

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman *Solanum mammosum* L.

Solanum merupakan anggota Solanaceae yang dikenal sebagai kelompok terong-terongan (Tjitrosoepomo, 1996). Solanaceae (terong-terongan) merupakan suku yang mempunyai jumlah jenis yang relatif besar. Di antara marga Solanaceae, *Solanum* mempunyai jumlah jenis yang paling banyak. Menurut Becker (1995), ada sekitar 1700 jenis *Solanum* yang tergolong marga Solanaceae. Banyak di antara anggota Solanaceae mempunyai arti penting. Salah satu di antaranya adalah penghasil alkaloid yang berguna sebagai bahan obat-obatan. *Solanum* banyak tersebar di daerah-daerah tropika dan subtropika pada ketinggian 2000-3000 meter di atas permukaan laut (Steenis, 1975).

Solanum mammosum L. lebih dikenal dengan nama daerah terong susu, merupakan satu jenis dari marga *Solanum* yang berasal dari Amerika dan banyak tumbuh di daerah tropi. Tanaman ini banyak ditanam sebagai tanaman hias, bersifat liar dan tumbuh di ladang-ladang, tepi jalan, dan pinggir sungai (Steenis, 1975).

A.1. Morfologi

Menurut Steenis (1992), morfologi dari tumbuhan *Solanum mammosum* L. berupa herba tegak, sering dengan pangkal berkayu, tinggi 0,7-11,5 meter; bagian-bagian yang hijau ditempati penuh dengan rambut biasa dan rambut kelenjar. Batang

bulat dengan duri tempel yang banyak dan berwarna kuning jerami. Daun berwarna hijau mencolok dengan duri tempel yang tersebar; keliling helaian daun lebar bulat telur berbentuk lingkaran dengan pangkal yang lebar, sedikit banyak berlekuk menjari, di samping itu ada yang bergigi kasar. Bunga dalam cabang berseling yang duduk, terdiri dari 2 baris, dengan jumlah bunga 5-8; bunga yang berada di atas kadang-kadang jantan; tangkai bunga 8-15 mm, berduri tempel tetapi kadang tidak terletak di bawah buah yang memanjang dan menebal; kelopak 5-7 mm tingginya, berwarna ungu cerah dengan pangkal pucat dan garis di tengah. Kepala sari berwarna kuning belerang; bakal buah pada pangkal dengan 5 tonjolan; buah buni duduk pada kelopak yang membesar sampai 8 cm panjangnya dengan tonjolan bentuk puding pada pangkalnya, biji pipih dan berwarna coklat (Gambar 1A).

Menurut Backer (1969), kedudukan taksonomi dari *Solanum mammosum* L. adalah sebagai berikut :

Divisio : Spermatophyta
Sub divisio : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Solanales
Famili : Solanaceae
Genus : *Solanum*
Spesies : *Solanum mammosum* L.



A

B

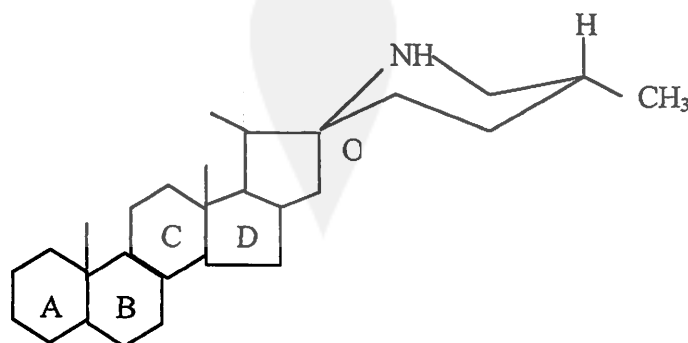
Gambar 1. (A). Habitus tanaman dan Buah *Solanum mammosum* L. (B). Bunga *Solanum mammosum* L. (Sumber : <http://www.sci.kun.ni..bgard>)

A.2. Kandungan Kimia *Solanum mammosum* L.

