

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Reproduksi Jantan

Fungsi reproduksi pada jantan dapat dibagi menjadi tiga subdivisi utama. Meliputi (1) spermatogenesis, yang berarti pembentukan sperma; (2) kinerja kegiatan seksual jantan; dan (3) pengaturan fungsi reproduksi jantan pria dengan berbagai hormonal (Guyton, 2000)

2.1.1 Organ Reproduksi Jantan

Organ reproduksi jantan terdiri dari testis, epididimis, vas deferens, dan kelenjar-kelenjar aksesoris.

2.1.1.1 Testis

Merupakan organ kelamin jantan yang berfungsi sebagai tempat sintesis hormon androgen (terutama testosteron) dan tempat berlangsungnya proses spermatogenesis. Kedua fungsi testis ini menempati lokasi terpisah di dalam testis. Biosintesis androgen berlangsung dalam sel Leydig di dalam jaringan interlobular, sedangkan proses spermatogenesis

berlangsung dalam epitel tubulus seminiferus (Junqueira, 2007). Testis merupakan sepasang struktur berbentuk oval, agak gepeng, dengan panjang sekitar 4 cm dan diameter sekitar 2,5 cm, bersama epididimis, testis berada di dalam skrotum yang merupakan sebuah kantung ekstra abdomen tepat di bawah penis (Sheerwood, 2009).

Dinding pada rongga yang memisahkan testis dengan epididimis disebut tunika vaginalis. Tunika vaginalis dibentuk dari peritoneum intra abdomen yang bermigrasi ke dalam skrotum primitif selama perkembangan genitalia interna pria. Setelah migrasi ke dalam skrotum, saluran tempat turunnya testis (prosesus vaginalis) akan menutup (Fior, 2007).

Testis banyak mengandung tubulus seminiferus. Tubulus seminiferus tersebut terdiri atas deretan sel epitel yang akan mengadakan pembelahan mitosis dan meiosis sehingga menjadi sperma. Sel-sel yang terdapat di antara tubulus seminiferus disebut interstisial (Leydig). Sel ini menghasilkan hormon seks pria yang disebut testosteron (Junqueira, 2007).

Testis melaksanakan dua fungsinya yaitu menghasilkan sperma dan mengeluarkan testosteron. Sekitar 80% massa testis terdiri dari tubulus seminiferosa yang didalamnya berlangsung proses spermatogenesis. Sel Leydig atau sel interstitium yang terletak di jaringan ikat antara tubulus-tubulus seminiferus inilah yang mengeluarkan testosteron (Sherwood, 2004). Setelah disekresikan oleh testis, kurang lebih 97% dari testosteron berikatan lemah dengan plasma albumin atau berikatan kuat dengan beta globulin yang disebut hormon *sex binding globulin* dan akan bersirkulasi di dalam darah selama 30 menit sampai satu jam. Pada saat itu testosteron ditransfer ke jaringan atau didegradasikan menjadi produk yang tidak aktif yang kemudian diekskresikan (Sheerwood, 2009).

2.1.1.2 Epididimis

Epididimis merupakan suatu struktur berbentuk koma yang menahan batas posterolateral testis. Epididimis dibentuk oleh saluran yang berlekuk-lekuk secara tidak teratur yang disebut duktus epididimis. Duktus epididimis memiliki panjang sekitar 600 cm. Duktus ini berawal pada puncak testis yang merupakan kepala epididimis. Setelah melewati jalan yang berliku-liku, duktus ini berakhir pada ekor epididimis yang kemudian menjadi vas deferens. Epididimis terletak pada

bagian dorsal testis, merupakan suatu struktur memanjang dari bagian atas sampai bagian bawah testis. Organ ini terdiri dari kaput, korpus, dan kauda epididimis (Junqueira, 2007).

