

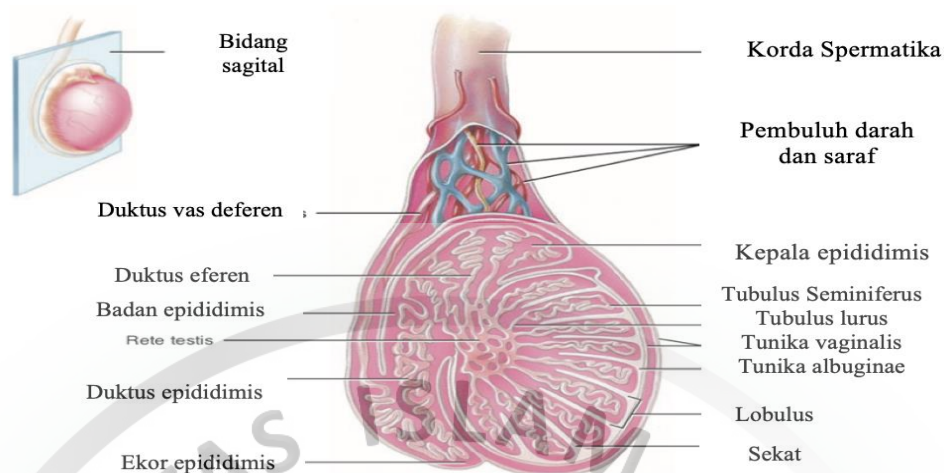
BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Anatomi Testis

Sistem reproduksi pria diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu bagian luar yang terdiri dari organ penis, buah zakar, dan skrotum; sedangkan bagian dalam terdiri dari testis dan organ reproduksi. Testis atau *testicle* adalah pasangan oval didalam scrotum berukuran sekitar 5 cm panjangnya, 2,5 cm dalam diameter. Setiap testis memiliki massa 10-15 gram. Testis memiliki membran serosa/Tunika Vaginalis (melapisi testis) merupakan derivat dari peritoneum selama turunnya testis, Tunika Albuginea yang melebar dibagian posterior membentuk mediastinum testis dan membagi testis kedalam lobus-lobus, dan Tubulus Seminiferus terdiri atas: tunica propria, basal lamina, seminiferous epithelium. Isi seminiferous epithelium antara lain Sel Spermatogenik yang membentuk sperma, Sel sertoli yang membantu proses spermatogenesis, Sel Intersitial (*Leydig cells*) merupakan sutau ruang antar tubulus seminiferus yang berdekatan berfungsi untuk mensekresi hormon testosteron (*man's libido*), dan menghasilkan hormon androgen.⁹ Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.1.

