



UJI KETAHANAN BIBIT INDUK ULAT SUTERA
(*Bombyx mori* L.) TERHADAP *BmNPV*
(*Bombyx mori* Nuclear Polyhedrosis Virus)

DEWI MAULINA ARISANTI
M121 01 015



UNIVERSITAS HASANUDDIN
21-05-08
Keluar
1 des
Indris
60
Skr - KHOP
ARI
u.

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008



HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Uji Ketahanan Bibit Induk Ulat Sutera (*Bombyx mori* L.)
 Terhadap BmNPV (*Bombyx mori* Nuclear Polyhedrosis
 Virus)

Nama Mahasiswa : Dewi Maulina Arisanti

Nomor Pokok : M121 01 015

Program Studi : Teknologi Hasil Hutan

Skripsi Ini Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
 Gelar Sarjana Kehutanan
 Pada
 Program Studi Teknologi Hasil Hutan
 Fakultas Kehutanan
 Universitas Hasanuddin

Menyetujui,
 Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Ir. Baharuddin, MP

Pembimbing II

Ir. Sitti Nuraeni, MP

Mengetahui
 Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan
 Fakultas Kehutanan
 Universitas Hasanuddin



Ir. Beta Puhranto, M.Sc
 NIP. 130 792 980

Tanggal Pengesahan : 13 Mei 2008

ABSTRAK

Dewi Maulina Arisanti (M121 01 015). Uji Ketahanan Bibit Induk Ulat Sutera (*Bombyx mori* L.) Terhadap BmNPV (*Bombyx mori* Nuclear Polyhedrosis Virus). Di bawah bimbingan Baharuddin dan Sitti Nuraeni.

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Persuteraan Alam Bili-bili, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa, dengan pengambilan isolat dilakukan di Kabupaten Enrekang dan Soppeng. Penelitian ini dilakukan selama enam bulan mulai bulan September 2007 sampai Februari 2008.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan beberapa jenis bibit induk yang memperlihatkan ketahanan terhadap patogen NPV (*Nuclear Polyhedrosis Virus*). Hasil penelitian ini diharapkan menjadi bahan informasi bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Untuk menganalisis data, digunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari empat perlakuan yakni dengan jenis bibit induk ulat sutera N1, N2, PBE dan BC107 dengan masing-masing tiga kali ulangan. Untuk menganalisis pengaruh perlakuan pada setiap taraf yang berbeda maka dilakukan uji BNJ. Variabel yang diamati adalah karakteristik bibit induk ulat sutera, gejala penyakit, masa inkubasi, persentase daya tahan hidup larva sampai ngengat, keperidian, persentase daya tetas dan jumlah polyhedron dalam sampel telur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa gejala penyakit yang nampak setelah inokulasi BmNPV adalah sama dengan gejala yang diamati di lapangan (pemeliharaan petani) sebagai bahan isolat. Masa inkubasi BmNPV pada keempat bibit induk ulat sutera yang diuji berlangsung mulai hari ke-3 sampai hari ke-15

setelah inokulasi. Tingkat mortalitas tertinggi terjadi pada instar V setelah ganti kulit (moulting) kedua setelah inokulasi. Daya tahan keempat bibit induk ulat sutera termasuk kategori sangat tahan dengan kemampuan meletakkan telur dari keempat bibit induk yang diuji menurun rata-rata 50 %, dengan daya tetas telurnya berkisar antara 0 – 90,41 %. Virus NPV dapat ditransmisikan dari induk ulat sutera yang terinfeksi dengan jumlah *Polyhedron* yang berkisar antara 3 – 8 PIB tiap butir telur.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahim

Segala puja dan puji hanya milik Allah SWT semata, Tuhan semesta alam. Atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Teriring Sholawat serta salam bagi junjungan Nabi Muhammad SAW beserta para sahabat dan keluarga beliau. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan pada Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari, bahwa penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan karena tidak lepas dari bimbingan, arahan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. Baharuddin, MP dan Ibu Ir. Sitti Nuraeni, MP selaku pembimbing dalam penyusunan skripsi ini, atas keikhlasan yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga dalam memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc, Bapak Ir. Beta Putranto, M.Sc dan Ibu Astuti Arif, S.Hut, M.Si selaku dosen penguji.
3. Bapak Dr. Ir. H. Muh. Restu, MP selaku Dekan Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Ir. Beta Putranto, M.Sc selaku penasehat akademik yang senantiasa memberikan nasehat dan bimbingan selama ini.

5. Bapak Pimpinan Balai Persuteraan Alam Bili-bili, Kabupaten Gowa dan segenap karyawan, atas segala bantuan, bimbingan dan fasilitas yang diberikan selama penelitian ini berlangsung.
6. Ibu Ir. Nurhaeda beserta keluarga yang telah meluangkan waktu untuk mengarahkan dan membimbing penulis sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.
7. Kakak tersayang **Adi Ispandiardi**, dan adik tersayang **Arif Ardiansyah, Lalu Muh. Ilham, Jummarthianingsih** dan **Muh. Darrum** beserta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan semangat dan doa yang tiada henti pada penulis sejak awal hingga penyelesaian skripsi ini.
8. Rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan dorongan, bantuan dan bantuannya sejak kuliah hingga penyusunan skripsi ini.

Akhirnya penulis menghaturkan sembah sujud sebagai perwujudan rasa terima kasih yang setinggi-tingginya kepada kedua orang tua tercinta **Ayahanda Syahbuddin Abubakar** dan **Ibunda Sitti Maani** atas segala cinta, dorongan, bantuan dan doa yang tiada henti kepada penulis sejak kecil hingga sekarang.

Penulis menyadari atas keterbatasan dan kemampuan penulis hingga bukan suatu hal yang mustahil jika terdapat ketidaksempurnaan skripsi ini. Oleh karenanya, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Terimakasih.

Makassar, Mei 2008

Penulis

DAFTAR PUSTAKA

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	3
II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Ulat Sutera (<i>Bombyx mori</i> L.)	4
1. Sistematika	4
2. Biologi Ulat Sutera	4
a. Telur	5
b. Larva	5
c. Pupa	8
d. Ngengat	8
3. Ekologi Ulat Sutera	9
B. Jenis-jenis Penyakit Virus pada Ulat Sutera	10
1. Penyakit Grasseries (NPV)	11
2. Penyakit CPV	11
3. Penyakit Infectious Flacherie	12

C. Penyakit NPV pada Ulat Sutera	12
1. Deskripsi	12
2. Mekanisme Serangan NPV pada Ulat Sutera	14
3. Inang	16
4. Cara Penularan NPV pada Ulat Sutera	16
5. Pengendalian Penyakit NPV	17
6. Ketahanan Ulat Sutera	19
III METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat	21
B. Alat dan Bahan	21
C. Metode Kerja	22
D. Variabel Pengamatan	25
E. Analisis Data	26
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Karakteristik Bibit Induk Ulat Sutera	28
B. Gejala Penyakit	30
C. Masa Inkubasi Penyakit	31
D. Daya Tahan Larva sampai Ngegat	33
E. Keperidian dan Daya Tetas Telur	36
F. Jumlah Polyhedron dalam Telur	36
V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	38
B. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Kondisi Optimum untuk Pemeliharaan Ulat Kecil dan Ulat Besar ..	10
2.	Karakteristik Bibit Induk Ulat Sutera yang Diuji Ketahanannya Dengan BmNPV	27
3.	Daya Tahan Larva, Pupa dan Ngengat setelah Inokulasi BmNPV Pada Larva Bibit Induk Ulat Sutera	33
4.	Perbandingan Jumlah Telur Yang Diletakkan Keempat bibit Induk Antara Ngengat Sehat dengan Ngengat yang Terinfeksi <i>BmNPV</i> ..	36

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Siklus Hidup Ulat Sutera	4
2.	Ulat Sutera Yang Baru Menetas	7
3.	Bagian-bagian Tubuh Ulat Sutera (<i>B. mori</i>)	7
4.	Bentuk Pupa Jantan dan Betina pada Ulat Sutera (<i>B. mori</i>)	8
5.	Bentuk Ngengat Jantan dan Betina pada Ulat Sutera (<i>B. mori</i>)	9
6.	Larva Instar V yang Diinfeksi <i>BmNPV</i>	31
7.	Masa Inkubasi dan Persentase Mortalitas Per Hari pada Fase Larva Dari Ras Induk Ulat Sutera Setelah Inokulasi <i>BmNPV</i> (1×10^7 polyhedron/ml)	32
8.	Tingkat Mortalitas pada Fase Larva Sampai Ngengat Dari Bibit Induk Ulat Sutera Setelah Inokulasi <i>BmNPV</i> (1×10^7 polyhedron/ml)	35
9.	Bentuk Polyhedral Inclusion Body (PIB) pada Ulat Sutera dengan Perbesaran 600 kali	37

DAFTAR LAMPIRAN


No	Teks	Halaman
1.	Data Pengamatan Masa Inkubasi dan Persentase Mortalitas Per Hari pada Fase Larva Dari Bibit Induk Ulat Sutera Setelah Inokulasi <i>BmNPV</i> (1×10^7 Polyhedral/ml)	43
2.	Data Pengamatan Tingkat Mortalitas pada Fase Larva sampai Ngengat Dari Bibit Induk Ulat Sutera Setelah Inokulasi <i>BmNPV</i> (1×10^7 Polyhedral/ml)	44
3.	Hasil Pengamatan Persentase Daya Tahan Hidup Larva Setelah Inokulasi <i>BmNPV</i>	45
3a.	Sidik Ragam Persentase Daya Tahan Hidup Larva Setelah Inokulasi <i>BmNPV</i>	45
4.	Hasil Pengamatan Persentase Pupa Ulat Sutera (<i>B. mori</i>) Setelah infeksi <i>BmNPV</i>	45
4a.	Sidik Ragam Persentase Pupa Ulat Sutera (<i>B. mori</i>) Setelah Inokulasi <i>BmNPV</i>	45
5.	Hasil Pengamatan Persentase Ngengat Ulat Sutera (<i>B. Mori</i>) Setelah Inokulasi <i>BmNPV</i>	46
5a.	Sidik Ragam Persentase Ngengat Ulat Sutera (<i>B. Mori</i>) Setelah Inokulasi <i>BmNPV</i>	46
6.	Data Pengamatan Suhu ($^{\circ}\text{C}$) dan Kelembaban Relatif (%) Selama Penelitian	47
7.	Dokumentasi Kegiatan Selama Penelitian	48

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hasil hutan non kayu terbesar di Sulawesi Selatan diantaranya adalah serat sutera. Budidaya ulat sutera sudah sejak tahun 1960-an di kenal di beberapa daerah di Sulawesi Selatan seperti Soppeng, Enrekang, Wajo dan Gowa. Potensi Sulawesi Selatan sebagai produsen sutera alam cukup besar, bahkan merupakan basis pengembangan persuteraan alam di Indonesia. Di daerah ini, sutera alam sudah diusahakan sejak tahun 1963 hingga sekarang dan mempunyai peranan dalam penyediaan kesempatan kerja, pendapatan dan kesejahteraan masyarakat walaupun perkembangannya mengalami pasang surut. Sampai saat ini Sulawesi Selatan masih merupakan daerah penghasil sutera terbesar di Indonesia. Persuteraan alam di Sulawesi Selatan sudah merupakan budaya yang melekat dengan masyarakat di daerah ini. Namun demikian, hampir seluruh sistem usaha persuteraan alam dikelola secara tradisional, berskala kecil dan berpola subsistem (Balai Penelitian Kehutanan, 1999).