Banyak jenis dari Solanaceae mengandung alkaloid steroid yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produksi obat-obatan steroid (Mann,1978). Alkaloid pada *Solanum* dapat dianggap sebagai turunan dari beberapa asam amino yang analog dengan kriptogenin. Jenis *Solanum mammosum* L. mengandung senyawa golongan alkaloid steroid yaitu solasodin sebesar 1,2 % berat kering dalam buah (Tarigan, 1980). Menurut Heffmann (1965), selain solasodin, alkaloid yang terkandung pada genus *Solanum* yaitu tomatidin, solasonin, dan solanidin.

Senyawa glikoalkaloid yang terkandung pada tanaman *Solanum* dikenal sebagai solasoni yang terdapat dalam bentuk glikosida. Glikosida jika dihidrolisis dengan asam akan terurai menjadi solasodin sebagai aglikonnya dan beberapa macam gula sebagai glikonnya (Setii dan Chaterjee, 1969). Glikoalkaloid yang terdapat dalam buah *Solanum* dapat berbentuk solasoni, solamargin, dan solakhasianin. Semua ini mempunyai solasodin sebagai aglikonnya dan perbedaan terletak pada molekul gulanya (Oei, 1984).

Menurut Oei (1984), solasodin merupakan analog nitrogen diosgenin artinya molekul yang sama seperti diosgenin hanya satu atom oksigen spiroketal pada cincin F diganti dengan atom nitrogen. Adanya atom nitrogen dalam molekul itu maka solasodin digolongkan pada alkaloid steroid (Gambar 2). Sifat kimia dari solasodin yaitu bersifat basa lemah dan mengikat satu molekul H_2O sebagai monohidrat. Sifat kelarutannya yaitu mudah larut dalam alkohol, metanol, aseton, kurang larut dalam air dan tidak larut dalam eter. Sifat fisika dari solasodin yaitu berbentuk kristal heksagonal, berbau, tidak berwarna, mempunyai titik leleh $200-202^{\circ} C$ (Henry, 1949).

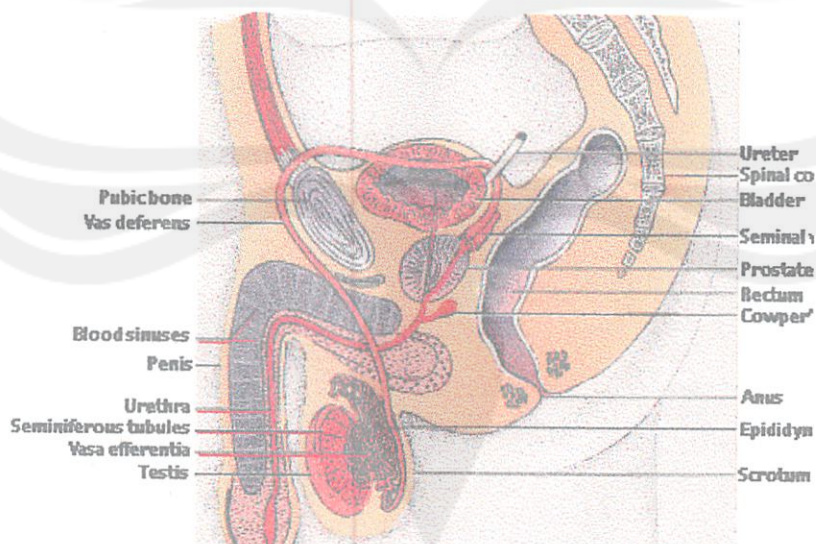


Gambar 2. Struktur molekul solasodin (Sumber : Tarigan, 1980)

B. Sistem Reproduksi Mamalia Jantan

Salah satu sifat universal makhluk hidup adalah fungsi reproduksi. Reproduksi atau sering disebut dengan berkembang biak merupakan proses menurunkan keturunan yang bertujuan untuk mempertahankan kehadiran jenisnya di alam agar tidak mengalami kepunahan (Yatim, 1990a).

