

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biologi Ulat Sutera (*Bombyx mori* L)

Menurut Krishnaswami (1973) dalam Samsijah dan Andadari (1995) ada berbagai jenis ulat sutera yang menghasilkan sutera alam. Berdasarkan kebiasaan hidupnya, ulat sutera dibagi dalam dua kelompok, yaitu sutera liar (Wild Silkworm) yang biasanya hidup bebas pada beberapa jenis pohon dan ulat sutera yang biasa dipelihara dalam ruangan dan merupakan penghasil utama sutera.

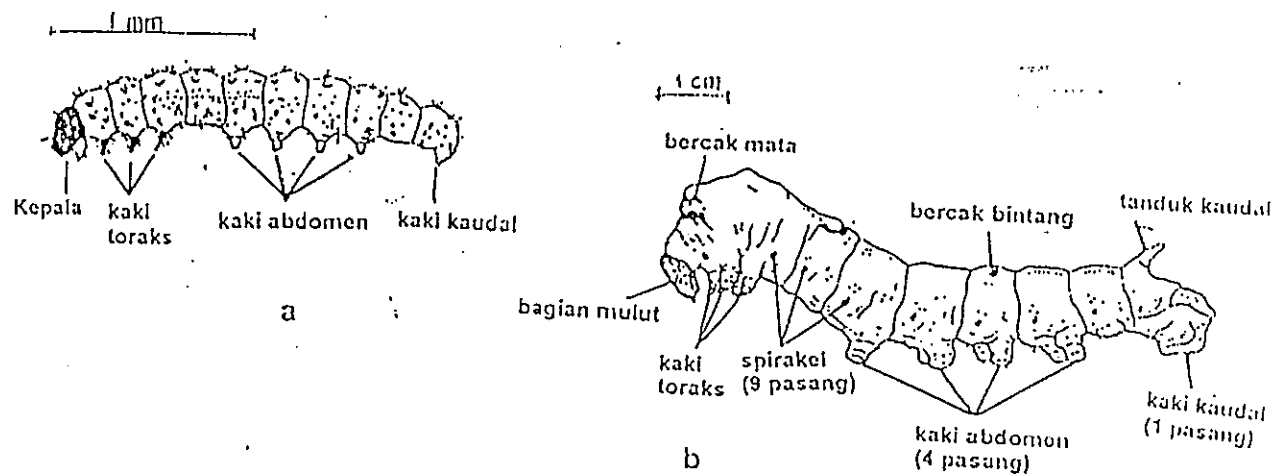
Jenis ulat yang paling banyak dipelihara untuk memproduksi bahan sutera alam ialah *Bombyx mori*. Ulat sutera *Bombyx mori* adalah ulat sutera monofag (monophage) yang hanya makan daun murbei (*Morus sp*) dan ulat tersebut ditemukan di cina 3.000 tahun sebelum Masehi. Nama *Bombyx mori* dapat ditafsirkan dari perkataan *Bombyx* sebagai nama jenis serangga penghasil serat yang termasuk dalam Familia Bombycidae dan perkataan *mori* berasal dari *Morus* (murbei) yang daunnya merupakan bahan makanan ulat sutera (Samsijah dan Andadari,1995).

Sistematika ulat sutera menurut Borror, et al (1992) adalah sebagai berikut:

Phylum : Arthropoda
Class : Insecta
Ordo : Lepidoptera
Famili : Bombycidae
Genus : Bombyx
Spesies : *Bombyx mori* L

Ulat yang baru keluar dari telur berukuran ± 2 mm kehitaman atau coklat gelap dengan kepala besar serta badannya masih tertutup bulu. Pada hari ke 2 tubuhnya menjadi gemuk dengan warna kehijau-hijauan dan kemudian bulunya rontok, sesudah itu ia akan berhenti makan memasuki masa istirahat dan diakhiri dengan pergantian kulit. Sesudah berganti kulit ulat mulai memasuki instar ke 2 dan selanjutnya akan memasuki instar ke 3, 4, dan instar ke 5 (Samsijah dan Andadari, 1995).

Penampakan ulat sutera sejak baru menetas sampai menjadi larva dewasa sangat berbeda terutama pada beratnya. Larva dewasa dapat mencapai 10.000 kali lebih berat dari larva yang baru menetas (Soo-Ho Lim, et al, 1990).