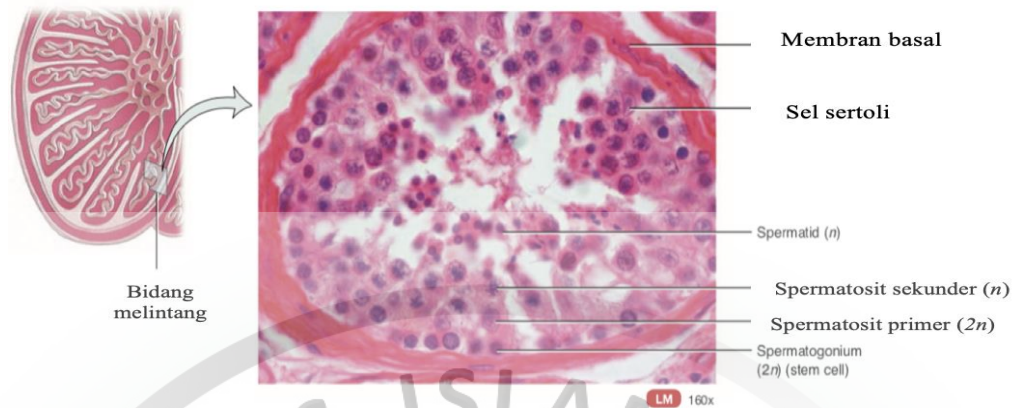


Gambar 2.1 Anatomi Testis

Sumber: *Tortora (2014)*⁹

2.1.2 Histologi Testis

Testis dikelilingi oleh membran serosa/tunika vaginalis, yang bagian dalamnya terdiri dari jaringan ikat padat yang berbentuk kapsul yang disebut tunika albuginea, yang memanjang ke dalam membentuk lobul. Setiap lobulnya memiliki satu sampai empat tubulus seminiferous yang merupakan tempat sperma diproduksi dan dikelilingi oleh jaringan ikat longgar, syaraf, pembuluh darah, dan sel interstitial (*Leydig cells*). Tubulus seminiferous memiliki panjang 30-70 cm, dan memiliki dua tipe sel yaitu sel spermatogenik sebagai tempat pembentukan sperma dan sel sertoli yang berfungsi sebagai *supporting* spermatogenesis.¹⁰ Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.2.

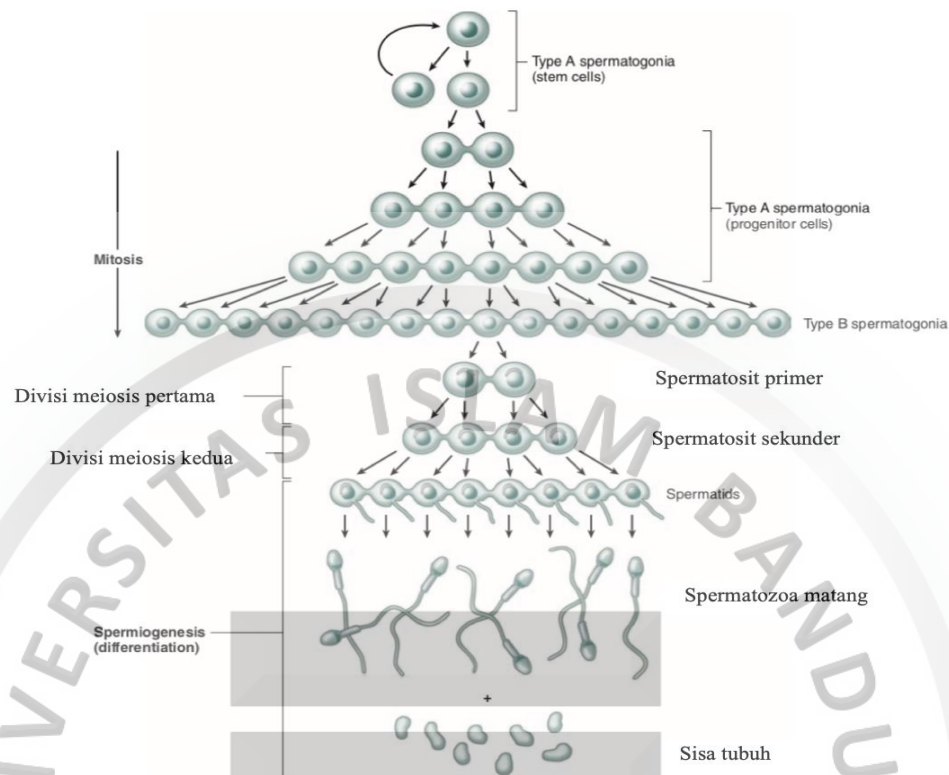


Gambar 2.2 Histologi Testis

Sumber: *Mescher(2013)*¹⁰

2.1.3 Spermatogenesis

Spermatogenesis merupakan suatu proses pembentukan sperma, mencakup semua proses perubahan spermatogonium menjadi spermatozoa yang diawali ketika pubertas. Pada saat lahir, sel germinativum pada bayi laki-laki ditandai dengan adanya korda seks testis sebagai sel besar pucat, yang dikelilingi oleh sel penunjang. Sel penunjang (*supporting cells*) ini, berasal dari permukaan epitel kelenjar semacam sel folikular, kemudian nantinya akan berubah menjadi sel sertoli. Sesaat sebelum pubertas, korda seks membentuk suatu lumen, yang nantinya akan menjadi tubulus seminiferus. Pada waktu yang hampir bersamaan, *primordial germ cells* akan membentuk *spermatogonial stem cells* (sel tunas spermatogonium). Pada interval waktu yang reguler, sel baru akan muncul dari sel tunas tersebut untuk membentuk spermatogonium tipe A dan pembentukannya menandai dimulainya spermatogenesis.^{9,10}