Jurnal Sul-Sel (2004), menyajikan data yang mengindikasikan bahwa produksi pada tahun 2003 hanya 60 ton atau hanya setengah dari produksi yang dicapai pada satu dekade yang lalu, yaitu 120 ton, padahal kebutuhan nasional adalah rata-rata sebesar 400 ton pertahun. Sementara target Sulawesi Selatan sampai akhir tahun 2010 pada produksi benang yang sudah diproses *twisting (thrown silk)* adalah 100 – 150 ton (Direktorat Industri Sandang, 2007).



Banyak faktor yang mempengaruhi penurunan produksi kokon belakangan ini antara lain adalah menurunnya mutu bibit. Kualitas bibit itu sendiri tergantung beberapa hal diantaranya teknik pemeliharaan, kuantitas dan kualitas pakan dan pencegahan penyakit. Menurut Watanabe (2002), ada dua permasalahan penting yang dihadapi oleh semua negara yang mengembangkan persuteraan alam, yaitu bagaimana upaya pemuliaan bibit untuk mendapatkan produktivitas yang tinggi dan bagaimana melakukan tindakan preventif terhadap serangan penyakit ulat sutera

Pemeliharaan ulat sutera sering mendapat kendala bahkan gagal karena serangan beberapa jenis penyakit. Mori (1983), melaporkan bahwa produksi benang sutera di Sulawesi Selatan pada tahun 1971 mencapai 138 ton, tetapi pada tahun 1972 produksi menurun hingga 25 ton. Penurunan tersebut disebabkan oleh adanya serangan patogen. Selanjutnya Anwar (1974), mengemukakan bahwa kehilangan hasil yang disebabkan oleh berbagai jenis penyakit. Hasil percobaan di laboratorium oleh Madjid *dkk.*, (1980), diketahui jenis patogen ulat sutera di Sulawesi Selatan adalah penyakit Virus (NPV dan CPV), cendawan seperti *Aspergillus sp.*, protozoa seperti Febrin dan patogen bakteri. Diantara penyakit tersebut, yang paling penting adalah penyakit yang disebabkan oleh virus dan cendawan.

Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) merupakan salah satu penyakit ulat sutera yang paling merusak di Asia Tenggara, termasuk Indonesia dan Vietnam. Pada tiap periode pemeliharaan ulat sutera tidak luput dari serangan penyakit tersebut, terutama ulat sutera yang berasal dari Jepang (Japan Oversease Cooperation Volunteer, 1975). Menurut Anwar (1985), rata-rata intensitas serangan NPV pada ulat sutera adalah

42,5 – 73,9 % di Kabupaten Soppeng. Selanjutnya dijelaskan bahwa kematian ulat sutera oleh NPV dapat menyebabkan kegagalan total produksi kokon yang akan di panen.

Selama ini studi tentang penyakit NPV ini masih terbatas pada pengamatan di lapangan. Pengujian beberapa ras induk ulat sutera terhadap respon atau resistensi terhadap penyakit ini belum pernah dilakukan. Karena beberapa uraian tersebut diatas, sehingga mendorong kami untuk meneliti ketahanan bibit induk ulat sutera terhadap patogen NPV.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk mendapatkan bibit induk ulat sutera yang memperlihatkan ketahanan terhadap patogen *BmNPV* (Nuclear Polyhedrosis Virus). Hasil penelitian ini diharapkan menjadi bahan informasi bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

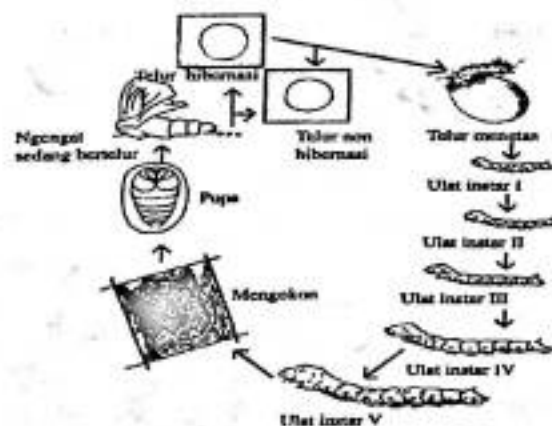
A. Ulat Sutera (*Bombyx mori* L.)

1. Sistematika Ulat Sutera

Borror *et al.*, (1992), mengemukakan bahwa sistematika ulat sutera adalah sebagai berikut :

Phyllum : Arthropoda
Kelas : Insecta
Ordo : Lepidoptera
Sub Ordo : Ditrysia
Famili : Bombycidae
Genus : *Bombyx*
Spesies : *Bombyx mori* L.

2. Biologi Ulat Sutera



Gambar 1. Siklus Hidup Ulat Sutera (Atmosoedarjo *dkk.*, 2000).

Pada Gambar 1, memperlihatkan gambaran siklus hidup ulat sutera ras *four molters*. Menurut Omura (1980), dalam satu siklus hidup dari ulat sutera mengalami metamorfosis sempurna (*holometabola*) yaitu berkembang dari telur, larva dengan beberapa instar, pupa dan akhirnya menjadi ngengat. Stadium telur berkisar 9 - 10 hari, stadium larva 18 - 30 hari, mengokon 2 - 3 hari, stadium pupa 7 - 10 hari dan ngengat mati 2 - 3 hari setelah kawin (Japan Oversease Cooperation Volunteer, 1975).

Ulat sutera di bagi dalam tiga ras berdasarkan banyaknya generasi tiap tahun. *monovoltine* yaitu satu generasi dalam 1 tahun, *bivoltine* yaitu dua generasi dalam satu tahun dan *polyvoltine* lebih dari dua generasi dalam satu tahun. Dengan adanya penetasan buatan (*artificial hatching*), maka ulat sutera jenis *monovoltine* dapat diusahakan lebih dari satu generasi dalam satu tahun (Omura, 1980).

a. Telur

Bentuk telur ngengat ulat sutera adalah bulat dan agak gepeng dengan panjang 1,3 mm, lebar 1 mm dan tebal 0,5 mm. Warna telur putih kekuning-kuning pada waktu mula diletakkan, dua hari sampai tiga hari setelah telur diletakkan warnanya berubah menjadi merah kecoklat-coklatan dan ketika akan menetas warnanya berubah menjadi biru (titik biru) (Omura, 1980).

b. Larva

Tubuh larva terdiri atas tiga bagian yaitu *caput*, *thorax* dan *abdomen* yang seluruhnya diliputi oleh zat tanduk yang disebut *chitine*. Tubuh larva terdiri atas 13 segmen atau ruas. *Thorax* dibedakan 3 segmen dengan sepasang *spiracle* dan 3

pasang tungkai. *Abdomen* tersusun 10 segmen dengan delapan pasang *tungkai caudal* dan 1 *tanduk caudal* (Gambar 3) (JICA, 1985).

Pada *caput* terdapat dua jenis mata. Dua mata facet (majemuk) dan enam *ocelli* (mata sederhana). Caput larva bentuknya sangat kecil dan mempunyai bagian-bagian mulut dengan tipe *mandibulata*/mengunyah (Omura, 1980). Serta antena terdiri atas segmen yang pendek, letaknya sedikit di bawah *ocelli*. Bagian mulut terdiri atas *labrum*, *mandibula*, *maxilla* dan *labium*. Pada bagian bawah mulut bermuara sepasang kelenjar sutera (*silk gland*) yang terletak di bawah saluran pencernaan menyerupai bentuk S yang disebut *spinneret*. Bagian muka dari saluran tersebut kerjanya menggetarkan serat sutera (*fibroin*) dan perekat sutera (*sericin*). Jika larva akan mengokon, maka letak kelenjar tersebut lebih menonjol sehingga saluran pencernaan terganggu dan makanan yang diberikan tidak dapat masuk (JICA, 1985).

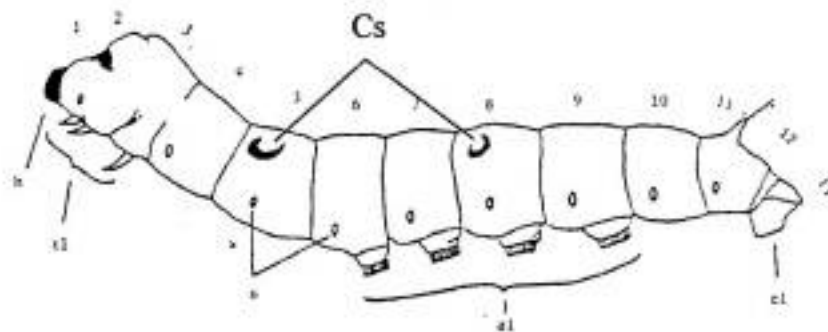
Larva ulat sutera terdiri dari lima instar. Instar I – III dikategorikan ulat kecil dan instar IV – V dikategorikan ulat besar. Larva yang baru saja keluar dari telur nampak basah, berwarna coklat kehitaman, berambut dan kelihatan seperti semut. Di Jepang larva ini disebut "*Gisan* atau *Kego*" (Gambar 2). Larva instar I akan berubah jadi putih dan mengugurkan rambutnya pada hari kedua setelah pemberian makan pertama (*hakitate*).

Selama perkembangan larva melalui lima instar. Tiap instar kecuali instar V selalu diakhiri dengan masa ganti kulit (masa tidur). Pada masa tersebut larva tidak mau makan dan tidak bergerak, selanjutnya terjadi proses pergantian kulit. Perkembangan larva terbesar pada instar V, panjangnya kira 70 mm. Menurut

Shimizu dan Tajima (1972), berat larva pada saat akan mengokon 8.000 kali sampai 10.000 kali berat larva ketika baru menetas. Larva yang baru menetas panjangnya kira-kira 3 mm dan ditutupi rambut-rambut hitam hilang dan kulit mulai mengencang (Gambar 2) (Omura, 1967). Larva yang telah berkembang sempurna selalu bertempat tinggal di sarang pemintalan (kokon) dan setelah kira-kira dua hari larva berhenti memintal benang sutera dan membentuk pupa (JICA, 1985).