Epitel epididimis memiliki dua fungsi. Pertama, menskresikan plasma epididimis yang bersifat kompleks tempat sperma tersuspensi dan mengalami pematangan. Kedua, mengabsorpsi kembali cairan testikuler yang mengangkut sperma dari tubulus seminiferus dan sperma yang sudah rusak (Sheerwood, 2009).

2.1.1.3 Vas Deferens

Vas deferens merupakan saluran yang menghubungkan epididimis dan uretra. Letak vas deferens dimulai dari ujung kauda epididimis yang ada di dalam kantung skrotum, lalu naik ke bagian atas lipat paha. Pada bagian ujungnya, vas deferens dikelilingi oleh suatu pembesaran kelenjar-kelenjar yang disebut ampula. Sebelum masuk ke uretra, vas deferens bergabung terlebih dahulu dengan saluran ekskresi vesika seminalis membentuk duktus ejakulatorius. Pada saat ejakulasi sperma dari epididimis diangkut melalui vas deferens dengan suatu seri kontraksi yang dikontrol oleh saraf (Sheerwood, 2009).

Vas deferens akan melalui kanalis inguinalis masuk ke dalam rongga tubuh dan akhirnya menuju uretra penis. Uretra penis dilalui oleh sperma dan urin. Sperma akan melalui vas deferens oleh kontraksi peristaltik dindingnya. Sepanjang saluran sperma terdapat beberapa kelenjar yang menghasilkan cairan semen. Sebelum akhir vas deferens terdapat kelenjar vesika seminalis. Bagian dorsal buli-buli, uretra dikelilingi oleh kelenjar prostat. Selain itu terdapat kelenjar ketiga yaitu kelenjar Cowper. Keluar dari saluran reproduksi pria berupa semen yang terdiri dari sperma dan sekresi kelenjar-kelenjar tersebut (semen plasma). Semen plasma berfungsi sebagai medium sperma dan dipergunakan sebagai buffer dalam melindungi sperma dari lingkungan asam saluran reproduksi wanita (Ganong, 2008).

2.1.1.4 Kelenjar-kelenjar Aksesoris

Kelenjar-kelenjar aksesoris menghasilkan plasma semen yang memungkinkan sperma dapat bergerak aktif dan hidup untuk waktu tertentu. Kelenjar-kelenjar aksesoris tersebut adalah kelenjar bulbouretra, kelenjar prortat, dan vesikula seminalis (Ganong, 2008).

2.1.2 Gambaran Histologi Sistem Reproduksi Jantan

2.1.2.1 Tubulus Seminiferus

Epitel tubulus seminiferus berada tepat di bawah membran basalis yang dikelilingi oleh jaringan ikat fibrosa yang disebut jaringan peritubuler yang mengandung serat-serat jaringan ikat, sel-sel fibroblast dan sel otot polos yang disebut dengan sel mioid. Diduga kontraksi sel mioid ini dapat mengubah diameter tubulus seminiferus dan membantu pergerakan spermatozoa (Junqueira, 2007).

Setiap tubulus ini dilapisi oleh epitel berlapis majemuk. Garis tengahnya lebih kurang 150-250 μm dan panjangnya 30-70 cm. Panjang seluruh tubulus satu testis mencapai 250m. Tubulus kontortus ini membentuk jalinan yang tepat masing-masing tubulus berakhir buntu atau dapat bercabang. Pada ujung setiap lobulus, lumennya menyempit dan berlanjut ke dalam ruas pendek yang dikenal sebagai tubulus rektus, atau tubulus lurus, yang menghubungkan tubulus seminiferus dengan labirin saluran-saluran berlapis epitel yang berkesinambungan yaitu rete testis. Rete ini terdapat dalam jaringan ikat mediastinum yang dihubungkan dengan bagian kepala epididimis oleh 10-20 duktulus eferens. Tubulus seminiferus terdiri dari sel-sel spermatogenik dan sel-sel Sertoli yang mengatur dan menyokong nutrisi spermatozoa

yang berkembang, hal ini tidak dijumpai pada sel tubuh lain. Sel-sel spermatogenik membentuk sebagian terbesar dari lapisan epitel dan melalui proliferasi yang kompleks akan menghasilkan spermatozoa (Junqueira, 2007).