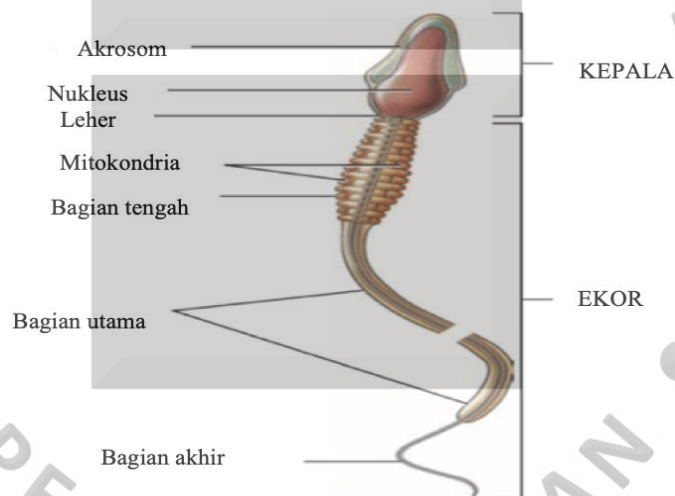
Gambar 2.3 Spermatogenesis

Sumber: Tortora (2014)⁹

Sel tipe A mengalami pembelahan mitosis dalam jumlah yang terbatas untuk membentuk *clone of cells*. Pembelahan sel yang terakhir akan menghasilkan spermatogonium tipe B yang nantinya akan membelah untuk membentuk spermatosit primer, yang terlihat pada Gambar 2.3. Spermatosit primer kemudian akan memasuki tahap profase selama 22 hari yang diikuti oleh penuntasan meiosis 1 secara cepat dan membentuk spermatosit sekunder. Selama meiosis 2, sel ini akan membentuk spermatid dengan cepat (haploid). Pada meiosis 2 ini tidak terjadi reduksi kromosom, sehingga sama seperti mitosis.

2.1.4 Sperma

Hasil spermatogenesis dalam setiap hari menghasilkan sekitar 300 juta sperma yang memiliki panjang sekitar 60 mikrometer. Sperma memiliki beberapa bagian. Bagian utamanya yaitu kepala dan ekor, dengan dua per tiga bagian anterior kepala diselubungi oleh akrosom. Sementara bagian ekornya dibagi menjadi empat bagian yaitu, *Neck* bagian yang menonjol dibawah kepala yang mengandung sentriol, *Middle piece* yang mengandung mitokondria dan menyediakan ATP untuk pergerakan sperma, *Principal piece* yaitu bagian terpanjang dari ekor sperma, dan *End piece* yaitu bagian akhir yang meruncing dari ekor sperma¹¹, yang terlihat pada Gambar 2.4.