Gambar 2. Ulat Sutera yang Baru Menetas



Gambar 3. Bagian-bagian Tubuh Ulat Sutera

Keterangan :

al : *abdomen leg* (tunggai palsu)

cl : *caudal leg* (tunggai kaudal)

tl : *thoraks leg* (tunggai sejati)

ch : *caudal horn*

h : kepala

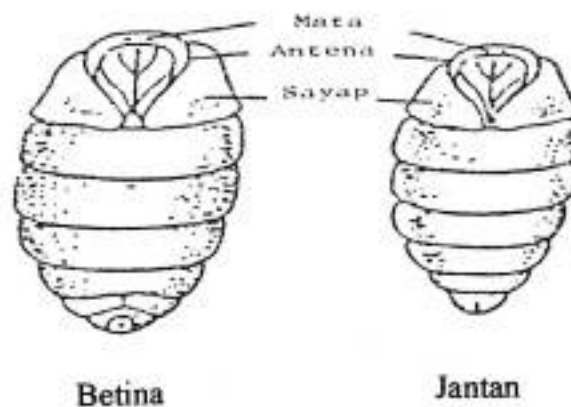
s : *stigma*

1-13 : banyaknya ruas

Cs : *Crescents*

c. Pupa

Ulat yang matang memintal kokonnya selama 3 hari, dan 3 hari kemudian ulat ini berubah menjadi pupa dan setelah 10 – 12 hari sejak mengokon, pupa akan berubah menjadi ngengat. Pupa betina mempunyai tanda-tanda yaitu tubuhnya besar karena telah berisi telur, bagian ujung *abdomen* agak bulat dan lebih berat dari pupa jantan. Sedangkan pupa jantan mempunyai tanda-tanda yaitu tubuhnya relatif kecil dan bagian ujung *abdomen* agak lancip (Gambar 4) (Samsijah dan Kusumaputera, 1978). Selanjutnya dijelaskan bahwa pada pupa jantan terdapat tanda titik pada ruas kedelapan dari *abdomen* bagian ventralnya. Sedangkan pupa betina pada bagian yang sama terdapat tanda silang (JICA, 1985).



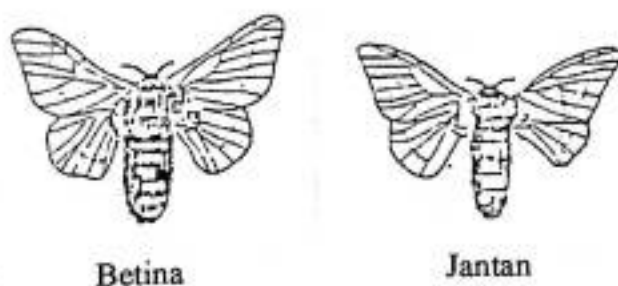
Gambar 4. Bentuk Pupa Jantan dan Betina Pada Ulat Sutera

d. Ngengat (*Imago*)

Ngengat keluar dari kokon setelah 10 – 12 hari dengan cara merusak jaringan kokon dengan cairan ludahnya (*alkaline saliva*) yang dikeluarkan dari mulutnya. Ngengat jantan dan betina dapat dibedakan melalui ciri-ciri antara lain : *abdomen*

ngengat jantan lebih sempit atau ramping dan apabila ditekan memiliki satu titik yang mengalami pengerasan (*chitinous*) yang terlihat pada *abdomen* bagian belakang, ngengat ini lebih aktif. Ngengat betina berukuran lebih besar, *abdomennya* lebih berat dan terdapat *ovipositor* pada ujungnya dan kurang aktif bergerak. Bila ngengat jantan yang sehat didekatkan pada ngengat betina yang sehat, maka keduanya akan segera berkopulasi (Narasimhanna, 1988). Perbedaan ngengat betina dengan ngengat jantan dapat dilihat pada Gambar 5.

Peneluran ngengat pada keadaan gelap akan dapat merangsang betina mengeluarkan telur secara maksimal. Lama peneluran 8 jam dan lama berkopulasi 3 sampai 4 jam yang dapat mencegah adanya telur yang tidak dibuahi (Samsijah dan Kusumaputera, 1978). Lamanya ngengat berkopulasi supaya telurnya fertil, sebaiknya 4 sampai 5 jam. Pada keadaan yang demikian, ngengat betina dapat meletakkan telurnya sebanyak 400 – 500 butir.



Gambar 5. Bantuk Ngengat Jantan dan Betina pada Ulat Sutera

3. Ekologi Ulat Sutera

Pemeliharaan ulat sutera erat hubungannya dengan faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban. Menurut Nazaruddin dan Nurcahyo (1992), suhu yang ideal

untuk pemeliharaan ulat sutera berkisar antara 20 – 30°C dan suhu seperti ini biasanya terdapat di tempat yang ketinggiannya 400 – 800 mdpl. Kelembaban udara yang ideal berkisar antara 70 – 90 % dan dapat di jumpai di daerah yang bercurah hujan berkisar 3000 – 4000 mm/tahun. Curah hujan seperti ini berhubungan dengan kelangsungan hidup dan produktivitas tanaman murbei. Menurut Omura (1980), pemeliharaan ulat sutera yang terbaik adalah pada suhu atmosfer sepanjang hari antara 20 – 26°C apabila daun murbei yang diberikan sebagai makanannya baik dan tidak tua. Suhu lebih dari 30°C atau tidak hujan, tidak baik untuk pemeliharaan ulat sutera. Kondisi optimum untuk pemeliharaan ulat kecil (instar I – III) dan ulat besar (IV – V) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Kondisi Optimum untuk Pemeliharaan Ulat Kecil dan Ulat Besar

Instar	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Frekuensi Pemberian Makan/Hari	Lebar Irisan Daun (cm)	Frekuensi Pembersihan	Kebutuhan Daun/boks (kg)
I	27	80 – 90	3 – 4	0,5-2	1	1 – 1,5
II	27	80 – 90	3 – 4	2 – 4	2	4 – 5
III	26	80	3 – 4	4 – 6	3	15 – 22,5
IV	25	70 – 75	3 – 4	-	3	70
V	24	70	3 – 4	-	3	400

Sumber : Balai Persuteraan Alam, 2004.

B. Jenis-jenis Penyakit Virus pada Ulat Sutera

Penyakit virus banyak ditemukan pada stadia ulat kecil di ruangan-ruangan yang secara berkesinambungan digunakan memelihara ulat sutera, sehingga tidak sempat untuk dibersihkan dan mengadakan disinfeksi. Menurut Atmosoedarjo *dkk.*, (2000), penyakit virus yang menyerang ulat sutera antara lain :

1. Penyakit Grasserie (NPV)

Patogen penyakit Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) adalah *Borrelina virus*, yang menyerang sel-sel larva. Pada waktu larva terserang, *polyhedra* dibentuk pada nukleus dari berbagai organ tubuh larva, yang selanjutnya pindah ke dalam cairan tubuh larva, diikuti dengan rusaknya sel-sel inang. Cairan ini menjadi keruh. Bila kulit larva yang terkena penyakit ini pecah (rusak) dan nanahnya tumpah, akan dapat menyebar ke larva lain. Meskipun tidak segenas pebrin, tetapi penyakit ini cukup berbahaya, karena larva yang terkena, meskipun tidak langsung mati, tidak bisa mengokan dan akhirnya akan mati dalam pengokonan dan kemudian membusuk. Hal ini akan membuat kokon yang lain rusak. *Grasserie* ini, jika dilihat di bawah mikroskop, berbentuk segi enam. Di dalamnya terdapat virus polyhedrosis yang terbungkus oleh protein, sehingga bentuk virus ini menjadi bulat lonjong (Hee, *nd dalam Atmosoedardjo dkk.*, 2000).

2. Penyakit Cytoplasmic Polyhedrosis Virus (CPV)

Patogen penyakit CPV ini adalah *Smithia virus* (Shimizu dan Tajima, 1972). Penyakit ini menyerang *cytoplasma* pada sel silinder pencernaan makanan dan membentuk *polyhedra*. Kotoran larva yang terserang merupakan sumber penyakit bagi larva lain. Banyak terjadi pada musim kemarau. Menurut Samsijah dan Kusumaputera (1974), gejala serangan pada larva yang nampak dari luar, sama dengan gejala *flacherie* pada umumnya, sehingga sulit dibedakan, Ulat menjadi tidak aktif dan kehilangan selera makan. Dalam beberapa hal nampak perut bagian tengah menjadi putih susu dan ada nanah keputih-putihan pada kotoran larva. Cara

pengecahan sama dengan NPV. Penyakit ini kemungkinan akan lebih banyak terjadi, bila frekuensi pemeliharaan makin sering, sehingga desinfeksi dan pembersihan harus dilakukan pada setiap kali pemeliharaan.

3. Penyakit Infectious Flacherie (FV)

Patogen penyakit FV adalah *Marator virus* (Shimizu dan Tajima, 1972). Menurut Samsijah dan Kusumaputra (1974), virus terbentuk bulat dan tidak membentuk *polyhedra*. Virus berkembang biak di dalam jaringan usus, dari bagian depan ke belakang. Penularan penyakit melalui mulut. Virus ikut keluar dengan kotoran larva dan menyebabkan terjadinya infeksi sekunder. Gejala serangannya seperti nafsu makan berkurang, selesainya ganti kulit tidak seragam, larva malas bergerak, muntah dan diare serta bentuk kotoran yang tidak beraturan, keluar cairan kuning. Cara penularan dan pengendaliannya sama seperti pada penyakit NPV.

C. Penyakit Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) pada Ulat Sutera

1. Deskripsi

NPV mempunyai *inclusion* yang terbuat dari matriks protein, berbentuk seperti kristal tidak teratur, bersegi banyak dan disebut *Polyhedral Inclusion Body (PIB)*. Ukuran PIB sangat bervariasi antara NPV dari satu daerah dengan daerah lain dan rata-rata berdiameter 1.100 μm (Bergold dan Ripper, 1957). Di dalam PIB terdapat virus yang sebenarnya, yang disebut *virion*. *Virion* berbentuk tongkat lurus dengan panjang 336 μm , diameter 62 μm dan kedua ujungnya membulat. Di dalam satu PIB rata-rata terdapat $26 \pm 5,8$ *virion*. Karakteristik dari genus NPV dikenali dengan adanya bentuk-bentuk *polyhedral* yang mengandung partikel-partikel virus.