Sistem reproduksi mamalia jantan umumnya berupa sepasang gonad yang berupa testis, sepasang saluran dari testis dengan kelenjar-kelenjar tambahan untuk kehidupan spermatozoa dan penis, untuk alat kopulasi. Pernyataan di atas didukung oleh Junquera dan Carneiro (1988), bahwa sistem reproduksi mamalia jantan pada umumnya terdiri atas testis, duktus genitalis, kelenjar-kelenjar tambahan, dan penis (Gambar 3).



Gambar 3. Sistem Reproduksi Mamalia Jantan.
(Sumber : <http://www.ultranet.com/~jkimball/Biologypages>)

B. 1. Struktur dan Fungsi Testis

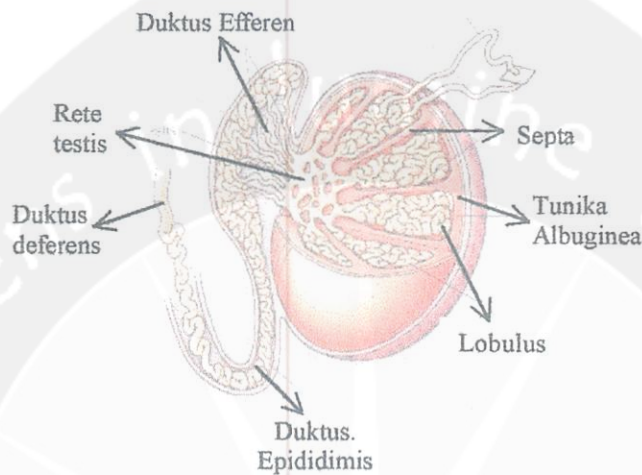
Testis merupakan kelenjar yang berfungsi ganda yaitu bersifat eksokrin dan endokrin. Secara fungsional, fungsi eksokrin testis adalah menghasilkan sel kelamin (gamet) jantan yang disebut spermatozoa, sehingga testis dianggap pula sebagai kelenjar sitogenik. Testis juga bersifat endokrin karena dapat menghasilkan sekret internal berupa hormon yang dilepaskan oleh sel-sel khusus (Leeson *et al.*, 1990).

Menurut Leeson *et al.*, (1990), pada kebanyakan mamalia dewasa, testis terletak di dalam suatu kantong kulit yang disebut skrotum. Testis terbungkus oleh 3 lapisan yaitu tunika vaginalis, tunika albuginea, dan tunika vaskulosa. Di bagian dalam testis terbagi menjadi ruangan-ruangan berbentuk piramid yang disebut lobuli testis. Masing-masing lobuli testis itu dipisahkan oleh sekat yang disebut septula testis. Di dalam lobulus testis terdapat sejumlah saluran yang sangat panjang, berkelok-kelok, dan membentuk anastomose. Saluran itu dinamakan tubulus seminiferus (Gambar 4).

Tubulus seminiferus dibungkus oleh stroma ikat longgar yang banyak mengandung pembuluh darah dan pembuluh limfa, saraf serta beberapa jenis sel terutama sel-sel interstitial Leydig. Sel-sel interstitial berperan penting karena fungsi endokrinnya (Sagi,1994).

Tubulus seminiferus dibatasi oleh suatu epitel germinal kompleks yang disebut dengan epitel seminiferus. Epitel seminiferus itu terletak di atas lamina basal yang tipis dan sama sekali tidak berpembuluh. Epitel seminiferus terdiri dari 2 kategori sel

yang berbeda yaitu sel benih kelamin jantan (sel spermatogenik) dan sel-sel sustentakuler Sertoli sebagai sel penyolong dan nutrisi. Sel-sel spermatogenik



Gambar 4. Diagram skematik penampang longitudinal sistem saluran genital mamalia jantan (Sumber : Seeley, *et al.*, 2000).

menjadi bagian terbesar dari lapisan epitel seminiferus. Melalui proses proliferasi dan diferensiasi yang komplek, sel-sel spermatogenik akan mengalami perubahan menjadi spermatozoa yang tidak lain merupakan sel gamet jantan (Leeson *et al.*, 1990).