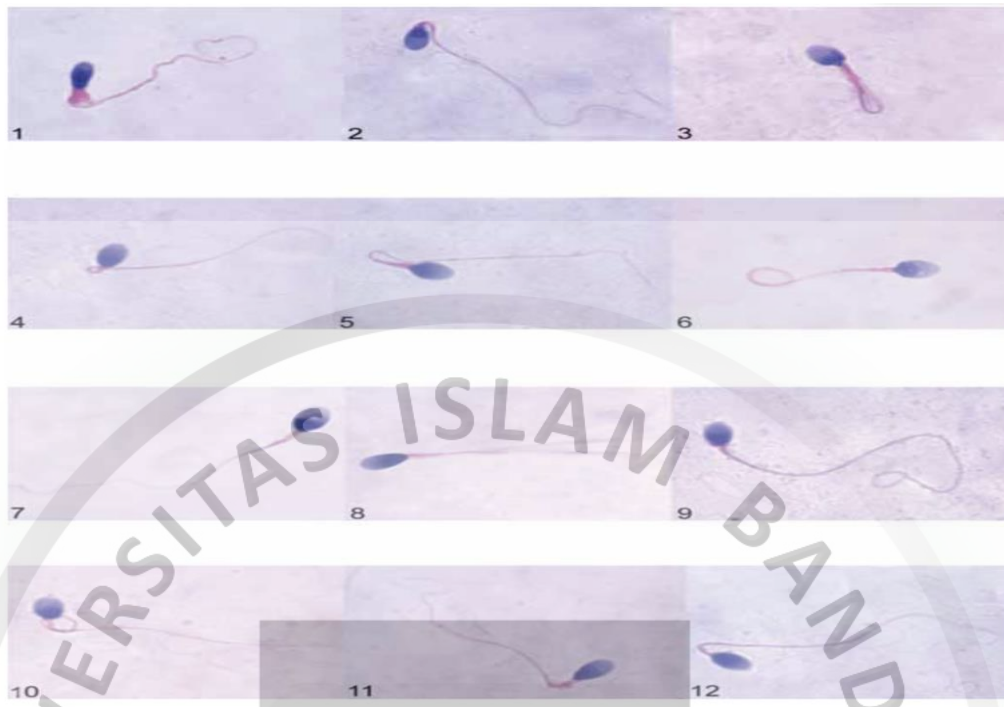
Gambar 2.4 Sperma

Sumber: Hall(2016)¹¹

Sementara untuk kriteria normal sperma terdiri dari, *liquefaction* 30 menit, jumlah 20 juta/ml atau lebih, kepala berbentuk oval, leher dan ekor utuh dengan morfologi normal $\geq 30\%$, bergerak cepat, bergerak pada garis lurus¹⁴ dengan motilitas normal sperma $>50\%$, dan pH 7,2-7,8.¹²