Genus ini memiliki 2 sub genus: a) NPV dengan *nucleocapsid* tunggal (SNPV) yang memiliki 1 *nucleocapsid* untuk 1 selubung (tipe spesies *B. mori*, SNPV) dan b) NPV dengan banyak *nucleocapsid* (MNPV) memiliki beberapa *nucleocapsid* di dalam 1 selubung (tipe spesies *Autographa californica* MNPV) (Gregory *et al.*, 1969).

Penyakit NPV disebabkan oleh *Borrelina bombycis* P, yang ukurannya kira-kira $20 - 70 \mu\text{m} \times 200 - 400 \mu\text{m}$ (Smith dan Lauffer, 1953). Pada pengamatan mikroskop, NPV terikat dengan adanya bentuk *polyhedron* (segi banyak). Di dalam *polyhedra* tersebut terdapat virus *Borrelina bombycis* P, yang berbentuk seperti tongkat. Virus tersebut menyerang inti sel (*nuclear*), sehingga di sebut *Nuclear Polyhedrosis Virus* (NPV) (Madjid *dkk.*, 1980). *Nuclear Polyhedrosis Virus* mempunyai diameter yang berukuran $3 - 5 \mu\text{m}$ dan bentuk *polyhedron* biasanya hexagonal dan jarang tetragonal (Bergold, 1934; Aizawa, 1955 dalam Steinhaus, 1963). *Polyhedron* yang bentuknya tetragonal sisinya bundar dan dapat ditemukan di Sulawesi Selatan. Berbeda dengan yang ditemukan di Jepang. Bentuk *polyhedra* di Jepang adalah "*rombic dodecahedron*", dapat dilihat dengan mikroskop biasa dalam bentuk segi enam (Anonymous, 1983).

Penyakit NPV tersebut dikenal sebagai penyakit "*Jaundice*" di Amerika, penyakit "*Grasseries*" di Prancis dan penyakit "*Gelbsucht*" atau "*Fettsucht*" di Jerman (Steinhaus, 1967). Di Jepang di kenal sebagai penyakit "*Fushidaka*" (Shimizu dan Tajima, 1972).

Bagian NPV yang bersifat infeksiif terhadap serangga adalah *nukleokapsid*, yang terdapat dalam *virion*. *Virion* di bungkus oleh lapisan yang disebut *envelope*. Di


dalam satu *virion* terdapat satu atau beberapa *nukleokapsid*; yang pertama disebut *Nukleokapsid Single - Enveloped (NSE)* dan yang kedua *Nukleokapsid Multiple - Enveloped (NME)*. NPV yang bermortipe NSE biasanya mempunyai inang yang lebih spesifik dibanding dengan yang NME (Ignoffo dan Couch, 1981).

Virion tidak dapat dilihat melalui mikroskop biasa, tetapi harus dengan mikroskop elektron. Yang dapat dideteksi dengan mikroskop biasa adalah PIB. Di dalam standarisasi, PIB digunakan sebagai satuan untuk menentukan konsentrasi dan dosis NPV. Menghitung PIB cukup dengan menggunakan mikroskop biasa. Hanya dengan mata telanjang, butiran-butiran *polyhedral* atau PIB akan dapat dilihat dengan jelas karena memantulkan cahaya, sehingga mudah dibedakan dengan bakteri atau kotoran. Untuk menghitung PIB digunakan suatu alat khusus yang disebut *Haemocytometer* (Indrayani, 1990).

2. Mekanisme Serangan NPV pada Tubuh Ulat Sutera

Aktivitas NPV berlangsung di dalam perut, sehingga untuk menimbulkan kematian larva harus menelan NPV bersama-sama dengan makanannya. Bagian tubuh larva yang paling peka dan menjadi sasaran utama infeksi serta multiplikasi *virion* dan PIB adalah *lapisan epitel vertikulus*, sel darah, *trakhea*, *hipodermis* dan badan lemak (Deacon, 1983; Ignoffo dan Cauch, 1981; Saphiro *et al.*, 1969). Bagian tubuh yang lain, seperti otot, saraf, usus depan dan tengah juga sering terinfeksi, tetapi pada intensitas yang lebih rendah.

Segera setelah tertelan, PIB akan terurai oleh kondisi alkalis dan kandungan bikarbonat perut larva. Dinding usus tengah larva yang terdiri atas (dari luar ke



dalam) *maskulosa*, *membran dasar*, *lapisan epitel* dan *membran peritrofik* yang terdiri atas *khitin* dan protein, serta bersifat *semipermeabel* (Partosoedjono, 1984 dalam Gothama, 1990). Lapisan *epitel* terdiri dari *sel-sel kolumnar* dan *goblet* yang saling berdampingan serta *mikrovili* yang diselimuti membran *peritrofik*. *Virion* yang terlepas dari PIB mula-mula menembus *peritrofik*, *mikrovili*, kemudian memisahkan *sel-sel kolumnar* dan *goblet* sehingga *epitel* robek, dan akhirnya merusak seluruh jaringan usus. Setelah *virion* memasuki *haemolimfa* di dalam *haemocoel*, sasaran selanjutnya adalah sel-sel peka, terutama pada nukleus, *virion* dan PIB berkembang sampai seluruh tubuh larva penuh NPV.

Kematian larva karena NPV umumnya terjadi pada periode 2 - 9 hari setelah larva menelan NPV (Bell dan Romine, 1980; Moscardi, 1988). Tetapi satu hari setelah larva menelan NPV, aktivitas larva sudah mulai berkurang. Hal ini tergantung instar larva dan macam serta banyaknya NPV yang tertelan larva. Makin besar instar larva biasanya masa inkubasi NPV makin lama. Pada instar lanjut kemungkinan kematian tidak terjadi pada stadium larva, karena masa inkubasi lebih lama dibanding sisa masa larva, sehingga larva sudah menjadi pupa sebelum mati. Dalam hal ini kematian atau abnormalitas dapat terjadi setelah serangga menjadi pupa atau bahkan imago.

Suhu mempunyai peranan penting dalam perkembangan penyakit NPV. Penyimpanan NPV dalam bentuk bangkai larva maupun larutan, biasanya mempunyai masa simpan antara 1 - 6 bulan, selebihnya dapat mengalami beberapa gangguan seperti : terkontaminasi oleh patogen lain, misalnya cendawan dan bakteri

yang dapat menurunkan efektivitas secara perlahan-lahan dan mengurangi jumlah polihedral. Jika disimpan dalam bentuk powder, infektivitas dari NPV dapat dipertahankan selama 20 tahun pada suhu 4°C. Jika disimpan pada suhu kamar selama 37 tahun, infektivitas NPV pada ulat sutera hilang secara keseluruhan (Steinhaus, 1963).

3. Inang

NPV menginfeksi lebih dari 4.000 spesies serangga, dan *Lepidoptera* merupakan inang yang rentan (34 famili). Selain itu NPV juga menyerang *Hymenoptera*, *Diptera*, *Coleoptera* dan *Neuroptera*. SNPV dilaporkan dapat menyerang semua ordo serangga yang tersebut diatas, sedangkan MNPV hanya ditemukan pada *Lepidoptera*, tetapi memiliki kisaran inang yang sangat banyak. Misalnya *A. californica* dapat menginfeksi sebanyak 33 spesies pada 10 famili dari ordo *Lepidoptera* (Tanada dan Kaya, 1993).

4. Cara penularan (infeksi) NPV pada Ulat Sutera

Infeksi dari NPV pada serangga terjadi akibat pengisapan virus. Pemindahan umumnya dapat terjadi secara *transovarial* atau melalui *spirakel*, *ovipositor* dari *parasitoid*. Apabila virus masuk ke dalam tubuh serangga, maka periode dari infeksi dan matinya serangga bervariasi, tergantung dari beberapa faktor, terutama umur larva, suhu, virulensi dari virus, konsentrasi virus dan nutrisi inang (Tanada dan Kaya, 1993).

Cara penularan NPV adalah sebagai berikut :

- a. Infeksi melalui mulut yaitu patogen virus masuk melalui mulut ulat sutera, hal tersebut terjadi dengan jalan pemberian makan pada ulat sutera dengan daun murbei yang mengandung virus.
- b. Infeksi melalui kulit yaitu infeksi terjadi oleh karena virus masuk melalui luka pada badan larva.
- c. Infeksi melalui *stigma* atau *spirakel*.

Infeksi melalui mulut dan melalui kulit digunakan secara rutin untuk percobaan infeksi, sedangkan infeksi melalui stigma belum diketahui (Franz *et al.*, 1955., dalam Steinhaus, 1963). Apabila *polyhedron* masuk melalui mulut atau makanan dan dengan cairan usus yang alkalis (pH = 10,5) akan mengakibatkan polyhedron rusak, selanjutnya virus *Borrelina bombycis* P. Akan menyerang tubuh larva dan masuk ke dalam darah (Steinhaus, 1963). Virus tersebut menyerang sel epidermis, lemak badan, kelenjar sutera. Sel darah dan virus tersebut masuk ke dalam nuclear (Madjid *dkk.*, 1980). *Polyhedron* yang dipecahkan oleh cairan usus yang alkalis berkembang biak dalam sel darah dan jaringan-jaringan lain (Day *et al.*, 1958; Vago *et al.*, 1959; dalam Steinhaus, 1963).

5. Pengendalian Penyakit NPV

Penyakit NPV selalu ditemukan pada setiap periode pemeliharaan. Timbulnya penyakit tersebut adalah akibat aktifitas pemeliharaan yang berlangsung terus-menerus tanpa waktu istirahat untuk melaksanakan disinfeksi ruangan. Debu, kotoran dan peralatan dalam ruangan pemeliharaan merupakan sumber penyakit.

Oleh karena itu sebelum dan sesudah pemeliharaan ulat sutera hendaknya dilakukan disinfeksi ruangan peralatan yang digunakan (Anonymous, 1983).

Pada pemeliharaan ulat sutera biasanya didapati ulat sakit yang jika dibiarkan bersama dengan ulat sehat, maka terjadi kontaminasi. Ulat sakit hendaknya dibuang pada tempat atau ember yang berisi formalin atau larutan kaporit (Madjid *dkk.*, 1980).