2.1.2.2 Sel-sel Spermatogenik/Sel-sel Germinal

Spermatogonium adalah sel spermatif yang terletak di samping lamina basalis. Sel spermatogonium relatif kecil, bergaris tengah sekitar 12 μm dan intinya mengandung kromatin pucat. Pada keadaan kematangan kelamin, sel ini mengalami sederetan mitosis lalu terbentuklah sel induk atau spermatogonium tipe A, dan mereka berdiferensiasi selama siklus mitotik yang progresif menjadi spermatogonium tipe A. Spermatogonium tipe A adalah sel induk untuk garis keturunan spermatogenik, sementara spermatogonium tipe B merupakan sel progenitor yang berdiferensiasi menjadi spermatosit primer. Spermatosit primer adalah sel-sel terbesar dalam garis keturunan spermatogenik ini dan ditandai adanya kromosom dalam tahap proses penggelungan yang berbeda di dalam intinya. Spermatosit primer memiliki 46 (44+XY) kromosom dan 4N DNA (Junqueira, 2007).

Spermatosit sekunder sulit diamati dalam sediaan testis karena merupakan sel berumur pendek yang berada dalam

fase interfase yang sangat singkat dan dengan cepat memasuki pembelahan kedua. Spermatisit sekunder memiliki 23 kromosom (22+X atau 22+Y) dengan pengurangan DNA per sel (dari 4N menjadi 2N). Pembelahan spermatisit sekunder menghasilkan spermatid. Spermatid memiliki ukuran yang kecil, garis tengahnya 7-8 μm , inti dengan daerah-daerah kromatin padat dan lokasi jukstaluminal di dalam tubulus seminiferus. Spermatid mengandung 23 kromosom. Karena tidak ada fase S (sintesis DNA) yang terjadi antara pembelahan meiosis pertama dan kedua dari spermatisit, maka jumlah DNA per sel dikurangi setengahnya selama pembelahan kedua ini menghasilkan sel-sel haploid (1N) (Junqueira, 2007).

2.1.2.3 Sel Sertoli

Sel Sertoli adalah sel pyramid memanjang yang dikelilingi oleh sel-sel spermatogenik (Junqueira, 2007). Sel Sertoli berbentuk panjang, berdasar luas, melekat pada membran basal, berfungsi sebagai perawat sel-sel spermatozoa yang baru saja terbentuk (Junqueira, 2007). Jumlah sel Sertoli akan meningkat seiring dengan peningkatan jumlah sel-sel spermatogenik, hal ini berkaitan dengan fungsi sel Sertoli terhadap sel-sel spermatogenik. Menurut Junqueira (2007) sel Sertoli memiliki empat fungsi utama, yaitu:

1. Menunjang, melindungi, dan mengatur nutrisi spermatozoa yang berkembang. Sel Sertoli mengatur pertukaran bahan makanan dan metabolit, serta sawar sel Sertoli melindungi sel sperma dari serangan imunologis.
2. Merombak dan memfagositosis keeping sitoplasma yang berlebihan dan melepaskannya sebagai residu.
3. Sel Sertoli mensekresi suatu cairan untuk transportasi sperma ke dalam tubulus seminiferus secara terus menerus
4. Produksi hormon anti-Mullerian yang bekerja selama masa embrional untuk memudahkan regresi saluran Muller pada fetus jantan.