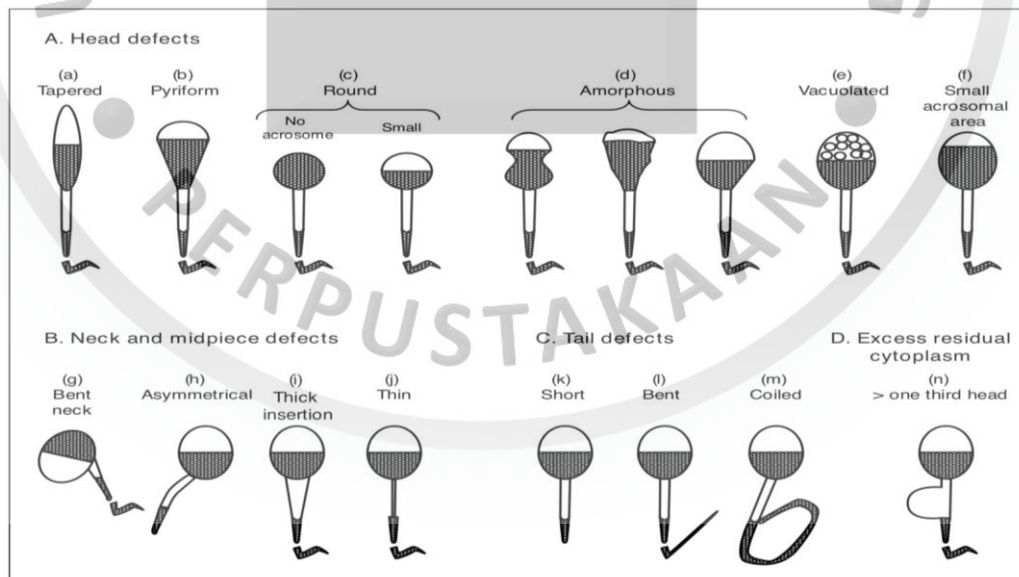
2.1.5 Kualitas Sperma

Kualitas sperma normal terdiri dari jumlah, morfologi, dan motilitas. Berdasarkan jumlah sperma normal adalah ≥ 20 juta/mL setiap ejakulasi sedangkan untuk jumlah sperma subfertil⁴⁵ adalah < 20 juta/mL setiap ejakulasi dengan cara menghitung melalui *Improved Neubauer*, yang setiap lapang pandang dihitung minimal 100 sperma di setiap ulangan²⁴. Morfologi normal sperma terdiri dari kepala, leher, *midpiece*, *principal piece*, dan *endpiece*. Ciri-ciri morfologi sperma normal, yaitu kepala: halus, berkontur teratur, berbentuk oval, dan harus ada wilayah akrosom sekitar 40-70% dari luas kepala; *midpiece*: ramping, teratur, dan panjangnya hampir sama dengan kepala sperma; *principal piece*: memiliki kaliber seragam dan panjangnya 10 kali panjang kepala²⁴, yang terlihat pada Gambar 2.5. Sementara untuk morfologi sperma abnormal, yaitu kepala: besar atau kecil, meruncing, berbentuk piramida, bulat, kepala ganda, dan wilayah akrosomal $< 40\%$ atau $> 70\%$ dari luas kepala, atau kombinasi semuanya; leher dan *midpiece*: asimetris, tebal atau tidak beraturan, bengkok tajam, tipis tidak normal, atau kombinasi semuanya; *principal piece*: pendek, banyak, patah, tikungan tajam, lebar tidak beraturan, melingkar, atau kombinasi semuanya²⁴, yang terlihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.5 no (7) morfologi normal sperma, dan yang lainnya morfologi abnormal sperma.

Sumber: *C Brazil dan WHO(2010)*²⁴



Gambar 2.6 Gambar skematik abnormalitas morfologi sperma

Sumber: *Kruger et al., (1993) and reproduced by permission of MQ Medical.*²⁴

Sementara sistem sederhana untuk menilai motilitas sperma yaitu berdasarkan derajatnya²⁴:

1. *Progressive motility* (PR): bergerak aktif, baik atau dalam satu lingkaran, dan cepat.
2. *Non-progressive motility* (NP): berenang dalam lingkaran kecil, lambat, atau hanya ada pergerakan ekor saja.
3. *Immotility* (IM): tidak ada pergerakan.

Motilitas normal sperma adalah >50% dengan cara perhitungan²³:

$$\frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Keterangan: a = jumlah sperma yang dihitung (100)

b = sperma yang tidak bergerak

2.1.6 Asap Rokok Tersier (*Thirdhand Smoke*)

Asap perokok tersier (*thirdhand smoke*) adalah residu tahan lama yang dihasilkan dari perokok aktif atau pasif yang terakumulasi dalam debu, benda-benda, dan pada lingkungan dalam dan luar ruangan.¹⁵ Senyawa dalam asap rokok tersier seperti *tobacco-specific nitrosamines* (TSNAs), logam beracun (misalnya timah), alkaloid (misalnya nikotin), dan berbagai senyawa organik yang mudah menguap (misalnya aldehida).¹⁶ Senyawa yang di kandung dalam asap rokok tersier ini dari waktu ke waktu berubah dan menjadi lebih beracun, khususnya nikotin yang dapat

bereaksi dengan polutan udara dalam ruangan untuk membuat senyawa toksik tambahan.^{4,17} Dengan demikian, nikotin diubah menjadi karsinogen berbahaya setelah diserap pada permukaan dalam ruangan baik di mobil dan perabotan karena TSNA terkontaminasi pada debu, karpet, dan lain sebagainya.¹⁵ Senyawa dalam rokok tersebut menjadi penyebab berbagai penyakit serius seperti kanker paru-paru, emfisema, bronkitis kronis, dan penyakit jantung.¹⁸

2.1.7 Pengaruh Asap Rokok Terhadap Kualitas Sperma

Paparan asap rokok merupakan faktor eksogen⁵ yang terdiri dari campuran mematikan lebih dari 7000 senyawa kimia beracun, setidaknya 70 karsinogen yang dikenal dapat merusak hampir setiap sistem organ dalam tubuh manusia, salah satunya adalah sistem reproduksi pria. Kerusakan sistem reproduksi pria dapat menyebabkan kanker prostat dan infertilitas, termasuk penurunan kualitas sperma,⁴ salah satunya melalui paparan asap rokok yang dapat menyebabkan terjadinya stres oksidatif baik pada proses spermatogenesis maupun pada testis sehingga rokok menyebabkan stres oksidatif menjadi tidak seimbang dengan adanya peningkatan pembentukan *Reactive Oxygen Species* (ROS) dan menurunkan level antioksidan endogen testis, yang berakibat gangguan pada siklus pembentukan sperma yang berdampak pada penurunan kualitas sperma.⁵