Cara pengendalian NPV dapat dilakukan sebagai berikut (Balai Persuteraan Alam, 2004):

1. Ulat yang terserang dan mati, dicelupkan ke dalam larutan kaporit 200 : 1000 (1 liter air diperlukan 200 gram kaporit).
2. Ulat yang sakit harus dipisahkan dari ulat yang sehat.
3. Desinfeksi ruangan dan alat-alat pemeliharaan dengan larutan kaporit atau dengan formalin.
4. Pemberian makan dengan daun murbei yang berkualitas baik sesuai dengan perkembangan ulat. Hindari pemberian daun yang berwarna kekuning-kuningan (yang lama di simpan) atau daun yang berasal dari tempat yang terlindung.
5. Menjaga kondisi tempat pemeliharaan yang optimum, pengaturan temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan pertumbuhan ulat, pengaturan aerasi yang cukup terutama pada ulat instar IV dan V, temperatur hendaknya berkisar antara 24 – 26 °C. Temperatur optimum untuk ulat instar IV adalah 25 °C dan 24 °C untuk ulat instar V.

6. Hindari keadaan yang sangat ekstrim dari temperatur yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dan dari keadaan yang menyebabkan terjadinya stress pada ulat sutera.
7. Ruang pemeliharaan dan peralatan yang digunakan seluruhnya di cuci, selanjutnya dilakukan disinfeksi.

Pada umumnya disinfeksi peralatan yang terbuat dari kayu atau bambu, di rendam dalam larutan formalin selama 10 menit. Disinfeksi untuk pencuci tangan digunakan kaporit dengan perbandingan 1 : 1000 (1 liter air diperlukan 1 gram kaporit) (Sugiyama *dkk.*, 1980).

Suhu dan kelembaban maupun peredaran udara di dalam ruang pemeliharaan disesuaikan dengan stadia perkembangan ulat sutera. Dalam pemeliharaan ulat sutera, pemberian makan merupakan faktor yang penting diperhatikan. Daun murbei yang diberikan harus cukup baik, kualitas maupun kuantitasnya (Madjid *dkk.*, 1980).

D. Ketahanan Ulat Sutera

Ketahanan ulat sutera terhadap suhu tinggi maupun suhu rendah berbeda-beda tergantung dari jenisnya. Secara umum dapat dinyatakan bahwa ulat sutera jenis polyvoltine agak tahan terhadap lingkungan yang tidak normal bila dibandingkan dengan ulat sutera jenis bivoltine (Steinhaus, 1963; *dalam* Anwar, 1979).

Ada tiga derajat ketahanan bibit ulat sutera terhadap serangan NPV berdasarkan estimasi tingkat mortalitas pada fase larva dan pupa (Sivaprasad *et al.*, 2003), adalah sebagai berikut:

- a. tahan; bila ulat sutera bisa melewati fase larva sampai pupa tetapi tidak dapat bermetamorfosis menjadi ngengat.
- b. sangat tahan; bila ulat sutera bisa melewati fase larva sampai pupa dan dapat menjadi ngengat bahkan sampai meletakkan telur.
- c. rentan; bila ulat sutera tidak bisa melewati fase larvanya

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Balai Persuteraan Alam Bili-bili, Kabupaten Gowa. Sedangkan pengambilan sampel penyakit ulat sutera dilakukan di Kabupaten Enrekang dan Soppeng. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2007 sampai Februari 2008.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Rak tabung
2. Talang agar
3. Cawan Petri
4. Centrifuge dan tabung centrifuge
5. Haemocytometer
6. Mikroskop
7. Automatic lab. mixer
8. Kain kasa
9. Tabung reaksi
10. Pinset
11. Pipet volume
12. Pipet transfer
13. Kertas saring
14. Aluminium foil
15. Thermohyrometer
16. Slide glasses dan Cover glass
17. Bunsen
18. Baskom dan lap tangan
19. Mortar
20. Plastik klep (plastik obat)
21. Kertas label dan kertas paraffin
22. Masker
23. Camera digital
24. Alat tulis menulis

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bibit induk ulat sutera ras N1, N2, PBE, BC107
2. Isolat NPV
3. Spirtus
4. Alkohol 70 %
5. Air distilasi (Aquades)
6. Formalin
7. Kaporit
8. Kapur
9. Daun murbei sebagai pakan ulat sutera

C. Metode Kerja

Adapun teknis pelaksanaan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Persiapan isolat
 - a. Identifikasi penyebab penyakit
 - Membedah larva dari ulat sutera yang terinfeksi dengan menggunakan pinset yang telah disterilkan yakni pada bagian depan dan belakang.
 - Mengambil cairan yang berwarna putih kemudian meletakkan di slide glasses dan ditutup dengan cover glass.

- Kemudian mengidentifikasi di bawah mikroskop dengan perbesaran 40 kali.
- b. Isolasi NPV dari ulat sutera yang terinfeksi
- Menggerus ulat yang mati dengan menggunakan mortar, bila terlalu pekat tambahkan sedikit aquades.
 - Menyaring dengan kain kasa 2 - 3 kali, untuk memisahkan sisa-sisa kotoran.
 - Mengaduk sampai rata larutan NPV yang di dapat, kemudian menuangkannya ke dalam tabung-tabung pemurnian (tabung centrifuge).
- c. Pemurnian Isolat NPV
- Mengaduk sampai rata pada isolat NPV yang telah di centrifuge dengan menggunakan automatic mixer.
 - Menambahkan aquades sedikit demi sedikit ke dalam tabung sebelum di centrifuge lagi dan ini merupakan larutan murni NPV. Centrifuganya menggunakan speed control 9 dengan timer 20 x 100 rpm. Dan di centrifuge selama 3 hari.
 - Memisahkan endapan NPV dari cairan dan lemak yang menempel pada dinding tabung dan permukaan cairan.
 - Mencairkan endapan NPV dengan cara menambahkan aquades 1 – 2 ml
 - Jika tidak segera di formulasikan, maka di simpan pada 4°C.

d. Penyiapan konsentrasi NPV

Konsentrasi larutan NPV yang digunakan adalah 1×10^7 polyhedron/ml, diperoleh dengan menghitung banyaknya polyhedron virus/ml. Cara menggunakan Haemocytometer dan menghitung PIB adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan mikroskop dengan pembesaran optimum 600 kali.
- Menyiapkan Haemocytometer dan larutan NPV dengan pengenceran paling tinggi.
- Memasang Haemocytometer dengan sempurna, kemudian mengalirkan larutan NPV yang telah di kocok sebelumnya, dengan memakai pipet transfer. Larutan NPV akan menutup seluruh permukaan blok pencatat Haemocytometer.
- Menghitung jumlah PIB yang ada di dalam blok pencatat dan menghitung rata-rata dari 5 blok sampel misalnya = X .
- Memasukkan hasil perhitungan ke dalam rumus (Indrayani, 1990) :

$$\text{Konsentrasi PIB/ml} = \frac{T}{N \times 0,25} \times 10^6$$

Keterangan :

T : Rata-rata jumlah polyhedral yang diamati di dalam 5 kotak

N : Jumlah kotak yang diamati

2. Inokulasi NPV melalui mulut

- Mengoleskan larutan NPV sebanyak 0,1 ml pada daun murbei yang telah disiapkan. Ukuran daun yang digunakan pada instar III yaitu 2 cm x 4 cm.



- Daun murbei yang telah dioleskan, diratakan dengan menggunakan deck glass kemudian di keringanginkan.
- Setelah permukaan daun kering, kemudian diletakkan pada setiap talang agar yang masing-masingnya berisi 25 ekor ulat.
- Setelah daun murbei yang telah diolesi NPV kering angin segera diberikan pada ulat awal instar III yakni setelah dua kali ganti kulit (awal instar 3).
- Ulat yang telah diaplikasikan ditempatkan pada talang agar. Sedangkan untuk kontrol, masing-masing daun dioleskan aquades.

3. Pengamatan

- Menghitung jumlah larva yang mati, sejak larva menunjukkan gejala kematian setelah inokulasi dengan pengamatan dilakukan setiap harinya. Kemudian dilanjutkan dengan menghitung jumlah pupa dan ngengat yang bertahan.
- Menghitung jumlah telur yang diletakkan oleh ngengat serta menghitung daya tetasnya.
- Menghitung jumlah polyhedron pada telur yang dilakukan dibawah mikroskop dengan perbesaran 600 kali.

D. Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Karakteristik bibit induk ulat sutera
2. Gejala penyakit

3. Masa inkubasi penyakit.

4. Daya tahan hidup larva sampai ngengat

- Daya tahan hidup larva (%) = $\frac{\Sigma \text{larva akhir instar V}}{\Sigma \text{larva uji}} \times 100 \%$

- Daya tahan pupa (%) = $\frac{\Sigma \text{pupa}}{\Sigma \text{larva uji}} \times 100 \%$

- Daya tahan ngengat (%) = $\frac{\Sigma \text{ngengat}}{\Sigma \text{larva uji}} \times 100 \%$

5. Keperidian (jumlah telur yang diletakkan) dan daya tetas

$$\text{Daya tetas (\%)} = \frac{\text{Jumlah telur menetas}}{\text{Jumlah telur yang diletakkan}} \times 100 \%$$

6. Jumlah polyhedron dalam telur.

E. Analisis Data

Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan yaitu jenis bibit induk ulat sutera N1, N2, PBE dan BC107 yang diaplikasikan pada instar III. Masing-masing perlakuan dengan tiga kali ulangan, dengan total jumlah ulat yang digunakan adalah 900 ekor. Konsentrasi larutan NPV sebagai isolat yang digunakan adalah 1×10^7 polyhedron/ml dengan lama penyimpanan 220 hari.

Model matematisnya adalah :

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \varepsilon_{ij};$$

Dimana : $i = 1, 2, \dots, t$

$$j = 1, 2, \dots, k$$

- Y_{ij} = hasil pengamatan
- μ = nilai tengah umum pengamatan
- σ = pengaruh perlakuan ke-i
- ϵ_{ijk} = pengaruh galat percobaan pada ulangan ke-j yang memperoleh perlakuan ke-i

Jika ada perlakuan yang nyata atau sangat nyata, maka hasil yang diperoleh diuji dengan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) dengan rumus sebagai berikut :

$$BNJ = q_{\alpha(p, f_e)} S_{\hat{y}}$$

$$S_{\hat{y}} = (S^2 / r)^{1/2}$$

Dimana :

BNJ = Beda Nyata Jujur

q_{α} = Nilai tabel pada uji -t

p = t = jumlah perlakuan

f_e = Derajat bebas galat

$S_{\hat{y}}$ = Galat baku nilai tengah

S^2 = Nilai kuadrat tengah galat

r = Ulangan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Bibit Induk Ulat Sutera

Bibit induk yang diujicobakan pada penelitian ini adalah ras N1, N2, BC107 dan PBE, karakteristiknya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Bibit Induk Ulat Sutera yang Diuji Ketahanannya dengan *BmNPV*

Ras Ulat Sutera	Karakter larva	Warna kokon	Asal Bibit
N1	Bintik	Putih	Jepang
N2	Polos	Putih	Cina
PBE	Bintik	Putih	Lokal
BC 107	Polos	Putih	Cina

Balai Persuteraan Alam saat ini mempunyai 39 jenis bibit induk murni ulat sutera (*Grand Parent*) yang berasal dari Jepang, Cina, India, Rusia dan jenis lokal. Masing-masing jenis yang ada memiliki karakteristik yang berbeda. Menurut Atmosoedardjo *dkk*, (2000), karakter ulat sutera ras China umumnya putih polos, kokonnya berbentuk bulat sampai lonjong dan juga berwarna putih; sedang ulat sutera ras Jepang tanda *crescent*nya lebih jelas atau lebih dikenal tanda bintik dengan kokon berbentuk menyerupai kacang tanah.