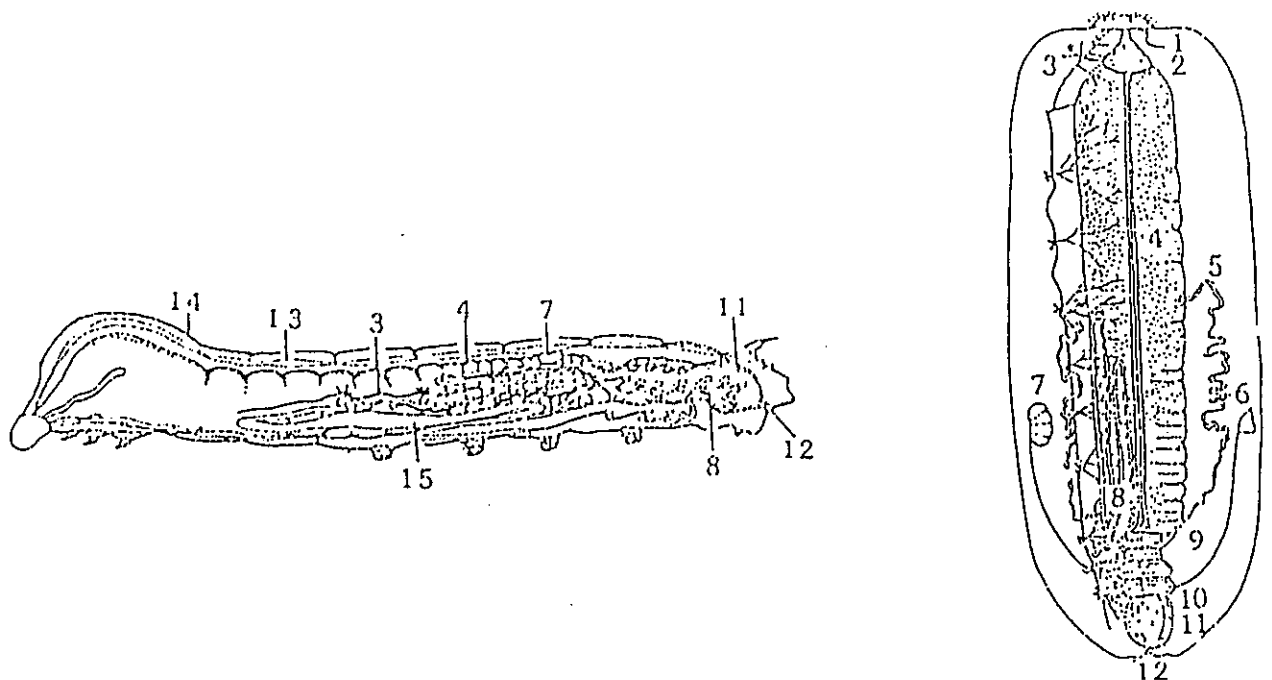
Gambar 1. Ulat Sutera (*Bombyx mori* L)

- a. Larva yang baru menetas dengan ukuran ± 2 mm
- b. Larva instar ke-5 ukuran $\pm 7 - 8$ cm

Warna kepala ulat sutera yang baru menetas berwarna hitam dan selama instar pertama menjadi coklat. Thoraks, terdiri dari 3 segmen yang disebut Prothoraks, Mesothorak dan Metathorak. Pada sisi-sisi ventral masing-masing segmen terdapat sepasang kaki. Abdomen terdiri dari 9 segmen (3 segmen terakhir dibentuk oleh segmen yang bergabung), 9 pasang spirakel, 4 pasang kaki abdomen (abdominal legs), sepasang kaki caudal (caudal legs), dan 1 tanduk kaudal (caudal horn). Kulit tubuh larva ditutupi oleh kulit yang berfungsi sebagai pelindung dan pendukung impermeabilitas kulit (Soo-Ho Lim, et al, 1990).

Organ internal dari ulat sutera terdiri dari:

1. Saluran pencernaan yang merupakan organ yang paling besar, mulai dari bagian anterior sampai posterior dari tubuh. Bagian ini terbagi menjadi 3 bagian: stomodeum/*foregut* (usus bagian depan), mesenteron/*midgut* (usus tengah), proctodeum/*hindgut* (usus bagian belakang).
2. Organ sirkulasi, organ ini berdiferensiasi menjadi bagian anterior (pada bagian dada) yang disebut aorta dan bagian posterior (bagian perut) yang disebut dengan jantung.
3. Sistem pernafasan pada ulat sutera yang diperlihatkan dengan adanya suatu pembuluh yang disebut dengan trakea yang dibantu oleh 9 pasang spirakel.
4. Saluran ekskresi, sistem neuron dan organ-organ perasa (Gambar 2).