2.1.2.4 Sel Leydig

Sel interstisial (sel Leydig) merupakan sel yang memberikan gambaran mencolok untuk jaringan tersebut. Sel-sel Leydig letaknya berkelompok memadat pada daerah segitiga yang terbentuk oleh susunan-susunan tubulus seminiferus (Ganong, 2008). Sel-sel tersebut besar dengan sitoplasma sering bervakuol pada sajian mikroskop cahaya. Inti selnya mengandung butir-butir kromatin kasar dan anak inti yang jelas. Umumnya pula dijumpai sel yang memiliki dua inti. Sitoplasma sel kaya dengan benda-benda inklusi seperti titik lipid, dan pada manusia juga mengandung kristaloid

terbentuk batang. Celah di antara tubulus seminiferus dalam testis diisi kumpulan jaringan ikat, saraf, pembuluh darah, dan limfe (Junqueira, 2007).

2.1.3 Tahap-tahap Spermatogenesis

Spermatogenesis terjadi di dalam semua tubulus seminiferus selama kehidupan seksual aktif dari rangsangan oleh hormon gonadotropin hipofisis anterior, dimulai rata-rata pada usia 13 tahun dan berlanjut sepanjang hidup (Ganong, 2008).

Adapun tahap-tahap spermatogenesis yaitu:

1. Spermatogonia primitif berkumpul tepat di tepi membran basal dari epitel germinativum, disebut spermatogonia tipe A, membelah empat kali untuk membentuk 16 sel yang sedikit lebih berdiferensiasi, yaitu spermatogonia tipe B. Spermatogonia bersandar pada bagian dalam lamina basalis tubulus seminiferus, berukuran diameter sekitar 12 μm .
2. Spermatisit primer merupakan benih yang terbesar di dalam tubulus seminiferus dengan diameter 17-19 μm , menempati daerah bagian tengah dari epithelium (Fior, 2007).
3. Spermatisit sekunder terletak lebih ke arah lumen, besarnya lebih kurang setengah dari spermatisit primer (Junqueira, 2007).
4. Spermatid merupakan sel-sel yang ukurannya jauh lebih kecil, dengan nucleus yang mengandung granula kromatin halus dan

besar, umumnya terletak dalam kelompok-kelompok dekat lumen dan sel Sertoli (Fior, 2007).

5. Spermatozoa mempunyai bentuk ramping, ukuran panjang sekitar 55-56 μm , kepala spermatozoa yang kecil tertanam dalam sitoplasma sel-sel Sertoli, ekornya menjalur ke dalam lumen tubulus seminiferus (Fior, 2007).

2.1.3.1 Hormon yang Berperan pada Spermatogenesis

Hormon yang berperan dalam proses spermatogenesis adalah testosteron, hormon lutein (LH), hormon perangsang folikel (FSH), estrogen, dan hormon pertumbuhan. Testosteron, diekskresi oleh sel Leydig yang terletak di interstisium testis. Hormon ini penting untuk pertumbuhan dan pembagian sel-sel germinativum dalam membentuk sperma (Sheerwood, 2009). Hormon lutein (LH), diekskresi oleh kelenjar hipofisis anterior, merangsang sel-sel Leydig untuk mensekresikan testosteron (Ganong, 2008).

Hormon perangsang folikel (FSH), juga diekskresi oleh sel-sel kelenjar hipofisis anterior, merangsang sel-sel Sertoli, tanpa rangsangan ini perubahan spermatid menjadi sperma (proses spermatogenesis) tidak akan terjadi (Ganong, 2008). Estrogen, dibentuk dari testosteron oleh sel-sel Sertoli ketika sel Sertoli sedang dirangsang oleh hormon perangsang

folikel, yang mungkin juga penting untuk spermatogenesis. Sel-sel Sertoli juga menyekresikan suatu protein pengikat androgen yang mengikat testosteron dan estrogen serta membawa keduanya ke dalam cairan dalam lumen tubulus seminiferus, membuat kedua hormon ini tersedia untuk pematangan sperma (Ganong, 2008).

Hormon pertumbuhan (seperti juga pada sebagian besar hormon yang lain) diperlukan untuk mengatur latar belakang fungsi metabolisme testis. Secara khusus hormon tersebut meningkatkan pembelahan awal spermatogenesis sendiri. Bila tidak terdapat hormon pertumbuhan, seperti ada dwarfisme hipofisis, spermatogenesis sangat berkurang atau tidak ada sama sekali (Ganong, 2008).