Karakteristik dari keempat jenis bibit induk yang diujicobakan adalah sebagai berikut (Balai Persuteraan Alam, 2004) :

1. BNI ; Bibit induk BNI adalah jenis bivoltine, yang berasal dari persilangan antara ras Jepang dengan ras Indonesia. Ulat yang baru menetas dari telur (*kego*) berwarna coklat muda, selanjutnya ulat akan berubah warna menjadi putih

kebiru-biruan dan punggungnya bercorak belang. Stadium ulatnya panjang (\pm 22 hari). Bentuk kokonnya menyerupai kacang tanah, berwarna putih dengan relief biasa. Kupu-kupu bibit induk BN1 dapat disilangkan dengan bibit induk BC101 tetapi sebelum disilangkan, telur BN1 harus diinkubasikan terlebih dahulu selama 1 – 3 hari.

2. BN2 ; Berdasarkan voltinismenya, bibit induk BN2 adalah jenis bivoltine, yang berasal dari persilangan antara ras Jepang dengan ras Indonesia. *Kego* berwarna coklat muda dan akan berubah warna menjadi putih kebiru-biruan, punggungnya bercorak belang. Stadium ulatnya panjang (\pm 22 hari). Bentuk kokonnya menyerupai bentuk kacang tanah berwarna putih dengan relief biasa. Kupu-kupu bibit induk BN2 dapat disilangkan dengan bibit induk BC101 atau BC102, namun sebelum disilangkan telur bibit induk BN2 harus diinkubasikan terlebih dahulu selama 1 – 2 hari.
3. BC107 ; Bibit induk BC107 adalah jenis bivoltine yang berasal dari persilangan ras Indonesia dengan ras China. *Kego* berwarna coklat tua, kemudian akan berubah warna menjadi putih kebiru-biruan, punggungnya bercorak belang. Stadium ulatnya pendek (\pm 21 hari). Bentuk kokonnya bulat, berwarna putih dengan relief biasa. Kupu-kupu bibit induk BC107 dapat disilangkan dengan bibit induk BN7 atau BN8, namun sebelum disilangkan telur bibit induk BC107 harus diinkubasikan terlebih dahulu selama 2 hari lebih lambat.
4. PBE ; Bibit induk PBE adalah jenis polyvoltine yang merupakan ras lokal (Indonesia). *Kego* berwarna coklat tua, kemudian akan berubah warna menjadi

putih kebiru-biruan, punggungnya bercorak polos. Stadium ulatnya pendek (\pm 20 hari). Bentuk kokonnya bulat, berwarna putih dengan relief biasa. Kupu-kupu bibit induk PBE dapat disilangkan dengan bibit induk dari jenis bivoltine lainnya, namun sebelum disilangkan telur bibit induk PBE harus diinkubasikan terlebih dahulu selama 1 – 2 hari.

B. Gejala Penyakit

Gejala luar yang tampak pada bibit ulat sutera yang sakit akibat infeksi *Bombyx mori* Nuclear Polyhedrosis Virus (*BmNPV*) adalah berkurangnya selera makan dari ulat, ulat sutera selalu bergerak mondar-mandir, terjadinya pembengkakan tubuh di antara ruas-ruasnya (Gambar 6). Gejala yang lebih lanjut adalah *kutikulanya* menjadi rapuh, *haemolimpnya* menjadi keruh atau putih seperti susu, bila *kutikulanya* pecah akan keluar semua cairan tubuhnya yang berwarna putih seperti "nanah" dengan demikian ulatnya mati dan menjadi sumber infeksi.

Pada waktu ulat sutera terserang NPV, *polyhedra* di bentuk di dalam *nukleus* dari berbagai organ badan, yang selanjutnya pindah ke dalam cairan badan ulat yang diikuti dengan rusaknya sel-sel inang dan cairan tersebut akan menjadi keruh. Pada waktu yang bersamaan, kulit larva yang terserang membengkak. Gejala utama ini merupakan ciri khas penyakit NPV. Virus ini dapat menyebar ke larva yang lain, bila kulit larva yang terserang penyakit tersebut pecah (rusak) dan nanahnya tertumpah sehingga oleh petani disebut "penyakit nanah". Bila larva tersebut mati, tertinggal dalam ruangan pemeliharaan dan alat-alat pemeliharaan, nantinya akan merupakan

sumber penyakit bagi larva yang akan di pelihara berikutnya (JICA, 1975 dan Balai Persuteraan Alam, 2004).



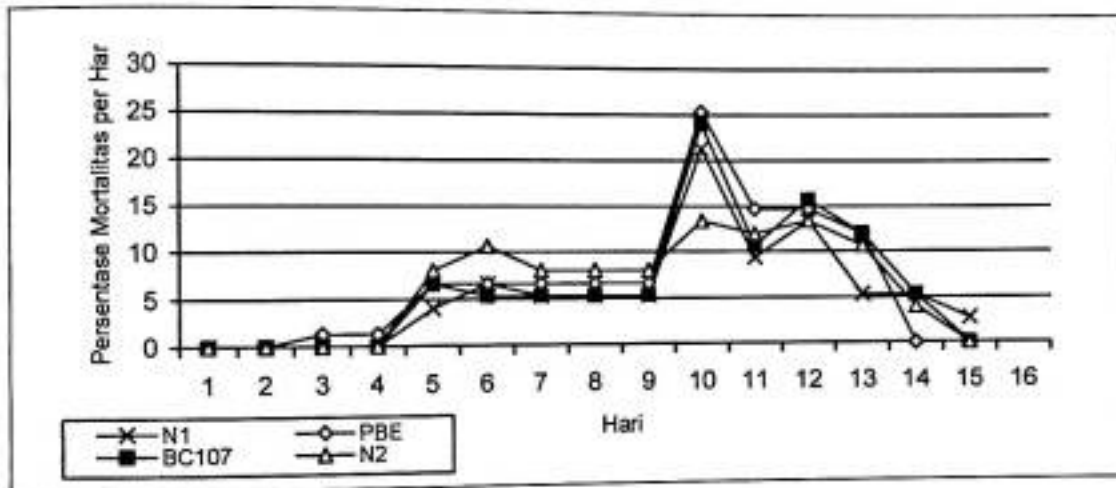
Gambar 6. Larva instar V yang diinfeksi *BmNPV*

C. Masa Inkubasi Penyakit

Masa inkubasi *BmNPV* dalam tubuh larva ulat sutera dihitung sejak hari inokulasi sampai kematian ulat/pupa/ngengat. Masa inkubasi yang diamati pada beberapa ras induk ulat sutera yang diuji dapat dilihat pada Gambar 7.

Pada Gambar 7 dan Lampiran 1 menunjukkan bahwa semua ras induk yang diuji memperlihatkan masa inkubasi dimulai antara hari ke-3 sampai hari ke-5 setelah inokulasi. Perkembangan serangan penyakit lebih lanjut menunjukkan kecenderungan yang hampir sama pada semua ras induk yang diuji, yaitu tingkat serangan tertinggi terlihat pada saat larva baru bangun dari moulting keempat masuk ke fase larva instar terakhir atau awal instar V (pengamatan hari ke-10). Kematian larva karena *BmNPV* umumnya terjadi pada periode 2 - 9 hari setelah larva menelan NPV (Bell dan Romine, 1980; Moscardi, 1988). Menurut Tanada dan Kaya (1993), larva-larva *lepidoptera* yang terinfeksi NPV biasanya tidak memperlihatkan gejala luar selama 2

- 5 hari setelah terinfeksi. Gejala baru jelas nampak setelah adanya perubahan larva menjadi agak kekuning-kuningan. Larva ini menjadi kurang aktif antara 12 -13 hari, tapi pada *strain* yang *virulen* kematian dapat terjadi hanya 2 – 4 hari setelah infeksi.



Gambar 7. Masa inkubasi dan persentase mortalitas per hari pada fase larva dari ras induk ulat sutera setelah inokulasi *BmNPV* (1×10^7 polyhedron/ml).

Masa inkubasi NPV dipengaruhi oleh beberapa faktor dan berhubungan dengan perkembangbiakan virus. Lama masa *inkubasi* virus tergantung pada jumlah *inokulum* dan suhu. Jika konsentrasi *inokulum* virus konstan, semakin tinggi suhu maka semakin singkat masa *inkubasi*. Jika suhu konstan, semakin rendah konsentrasi *inokulum* virus maka semakin lama masa inkubasi. Masa *inkubasi* virus pada serangga bervariasi yaitu 4 hari, sampai 3 minggu setelah infeksi (Smith dan Lauffer, 1953). Pada serangga ordo *lepidoptera*, biasanya masa inkubasi 5 hari sampai 7 hari (Steinhaus, 1963).

C. Daya Tahan Larva sampai Ngengat

Penilaian varietas ulat sutera (*B. mori*) yang baik dapat dilihat dari 2 segi yaitu daya tahan hidup dan produktivitas kokon. Daya tahan hidup ulat dapat ditentukan oleh kemudahan memelihara seperti pertumbuhan ulat seragam dan daya tahan terhadap penyakit, sedangkan produktivitas kokon dapat ditentukan oleh kuantitas dan kualitas kokon yang dihasilkan (Omura, 1980). Penilaian daya tahan hidup ulat dapat dilihat pada parameter jumlah telur (keperidian), daya tetas telur, daya tahan terhadap penyakit (Nuraeni, 1994).

