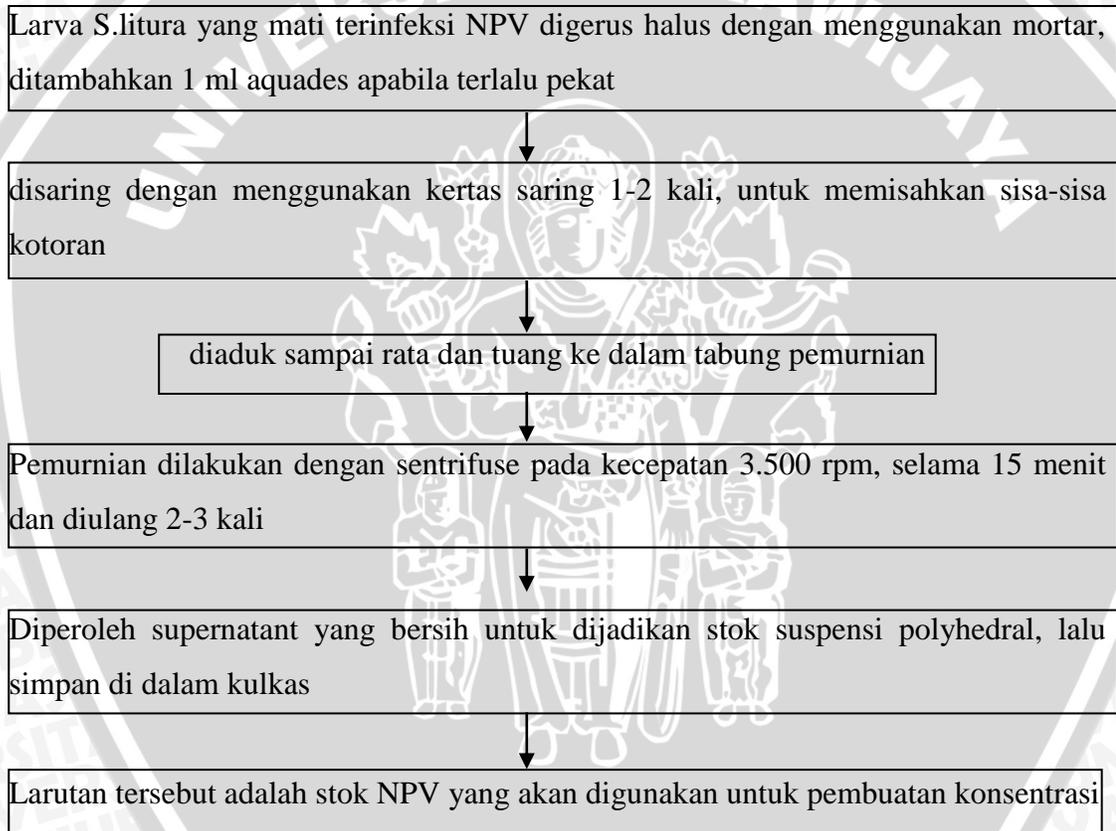
$$r = \frac{t \times d}{n \times 0.25} \times 10^6$$

Keterangan:

- r = kerapatan PIB (PIB/ml)
- t = jumlah PIB pada kotak yang dihitung
- d = faktor pengenceran
- n = jumlah kotak kecil



Gambar 3. Polihedra *Spodoptera litura Nucleopolyhedrovirus* di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 400x