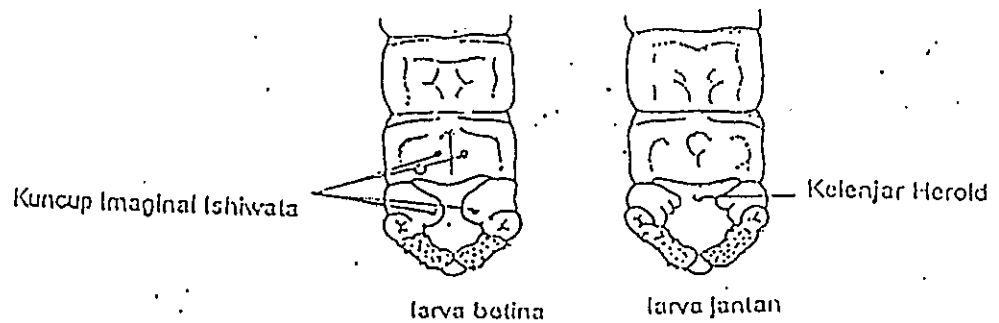


Gambar 2. Organ Internal Ulat Sutera (*Bombyx mori* L)

Keterangan :

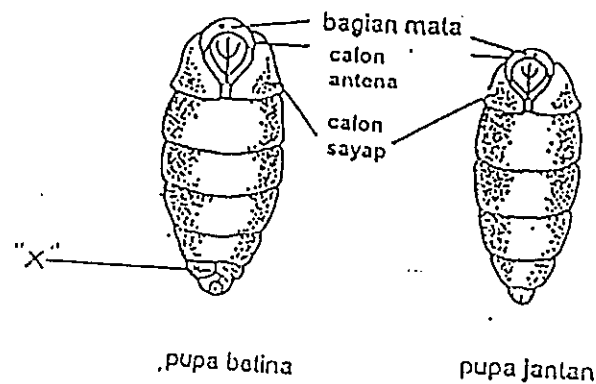
- | | | |
|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1. Kelenjar saliva | 6. Ovarium | 11. Rectum |
| 2. Oesophagus | 7. Gonad | 12. Anus |
| 3. Trakea | 8. Tabung malphigi | 13. Saluran dorsal |
| 4. Usus tengah | 9. Usus kecil | 14. Kulit |
| 5. Kelenjar sutera | 10. Colon | 15. Kelenjar sutera |

Pada tahap larva dapat dibedakan hewan jantan dan hewan betina dengan melihat bagian abdominal, yaitu pada larva betina terdapat sepasang bintik pada segmen ke-11 dan segmen ke-12 yang disebut kuncup imaginal ishiwata. Sedangkan pada larva jantan hanya terdapat sebuah bintik pada perbatasan segmen ke-11 dan segmen ke-12 yang disebut kelenjar herold (Soo-Ho Lim, et al, 1990). (Gambar 3)



Gambar 3. Perbedaan larva jantan dan larva betina dari *Bombyx mori* L.

Pada tahap pupa, perbedaan antara pupa jantan dan pupa betina adalah adanya bangunan berbentuk x ditengah segmen ke-8 pada pupa betina sedangkan pada pupa jantan tidak ditemukan bangunan tersebut (Soo-Ho Lim, et al, 1990). (Gambar 4)



Gambar 4. Perbedaan Pupa Jantan dan Pupa Betina dari *Bombyx mori* L

2.2. Siklus hidup *Bombyx mori* L

Ulat sutera (*Bombyx mori* L) termasuk serangga yang selama hidupnya mengalami metamorfosa sempurna yaitu dimulai dari telur, ulat (larva), pupa dan imago (ngengat). Pada stadium larva ada beberapa tahap, yaitu : instar I, instar II, instar III, instar IV dan instar V. Katsuma (1964) memberikan batasan waktu tahapan instar ini sebagai berikut :

- ~ Instar I lama : 2 hari 13 jam, dihitung saat telur menetas sampai istirahat I.
- ~ Instar II lama : 2 hari 2 jam, dihitung setelah istirahat 20 jam pada instar I.
- ~ Instar III lama : 2 hari 14 jam, dihitung setelah istirahat II (20 jam).
- ~ Instar IV lama : 3 hari 16 jam, dihitung setelah istirahat III (24 jam).