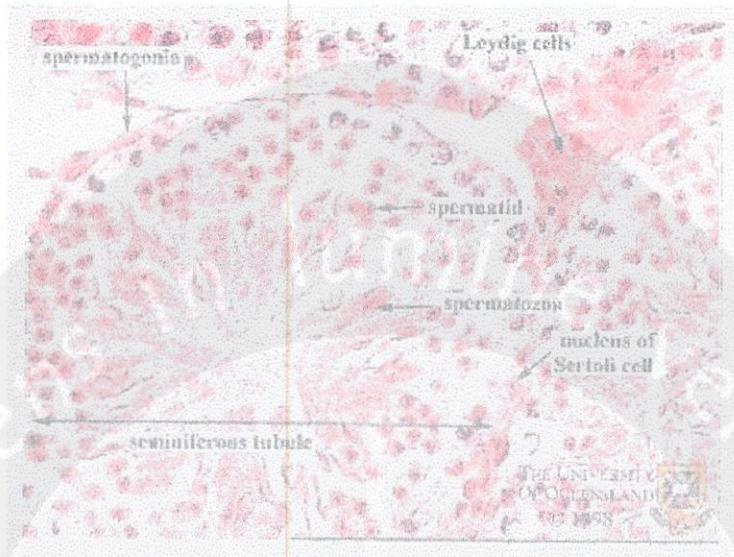
Lebih lanjut Leeson *et al.* (1990), menjelaskan bahwa tubulus seminiferus akan melanjutkan diri ke saluran yang pendek dan lurus yang disebut tubulus rektus. Selanjutnya dari tubulus rektus akan bergabung menjadi tubulu rete. Tubulus rete ini merupakan tempat perlekatan antara testis dengan pembungkusnya dan merupakan tempat keluarnya saluran dari testis yang disebut vasa efferentia. Dari vasa efferentia akan melanjutkan diri ke saluran yang disebut epididimis dan vas deferen.

Testis sebagai organ kelamin primer mempunyai dua fungsi yaitu: (1) menghasilkan spermatozoa atau sel-sel kelamin jantan dan (2) mensekresikan hormon kelamin jantan, yaitu testosteron. Spermatozoa dihasilkan di dalam tubulus seminiferus atas pengaruh FSH (*Follicle Stimulating Hormone*), sedangkan testosteron diproduksi oleh sel Leydig atas pengaruh LH (*Luteinizing Hormone*) atau ICSH (*Interstitial Cell Stimulating Hormone*). Jaringan testikuler mempunyai aktivitas reproduksi sel-sel kelamin jantan yang luar biasa (Toelihere, 1985).

B. 2. Spermatogenesis

Spermatogenesis adalah rangkaian proses sitogenesis yang bertujuan untuk menghasilkan sel gamet jantan (spermatozoa) dari sel primordium sehingga mampu untuk membuahi sel gamet betina (ovum). Pada beberapa mamalia, spermatogenesis berlangsung terus sepanjang masa kematangan seksualnya (Yatim, 1990a).

Menurut Yatim (1990a), spermatogenesis pada tikus membutuhkan waktu 54 hari untuk menyelesaikan satu siklus penuh, dengan masing-masing tahapan yang dapat diidentifikasi dengan jelas, yaitu mulai dari spermatogonia tipe A hingga terbentuk spermatozoa yang masak baik secara morfologi maupun fisiologi. Menurut Leeson *et al.* (1990), selama proses spermatogenesis, sel-sel itu berkembang secara progresif dari daerah basal tubulus ke arah lumen dan yang paling dekat dengan lumen akan berubah menjadi spermatozoa dan melepaskan diri dari epitel seminiferus sehingga terletak bebas di lumen (Gambar 5.)



Gambar 5. Penampang Lintang Tubulus Seminiferus Tikus
(Sumber : <http://www.ultranet.com/~jkimball/biologypages>)

Menurut Turner dan Bagnara (1988) serta Carlson (1981), proses spermatogenesis dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu: (1) perbanyakan sel (proliferasi) secara mitosis, (2) pembentukan sel-sel haploid dengan reduksi jumlah kromosom secara meiosis, dan (3) spermiogenesis atau diferensiasi seluler sel spermatogenik menjadi spermatozoa.