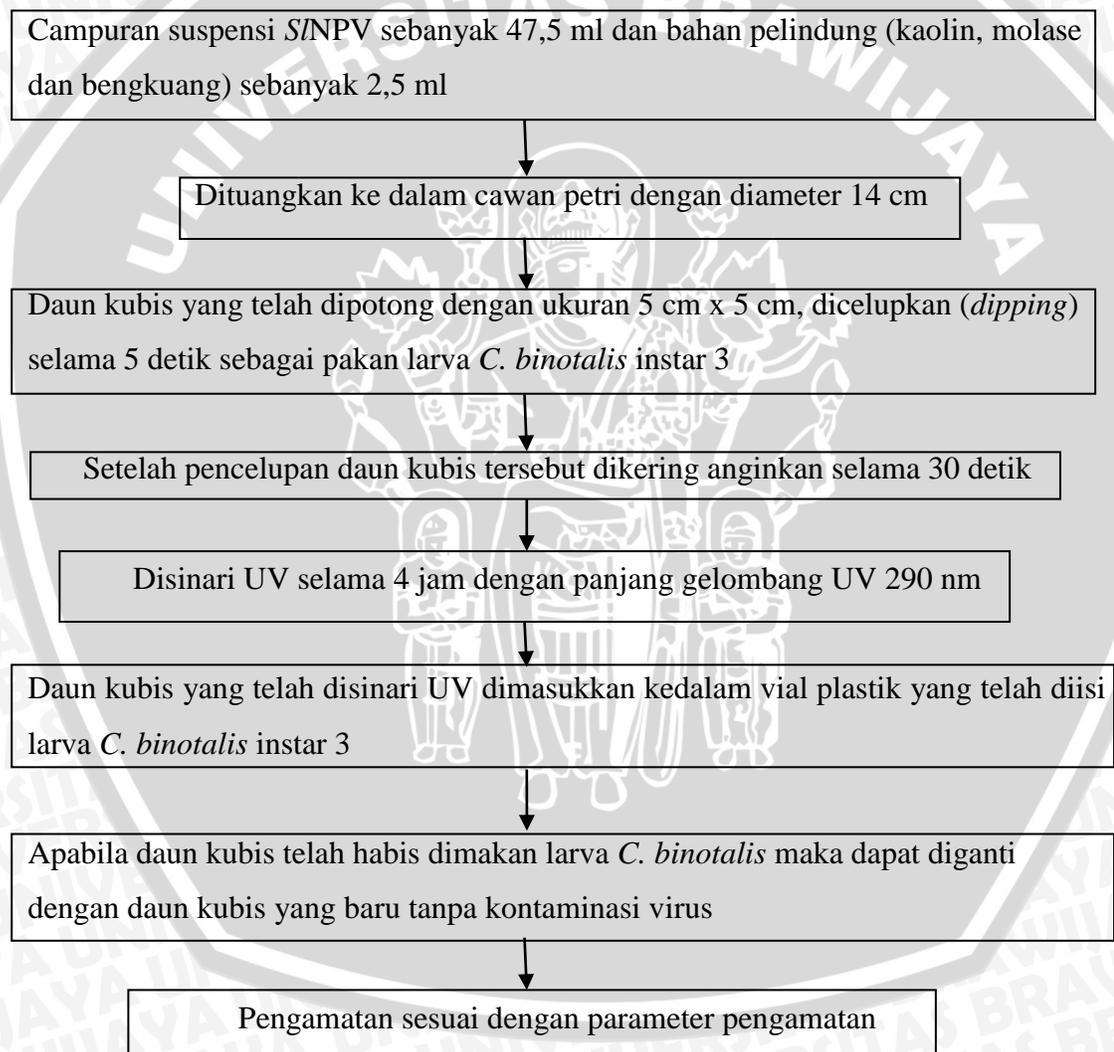


Gambar 4. Alur isolasi *S/NPV JTM 97c*

3.4.6 Metode Pengujian

Campuran suspensi *S/NPV* sebanyak 47,5 ml dan bahan pelindung (kaolin, molase dan bengkuang) sebanyak 2,5 ml, dituangkan ke dalam cawan petri dengan diameter 14 cm. Suspensi yang telah dituangkan kedalam cawan petri akan digunakan

sebagai pencelupan (*dipping*) daun kubis yang telah dipotong dengan ukuran 5 cm x 5 cm, dicelupkan selama 5 detik sebagai pakan larva *C. binotalis* instar 3. Setelah pencelupan daun kubis tersebut dikering anginkan selama 30 detik. Kemudian dilakukan penyinaran UV selama 4 jam dengan panjang gelombang UV 290 nm. Daun kubis yang telah disinari UV dimasukkan kedalam vial plastik yang telah diisi larva *C. binotalis* instar 3. Apabila daun kubis telah habis dimakan larva *C. binotalis* maka dapat diganti dengan daun kubis yang baru tanpa kontaminasi virus. Kemudian diamati perubahan sesuai dengan parameter pengamatan.



Gambar 5. Alur Metode pengujian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Persentase Larva *C. binotalis* Berhenti Makan

Persentase larva *C. binotalis* berhenti makan diamati selama 24 jam yaitu pada 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 jam setelah inokulasi (JSI). Hasil pengamatan terhadap tingkat larva *C. binotalis* berhenti makan dengan beberapa macam bahan pelindung yang ditambahkan ke isolat *SINPV* JTM 97 C menunjukkan persentase larva *C. binotalis* berhenti makan pada waktu pengamatan 1 sampai 4 JSI belum menunjukkan adanya larva *C. binotalis* yang berhenti makan (Tabel 3).

Tabel 3. Persentase larva *C. binotalis* berhenti makan pada perlakuan isolat *SINPV* JTM 97c yang ditambahkan beberapa jenis bahan pelindung sinar UV

Bahan Pelindung	STOP FEEDING LARVA <i>C.binotalis</i> (%)					
	PENGAMATAN PADA (JSI)					
	4 jsi	8 jsi	12 jsi	16 jsi	20 jsi	24 jsi
<i>SINPV</i> JTM 97c (Tanpa Bahan Pelindung)	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	6,66 a	8,33 a
<i>SINPV</i> JTM 97c + Kaolin	0,00 a	11,66 b	18,33 b	23,33 b	28,33 b	33,33 b
<i>SINPV</i> JTM 97c + Molase	0,00 a	0,00 a	8,33 ab	11,66 ab	11,66 ab	15,00 ab
<i>SINPV</i> JTM 97c + Ekstrak Bengkuang	0,00 a	3,33 ab	5,00 ab	11,66 ab	15,00 ab	18,33 ab

Keterangan: - JSI: Jam Setelah Inokulasi

- Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNT
- Sebelum dilakukan analisis data ditransformasi dengan $\text{Arcsin} = \text{ASIN}(\text{SQRT}(X/100))$

Perlakuan penambahan kaolin, molase, dan ekstrak umbi bengkuang berpengaruh sebagai pelindung *SINPV* dari sinar UV terhadap larva *C. binotalis* berhenti makan. Larva *C. binotalis* menunjukkan berhenti makan pertama diketahui pada waktu pengamatan 8 JSI yaitu pada perlakuan isolat *SINPV* JTM 97c yang

ditambahkan bahan pelindung kaolin dan isolat *SINPV* JTM 97c yang ditambahkan bahan pelindung ekstrak umbi bengkuang.

Untung (1993) menyatakan bahwa larva yang terserang NPV akan semakin malas bergerak dan pertumbuhannya menjadi lambat. Larva akan bergerak menuju pucuk tanaman. Ulat yang mati posisi tubuhnya seperti patah dan tergantung pada bagian tanaman.

Ciri-ciri larva *C. binotalis* yang tertular *SINPV* menunjukkan gejala berhenti makan yaitu gerakan lambat, nafsu berkurang, apabila disentuh tetap diam. Menurut Bedjo (2005), gejala larva yang berhenti makan diamati dari gerakan larva yang mulai melamban, nafsu makan berkurang dan akhirnya berhenti makan.

Hasil analisis ragam terhadap data *C. binotalis* berhenti makan pada 4 JSI tidak berbeda nyata antar perlakuan isolat *SINPV* JTM 97c yang dicampur bahan pelindung kaolin dengan perlakuan isolat *SINPV* JTM 97c yang dicampur bahan pelindung lainnya (tabel 1 pada lampiran).

Larva *C. binotalis* berhenti makan terlihat pada saat pengamatan 8 JSI terhadap perlakuan isolat *SINPV* JTM 97c yang ditambahkan kaolin sebesar 11,66% dan perlakuan isolat *SINPV* JTM 97c yang ditambahkan ekstrak umbi bengkuang sebesar 3,33%. Pada perlakuan isolat *SINPV* JTM 97c yang ditambahkan molase dan isolat *SINPV* JTM 97c yang tidak ditambahkan bahan pelindung tidak berbeda nyata dengan perlakuan isolat *SINPV* JTM 97c yang ditambahkan kaolin dan ekstrak umbi bengkuang (tabel 2 pada lampiran).