2.2 Sistem Reproduksi Tikus

Pada hewan yang melakukan fertilisasi secara interna organ reproduksinya dilengkapi dengan adanya organ kopulatori, yaitu suatu organ yang berfungsi menyalurkan spermatozoa dari organisme jantan ke betina. Peranan hewan jantan dalam hal reproduksi terutama adalah memproduksi spermatozoa dan sejumlah kecil cairan untuk memungkinkan sel spermatozoa masuk menuju rahim (William, 2005).

Spermatogenesis terjadi di dalam suatu struktur yang disebut tubulus seminiferus. Tubulus ini berlekuk-lekuk dalam lobulus yang semua duktusnya kemudian meninggalkan testis dan masuk ke dalam epididimis. Produksi androgen terjadi di dalam kantung dari sel khusus yang terdapat di daerah interstitial antara tubulus. Tubulus seminiferus dilapisi oleh epitel bertingkat yang sangat kompleks yang mengandung sel spermatogenik dan sel-sel yang menunjang. Sel-sel penunjang berjenis tunggal disebut dengan sel Sertoli (Heffner & Schust, 20015).

2.2.1 Produksi Spermatozoa

Produksi spermatozoa tiap hari per testis pada tikus adalah $35,4 \times 10^6/\text{mL}$, tidak berbeda signifikan dengan manusia yakni sebesar $45,5 \times 10^6/\text{mL}$. tubulus seminiferus tikus lebih tebal dari manusia yakni $347 \pm 5 \mu\text{m}$ dibanding $262 \pm 9 \mu\text{m}$, tetapi pembatas tubulus pada tikus lebih jauh tipis dibanding manusia ($1,4 \pm 1 \mu\text{m}$ vs $15,9 \pm 3,4 \mu\text{m}$). Epitel seminiferus tikus mengandung 40% lebih sel spermatogenik dari volumenya, dua kali lebih banyak dari epitel seminiferus manusia (Ilyas, 2007).

Spermatozoa pada tikus lebih panjang dibandingkan dengan spesies mamalia lainnya, termasuk manusia dan hewan lainnya dan biasanya panjangnya sekitar 150-2000 mm. Kepala sperma pada tikus berbentuk kail hal ini sama seperti hewan pengerat lainnya (Krinke, 2000).

2.2.2 Spermatogenesis pada Tikus

Dasar pengetahuan yang cukup telah dibangun tentang spermatogenesis pada tikus. Sel primordial germinal yang telah berhenti bermigrasi diliputi oleh sel Sertoli dan membran basal yang menonjol dalam tubulus seminiferus pada alat kelamin tikus jantan. Sel kelamin jantan tetap tidak aktif sampai sebelum masa pubertas, yaitu dimana sekitar 50 hari setelah kelahiran. Pada tahap itu mereka mulai membelah dan menjadi spermatogonium, dan kemudian terus membelah sampai hewan kehilangan kemampuan untuk memproduksi spermatozoa (Larasaty, 2013).

Pada tikus, dibutuhkan 12 hari untuk menyelesaikan satu siklus yang terdiri dari 14 tahap. Spermatogonium tikus membutuhkan empat siklus sampai akhirnya membentuk spermatozoa, sehingga diperlukan 48 hari untuk menyelesaikan seluruh tahap spermatogenesis (Krinke, 2000).