2.1.8 Tomat (*Solanum lycopersicum L*)

Tomat (*Solanum lycopersicum L*) secara botani diklasifikasikan sebagai buah beri, tetapi menurut Departemen Pertanian A.S mendefinisikannya sebagai sayuran.²⁰ Tomat adalah salah satu sayuran paling populer yang diproduksi lebih dari 20 juta metrik ton setiap tahun,²¹ yang berasal dari daerah Pegunungan Andes, gurun pesisir Peru, dan Mexico tengah.²⁰ Secara bentuk tomat berbentuk bundar atau bengkok seperti buah pir. Tomat memiliki kandungan utama gula, pati, vitamin C, asam organik seperti asam sitrat, asam amino, protein, karotenoid (likopen: pigmen warna merah, β -karoten: pigmen warna kuning, alpha, dan lutein), flavonoid, lemak, mineral, dan *volatiles* (aroma).²¹ Adapula kandungan lain dari tomat yaitu vitamin A, K, B2, B6, E, folat, kalium, sodium lemak jenuh, dan kolesterol.²¹

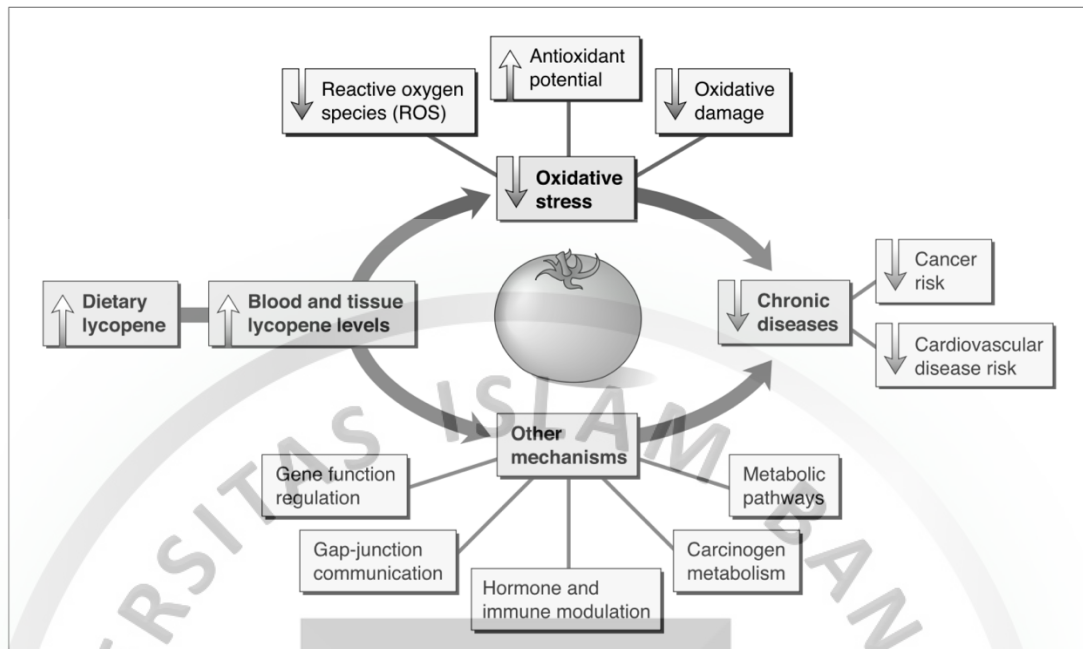
Tipe tomat diklasifikasikan berdasarkan bentuk dan ukuran, yaitu: Bulat berdiameter 35 mm, Bergaris berdiameter 35 mm, Lonjong atau memanjang berdiameter 30 mm, dan Tomat kecil berdiameter 10 mm.²⁵ Adapula diameter tomat *Solanum Lycopersicum* yang paling umum yaitu antara 3,74–5,34 cm.³¹ Sedangkan untuk tingkat kematangannya dibagi menjadi tiga fase, yaitu fase masak hijau (30-40 hari) dengan tomat berwarna kuning dibagian ujungnya, fase pecah merah (50-60 hari) menjadi warna merah jambu atau pink, dan fase matang (70-100 hari) di seluruh permukaan berwarna merah.²⁶

2.1.9 Taksonomi Tomat

Tomat memiliki nama ilmiah yaitu *Solanum lycopersicum L.* sedangkan nama umumnya tomat dan nama lain tomat yaitu *Lycopersicon esculentum Mill.*, *Lycopersicon esculentum var. esculentum*, *Solanum esculentum Dunal*, *Solanum lycopersicum var. humboldtii*.