Pada waktu pengamatan 12 JSI semua perlakuan isolat *SINPV* JTM 97c yang ditambahkan bahan pelindung menunjukkan gejala berhenti makan. Untuk perlakuan isolat *SINPV* JTM 97c yang ditambahkan kaolin sudah terlihat gejala berhenti makan 18,33%, berbeda nyata dengan perlakuan *SINPV* JTM 97c yang ditambahkan molase 8,33% dan *SINPV* JTM 97c yang ditambahkan ekstrak umbi bengkuang 5% (tabel 3 pada lampiran). Perlakuan isolat *SINPV* JTM 97c yang tidak ditambahkan bahan pelindung tidak berbeda nyata dengan perlakuan isolat *SINPV* JTM 97c yang ditambahkan bahan pelindung karena tidak menunjukkan gejala larva *C. binotalis* berhenti makan.

Pengamatan 16 JSI perlakuan isolat *S/NPV* JTM 97c yang ditambahkan bahan pelindung molase dan ekstrak umbi bengkuang menunjukkan gejala berhenti makan 11,66%, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan isolat *S/NPV* JTM 97c yang ditambahkan kaolin 23,33% (tabel 4 pada lampiran).

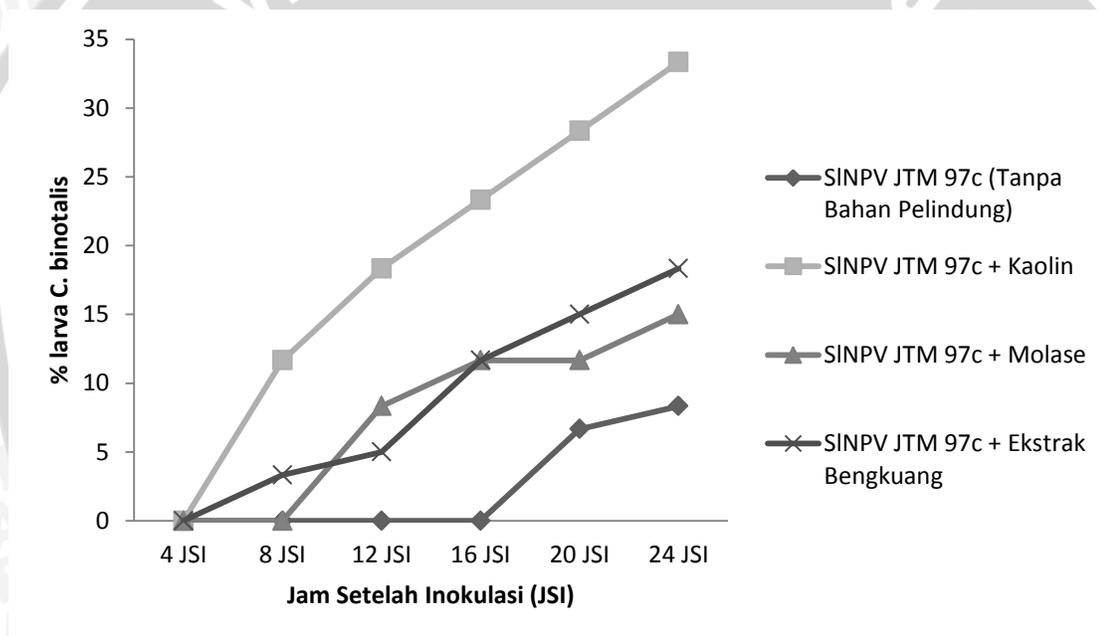
Pada pengamatan 24 JSI perlakuan isolat *S/NPV* JTM 97c yang ditambahkan bahan pelindung berbeda nyata dengan perlakuan isolat *S/NPV* JTM 97c tanpa ditambahkan bahan pelindung (tabel 6 pada lampiran). Persentase berhenti makan larva *C. binotalis* terus meningkat dengan bertambahnya waktu pengamatan (Gambar 6). Persentase berhenti makan larva *C. binotalis* paling besar pada pengamatan 24 JSI pada perlakuan isolat *S/NPV* JTM 97c yang ditambahkan kaolin 33,33%, selanjutnya isolat *S/NPV* JTM 97c yang ditambahkan ekstrak umbi bengkuang 18,33%, isolat *S/NPV* JTM 97c yang ditambahkan molase 15%, dan perlakuan isolat *S/NPV* JTM 97c tanpa ditambah bahan pelindung 8,33%.

Pada perlakuan isolat *S/NPV* tanpa ditambahkan bahan pelindung sangat kecil pengaruhnya terhadap gejala berhenti makan *C. binotalis*. Menurut Granados dan Federici (1986) salah satu kelemahan utama dalam penggunaan mikroorganisme sebagai insektisida adalah menurunnya virulensi setelah terpapar sinar matahari langsung terutama sinar UV. Namun masih terdapat gejala berhenti makan pada isolat *S/NPV* tanpa ditambahkan bahan pelindung. Menurut Bedjo (2008), larva berhenti makan dipengaruhi oleh interaksi *S/NPV* pada berbagai isolat dengan tingkat konsentrasi virus (PIBs/ml) yang diinokulasikan.

Kaolin sangat tahan terhadap api, karena memiliki ketahanan api yang sangat tinggi. Titik didihnya lebih kurang 1800° C. Kaolin dapat melindungi polyhedral virus karena kaolin mempunyai sifat daya hantar panas yang rendah sehingga dapat melindungi kerusakan polyhedral virus dari paparan sinatr UV yang dapat menurunkan keefektifan *S/NPV* (Rahmawati, 2012). Sifat-sifat mineral kaolin adalah berat jenis 2,6 – 2,63 gr/cc, plastik, mempunyai daya hantar panas dan listrik yang rendah (Kusuma, 2012).

Penggunaan ekstrak bengkuang dan molase berpengaruh sebagai pelindung *S/NPV* dari sinar UV terhadap berhenti makan larva *C. binotalis* disebabkan ekstrak

umbi bengkuang terdapat kandungan saponin dan flavonoid yang berperan sebagai UV protektan, sehingga pada saat partikel virus terpapar sinar UV tidak rusak dan polyhedral virus yang tertelan oleh larva *S. litura* akan tetap persistensinya (Athihah, 2007). Metabolit skunder pada tanaman seperti flavonoid dan saponin yang terdapat pada bengkuang dapat dijadikan sebagai bahan pelindung alami terhadap sinar UV yang dapat menghambat keefektifan *SeNPV* karena saponin bersifat sebagai reflektan sedangkan flavonoid mampu melindungi partikel virus dan menyerap sinar UV (Samsudin, 2011). Sedangkan pada percobaan yang dilakukan oleh Sajap *et al.* (2009), dan Bedjo (2005) menunjukkan bahwa kandungan sukrosa pada molase mampu melindungi *SINPV* dari sinar UV.