Ketika individu jantan mulai dewasa, sebagian spermatogonia mengalami proses penggandaan (replikasi) DNA sebelum melakukan pembelahan meiosis, sehingga terdeferensiasi menjadi sel spermatosit primer ini dinamakan proses *spermatositogenesis* (Winarni, 1996). Selanjutnya spermatosit primer mengalami pembelahan meiosis I sehingga jumlah kromosomnya berkurang setengahnya menjadi kromosom haploid. Sewaktu proses ini berlangsung, sel-sel anakan yang

dinamakan sel spermatosit sekunder berada semakin menjauhi lamina basal (Carlson,1981).

Menurut Leeson *et al.*, (1990), sel-sel spermatosit sekunder akan melanjutkan pembelahan meiosis II segera setelah pembentukannya, sehingga sel-sel ini jarang dapat dijumpai. Hasil pembelahan itu adalah spermatid yang letaknya berada dekat dengan lumen tubulus seminiferus.

Selanjutnya terjadi pembelahan lagi. Tiap-tiap spermatid akan langsung menempel pada permukaan sel Sertoli untuk jangka waktu yang relatif lama. Pada lingkungan ini spermatid akan mengalami diferensiasi yang sangat kompleks menjadi spermatozoa. Proses deferensiasi ini dinamakan *spermiogenesis*. Spermatozoa akan lepas hubungannya yang erat dengan sel Sertoli melalui proses *spermiasi*. Setelah memasuki lumen tubulus seminiferus, spermatozoa akan dicurahkan ke luar testis oleh duktus efferentia ke dalam epididimis (Turner dan Bagnara, 1988).

Menurut Leeson *et al.* (1990), setelah proses spermiogenesis selesai, spermatozoa mengalami *spermiasi* dan masuk ke dalam lumen tubulus seminiferus. Pada saat itu spermatozoa secara morfologi sudah matang tetapi secara fungsional belum matang karena masih belum mampu bergerak sehingga terbatas kemampuannya membuahi sel telur. Setelah melewati epididimis, spermatozoa menjadi aktif bergerak dan memperoleh kemampuan untuk membuahi sel telur.

Lebih lanjut Turner dan Bagnara (1988), menjelaskan bahwa pada individu jantan yang belum dewasa, tubuli seminiferinya mampat dan hanya mengandung spermatogonia serta sel-sel primordial yang belum terdeferensiasi. Namun setelah

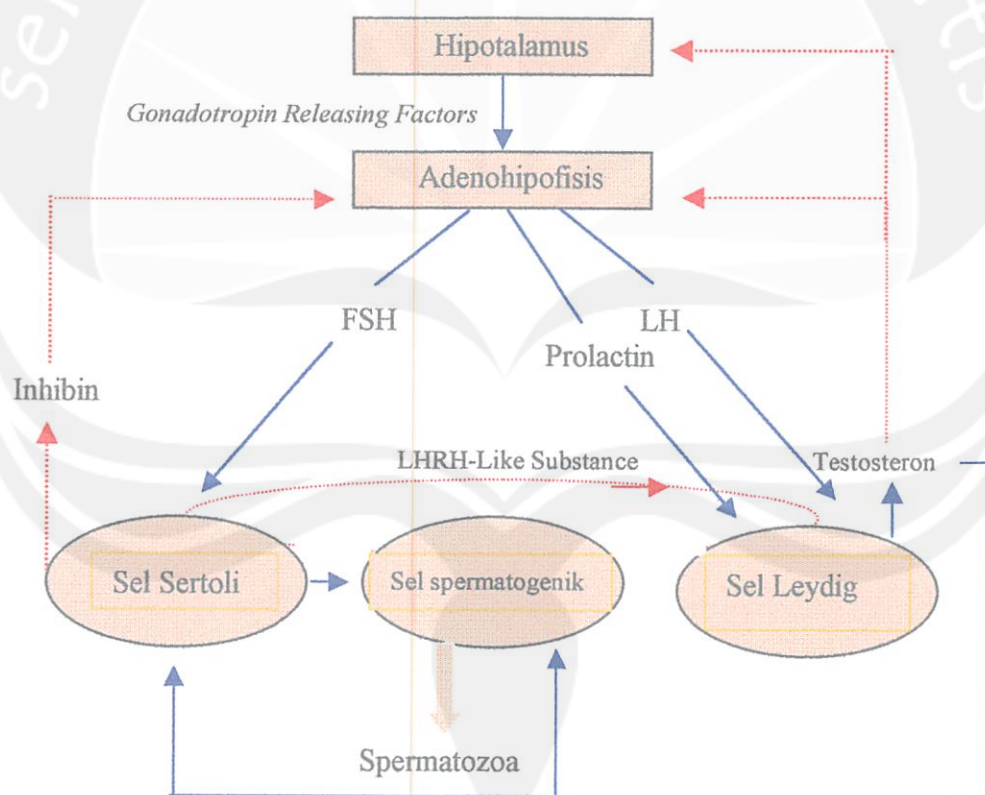
dewasa, tubulus menjadi berlumen dan epitel seminiferus akan banyak mengandung sel-sel spermatogenik dalam berbagai tingkat perkembangan.