Daya tahan dari keempat bibit induk yang diuji dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 8. Daya tahan larva pada Tabel 3, terlihat berbeda nyata dengan ketahanan tertinggi pada ras N1 (rata-rata 26,66 %). Persentase larva yang berubah menjadi pupa terlihat tidak nyata pada taraf 0,01 %, tetapi pada taraf 0,05 % terlihat nyata dengan daya tahan pupa tertinggi pada ras N1 (rata-rata 21,33 %), sedangkan persentase pupa yang berubah menjadi ngengat terlihat berbeda nyata dengan daya tahan ngengat tertinggi pada ras N1 (rata-rata 13,33 %).

Tabel 3. Daya Tahan Larva, Pupa dan Ngengat setelah Inokulasi *BmNPV* pada Larva Bibit Induk Ulat Sutera.

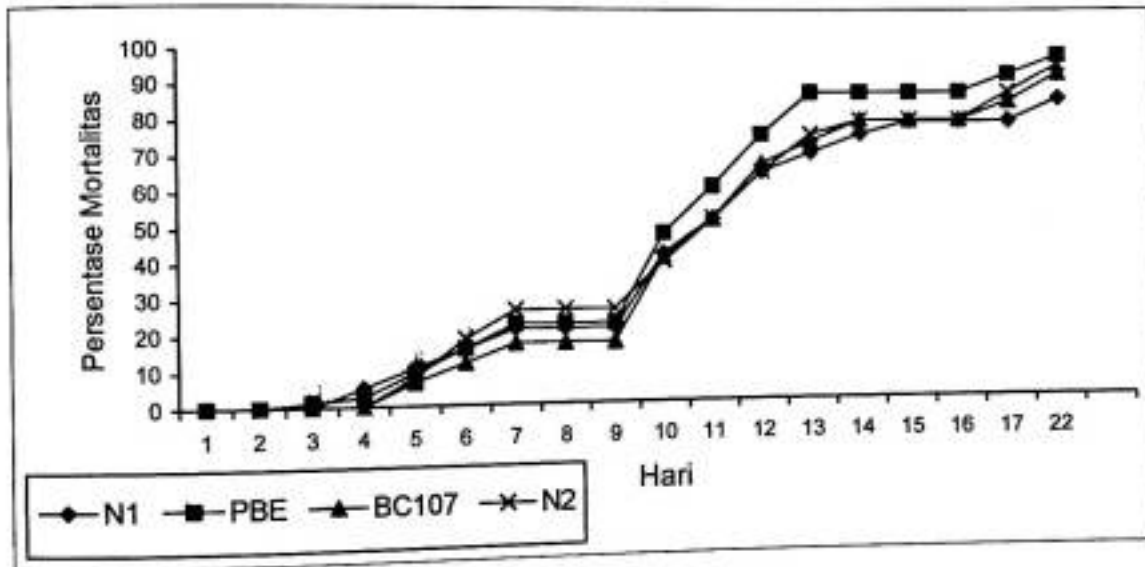
Ras Ulat Sutera	Daya Tahan Larva (%)	Daya Tahan Pupa (%)	Daya Tahan Ngengat (%)
N1	26,66 ^a	21,33 ^a	13,33 ^a
BC107	20,00 ^{nb}	14,67 ^a	6,67 ^b
N2	20,00 ^{nb}	12,00 ^a	4,00 ^b
PBE	12,00 ^b	6,67 ^a	1,33 ^b
NP BNJ	10,93	330,82	7,15

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata pada taraf $\alpha = 0,01$ menurut uji BNJ, tn = tidak nyata

Ketahanan ulat sutera ditentukan oleh beberapa faktor. Watanabe (2002), menyatakan ada dua faktor yang mempengaruhi tingkat kerentanan ulat sutera terhadap virus yaitu: a). Faktor internal, sifat ketahanan atau kerentanan virus yang sangat ditentukan oleh umur larva, pergantian kulit, *metamorfosis* dan proses *diapause* yang semuanya dikontrol oleh *poligen*: b). Faktor eksternal yang sangat ditentukan oleh proses infeksi, suhu, bahan kimia dan makanan baik pakan alami maupun pakan tambahan. Faktor utama yang berpengaruh pada ketahanan bibit induk ulat sutera yang diuji adalah faktor internal, yaitu umur larva pada saat diinfeksi masih kategori ulat kecil yang lebih rentan terhadap infeksi patogen. Ekspresi penyakit atau masa inkubasi dengan tingkat serangan tertinggi nampak setelah larva berganti kulit (*moulting*) kedua setelah inokulasi dan gejala masih tampak sampai bermetamorfosis jadi pupa dan ngengat. Faktor eksternal pada penelitian ini, mulai dari proses infeksi (konsentrasi dan umur isolat), suhu, *desinfektan* dan pakan adalah perlakuannya sama.

Tingkat mortalitas bibit induk ulat sutera yang diuji mulai dari fase larva, pupa sampai ngengat, terlihat bahwa mortalitas yang terjadi setiap hari cenderung mengikuti kurva sigmoid (Gambar 8). Khurad *et al.*, (2004), mortalitas larva pada setiap instar dapat terjadi dan umumnya pada instar IV dan V mortalitas meningkat antara 20 – 50 %. Pengamatan mortalitas ulat sutera berbanding terbalik terhadap daya tahannya, semakin tinggi tingkat mortalitasnya semakin rendah penilaian daya tahannya. Meskipun keempat bibit yang diuji dapat melewati proses *metamorfosis*

sampai menjadi ngengat bahkan meletakkan telur, akan tetapi tingkat mortalitas setiap fase (larva, pupa dan ngengat) tetap tinggi. Daya tahan setiap fase di bawah dari 50 %.



Gambar 8. Tingkat mortalitas pada fase larva sampai ngengat dari bibit induk ulat sutera setelah inokulasi *BmNPV* (1×10^7 polyhedron/ml).

Daya tahan yang rendah pada setiap fase disebabkan masa inkubasi dari *BmNPV* ini lebih lama. Menurut Gothama (1990), karena masa inkubasi virus lebih lama, maka persentase ulat yang jadi ngengat rendah bahkan biasanya ulat yang terinfeksi tidak sampai mengokon. Ditambahkan pula bahwa walaupun ada yang mengokon, maka bentuk pupanya mengkerut atau bahkan jika ada yang sampai menjadi ngengat maka biasanya kondisi ngengatnya abnormal seperti sayap yang rusak, memendek dan apabila diamati, pada organ reproduksi ngengat tersebut akan dijumpai banyak PIB.

E. Keperidian dan Persentase Daya Tetas Telur

Keperidian atau kemampuan meletakkan telur dari ngengat ulat sutera yang sehat dan yang diinfeksi *BmNPV* dan daya tetas telurnya dari masing-masing bibit induk yang diuji terlihat pada Tabel 5. Infeksi *BmNPV* pada bibit induk ulat sutera cenderung dapat menurunkan jumlah telur yang diletakkan.

Dari Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata persentase daya tetas telur berkisar antara 0 – 90,41 %. Persentase daya tetas telur tertinggi terlihat pada ras N1 (90,41 %). *Fekunditas* (kesuburan; kemampuan menghasilkan telur dalam ovariumnya) dari serangga yang terinfeksi NPV dapat terganggu, tetapi jumlah telur yang menetas berkurang secara nyata (Alvares dan Osuna, 1988 dalam Tanada dan Kaya, 1993).

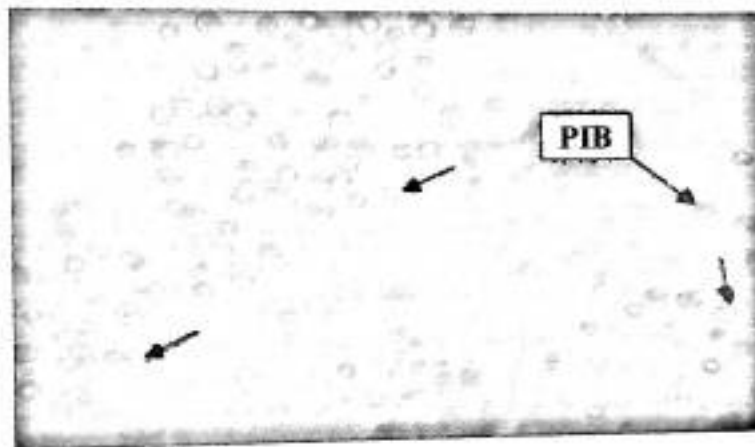
Tabel 4. Perbandingan Jumlah Telur Yang Diletakkan Keempat Bibit Induk antara Ngengat Sehat Dengan Ngengat Yang Terinfeksi *BmNPV*

Ras Ulat Sutera	Jumlah Telur yang Diletakkan		Daya Tetas Telur dari ngengat yang diinfeksi <i>BmNPV</i> (%)
	Ngengat Sehat	Ngengat yang diinfeksi <i>BmNPV</i>	
N1	431	219	90,41
N2	344	68	85,29
BC107	320	133	86,46
PBE	299	0	0

F. Jumlah Polyhedron dalam Telur

Jumlah polyhedron dalam sampel telur berkisar antara 3 – 8 *polyhedron* tiap butir sampel telur. Sampel telur yang diuji diambil dari ras N1, dan setelah diamati di mikroskop ditemukan bahwa ulat yang terinfeksi *BmNPV* masih mengandung NPV. Khurad *et al.*, (2004), NPV dapat ditransmisikan secara vertikal, yaitu dari induknya diturunkan ke generasi berikutnya melalui telur yang diletakkan. Selanjutnya

dijelaskan persilangan antara dua induk yang salah satu induknya terinfeksi NPV akan menghasilkan telur yang mengandung PIB dari NPV dengan kisaran *polyhedron* antara $0,9 - 2,32 \times 10^7$.



Gambar 9. Bentuk *Polyhedral Inclusion Body* (PIB) pada Ulat Sutera dengan Perbesaran 600 kali.