Gambar 6. Grafik persentase larva *C. binotalis* yang berhenti makan pada berbagai Jam Setelah Inokulasi *SINPV* JTM 97c yang ditambahkan bahan pelindung sinar UV

4.2 Persentase Kematian (Mortalitas) Larva *C. binotalis*

Persentase kematian larva *C. binotalis* diamati setelah 24 JSI. Gejala kematian larva *C. binotalis* diamati dari gerakan larva yang mulai melambat, permukaan kulit tubuh menjadi berminyak, perubahan warna menjadi merah kecoklat-coklatan tubuh menjadi lembek dan apabila disentuh mudah rusak, serta mengeluarkan bau yang tidak enak atau khas NPV (Gambar 7). Gejala yang khas pada beberapa spesies

serangga berupa aktivitas makan yang berkurang atau berhenti, bergerak lebih lambat, tubuh lembek, integumen berubah warna, serta hemolimfa menjadi keruh. Pada umumnya, larva yang mati karena infeksi NPV di lapangan, ditemukan pada bagian pucuk tanaman dalam posisi menggantung, membentuk huruf V terbalik (Granados dan Federici, 1986).



Gambar 7. Gejala kematian larva *C. binotalis* akibat infeksi *S/NPV*, (A). Kulit menjadi mengkilat dan warna kulit berubah memucat kecoklatan (B). Tubuh larva membentuk “V” (C). Kulit robek dan mengeluarkan cairan coklat yang mengandung polyhedral

Hasil pengamatan terhadap kematian larva *C. binotalis* sudah terjadi saat 24 JSI pada masing-masing perlakuan, hal ini disebabkan isolat *S/NPV* JTM 97c yang digunakan pada penelitian ini memiliki tingkat virulensi yang tinggi sehingga menyebabkan kematian larva *C. binotalis* sudah terjadi pada saat 24 JSI. Menurut Bedjo (2011), yang menyatakan penggunaan isolat *S/NPV* JTM 97c yang diaplikasikan di wilayah Kendalpayak pada saat pengamatan 24 JSI menunjukkan presentase kematian larva *C. binotalis* sebesar 5,99%.

Masa infeksi NPV sampai larva yang terserang mati dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya umur larva, suhu, dan banyaknya PIB yang tertelan. Isolat virus yang lebih virulen dapat mematikan larva dalam 2 – 5 hari, tetapi isolat yang kurang virulen membutuhkan 2 – 3 minggu untuk mematikan inangnya (Granados, 1986). Hasil analisis statistik terhadap kematian larva *C. binotalis* pada pengamatan 24 JSI sampai 148 JSI dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Persentase kematian larva *C. binotalis* pada perlakuan isolat *SINPV JTM 97c* yang ditambahkan beberapa jenis bahan pelindung sinar UV

MORTALITAS LARVA <i>C. binotalis</i> (%)							
Bahan Pelindung	PENGAMATAN PADA (JSI)						
	24 jsi	48 jsi	72 jsi	96 jsi	120 jsi	144 jsi	168 jsi
SINPV JTM 97c (Tanpa Bahan Pelindung)	3,33 a	6,66 a	10,00 a	13,33 a	15,00 a	18,33 a	18,33 a
SINPV JTM 97c + Kaolin	18,33 a	23,33 b	36,66 b	45,00 b	55,00 b	75,00 b	93,33 c
SINPV JTM 97c + Molase	6,66 a	16,66 ab	21,66 ab	26,66 ab	35,00 ab	45,00 b	55,00 b
SINPV JTM 97c + Ekstrak Bengkuang	10,00 a	13,33 ab	33,33 ab	38,33 ab	43,33 b	51,66 b	56,66 b

Keterangan: - JSI: Jam Setelah Inokulasi

- Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNT
- Sebelum dilakukan analisis data ditransformasi dengan $\text{Arcsin} = \text{ASIN}(\text{SQRT}(X/100))$

Hasil pengamatan kematian larva *C. binotalis* 24 JSI menunjukkan tidak berbeda nyata antara perlakuan isolat *SINPV JTM 97c* yang ditambahkan bahan pelindung kaolin, molase, ekstrak umbi bengkuang dan isolat *SINPV JTM 97c* tanpa ditambah bahan pelindung (tabel 7 pada lampiran). Persentase kematian larva *C. binotalis* pada perlakuan isolat *SINPV JTM 97c* yang ditambahkan bahan pelindung kaolin, molase, ekstrak umbi bengkuang dan isolat *SINPV JTM 97c* tanpa ditambah bahan pelindung, secara berturut-turut 18,33%, 6,66%, 10%, dan 3,33% (Tabel 4).

Pada pengamatan 48 JSI perlakuan isolat *SINPV JTM 97c* yang ditambahkan bahan pelindung kaolin 23,33% berbeda nyata dengan perlakuan isolat *SINPV JTM 97c* yang ditambahkan molase 16,66% dan ekstrak umbi bengkuang 13,33% terhadap kematian *C. binotalis* (tabel 8 pada lampiran). Perlakuan isolat *SINPV JTM 97c* tanpa ditambah bahan pelindung 6,66% tidak berbeda nyata dengan perlakuan isolat *SINPV JTM 97c* yang ditambah bahan pelindung.

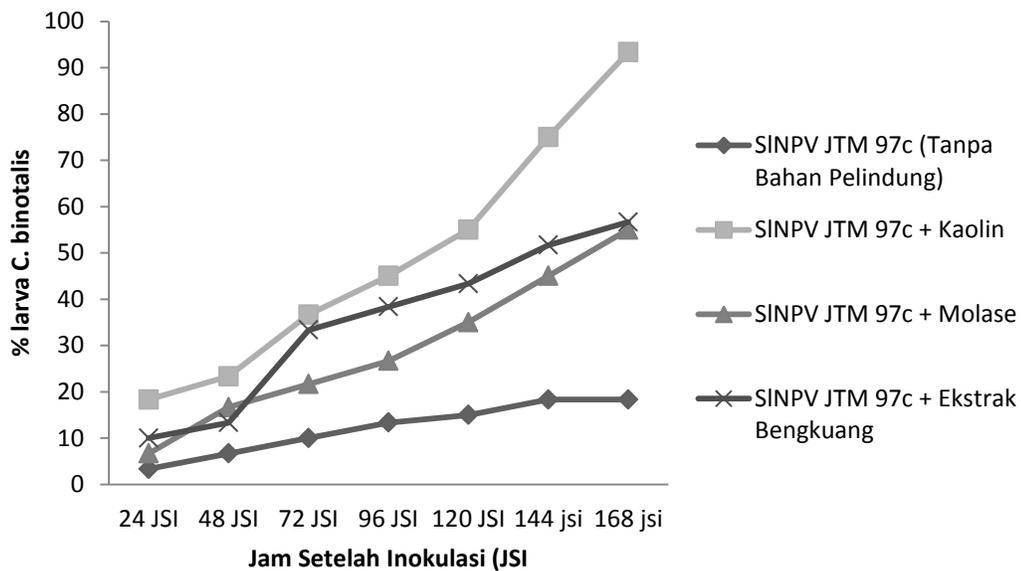
Pada pengamatan 120 JSI perlakuan isolat *SINPV JTM 97c* yang ditambahkan bahan pelindung kaolin 55% dan perlakuan isolat *SINPV JTM 97c* yang ditambahkan

