

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Spermatogenesis

Spermatogenesis merupakan suatu proses perkembangan dari sel-sel spermatogenik, terdiri dari 3 tahap yaitu spermatositogenesis (proliferasi), meiosis, dan spermiogenesis.¹⁰ Spermatositogenesis merupakan proliferasi dari sel induk spermatogonia dan akan membelah melalui mitosis menghasilkan spermatosit primer. Spermatosit primer membelah secara meiosis I menjadi spermatosit sekunder. Spermatosit sekunder mengalami pembelahan meiosis II menjadi spermatid. Spermatid akan mengalami perubahan morfologi menjadi spermatozoa melalui proses spermiogenesis.¹¹

Spermatogenesis berlangsung dalam tubulus seminiferus serta melibatkan poros hipotalamus, hipofisis, serta testis. Hipotalamus akan mengeluarkan *Gonadotropin Releasing Hormon* (GnRH) untuk merangsang hipofisis anterior agar mensekresi *Luteinizing Hormon* (LH) dan *Folikel Stimulating Hormon* (FSH). LH akan merangsang sel *Leydig* untuk menghasilkan testosteron yang dapat mempengaruhi spermatogenesis. FSH mempunyai pengaruh langsung pada sel sertoli di dalam tubulus seminiferus. FSH berfungsi untuk meningkatkan sintesis protein yang mengikat hormone *androgen binding protein* (ABP). ABP merupakan glikoprotein pengikat testosteron yang disekresi ke dalam lumen tubulus seminiferus. Testosteron yang dihasilkan sel *Leydig* akan diangkut dengan konsentrasi yang tinggi ke tubulus seminiferus.¹²

Kepala spermatozoa terdiri dari sel yang mempunyai inti padat dengan sedikit sitoplasma dan lapisan membran sel di sekitar permukaannya. Dua pertiga anterior dari bagian luar kepala terdapat selubung tebal yang disebut sebagai akrosom, yang dibentuk oleh badan Golgi. Akrosom mengandung sejumlah enzim, termasuk hialuronidase.

Enzim – enzim tersebut berperan penting dalam pembuahan ovum. Ekor spermatozoa (flagellum), memiliki 3 komponen utama yaitu rangka pusat, membran sel, dan sekelompok mitokondria yang terdapat pada proximal.¹²

Ekor spermatozoa terdiri dari beberapa bagian diantaranya leher (*neck piece*), pangkal (*middle piece*), ekor utama (*principal piece*), dan ujung ekor (*end piece*). Bagian pangkal (*middle piece*) terdapat mitokondria yang mempunyai fungsi dalam metabolisme spermatozoa untuk menghasilkan energi berupa ATP (*Adenosin Tri Phosphate*) melalui proses respirasi. Bagian ujung (*end piece*) berfungsi sebagai alat mekanik untuk pergerakan spermatozoa.¹³

Bentuk spermatozoa yang abnormal dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk kepala dan ekornya. Sperma tikus yang abnormal memiliki bentuk kepala seperti pisang, tidak beraturan (*amorphous*), terlalu membengkok dan lipatan ekor yang abnormal. Bentuk kepala sperma tikus dapat dilihat pada gambar 2.1. Spermatozoa yang mengalami kelainan morfologi (*abnormalitas*) kurang dari 20% masih dianggap normal.¹³



Gambar 2.1 Bentuk – bentuk kepala sperma pada tikus. (a) bentuk kepala sperma normal, (b) bentuk kepala seperti pisang, (c) bentuk kepala tidak beraturan (*amorphous*), (d) bentuk kepala terlalu membengkok.¹³

2. Timbal

Timbal merupakan logam berat yang dapat mencemari lingkungan dan memiliki sifat toksik terhadap makhluk hidup. Pencemaran timbal dapat bersumber dari berbagai hal. Sumber utama pencemaran timbal dapat berasal dari gas buang kendaraan bermotor.¹

a. Sifat Timbal

Timbal adalah logam berat dengan warna kelabu kebiruan serta lunak yang memiliki titik didih sebesar 1.620°C dan titik leleh sebesar 327°C. Timbal dapat menguap apabila suhu 550-600°C dan akan

berikatan dengan oksigen yang berada di udara menjadi timbal oksida. Bentuk oksidasi timbal yang biasanya ditemukan adalah Timbal (II). Pada pendinginan, timbal dapat mengkerut dan menjadi sangat rapuh. Timbal sukar larut dalam air asam, air dingin dan air panas. Akan tetapi, asam nitrit, asam sulfat pekat dan asam asetat dapat melarutkan timbal.¹⁴