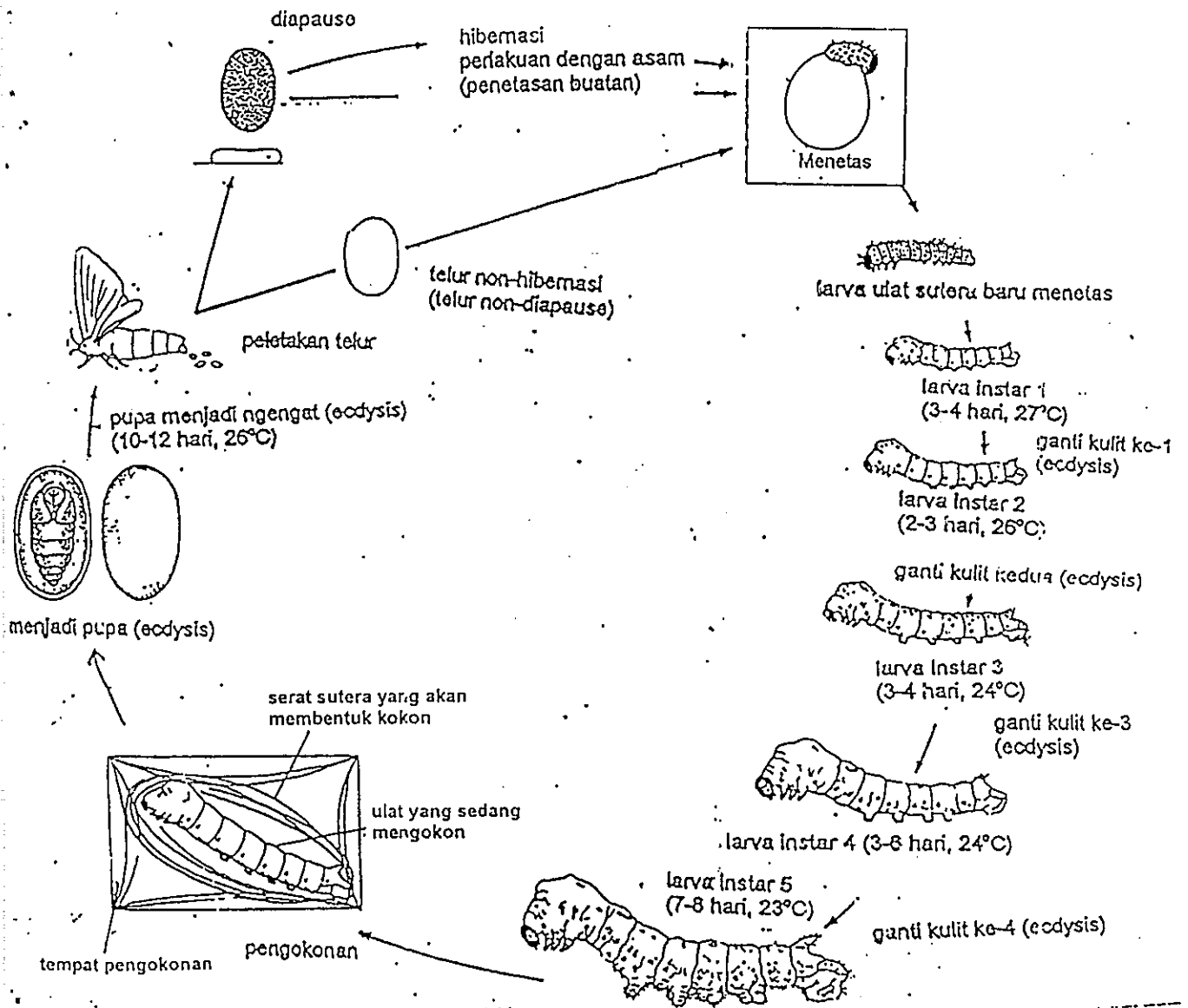
~Instar V lama : 8 hari 5 jam, dihitung setelah istirahat lamanya 1 hari 13 jam, pada tahap ini ditandai dengan ulat mulai tidak mau makan.

Dengan demikian proses sejak telur menetas hingga larva atau ulat membentuk kokon memerlukan waktu 21-22 hari dan selama itu ulat membutuhkan makanan berupa daun murbei, sedangkan untuk mengokon memerlukan waktu sekitar 6-7 hari.