2.3 Siproteron asetat

Di Inggris, Schering Kesehatan Ltd pertama memperoleh izin edar untuk 50 mg Siproteron Asetat tablet pada tahun 1974 di bawah nama merek Androcur® (PL 00053/0023) untuk kontrol libido di *hypersexuality* parah dan penyimpangan seksual pada orang dewasa. Selanjutnya, izin edar dengan nama Cyprostat® (PL 00053/0133) diberikan kepada Schering untuk 50 mg tablet siproteron asetat pada tahun 1982 untuk pengobatan

pasien dengan kanker prostat. Kedua produk obat dianggap identik. Dalam anggota lainnya menyatakan Schering-satunya pasar cyproterone asetat 50 mg tablet dengan nama tunggal Androcur® dengan kedua *hypersexuality* parah dan penyimpangan seksual dan kanker prostat sebagai indikasi dianjurkan (*Medicine and Healthcare products Regulatory Agency, 2001*).

Karsinoma prostat umumnya tergantung pada androgen. Siproteron asetat adalah steroid dengan aktivitas anti-androgen yang kuat, dan di samping itu siproteron asetat memberikan sebuah umpan balik negatif pada reseptor hipotalamus. Sebuah studi yang membandingkan Sirpoteron Asetat/EE (2mg/0.035mg) dan *drospirenone/EE*, dan *desogestrel/EE* menunjukkan bahwa setelah 6 bulan ini produk obat yang sama berkhasiat tapi setelah 12 bulan Sirpoteron Asetat/EE (2mg/0.035mg) menunjukkan efek anti androgenik terkuat, diikuti oleh *drospirenone/EE*, dan *desogestrel/EE* sebagai terlemah. Ini diharapkan mengingat perbedaan sifat anti-androgenik dari *cyproterone*, *drospirenone* dan *desogestrel*. *Cyproterone* memiliki aktivitas anti-androgen terkuat (*European Medicine Agency, 2013*).

Dalam pengobatan paliatif jangka panjang di mana analog LHRH atau operasi merupakan kontraindikasi, tidak ditoleransi, atau ketika terapi oral lebih disukai: 200-300 mg/hari. Untuk di atas dua indikasi dosis harus dibagi menjadi 2-3 dosis per hari dan diminum setelah makan (*Medicine and Healthcare products Regulatory Agency, 2001*).

2.4 Buah Naga

Buah naga termasuk kelompok tanaman kaktus atau famili *Cacteaceae* dan subfamili *Hylocereanea*, genus *Hylocereus*. Genus ini pun terdiri atas sekitar 16 spesies. Dua diantaranya memiliki buah yang komersial, yaitu *H. undatus* (berdaging putih) dan *H. costaricensis* (daging merah). Klasifikasi buah nagatersebut sebagai berikut.

- Divisi : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
- Subdivisi : Angiospermae (berbiji tertutup)
- Kelas : Dicotyledonae (berkeping dua)
- Ordo : Cactales
- Famili : Cactaceae
- Subfamili : Hylocereanea
- Genus : *Hylocereus*
- Spesies : - *Hylocereus undatus* (daging putih)
- *Hylocereus costaricensis* (daging merah)
- *Hylocereus costaricensis* (daging super merah)
- *Selenicereus megalanthus* (kulit kuning daging putih)



Gambar 1. Buah Naga (Hernandez & Salazar, 2012)

2.4.1 Jenis Buah Naga

Jenis buah naga yang telah dibudidayakan ada empat, yaitu buah naga berdaging putih (*Hylocereus undatus*), buah naga berdaging merah (*H. polyrhizus*), buah naga berdaging super merah (*H. costaricensis*), dan buah naga berkulit kuning dengan daging putih (*Selenicereus megalanthus*) (Winarsih, 2007). Buah naga mempunyai sulur batang yang tumbuh menjalar. Batangnya berwarna hijau dengan bentuk segi tiga. Bunganya besar, berwarna putih, harum, dan mekar di malam hari. Setelah bunga layu akan terbentuk bakal buah yang menggantung di setiap batangnya. Kultivar asli tanaman ini berasal dari hutan teduh. Tanaman diperbanyak dengan cara stek atau

menyemai biji. Tanaman akan tumbuh subur jika media tanam porous (tidak becek), kaya unsur hara, berpasir, cukup sinar matahari dan bersuhu antara 38-40 °C. Tanaman akan mulai berbuah pada umur 11-17 bulan.