2.1.10 Efek Tomat Terhadap Radikal Bebas

Langkah untuk menghambat radikal bebas yaitu dengan mengurangi paparan atau mengonsumsi antioksidan alami.³ Salah satu sumber antioksidan alami yaitu likopen yang salah satunya terkandung dalam tomat. Tomat memiliki kandungan protein, vitamin C, mineral, flavonoid, dan senyawa karotenoid yaitu likopen dan β -karoten yang merupakan antioksidan. Likopen merupakan pigmen warna merah yang terkandung dalam senyawa karotenoid di tomat yang memiliki antioksidan paling kuat diantara jenis karotenoid lainnya, yang terbukti dapat menurunkan risiko penyakit kronis seperti kanker dan penyakit kardiovaskular.²² Berkaitan dengan penurunan kualitas sperma, pemberian likopen pada mencit yang terpapar asap rokok dapat memperbaiki jumlah sperma, motilitas, dan morfologi sperma,⁵ yang terlihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7Peran likopen untuk mencegah penyakit kronis

Sumber: Agarwal (2000)²²

2.1.11 Penelitian Jus Tomat Terhadap Sperma

Penelitian yang dilakukan oleh Palupi (2006)⁸ dan Handaru (2010)³ menyimpulkan bahwa pemberian jus tomat memberikan hasil yang lebih baik terhadap risiko sperma infertil dibandingkan dengan kelompok yang tidak diberi jus tomat. Hal ini sama dengan penelitian Prilly (2017)³⁸ menyebutkan pemberian pasta tomat (*Solanum lycopersicum L*) pada tikus Wistar jantan dapat memperbaiki motilitas dan morfologi spermatozoa secara bermakna, tetapi tidak untuk konsentrasi spermatozoa.