Ulat sutera tergolong endopterygota yaitu serangga yang perkembangan sayapnya terjadi di dalam badan. Fase pradewasa berbeda dengan fase dewasa baik dalam bentuk, perilaku, maupun makanannya. Peralihan dari satu instar ke instar lainnya ditandai dengan berhentinya makan, tidur, dan terjadinya pergantian kulit, pada akhir instar akan membuat kokon. Di dalam kokon, larva akan berubah menjadi pupa dan setelah jadi ngengat ia akan keluar dari kokon dan siap untuk melakukan perkawinan dan bertelur. (Gambar 5)

Umur tiap-tiap instar tidak sama. Biasanya yang terpendek ialah instar kedua kemudian pertama, ketiga, keempat dan kelima. Masa istirahat lebih kurang sehari tetapi inipun tidak sama, yang terpendek adalah masa istirahat instar kedua, kemudian instar pertama, ketiga dan keempat.

Lamanya periode hidup mulai saat baru menetas sampai masa membuat kokon lebih kurang satu bulan, tetapi hal ini dipengaruhi oleh iklim dan temperatur. Selama jangka waktu tersebut pertumbuhan ulat sutera begitu pesat sehingga bila dibandingkan berat ulat pada saat sehari sebelum mengokon lebih kurang 10.000 kali berat ulat yang baru menetas (Samsijah dan Andadari, 1995)



Gambar 5. Siklus hidup *Bombyx mori* L

2.3. Kokon

Kokon merupakan hasil terakhir pada pemeliharaan ulat sutera dan kualitas kokon ditentukan oleh sifat keturunan dari jenis ulat, keadaan lingkungan pada saat ulat membentuk kokon dan alat pengokonan yang digunakan (Samsijah dan Andadari, 1992). Syarat-syarat kokon yang baik adalah:

1. Sehat (tidak cacat).
2. Bersih (putih bersih, kuning bersih atau warna-warna lainnya lagi).
3. Bagian dalamnya (pupa) tidak rusak atau hancur.
4. Bagian kulit kokonnya (lapisan serat-serat sutera) keras (ditandai bila ditekan sedikit keras).
5. Cara pengeringan dengan menggunakan oven sehingga pembunuhan pupa di dalamnya kalau sudah dikeringkan memenuhi syarat pemintalan sehingga waktu dipintal tidak mengalami kesukaran.

Sedangkan kokon yang berkualitas rendah (buruk) dapat dibagi menjadi beberapa contoh, yaitu:

1. Kokon rangkap (kokon kembar, double cocoons)

Yaitu kokon yang isi pupanya dua ekor atau lebih. Kokon rangkap ini besar, bagian kulitnya tebal dan bagian luarnya kelihatan tidak teratur serta berkerut-kerut. Banyaknya kokon rangkap ini tergantung jenis ulat dan proses pengokonan, jika alat-alat pengokonan kurang yang berarti cara pengokonannya terlalu rapat atau ulat-ulat terlalu matang, maka kokon rangkap itu akan lebih banyak.

2. Kokon berlubang (Perforated cocoons)

Disebabkan oleh jenis ulatnya sendiri atau biasanya oleh sebangsa lalat (*Trycholyga fly*) yang pada waktu mengokon ulatnya membuat lubang pada kulit kokon.

3. Kokon-kokon kotor dalam (Inside soiled cocoons)

Disebabkan oleh ulat-ulat yang mati di dalamnya dan oleh karena waktu pemungutan kokon-kokon itu terlalu cepat.

4. Kokon-kokon kotor luar (Outside soiled cocoons)

Disebabkan oleh kotoran-kotoran yang jatuh dari ulat-ulat lain, atau kotoran dari ulat-ulat yang mati, kokon yang tercampur dan mengotori kokon-kokon yang tadinya bersih dan baik.

5. Kokon-kokon ujung tipis (Thin end cocoons)

Disebabkan oleh jenis ulatnya, atau karena telur-telur selama inkubasi suhunya terlalu tinggi, selama pemeliharaan terlalu rendah dan basah atau selama pengokonan suhu rendah tapi kering.

6. Kokon-kokon kulit tipis (Thin shell cocoons)

Banyak dijumpai apabila keadaan pemeliharaan kurang baik.