Sekilas rasa buah naga seperti buah kiwi, kombinasi antara manis, asam, dan segar. Buah naga bias disantap sebagai buah meja, diolah menjadi puding, isi pai, campuran salad atau es buah. Dibalik rasanya yang manis menyegarkan, buah naga kaya akan manfaat seperti menurunkan kolesterol dan menyeimbang gula darah, pengikat zat karsinogen penyebab kanker dan memperlancar proses pencernaan. Belum ada penelitian pasti tentang manfaat buah ini. Namun, banyak orang percaya buah naga mengandung vitamin C, beta karoten, kalsium, karbohidrat, dan tinggi serat (Winarsih, 2007).

2.4.2 Kandungan Zat Gizi Buah Naga

Secara keseluruhan, buah ini baik untuk kesehatan dan dapat memenuhi kebutuhan tubuh akan zat gizi sehari-hari. Hasil analisis laboratorium *Taiwan Food Industry Develop and Research Authoritis*.

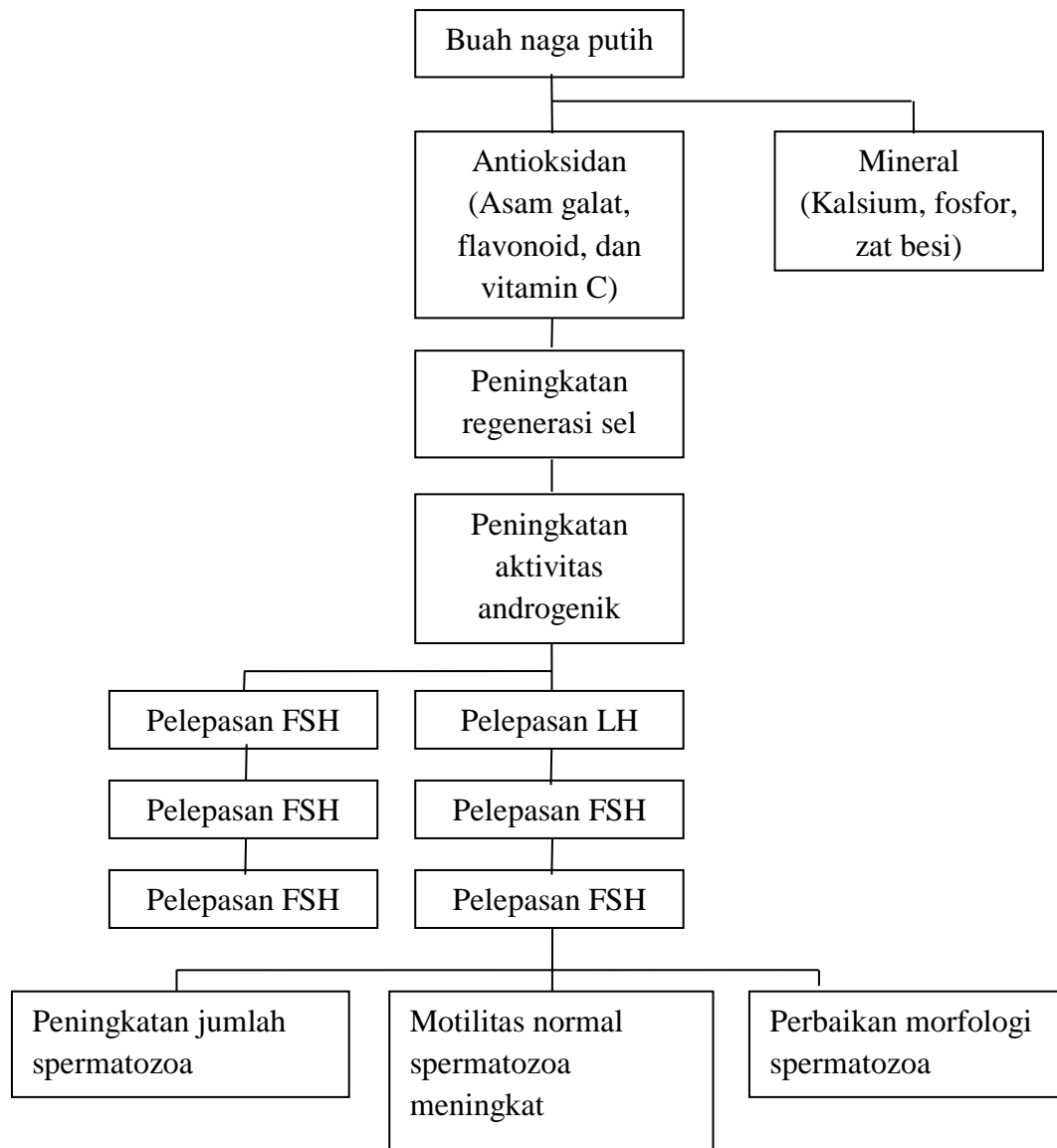
Tabel 1. Kandungan Nilai Gizi per 100 gr Buah Naga Merah