b. Metabolisme Timbal

1) Absorpsi

a) Per Inhalasi

Sebanyak 80% timbal masuk ke tubuh melewati saluran pernafasan. Timbal akan menuju pembuluh darah yang ada di paru dan berikatan dengan darah yang selanjutnya akan beredar ke organ serta jaringan – jaringan tubuh. Sebanyak 90% lebih, timbal akan berikatan dengan eritrosit.¹⁴

b) Per Oral

Timbal dapat masuk melalui oral bergantung beberapa faktor yang diantaranya adalah ukuran partikel, status gizi, bentuk fisik dari timbal, dan waktu transit di gastrointestinal. Apabila ukuran partikel timbal semakin kecil, maka penyerapan yang dilakukan tubuh semakin besar. Peningkatan penyerapan timbal juga di pengaruhi adanya seng, besi, gizi buruk dan kalsium yang kurang. Akan tetapi penyerapan timbal berkurang apabila riboflavin, vitamin E, fosfor dan vitamin C berada di makanan. Usia kronologis berbanding terbalik dengan penyerapan timbal. Pada umumnya anak – anak akan menyerap timbal yang di cerna sekitar 30 -50 %, sedangkan pada orang dewasa sekitar 10%.¹⁵

c) Per Dermal

Timbal yang diserap lewat kulit biasanya sangat sedikit yaitu kurang dari 1%. Integritas kulit dan karakteristik fisik dari timbal mempengaruhi jumlah timbal yang akan diserap. Kulit

tidak menyerap timbal anorganik, akan tetapi kulit akan menyerap timbal organik.¹⁵

2) Distribusi

Timbal yang terserap akan berada di tiga kompartemen tubuh yaitu jaringan mineral (gigi dan tulang), jaringan lunak (ginjal, otak, hati, paru-paru, jantung, otot dan limpa), dan darah. Timbal akan masuk ke pembuluh darah dan berikatan dengan eritrosit. Timbal akan terikat eritrosit sekitar 99% dan sisanya 1% akan berada di dalam plasma darah. Eritrosit akan mentransfer timbal ke seluruh jaringan dan organ tubuh.¹⁵

Tulang manusia merupakan tempat yang paling banyak menyimpan timbal. Kandungan timbal pada gigi dan tulang lebih dari 90% keseluruhan timbal yang ada pada tubuh. Tulang trabekular akan melepaskan timbal ke darah, sedangkan tulang kortikal yang merupakan sumber endogen potensial tetap menyimpan timbal berpuluh – puluh tahun dan akan mengatur kadar timbal di darah. Apabila terjadi stres fisiologis, tubuh akan mengeluarkan timbal, sehingga konsentrasi timbal akan meningkat di dalam darah. Peningkatan timbal dalam darah terjadi selama laktasi, stres fisiologis, periode kehamilan, menopause, hipertiroid, fraktur, penyakit kronis, penyakit ginjal, pada eksaserbasi kekurangan kalsium dan tingkatan usia.¹⁵

3) Ekskresi

Timbal diekskresi lewat urin sebesar 75 – 80%, 15% lewat feses, dan sisanya lewat keringat, empedu, kuku, dan rambut.¹⁵ Waktu paruh untuk eliminasi timbal di tulang trabekular adalah 90 hari sedangkan waktu paruh untuk eliminasi timbal di tulang kortikal adalah 10 – 30 tahun. Waktu paruh untuk eliminasi timbal di darah orang dewasa sekitar 1 bulan, dan pada anak sekitar 10 bulan.¹⁵

c. Pengaruh Timbal terhadap Spermatozoa

Timbal dapat mengakibatkan testis mengalami kelainan melalui efek pada pratestikuler dan testikuler. Pada pratestikuler, timbal dapat melewati sawar darah otak dan menyebabkan terganggunya metabolisme dari sel-sel saraf dengan cara menghambat respirasi mitokondria sel saraf. Hambatan ini dapat menyebabkan gangguan aksis hipotalamus-hipofisis-testis. Teganggunya aksis tersebut menyebabkan sekresi hormon-hormon dari hipofisis anterior mengalami gangguan terutamanya FSH dan LH, sehingga proses spermatogenesis yang terdapat di testis mengalami gangguan. Selain itu, timbal juga mempunyai efek terhadap tingkat testikuler. Timbal dapat menekan produksi hormon testosteron. Ketika stimulus hormon testosteron berkurang maka proses spermatogenesis akan mengalami gangguan. Gangguan ini terjadi akibat penurunan dari jumlah sel benih di dalam tubulus seminiferus testis.⁵