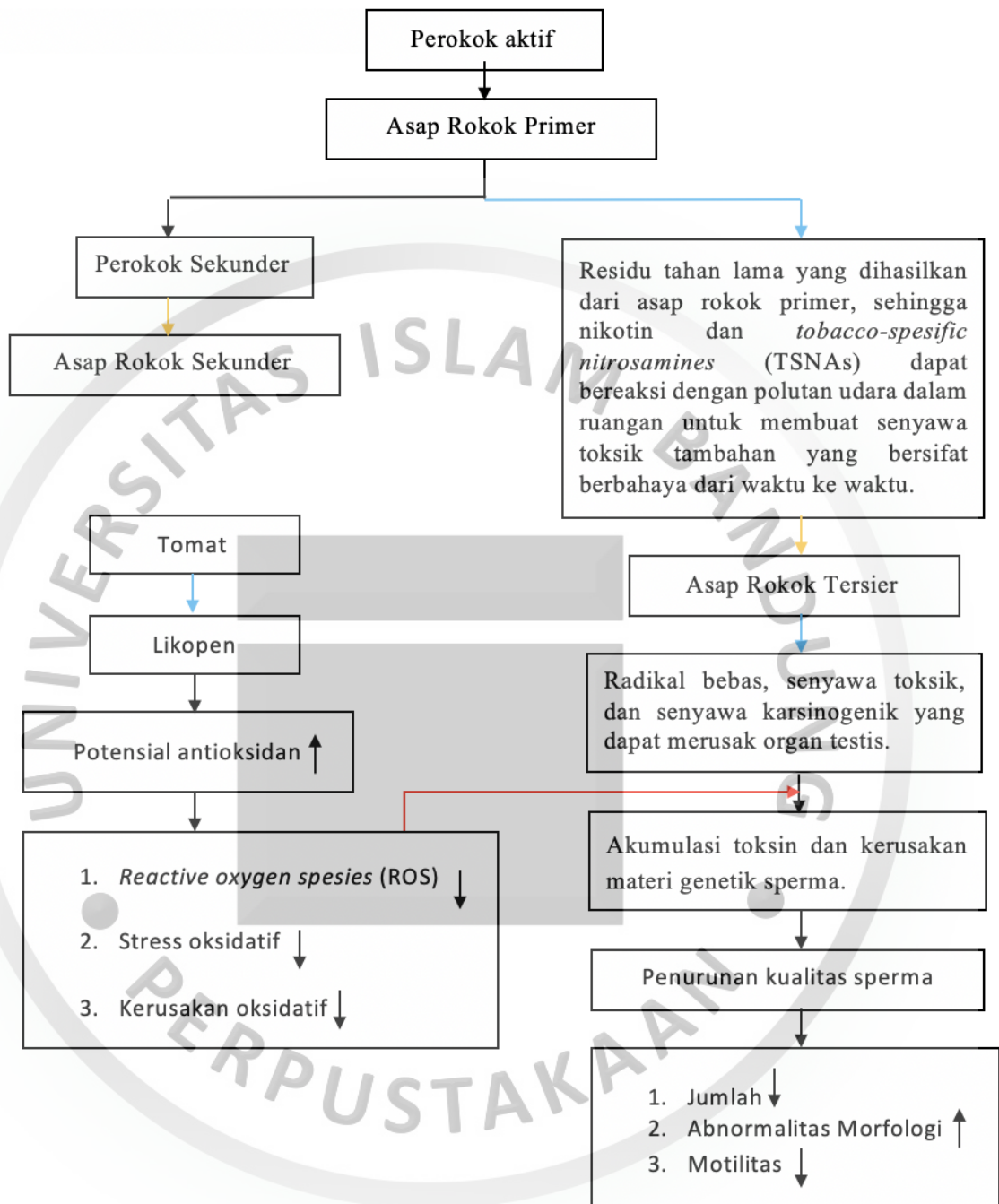
2.2 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah dan kajian pustaka maka kerangka pemikiran penelitian ini sebagai berikut: Merokok merupakan hasil pembakaran bahan aditif. Hasil pembakaran atau asap tembakau adalah campuran kompleks dari ribuan senyawa kimia dalam bentuk gas. Asap tembakau mencemari lingkungan dalam dan luar, dan asap rokok menjadi sumber racun meskipun rokok sudah padam. Asap rokok dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu asap rokok primer (*firsthand smoker*) didefinisikan sebagai asap rokok yang dihirup langsung oleh perokok aktif, perokok sekunder (*secondhand smoker*) merupakan asap yang berasal dari pembakaran rokok yang terhirup oleh individu lain, dan adapula asap rokok tersier (*thirdhand smoker*) merupakan residu tahan lama yang dihasilkan dari perokok pasif yang terakumulasi dalam debu, perabotan, dan pada permukaan di lingkungan dalam ruangan tempat tembakau telah dihisap.⁵ Senyawa dalam asap rokok tersier seperti *tobacco-specific nitrosamines* (TSNAs), logam beracun (timah), alkaloid (nikotin), dan berbagai senyawa organik yang mudah menguap (aldehida). Senyawa yang di kandung dalam asap rokok tersier ini dari waktu ke waktu berubah dan menjadi lebih beracun, khususnya nikotin yang dapat bereaksi dengan polutan udara dalam ruangan untuk membuat senyawa toksik tambahan yang tidak ada dalam senyawa asli.

Langkah untuk menghambat radikal bebas yaitu dengan mengurangi paparan atau mengonsumsi antioksidan alami. Salah satu sumber antioksidan alami yaitu likopen yang salah satunya terkandung dalam tomat. Tomat memiliki kandungan protein, vitamin C, mineral, flavonoid, dan senyawa karotenoid yaitu likopen dan β -

karoten yang merupakan antioksidan. Likopen merupakan pigmen warna merah yang terkandung dalam senyawa karotenoid di tomat yang memiliki antioksidan paling kuat diantara jenis karotenoid lainnya, yang terbukti dapat menurunkan risiko penyakit kronis seperti kanker dan penyakit kardiovaskular.²² Berkaitan dengan penurunan kualitas sperma, pemberian likopen pada mencit yang terpapar asap rokok dapat memperbaiki jumlah sperma, motilitas, dan morfologi sperma.⁵





Keterangan:

→ Berimplikasi pada → Terpapar

→ Mengandung → Menghambat

Gambar 2.8 Kerangka Pemikiran