Yatim (1990a), menjelaskan bahwa indikator terganggunya proses spermatogenesis adalah terjadi perubahan jumlah anggota asosiasi spermatogenik dalam potongan melintang tubulus seminiferus pada tahap tertentu. Jumlah spermatisit merupakan petunjuk meiosis. Jumlah spermatisid sebagai indikator proses spermatogenesis. Jumlah total sel spermatogenik merupakan indikator proses spermatogenesis secara keseluruhan. Menurut Syarifudin *et al.*, (1985), penurunan jumlah sel-sel spermatogenik merupakan salah satu penyebab menurunnya fertilitas individu jantan.

B.3. Pengendalian Spermatozoa

Secara garis besar aktivitas testis dalam kaitannya dengan proses spermatogenesis dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan eksternal. Menurut Sagi (1994), faktor internal adalah temperatur tubuh, lokasi testis, dan kontrol hipofisis. Menurut Turner dan Bagnara (1988), serta Blank and Desjardins (1984), yang merupakan faktor eksternal adalah rangsangan psikis dan perubahan-perubahan lingkungan antara lain berupa masa pencahayaan, temperatur lingkungan, suplai makanan, zat-zat kimia tertentu, dan kontak-kontak sosial. Faktor-faktor eksternal itu dapat bertindak sebagai rangsang spesifik langsung pada kelenjar reproduksi maupun melalui aktivitas syaraf pada hipotalamus.

Menurut Karsch (1988), berfungsinya secara normal bagian media hipotalamus, hipofisa dan sel Leydig yang mampu bekerja secara optimal merupakan faktor yang penting dalam pengelolaan spermatogenesis agar dapat berjalan normal. Ketiga struktur tersebut membentuk sistem neuroendokrin dan melalui sistem porta hipotalamus-hipofisa, GnRH (*Gonadotropin Releasing Hormone*) yang dihasilkan oleh hipotalamus menginduksi hipofisa untuk menghasilkan FSH dan LH. Pada beberapa hewan mamalia produksi hormon gonadotropin oleh hipofisa selalu dikontrol, sehingga jumlah pengeluaran selalu normal (Gambar 6).



Gambar 6. Pengaturan hormonal sistem reproduksi mamalia jantan.

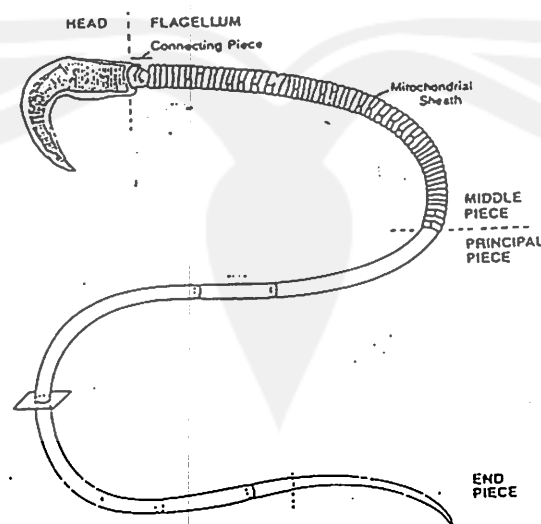
(Sumber : Ross dan Reith, 1985)