ekstrak umbi bengkuang 43,33% berbeda nyata dengan perlakuan 35% dan perlakuan isolat *S/NPV* JTM 97c tanpa ditambah bahan pelindung 15% tidak berbeda nyata dengan perlakuan isolat *S/NPV* JTM 97c yang ditambah bahan pelindung.

Pada pengamatan 144 JSI perlakuan isolat *S/NPV* JTM 97c yang ditambahkan bahan pelindung berbeda nyata dengan perlakuan isolat *S/NPV* JTM 97c tanpa ditambah bahan pelindung (tabel 12 pada lampiran). Persentase perlakuan isolat *S/NPV* JTM 97c yang ditambahkan bahan pelindung kaolin 75%, molase 45%, ekstrak umbi bengkuang 51,66% dan isolat *S/NPV* JTM 97c tanpa ditambah bahan pelindung 18,33%.

Hingga pengamatan 168 JSI persentase kematian larva *C. binotalis* terus meningkat. Persentase kematian larva *C. binotalis* tertinggi pada perlakuan isolat *S/NPV* JTM 97c yang ditambahkan kaolin 93,33% berbeda nyata dengan perlakuan isolat *S/NPV* JTM 97c yang ditambahkan molase 55%, ekstrak umbi bengkuang 56,66%, dan isolat *S/NPV* JTM 97c tanpa ditambah bahan pelindung 18,33% tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan isolat *S/NPV* JTM 97c yang ditambahkan bahan pelindung (tabel 13 pada lampiran).

Hal ini menunjukkan jika perlakuan isolat *S/NPV* yang dicampur bahan pelindung berpengaruh terhadap kematian larva *C. binotalis* dan presentase terbesar terjadi pada perlakuan isolat *S/NPV* yang ditambahkan kaolin. Kaolin lebih efektif melindungi *S/NPV* dari sinar UV dibandingkan dengan bahan pelindung molase dan ekstrak umbi bengkuang. Hal ini disebabkan kaolin memiliki sifat tahan panas. Sifat tersebut dapat digunakan untuk melindungi partikel virus dari kerusakan akibat paparan sinar UV, sehingga saat polyhedral yang tertelan oleh larva *C. binotalis* akan tetap efektif di dalam tubuh larva *C. binotalis*.



Gambar 8. Grafik persentase kematian larva *C. binotalis* yang berhenti makan pada beberapa waktu pengamatan akibat aplikasi *S/NPV* JTM 97c yang ditambahkan bahan pelindung sinar UV

Hasil penelitian oleh Bedjo (2008) menunjukkan bahwa *S/NPV* yang dicampur dengan bahan pembawa kaolin efektif terhadap ulat grayak instar 3 dengan tingkat kematian 58-100% pada 6 HSA dan 86-100% pada 12 HSA.

Ekstrak umbi bengkuang bisa digunakan sebagai UV protektan bagi *S/NPV* dengan penambahan 10% ekstrak bengkuang pada suspensi *S/NPV* pada berbagai konsentrasi mampu menjaga keefektifan NPV, dengan rata-rata mortalitas larva *S. litura* sebesar 93,61% (Balai Besar-Biogen, 2009). Pada perlakuan isolat *S/NPV* tanpa penambahan bahan pelindung kematian larva *C. binotalis* 18,33% hal ini dikarenakan isolat *S/NPV* yang digunakan memiliki virulensi yang tinggi. Isolat *S/NPV* JTM 97c mempunyai virulensi yang tinggi terhadap kematian larva yaitu sebesar 58,33% pada 168 JSI.

Kandungan gula pada molase dapat melindungi polihedral *S/NPV*. Pada percobaan yang dilakukan oleh Sajap *et al.* (2009), dan Bedjo (2005) menunjukkan bahwa sukrosa mampu melindungi *S/NPV* dari UV.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan pelindung kaolin, molase, dan ekstrak umbi bengkuang mampu melindungi keefektifan *S/NPV* JTM 97c dari radiasi sinar UV.

Terdapat perbedaan efektifitas penggunaan kaolin, molase, dan ekstrak umbi bengkuang sebagai bahan pelindung *S/NPV* JTM 97c terhadap radiasi sinar UV.

5.2 Saran

Perlu di lakukan penelitian lebih lanjut dengan mengaplikasikan di lapangan dan dilakukan percobaan mengenai efektifitas *S/NPV* JTM 97c dalam mengendalikan serangga lainnya khususnya ordo Lepidoptera terhadap tingkat serangannya.