7. Kokon berbulu (Flossy cocoons)

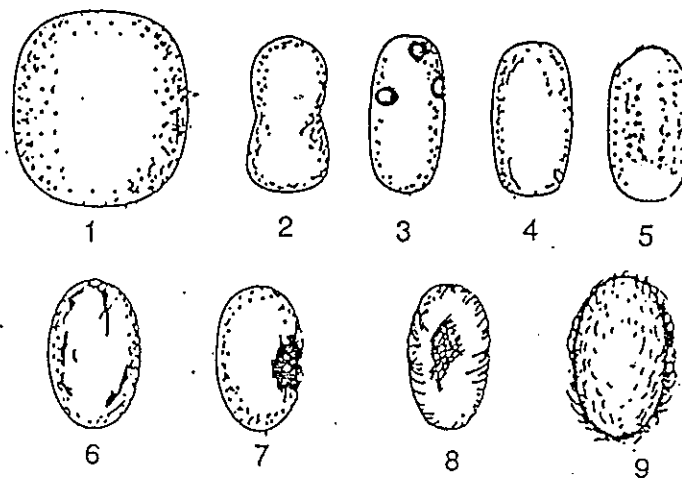
Kokon ini besar-besar dan berkerut-kerut serta banyak bulu. Disebabkan suhu tinggi dan udara kering pada waktu ulat mengokon, tetapi kebanyakan karena jenis ulatnya.

8. Kokon kulit berlapis (Double layered cocoons)

Kokon ini mempunyai dua atau tiga kulit. Biasanya terjadi karena pada waktu pengokonan ada perubahan suhu dan kelembaban secara mendadak, atau karena kena cahaya matahari langsung, dapat pula karena jenis ulatnya.

9. Kokon berlekuk (Thin middle cocoons)

Bagian tengahnya berlekuk disebabkan oleh bibit ulatnya, suhu inkubasi terlalu tinggi, ulat belum cukup matang pada waktu dipindahkan dan keadaan waktu pengokonan panas dan basah (Samsijah, 1992) (Gambar 6).



Gambar 6. Kokon-kokon Ulat Sutera (*Bombyx mori* L) Bermutu Jelek

Keterangan :

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| 1. Kokon kembar | 6. Kokon kotor luar |
| 2. Kokon berlekuk | 7. Kokon kotor dalam |
| 3. Kokon berlubang | 8. Kokon berlapis |
| 4. Kokon berkulit tipis | 9. Kokon berbulu |
| 5. Kokon ujung tipis | |

(Anonim, 1995)

Ulat sutera mempunyai sepasang kelenjar sutera (Silk gland) yang berbentuk pipa melingkar-lingkar didalam tubuhnya yang berperan dalam pembentukan kokon. Kelenjar sutera ini terbagi menjadi tiga bagian yaitu bagian

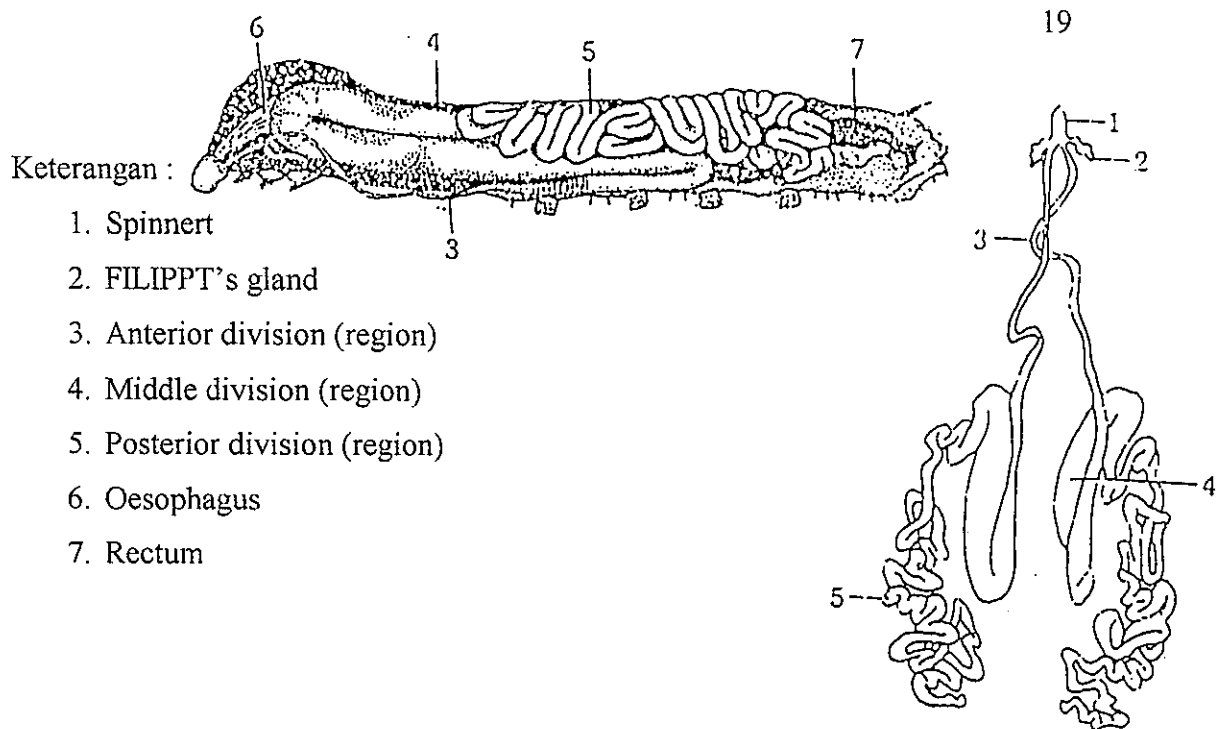
belakang yang terletak dibagian belakang, kecil dan berbelit-belit, bagian tengah yang membesar dan biasanya berbentuk huruf S serta bagian depan yang mengecil dan menjadi halus sekali. Didekat kepala, kedua kelenjar sutera tersebut bergabung menjadi satu dan menembus keluar dibagian bawah mulut yang disebut Spinneret. Pada tempat kedua kelenjar sutera tersebut bergabung menjadi sepasang kelenjar yang disebut kelenjar FILIPPT's gland dan disebelah mukanya terdapat otot-otot yang kuat (Samsijah dan Andadari, 1992).