Derajat ketahanan bibit induk ulat sutera yang diuji (N1, BC107, N2 dan PBE) baik dari ras Jepang, China ataupun Lokal termasuk dalam kategori sangat tahan karena menurut Sivaprasad *et al.*, (2003), ulat sutera yang termasuk kategori sangat tahan apabila mampu bertahan sampai jadi ngengat bahkan sampai menghasilkan telur. Tanada dan Kaya (1993), banyaknya larva yang mati akibat infeksi NPV bisa terjadi pada stadium larva namun beberapa larva dapat bertahan hingga stadium pupa atau imago.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari beberapa variabel pengamatan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Gejala penyakit yang nampak setelah inokulasi *BmNPV* adalah sama dengan gejala yang diamati dilapangan (pemeliharaan petani) sebagai bahan isolat.
2. Masa inkubasi *BmNPV* pada keempat bibit induk ulat sutera yang diuji lebih lama, yaitu mulai hari ke-3 sampai hari ke-15 setelah inokulasi.
3. Tingkat mortalitas tertinggi terjadi pada instar V setelah ganti kulit (*moulting*) kedua setelah inokulasi pada keempat bibit induk ulat sutera.
4. Daya tahan keempat bibit induk ulat sutera termasuk kategori sangat tahan.
5. Kemampuan meletakkan telur dari keempat bibit induk yang diuji menurun rata-rata sampai 50 %, dengan daya tetas berkisar antara 0 – 90,41 %.
6. Virus NPV dapat ditransmisikan dari induk ulat sutera yang terinfeksi dengan jumlah polyhedron yang berkisar antara 3 – 8 PIB tiap butir telur.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka perlu dilakukan pengujian untuk melihat daya infektivitas isolat berdasarkan lama penyimpanan kemudian untuk melihat ketahanan generasi berikutnya dari telur yang diletakkan maka perlu dilakukan pemeliharaan dengan tujuan untuk mengetahui kestabilan ketahanannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, A., 1974. **Pengaruh Beberapa Disinfektan Terhadap Perkembangan Ulat Sutera.** Jurnal Penelitian Kehutanan, vol. VI (2). Makassar.
- _____, 1979. **Survey Penyakit pada Kokon Mati di Sulawesi Selatan.** Proyek Pembinaan Persuteraan Alam. ATA – 72. Japan International Cooperation Agency. Hal : 1 – 5.
- _____, 1985. **Laporan kegiatan Seksi Hama dan Penyakit 1983/1984.** Proyek Kerjasama Pembinaan Alam. ATA – 72. Japan International Cooperation Agency. Hal : 34 - 37.
- Anonymous, 1983. **Pedoman Persuteraan Alam.** Departemen Pertanian Direktorat Jenderal Kehutanan, Proyek Kerjasama Persuteraan Alam, Sulawesi Selatan.
- Atmosoedarjo. S., J. Kartasubrata, M. Kaomini, W. Saleh, W. Moerdoko, Pramoedibyo & S. Ranoprawiro, 2000.. **Sutera Alam Indonesia.** Yayasan Sarana Wana Jaya. Jakarta.
- Balai Penelitian Kehutanan, 1999. **Kinerja Persuteraan Alam Di Sulawesi Selatan, Masalah dan Upaya Pemecahannya.** Makassar.
- Bell, V.S. and C.L. Romine, 1980. **Tobacco Budworm Field Evaluation of Microbioal Control in Cotton Using Bacillus Thuringiensis and A Nuclear Polyhedrosis Virus with A Feeding Adjuvant.** J. Econ. Entomol. 73: 427 – 430.
- Bergold, G.H. and W.T.Ripper, 1957. **Nature Lond.** 180, 764 – 765
- Borror, Donald J and Dwight M. DeLong, 1992. **An Introduction to Study of Insect.** Printed in The United State of Amerika. Library of Congress Card Number 54 – 5398 New York. Chicago. San Fransisco, Toronto pp. 520 – 521.
- Departemen Kehutanan (Balai Persuteraan Alam), 2004. **Penyakit Ulat Sutera.** Kegiatan DIK-S DR Balai Persuteraan Alam. Bili-bili.
- Deacon, J.W., 1983. **Microbial Control of Plant Pest and Disease.** Van Rostrand Reinhold (VK) Co. Ltd. Berkshire. England. 88p.

- Direktorat Industri Sandang, 2007. **Laporan Pemetaan dan Diagnosis Kluster Persuteraan Alam Sulawesi Selatan**. PT. Pratiwi Adhiguna Consultant. Jakarta.
- Gothama, A.A.A., 1990. **Pengenalan *Helicoverpa armigera* Nuclear Polyhedrosis Virus (HaNPV)**. Balai penelitian Tembakau dan Tanaman Serat dan Proyek Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan, Direktorat Jenderal Perkebunan, Departemen Pertanian.
- Gregory, B.C., C.M.Ignoffo and M.Shapiro, 1969. **Development of a Viral Insecticide : Concept to Commercialization**. J. Invertebr. Path.14, 186 – 193.
- Ignoffo,C.M. and T.L.Cough, 1981. **The Nucleopolyhedrosis Virus of *Heliothis* spp. As a Microbial Insecticide**. In : **Microbial Control of Pest and Plant Desiases 1970 – 1980**. Academic Press. London and New York. P 329 – 362.
- Indrayani, I.G.A.A., 1990. **Standarisasi dan Penyimpanan Isolat Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV)**. Proyek Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan. Bogor.
- International Silkworm Assosiation, 2006. **Geliat Ulat Sutera**. (Http : / www.google.com. Diakses 15 September 2007.
- Japan Oversease Cooperation Volunteer, 1975. **Textbook of Tropical Sericulture..** Tokyo.
- Japan International Cooperation Agency, 1985. **Proyek Pengembangan Persuteraan Alam Di Indonesia**. Buku Pelengkap Audio Visual, Ujung Pandang.
- Jurnal Sul-Sel, 2004. **Produksi Sutera Sul-Sel Semakin Menurun (On Tire)** (Http : / www.Yahoo.Com . Diakses 11 September 2004.
- Kantor Wilayah Departemen Kehutanan dan Perkebunan Propinsi Sulawesi Selatan, 1999. **Kebijakan Pengembangan Persuteraan Alam di Sulawesi Selatan**. Makalah Semiloka di Kantor Gubernur. Makassar.
- Khurad, A. M, A. Mahulikar, M. K. Rathod, M. M. Rai, S. Kanginakudru and J. Nagaraju., 2004. **Vertical Transmission of Nucleopolyhedrovirus in The Silkworm, *Bombyx mori* L.** Department of Zoology, Nagpur University Campus, Nagpur-440 033, India.

- Madjid, H., Achmad Anwar dan Hajime Inoue, 1980. **Petunjuk Praktis Cara Pencegahan dan Pemberantasan Penyakit Ulat Sutera**. Proyek Kerja Sama Pembinaan Persuteraan Alam Indonesia. ATA 72. Hal : 15.
- Metcalf, C.L. and T.P.Flint, 1962. **Destructive and Useful Insect**. Mc Graw Hill Book Company, Inc. New York, 4th ed.
- Moscardi, F., 1988. **Possibilities of Using Entomopathogens in Cotton IPM in Indonesia**. FAO. 60p.
- Mori, N., 1983. **Penyakit *Aspergillus* spp. Dan Penanggulangannya**. Proyek Pembinaan Balai Persuteraan Alam Sulawesi Selatan (ATA - 72).
- Narasimhanna, 1988. **Manual On Silkworm Egg Production**. National Silkworm Seed. Proyeck Binalgore. India.
- Nazaruddin dan Nurcahyo, E.M., 1992. **Budidaya Ulat Sutera**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nugraha, P., 1993. **Pengaruh Variasi Jumlah Pemberian Daun Murbei Terhadap Produksi dan Mutu Kokon Ulat Sutera**. Thesis Jurusan Biologi MIPA Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.
- Nuraeni, Sitti., 1994. **Kuantitas dan Kualitas Produksi F1 Ulat Sutera Persilangan antara Ras Rusia dan China**. Prosiding Seminar dan Pertemuan Tahunan PEI, PFI dan HPTI Cabang Ujung Pandang.
- Omura, S., 1967. **Introduction to Silkworm Rearing the Japan Silk Assisiation**. inc. Tokyo, Japan.
- _____, 1980. **Silkworm Rearing**. Fuji Publishing Co.ltd, Tokyo, Japan. Pp. 84 - 94.
- Sampe, B., Allo, N.L., dan Kaligis, E., 1991. **Uji Coba Adaptasi Ulat Sutera yang Berasal dari Rusia**. Balai Persuteraan Alam. Ujung Pandang. 5 hal.
- Shapiro, M., R.D. Stock and C.M. Ignoffo, 1969. **Insect Viruses**. In : **Insect Colonization and Mass Production**. Academic Press, Inc. New York. Pp. 502 - 530.
- Samsijah dan Kusumaputera, 1974. **Hama dan Penyakit Ulat Sutera (*Bombyx mori* L.)**. Lembaga Penelitian Hutan Bogor, No. 192. Direktorat Jendral Kehutanan, Departemen Pertanian Bogor. Bogor.



- _____, 1978. **Pembibitan Ulat Sutera**. Lembaga Penelitian Hutan, No. 95. Direktorat Jendral Kehutanan, Departemen Pertanian Bogor. Bogor.
- Shimizu, Masanori and Yataro Tajima, 1972. **Handbook Of Silkworm Rearing**. Fuji Publishing co. Ltd. Tokyo, Japan. Pp. 138 – 193.
- Sivaprasad, V., Chandrasekharaiah, C. Ramesh, S. Misra, K. P. K. Kumar and Y. U. M. Rao., 2003. **Screening of Silkworm Breeds for Tolerance to *Bombyx mori* Nuclear Polyhedro Virus (BmNPV)**. Andhra Pradesh State Sericulture Research & Development Institute (APSSRDI), Kirikera-515 211, Hindupur, Andhra Pradesh, India.
- Smith, Kenneth M and A.Lauffer, 1953. **Advances In virus Research**. Volume I. Academic Press Inc. Publisher New York 10, N.Y. New York. Pp. 93 – 131.
- Sutyoso dan Mulyadi, 1964. **Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Ulat Sutera Industri Rakyat di Indonesia**. Balai Penelitian dan Pengembangan, Jawa Barat.
- Steinhaus, Edward A., 1963. **Insect Pathology and Advanced Treatise**. Departement of California. Academic Press. New York and London. Volume 1. pp. 382 – 400
- _____, Edward A., 1967. **Insect Microbiology**. Hafner Publishing Company. New York and London. Pp. 415 – 420.
- Sugiyama, H, Baharuddin Adam, Zulkarnain Nurdin dan Lukman Amry, 1980. **Petunjuk Pemeliharaan Ulat Sutera (*Bombyx mori* L)**. Proyek Pembinaan Persuteraan Alam Sulawesi Selatan. Hal : 3 – 4.
- Tanada, Y dan H.S. Kaya, 1993. **Insect Pathology**. Academic Press, Inc. Boston, London, Tokyo, Toronto.
- Watanabe, H., 2002. **Genetic Resistance of Silkworm *Bombyx mori* to Viral Diseases**, Current Science. Nodai Research Institute, Tokyo University of Agriculture, Tokyo, Japan.
- Yokoyama, T., 1959. **Silkworm Genetics Illustrated**. Published by japan Society For Promotion of Science. Kena Park. Tokyo, Japan.