DAFTAR PUSTAKA

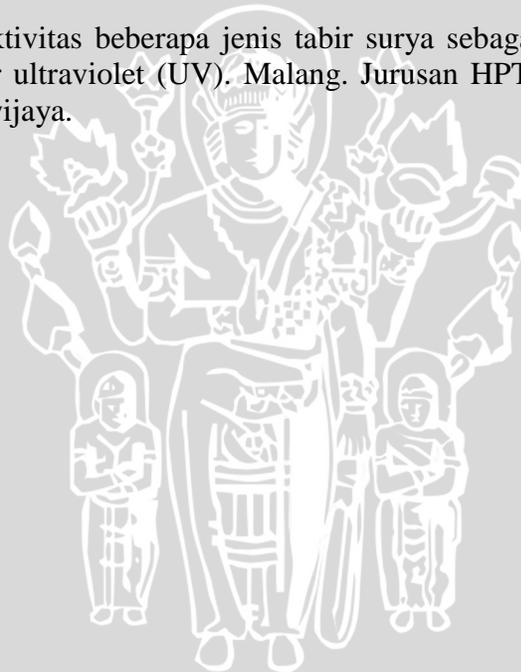
- Aditya, DW. 2012. Hama Ulat Daun Kubis *Plutella xylostella* L. dan Upaya Pengendaliannya. <http://web.entomology.cornell.edu/> diakses pada tanggal 12 Desember 2013.
- Ahmad, H. 2007. Laporan Hama Ulat Crop (*Crocidolomia binotalis* Zell.) (Lepidoptere : Pyralidae) pada Kubis (*Brassica oleracea* L.). Dizited by IPB e-repository copy right. Diakses dari <http://repository.ipb.ac.id/> pada tanggal 12 Desember 2013.
- Alam, G dan Rahim. 2007. Penuntun Praktikum Fitokimia. UIN Alauddin. Makasar.
- Arias, KM. 2009. Investigasi Dan Pengendalian Wabah Di Fasilitas Pelayanan Kesehatan. Jones and bartlett publishers Inc: Sudbury.
- Arifin, M. 2012. Bioinsektisida *S/NPV* untuk Mengendalikan Ulat Grayak Mendukung Swasembada Kedelai. Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian 5 (1): 22.
- Athihah, WR. 2007. Uji Virulensi *Spodoptera Litura Nuclear Polyhedral Virus* (*S/NPV*) Isolat Sumatera Selatan terhadap *Spodoptera litura Fabricus* (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Kedelai *Glicyn Max* di Laboratorium. [Skripsi]. Malang, Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. hlm. 31-35.
- Balai Besar-Biogen. 2009. Bioinsektisida *S/NPV*: Mengendalikan Hama Larva Grayak pada Kedelai. <http://biogen.litbang.deptan.go.id/produk/S/NPV.php>
- Ballard J, Ellis DJ and Payne CC. 2000. Role of formylarvaion additives in increasing the potency of *Cydia pomonella* granulovirus for codling moth larvae, in laboratory and field experiments. <http://www.informaworld.com/smpp/content~db=all?content=10.1080/095831500750016424>. [abstrak]. Biocontrol Science and Technology. 10 (2000), pp. 627–640.
- Bedjo. 2005. Potensi, Peluang, dan Tantangan Pemanfaatan *Spodoptera Litura Nuclear Polyhedrosis Virus* (*S/NPV*) untuk Pengendalian *Spodoptera litura Fabricius* pada Tanaman Kedelai. hal:1-19. Proseding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi). Malang.
- Bedjo. 2008. Potensi Berbagai Isolat *S/NPV* Asal Jawa Timur untuk Pengendalian *Spodoptera Litura* pada Tanaman Kedelai. Tesis Program Studi Ilmu Tanaman Kekhususan Perlindungan Tanaman. Thesis Universitas Brawijaya. Malang.

- Bedjo. 2011. Keefektifan Beberapa Isolat *SINPV* untuk Pengendalian Hama Daun dan Penggerek Polong pada Tanaman Kedelai. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang.
- Cahyonugroho, OH. 2006. Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet dan Pengadukan Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri *E.Coli*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan 2 (1) : 18-19.
- Departemen Pertanian. 2008. Panduan pelaksanaan sekolah lapang pengelolaan tanaman terpadu (SL-PTT) kedelai. Jakarta. Departemen Pertanian.
- Einbond, LS. 2004. Anthocyanin Antioxidants from Edible Fruits. Food Chemistry.
- Embriani. 2013. Teknik Perbanyak *SINPV* Skala Laboratorium. <http://ditjenbun.deptan.go.id/bbp2tps/teknik-perbanyak-slnpv-skala-laboratorium.html>. (Diakses tanggal 12 Desember 2013).
- Granados RR, federici BA. 1986. The Biologi of Baculovirus.volume II, Practiccal Application for Insect Control. Florida: CRC Press.
- Hadioestomo, R.R. 1993. Mikrobiologi Dasar dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium. PT. Gramedia. Jakarta. Hal 193.
- Hoffmann and Frodsham AC. 1993. Natural enemies of vgetable insect pest. New York: Cooperative Extention, Cornell University. Hal: 63.
- Hunter-Fujita, Entwistle, PF, Evans, HF, Crook, NE. 1998 Insect virus and pest management. Jhon Wiley and Sons Ltd: Chichester, UK.
- Jumar. 1997. Entomologi Pertanian. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kadir, HBA. 1990. Potential of Several *Baculoviruses* for control of Diamonback Moth and *Crocidolomia pavonana* on Cabbages. MARDI Serdang. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Kalshoven, LGE. 1981. Pests of crops in Indonesia. Revisi oleh P.A. van der Laan. PT Ichtar Baroe-van Hoeve. Jakarta.
- Kusuma, P. 2012. Material Teknik (Makalah Tentang Keramik). Surabaya, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Jurusan Desain Produk. Institut Teknologi Adhitama.
- Laoh, HF. Puspita, dan Hendra. 2003. Kerentanan Larva *Spodoptera litura* F. terhadap Virus Nuklear Polyhedrosis. Jurnal Natur Indonesia 5 (2) : 145.