Zat	Kandungan Gizi
Air	82,5 – 83 g
Protein	0,159 – 0,229 g
Lemak	0,21 – 0,61 g
Serat kasar	0,7 – 0,9 g
Karoten	0,005 – 0,012 g
Kalsium	6,3 – 8,8 g
Fosfor	30,2 – 36,1 g
Iron	0,55 – 0,65 g
Vitamin B1	0,28 – 0,043 g
Vitamin B2	0,043 – 0,045 g
Vitamin B3	0,297 – 0,43 g
Vitamin C	8 – 9 g
Thiamine	0,28 – 0,030 g
Riboflavin	0,043 – 0,044 g
Niacin	1,297 – 1,300 g
Abu	0,28 g
Lain-lain	0,54 – 0,68

Zat aktif berkhasiat dalam daging buah naga yang memiliki potensi antioksidan paling tinggi yaitu golongan polifenol terutama asam galat (Choo & Yong, 2011). Terdapat pula zat lain yang berkhasiat sebagai antioksidan yaitu *betacyanins* dan *betaxanthins*, akan tetapi senyawa tersebut memiliki kadar lebih rendah daripada asam galat (Tang, *et al.*, 2007).

Bagian-bagian lain (selain buah yang matang) dari tanaman buah naga juga dimanfaatkan untuk konsumsi manusia dan hewan. Masakan dari dahan tumbuhan buah naga dipercaya dapat membuang racun dalam tubuh dan membersihkan pencernaan. Di Amerika Selatan, dahan buah naga dihancurkan untuk dijadikan makanan ternak kambing atau sapi. Pakan ternak dari dahan tersebut terbukti dapat meningkatkan kadar susu dan kualitas daging ternak (Winarsih, 2007).

2.5 Kerangka Teori



Gambar 2. Kerangka Teori

2.6 Kerangka Konsep



Gambar 3. Kerangka Konsep

2.7 Hipotesis

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemberian suplemen jus buah naga putih (*Hylecereus undatus*) dapat meningkatkan motilitas spermatozoa tikus putih (*Rattus novergicus*) jantan dewasa galur *Sprague dawley* yang diinduksi siproteron asetat.
2. Pemberian suplemen jus buah naga putih (*Hylecereus undatus*) dapat meningkatkan jumlah spermatozoa tikus putih (*Rattus novergicus*) jantan dewasa galur *Sprague dawley* yang diinduksi siproteron asetat.
3. Pemberian suplemen jus buah naga putih (*Hylecereus undatus*) dapat meningkatkan morfologi spermatozoa tikus putih (*Rattus novergicus*) jantan dewasa galur *Sprague dawley* yang diinduksi siproteron asetat.