Bagian belakang kelenjar sutera menghasilkan protein yang disebut fibroin, sedangkan bagian tengah menghasilkan protein seperti pasta yang disebut serisin sebagai pembungkus dan merupakan bahan perekat diantara lembaran serat-serat sutera dengan yang lainnya. Pada jenis-jenis ulat sutera yang kokonnya berwarna, dibagian tengah ini biasanya zat warna dibentuk bersama-sama serisin. Fibroin ditampung dibagian tengah dan secara berangsur-angsur diubah menjadi cairan sutera atau gelatin untuk selanjutnya diteruskan ke kelenjar bagian depan untuk diubah menjadi jelly. Bila bahan sutera tersebut sudah penuh mengisi kelenjar sutera maka secara berangsur-angsur dialirkan ke spinneret, kemudian dikeluarkan bahan sutera dari tubuhnya dan mulai membentuk kokon. Tetesan pertama akan diletakan pada sesuatu benda, kemudian diulurlah serat sutera yang halus, sambil memutar-mutarkan kepala dan bagian depan tubuhnya. Apabila pada tetesan pertama tidak ada tempat untuk melekatkannya maka bahan sutera yang berharga tersebut akan ditumpahkan seperti ludah dan tidak akan menjadi serat-serat sutera yang tergulung rapi.

Ditinjau dari susunan kimianya, sutera alam tersusun dari dua protein hewan, pertama disebut fibroin dengan susunan kimianya $C_{12}H_{26}N_5O_6$ adalah bagian dalam dari serat sutera yang merupakan inti dari tiap lembar serat, meliputi lebih kurang 75% bagian dari berat sutera dan tidak larut dalam air panas. Kedua disebut serisin dengan susunan kimianya $C_{15}H_{23}N_5O_8$ ialah lapisan luar dari serat-serat sutera yang merupakan perekat dan menempelkan lembaran-lembaran serat dengan yang lain, meliputi kurang lebih 25% berat serat dan mudah larut dalam air panas (Samsijah dan Andadari, 1992). Kelenjar sutera merupakan organ kedua yang terbesar dalam tubuh ulat sutera.

Pada larva yang telah tumbuh dengan sempurna, kelenjar ini menempati sebagian besar bagian ventro--Lateral dari tubuh. Kelenjar ini terbagi menjadi 3 bagian yang disebut :

1. Kelenjar sutera posterior (saluran sekresi) memiliki panjang 14–15 cm dan lebar 1,5 mm; kelenjar ini membentuk sejumlah lapisan di sekeliling bagian posterior dari usus tengah. Bagian posterior dari kelenjar sutera ini mensintesa serat-serat sutera.
2. Kelenjar sutera bagian tengah (penyimpanan) terletak pada bagian anterior dari usus tengah; panjang 5cm dan lebar 0,3cm. Dalam kelenjar sutera bagian tengah, serisin semacam protein sutera disekresikan kedalam kelenjar lumen.
3. Kelenjar sutera bagian anterior (saluran ekskresi) merupakan suatu saluran yang tipis dan mempunyai peranan yang penting dalam penggulungan protein sutera (Gambar7).