Keterangan . = Penghambatan; — Stimulasi

Pengontrolan tersebut sebagian dilakukan oleh testosteron darah melalui mekanisme umpan balik negatif, maka hipotalamus dapat mengatur faktor pembebas agar kadar testosteron plasma dapat berubah (Karsch, 1988). Adanya mekanisme umpan-balik negatif, berbagai hormon akan menstimulir atau menghambat sehingga mencapai suatu keseimbangan fungsi dan pengaruh terhadap organ-organ reproduksi. Susunan saraf pusat maupun otonom memegang peranan sekunder dalam reproduksi, tetapi sangat erat hubungannya dengan kerja hormon yang diproduksi. Jadi reproduksi berada di bawah pengawasan neuroendokrin atau neurohormon (Toelihere, 1985).

B.4. Struktur Spermatozoa Mamalia

Menurut Eddy (1988), struktur spermatozoa mamalia (Gambar 7) pada umumnya terdiri dari empat bagian yaitu kepala, bagian tengah (*middle piece*), bagian utama (*principal piece*), dan bagian ujung (*end piece*).



Gambar 7. Struktur umum spermatozoa mamalia (Sumber : Eddy, 1988)

Pada bagian kepala diselubungi oleh sitoplasma tipis yang melanjutkan diri sampai bagian leher. Sebuah inti berbentuk lonjong hampir mengisi seluruh bagian kepala itu. Di ujung anterior kepala terdapat akrosom dan setengah bagian caudal terdapat suatu tudung yang disebut *post nuclear cup* (Sagi,1994).

Bagian leher spermatozoa terdapat sentriol proksimal dan ujung anterior filamen aksial yang bersifat granula. Bagian tengah (*middle piece*) terdapat filamen aksial yang diselubungi sitoplasma, mitokondria, dan sentriol distal pada ujung caudal. Bagian ekor disebut flagellum, terdiri dari dua daerah yaitu bagian anterior (*principal piece*) yang masih diselubungi oleh sedikit sitoplasma dan bagian ujung yang tidak mengandung sitoplasma (Yatim,1984; Sagi, 1990).

Jika proses spermatogenesis tidak lancar maka akan dihasilkan spermatozoa yang memiliki bentuk dan susunan yang tidak sempurna (*abnormal*). Spermatozoa abnormal itu dapat menimbulkan kemandulan (*sterilitas*) pada individu jantan. Bentuk-bentuk abnormalitas spermatozoa itu antara lain jika berkepala ganda, berekor ganda, berkepala besar, berkepala kecil atau berekor kusut dan lengket (Yatim, 1990a).

Pada mamalia jantan, spermatogonia dihasilkan terus menerus setiap hari ribuan sampai jutaan ekor dari kedua belah testis. Spermatozoa itu disimpan sebagai cadangan dalam epididimis dan vas deferens sehari-hari sampai berbulan-bulan. Kalau saatnya dikeluarkan dari tubuh, spermatozoa itu membentuk suspensi dalam cairan yang dihasilkan oleh lumen tubuli seminiferi dan kelenjar-kelenjar

tambahan yaitu vesikula seminalis, bulbo uretralis, dan prostat. Suspensi spermatozoa itu yang disebut *semen* (Yatim, 1990a).

Kerapatan spermatozoa dalam semen juga menentukan sterilitas individu jantan. Selain itu sifat gerakan spermatozoa juga menentukan sterilitas individu jantan. Apabila gerak tersebut terlalu lambat, lamban atau gerak itu tidak menentu arahnya, maka pembuahan akan sulit berlangsung (Yatim, 1990a).