- Lukitaningsih, E. 2009. The Exploration of Whitening and Sun Screening Compounds in Bengkuang Roots (*Pachyrhizus erosus*). Univ. Of Julius-Maximilians, Wilzburg. 115 p.
- Maddox JV. 1982. Use of disease in Pest Management. Dalam *Introduction to insect pest management*. R.L. Metcalf and Luckmann W, editor. New York: John Wiley and Sons, Inc. Hal 198-233.
- Mcintosh, AH, Grasela JJ, Lua L, dan Braunagel SC. 2004. Demonstration of the protective effects of fluorescent proteins in baculoviruses exposed to ultraviolet light inactivation *Journal of Insect Science* 31: 1-9. 2004 published by: university of wisconsin library.
- Nurhaeni, I. 2010. Keefektifan ekstrak buah lerak (*Sapindus rerak*) dan molase sebagai pelindung ultraviolet untuk *Spodoptera litura Nucleopolyhedrovirus* Skripsi IPB: Bogor.
- 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.
- Pawana, G. 2000. Respons *H. armigera* terhadap infeksi subletal *Nuclear Polyhedrosis Virus* dan dampaknya terhadap laju Reproduksi. ITB.
- Pracaya. 2007. Hama dan Penyakit Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Prasetijono, H. 2010. Nucluear Polyhidrosis Virus (NPV). *Workshop dan Pelatihan Agroekosistem pada Budidaya Tanaman Tembakau*. BLH Provinsi Jawa Timur.
- Purnamasari. 2006. Keefektifan CRY1B dan CRY1C *Bacillus thuringiensis B.* terhadap *Ptutella xylostella L.* (Lepidoptera: Yponomeutidae) dan *Crocidolomia pavonana L.* (Lepidoptera: Pyralidae). Program Studi Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Rahmawati, R. 2012. Kaolin dalam Industri. ITB press: Bandung.
- Sajap AS, Bakir MA, Kadir HA and Samad NA. 2007. Effect of pH, rearing temperature and sunlight on infectivity of Malaysian isolate of nucleopolyhedrovirus to larvae of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). [Abstrak]. *Jurnal Tropical Insect Science*.27: 108-113.
- Sajap AS, Bakir MA, Kadir HA dan Samad NA. 2008. Efficacy of selected adjuvants for protecting 12: 85-88. *Spodoptera litura* nucleopolyhedrovirus from sunlight inactivation. *Jurnal of Asian-Pacific Entomology*.

- Smits KM. 1967. *Insect Virology*. San Diego: CPC Press.
- Samsudin, DH. 2007. Pengaruh Penambahan Ekstrak Perasan Buah Ketimun (*Cucumis sativus*, L.) Terhadap Aktivitas Tabir Surya Secara Invitro. Universitas Gadjja Mada. Yogyakarta.
- Samsudin. 2011. Uji Patologi dan Perbanyakkan *Spodoptera exigua Nucleopolyhedra* Virus (SeNPV). Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hlm, 24-88.
- Sariani, E. 2012. Keefektifan Penggunaan Sunblock Komersil sebagai Pelindung Ultraviolet untuk *Spodoptera Litura* Nuclear Polyhidrosis Virus (SINPV). Skripsi ITB. Bandung.
- Santosa, J dan Sartono, S. 2007. Laporan Penelitian Kajian Insektisida Hayati terhadap Daya Bunuh Ulat *Plutella xylostella* dan *Crocicidolomia binotalis* pada Tanaman Kubis Crop. Balai Penelitian dan Pengembangan, Departemen Pertanian RI. Jakarta. Diakses dari <http://www.deptan.go.id/> pada tanggal 12 Desember 2013.
- Sastrosiswojo, S. Uhan, dan Sutarya. 2005. Penerapan Teknologi PHT pada Tanaman Kubis. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang.
- 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.
- Sudarwohadi S. 1975. Pengaruh waktu tanam kubis dan dinamika populasi *Plutella maculipennis* Curt. dan *Crocicidolomia binotalis* Zell. Bul. Penel. Hort. 3(4) : 3-14.
- Supriatna. 1993. Karakteristik Senyawa Alami Pengatur Tumbuh dari Ekstrak *Cyperus rotundus* L. Majalah Ilmiah University Padjajaran.
- Tanada, Y. and Kaya. 1993. *Insect Pathology*. Academic Press, Inc., Toronto.
- Thayib, M. 1983. Penyelidikan mengenai bionomi serangga hama kubis *Crocicidolomia binotalis* Zeller. Lepidoptera : Pyralidae. Disertasi. UGM. Yogyakarta. 181 h.
- Tinsley dan Kelly. 1985. Taxonomy and Nomenclatures of Insect Pathogenic Viruses. Hal 3-26. In *Viral insecticides for Biological control*. California: academic Press. Edited by Karl Maramorasch, K.E.Sherman.

- Untung K. 1993. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Yogyakarta : Gajahmada University Press.
- Untung, K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Vickery, B. 1981. Secondary Plant Metabolism. The Macmillan Press.
- Voigt, R. 1995. Buku Pelajaran Teknologi Farmasi. Edisi ke 5. UGM Press. Yogyakarta.
- 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.
- Yayang CB. 2013. Efektivitas beberapa jenis tabir surya sebagai pelindung S/NPV dari radiasi sinar ultraviolet (UV). Malang. Jurusan HPT Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.



LAMPIRAN

Tabel 1. Analisis ragam berhenti makan larva *C.binotalis* akibat infeksi SINPV JTM 97c pada 4 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	3	0	0	0	3,49
Galat	12	0	0		
Total	15	0			

Tabel 2. Analisis ragam berhenti makan larva *C.binotalis* akibat infeksi SINPV JTM 97c pada 8 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	3	728,0125	242,6708	4,474159	3,49
Galat	12	650,8597	54,23831		
Total	15	1378,872			

Tabel 3. Analisis ragam berhenti makan larva *C.binotalis* akibat infeksi SINPV JTM 97c pada 12 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	3	1174,081	391,3603	8,135983	3,49
Galat	12	577,2288	48,1024		
Total	15	1751,31			

Tabel 4. Analisis ragam berhenti makan larva *C.binotalis* akibat infeksi SINPV JTM 97c pada 16 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	3	1551,433	517,1442	15,26873	3,49
Galat	12	406,4339	33,86949		
Total	15	1957,866			

Tabel 5. Analisis ragam berhenti makan larva *C.binotalis* akibat infeksi SINPV JTM 97c pada 20 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	3	893,5782	297,8594	4,233719	3,49
Galat	12	844,2489	70,35407		
Total	15	1737,827			

Tabel 6. Analisis ragam berhenti makan larva *C.binotalis* akibat infeksi SINPV JTM 97c pada 24 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	3	969,2972	323,0991	3,632864	3,49
Galat	12	1067,254	88,93783		
Total	15	2036,551			

Tabel 7. Analisis ragam kematian makan larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* JTM 97c pada 24 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	3	746,8352	248,9451	2,682874	3,49
Galat	12	1113,485	92,79043		
Total	15	1860,32			

Tabel 8. Analisis ragam kematian makan larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* JTM 97c pada 48 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	3	354,7881	118,2627	3,271287	3,49
Galat	12	433,8208	36,15173		
Total	15	788,6089			

Tabel 9. Analisis ragam kematian makan larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* JTM 97c pada 72 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	3	997,1853	332,3951	6,33932	3,49
Galat	12	629,2065	52,43387		
Total	15	1626,392			

Tabel 10. Analisis ragam kematian makan larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* JTM 97c pada 96 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	3	1447,301	482,4337	4,748937	3,49
Galat	12	1219,053	101,5877		
Total	15	2666,354			