Gambar 7. Kelenjar Sutera (Samsijah, 1992)

2.4. Kandungan Gizi Susu Kental Manis

Susu kental manis bergizi tinggi dan mengandung vitamin A, B1, dan B3. Dapat diminum ataupun dicampur dengan makanan atau minuman lain dan sangat baik untuk pelengkap gizi. Nilai gizi per 100 g susu, adalah :

Vegetabel Fat	:	3 g
Protein	:	7 g
Karbohidrat	:	56,4 g
Mineral	:	1,6 g
Vitamin A	:	1667 iu
Vitamin B1	:	0,7 mg
Vitamin D3	:	100 iu
Komposisi	:	Susu sapi segar, susu bubuk skin, lemak nabati, gula dan vitamin.

2.5. *Morus spp*

Menurut Tjitrosoepomo (1991) sistematika murbei adalah sebagai berikut :

Divisio : Spermatophyta
 Sub Divisio : Angiospermae
 Class : Dicotyledonae
 Ordo : Urticales
 Famili : Moraceae
 Genus : *Morus*
 Species : *Morus spp*

Tanaman murbei berbentuk perdu yang tingginya sekitar 5m - 6m. Tanaman murbei dapat juga berbentuk pohon yang tingginya mencapai 20m - 25m, bahkan untuk species *Morus macroura* dapat mencapai tinggi sekitar 35m.

Batang tanaman murbei memiliki warna yang bermacam-macam, tergantung pada jenisnya yaitu hijau, hijau kecoklatan dan hijau agak kelabu. Tanaman murbei memiliki percabangan banyak yang arahnya dapat tegak, mendatar, dan menggantung. Tanaman murbei berdaun tunggal dan terletak pada cabang spiral. Tulang daun sebelah bawah tampak jelas, bentuk dan ukuran daun bermacam-macam tergantung pada jenis atau varietasnya yaitu berbentuk oval, agak bulat bercangap, berlekuk, dan tidak berlekuk. Tepi daun bergerigi dan ujung daun meruncing atau membulat. Sedangkan permukaan daun ada yang halus mengkilap, agak kasap dan kasap.

Bunga murbei mempunyai tipe kelamin berumah satu (monoecious) atau berumah dua (dioecious). Tanaman memiliki bunga jantan dan bunga betina yang

masing-masing tersusun dalam untaian yang terpisah satu sama lain (Sunanto, 1997).

Tanaman murbei dapat tumbuh subur di daerah-daerah yang memiliki curah hujan antara 635mm - 2.500mm pertahun. Suhu optimal untuk pertumbuhan murbei adalah antara 23,9°C dan 26,6°C. Tetapi, umumnya tanaman murbei dapat tumbuh dengan baik dengan suhu minimum 13°C dan suhu maksimum 38°C.

Tanaman murbei memiliki banyak jenis, antara lain; *Morus alba*, *Morus multicaulis*, *Morus nigra*, *Morus macroura*, *Morus cathayana*, *Morus indica*, *Morus kanva*, *Morus khunpai*, *Morus husan* dan *Morus lembang* (Sunanto, 1997).

Jenis murbei yang dianjurkan untuk dikembangkan adalah *Morus cathayana*, *Morus multicaulis*, *Morus alba var Kanva-2*, dan *Morus alba var Kokusho 21*. Budidaya tanaman murbei meliputi penanaman, pemangkasan, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit serta pemanenan daun (Andadari dan Kaomini, 1998).

Dalam pemeliharaan ulat sutera diperlukan daun-daun murbei yang masih segar sedangkan daun-daun yang telah layu atau kering tidak dapat digunakan untuk bahan pakan ulat sutera karena ulat akan sedikit memakan daun sehingga pertumbuhannya terhambat. Selain kualitas daun murbei, umur daun dan tempat tumbuh murbei juga dapat mempunyai efek karakteristik terhadap jumlah daun yang dimakan (Legay, 1958 dalam Lubis, 1994).

Ulat-ulat kecil (muda) perlu diberikan daun muda yang lunak, kaya akan kandungan air, protein, karbohidrat dan zat-zat mineral lain, untuk memudahkan dalam pencernaan. Untuk ulat dewasa terutama ulat instar ke-5 dibutuhkan daun

murbei dengan kadar air yang lebih sedikit tetapi kadar proteinnya tinggi karena ulat-ulat dewasa memerlukan sedikit air dengan protein tinggi untuk pembentukan serat sutera (Samsijah dan Kusumaputra, 1978).