C. Kelainan - kelainan Morfologi Spermatozoa

Umumnya setiap penyimpangan morfologi dari struktur spermatozoa yang normal dipandang sebagai abnormal. Abnormalitas dapat terjadi pada kepala dan ekor. Menurut (Toelihere, 1985; 1993), abnormalitas spermatozoa dapat diklasifikasikan menjadi abnormalitas primer, sekunder, dan tersier.

a. Abnormalitas Primer

Terjadi karena kelainan-kelainan spermatogenesis di dalam tubulus seminiferus atau epitel germinativum. Abnormalitas primer meliputi kepala yang terlampau besar (*macrocephalie*), kepala terlalu kecil (*microcephalie*) kepala pendek melebar, pipih memanjang, dan *filiformis*, kepala rangkap, ekor berganda, bagian tengah dengan ekor yang melingkar, putus atau terbelah.

b. Abnormalitas Sekunder

Terjadi setelah spermatozoa meninggalkan tubulus seminiferus, selama perjalanan yang melalui saluran epididimis. Abnormalitas sekunder

adalah ekor yang patah, kepala tanpa ekor, bagian tengah yang melipat serta adanya butiran-butiran proksimal atau distal, dan akrosom yang terlepas.

c. Abnormalitas Tersier

Meliputi kerusakan spermatozoa selama ejakulasi atau dalam manipulasi ejakulat termasuk agitasi yang keras, pemanasan berlebihan, pengeringan yang terlalu cepat, pendinginan yang cepat, kontaminasi dengan air, urine atau antiseptika, kejutan oleh suhu dingin, tekanan osmosis dan sebagainya.

D. Motilitas Spermatozoa

Ciri utama spermatozoa normal adalah mempunyai motilitas atau daya gerak. Ekor spermatozoa mengandung semua sarana yang diperlukan untuk pergerakannya. Motilitas spermatozoa akan terhambat bila ekornya mengalami abnormalitas morfologi. Motilitas spermatozoa yang terganggu dapat menurunkan tingkat fertilitasnya. Motilitas spermatozoa dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, ketersediaan energi, dan spermatozoa yang sudah masak serta tidak teraglutinasi. Bila suhu naik maka motilitas akan naik dan sebaliknya penurunan suhu akan memperlambat kecepatan gerak spermatozoa (Indrawati *et al.*, 1988).

Spermatozoa tidak bergerak secara acak, secara bebas, dan sendiri-sendiri melainkan bergerak dalam gelombang dan saling tergantung satu dengan yang lainnya. Jika telah diencerkan spermatozoa akan bergerak sendiri secara acak. Menurut Salysbury dan van Denmark (1985), motilitas spermatozoa dapat

dikelompokkan menjadi 3 tipe gerakan yaitu gerakan progresif, gerakan berputar, dan gerakan di tempat.

Gerakan spermatozoa normal adalah gerakan progresif yang aktif maju ke depan. Gerak berputar-putar di tempat sering terlihat pada spermatozoa tua (Toelihere, 1993). Persentase motilitas spermatozoa normal di bawah 40% menunjukkan nilai semen yang kurang baik dan berhubungan dengan infertilitas (Moeloeck, 1983).

E. Kontrasepsi Pria

Usaha kontrasepsi pada pria sedikit sekali dilakukan. Pada saat ini cara kontrasepsi yang dapat dilakukan hanyalah penggunaan kondom, senggama terputus, dan vasektomi. Penggunaan pil sebagai bahan kontrasepsi masih sangat terbatas. Hambatan dalam pengembangan kontrasepsi pada pria selain mekanisme spermatogenesis yang rumit dan belum sepenuhnya diketahui, ialah kesulitan untuk menentukan apakah pria tersebut fertil jika masih mengeluarkan spermatozoa dalam semen yang jumlahnya sedikit (Oligospermia) (Tadjudin, 1984). Kontrasepsi pria yang efektif adalah yang memenuhi kriteria keamanan, dapat pulih kembali, cepat kerjanya, mudah digunakan, dan tanpa akibat terhadap kesehatan terutama potensi seksual dan libido. Untuk negara berkembang seperti Indonesia syarat kontrasepsi pria adalah murah harganya dan dapat dimasukkan dalam jalur pelayanan kesehatan (Arsyad, 1986).