Tabel 11. Analisis ragam kematian makan larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* JTM 97c pada 120 JSI

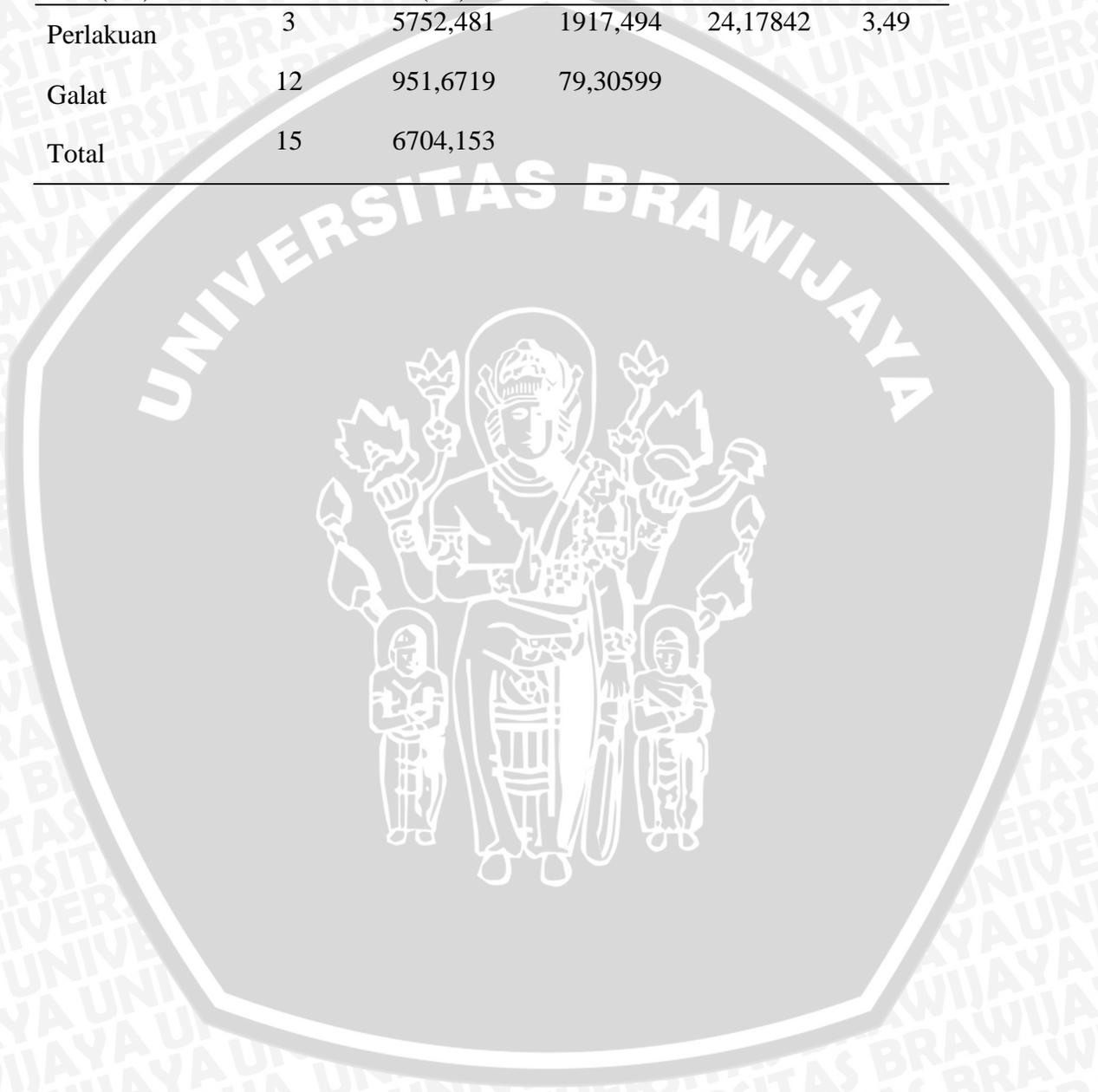
Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	3	1889,404	629,8012	6,167836	3,49
Galat	12	1225,327	102,1106		
Total	15	3114,73			

Tabel 12. Analisis ragam kematian makan larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* JTM 97c pada 144 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	3	3243,633	1081,211	10,41627	3,49
Galat	12	1245,603	103,8002		
Total	15	4489,235			

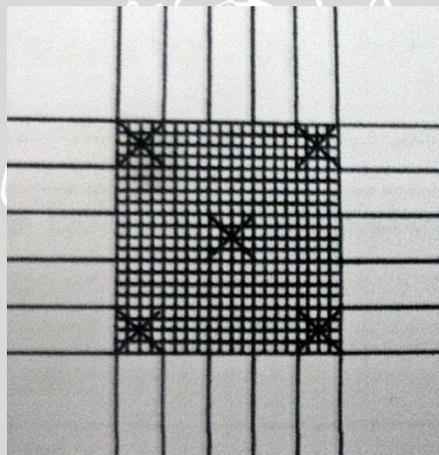
Tabel 13. Analisis ragam kematian makan larva *C.binotalis* akibat infeksi *SINPV* JTM 97c pada 168 JSI

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	3	5752,481	1917,494	24,17842	3,49
Galat	12	951,6719	79,30599		
Total	15	6704,153			



Perhitungan PIB S/NPV

- Siapkan mikroskop Binokuler dengan perbesaran optimum 40x.
- Siapkan Haemocytometer dan larutan S/NPV dengan pengenceran paling tinggi (10^5).
- Pasang Haemocytometer dengan sempurna, kemudian teteskan larutan S/NPV yang telah dikocok sebelumnya, dengan menggunakan spet di bagian tengah alur Haemocytometer.
- Tutup dengan cover, biarkan selama 3-5 menit supaya larutan stabil.
- 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



Rumus untuk menghitung kerapatan PIB

$$r = \frac{t \times d}{n \times 0,25} \times 10^6$$

Keterangan :

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

Tabel 14. 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	

$$r = \frac{t \times d}{n \times 0.25} \times 10^6 = \frac{263 \times 10^5}{25 \times 0.25} \times 10^6$$

$$= 4.2 \times 10^{12}$$

Jadi hasil perhitungan kerapatan PIB isolat *S/NPV JTM 97c* adalah $4,2 \times 10^{12}$