Timbal dapat berefek pada infertilitas pria melewati dua mekanisme yang utama. Pertama, timbal mampu membuat jumlah reseptor dari manosa menurun, sehingga reaksi akrosomal tidak mampu terjadi atau dapat mengakibatkan reaksi akrosomal yang prematur. Kedua, timbal akan mengikat protamin yang seharusnya berikatan dengan zinc, sehingga stabilitas kromatin pada sperma terganggu.¹⁶

3. Jahe Merah (*Zingiber officinale var. rubrum*)

a. Kandungan Senyawa Jahe Merah (*Zingiber officinale var. rubrum*)

Jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) memiliki komponen utama yaitu senyawa homolog fenolik keton yang biasa disebut gingerol. Pada suhu tinggi, gingerol akan berubah menjadi shogaol. Shogaol mempunyai rasa lebih pedas daripada gingerol.¹⁷

Gingerol merupakan komponen utama pada jahe yang dapat terkonversi menjadi senyawa zingeron atau shogaol. Senyawa paradol serupa dengan senyawa gingerol yang merupakan suatu hasil

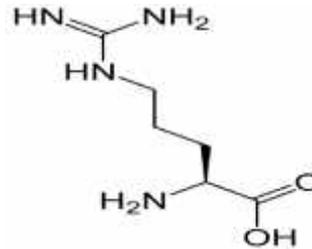
hidrogenasi dari senyawa shogaol. Shogaol akan terbentuk dari gingerol pada saat proses pemanasan.¹⁸ pH berpengaruh terhadap kecepatan degradasi [6]-gingerol menjadi [6]-shogaol, stabilitas terbaik yaitu pH 4, sedangkan pada pH 1 dan suhu 100°C, degradasi perubahan terjadi relatif cukup cepat.¹⁹ Konsentrasi gingerol pada jahe kering akan mengalami pengurangan dibandingkan pada jahe segar, sedangkan shogaol akan mengalami peningkatan. Komponen lain yaitu senyawa ingenol dan shogaol yang berfungsi sebagai antivirus.⁹

Karakteristik aroma dan bau jahe berasal dari senyawa shogaol, zingeron, serta minyak atsiri sekitar 1-3% yang tercampur dalam jahe segar. Kepedasan jahe merupakan akibat adanya turunan dari senyawa non-volatil fenilpropanoid seperti gingerol dan shogaol. Zingeron memiliki kepedasan yang lebih rendah dan memberikan suatu rasa manis.⁹

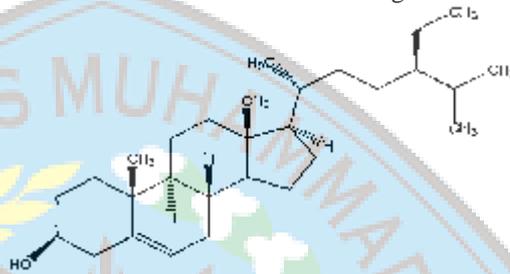
Komponen utama dalam minyak atsiri jahe yaitu seskuiterpen hidrokarbon, dan yang paling dominan yaitu zingiberen (35%), farnesen (10%), kurkumen (18%), serta sedikit bisabolen dan seskuifellandren. Sejumlah kecil yang termasuk dalam 40 hidrokarbon monoterpen seperti linalool, 1,8-cineole, borneol, graniol, dan neral. Komposisi seskuiterpen hidrokarbon (92,17%), antara lain -bisabolene (3,34%), - (7,84%), -farnesen (10,52%), zingiberene (13,97%), cis-kariofilen (15,29%), -seskuifellandren (25,16%), dan lainnya. Pada jahe juga terkandung sejumlah kecil limonen (1,48 – 5,08%), dimana -seskuiterpen dan zingiberene sebagai komponen utama berjumlah 10 sampai 60%.⁹

Selain senyawa kimia tersebut, pada jahe merah juga terkandung arginin, 10-dehydrogingerdion, α -linolenic acid, 6-gingerdion, capaicin, aspartic, caprylic acid, farnesol, B-sitosterol, chlorogenic acid, unsur pati, farnesen, farnesol dan sedikit serat - serat resin.²⁰ Pada penelitian Ariska P mengatakan bahwa infusa jahe

merah mengandung alkaloid, saponin, flavonoid dan minyak atsiri yang memiliki efek afrodisiaka.²¹



Gambar 2.2 Struktur Kimia Arginin⁹



Gambar 2.3 Struktur Kimia Beta Sitosterol⁹

Berikut ini merupakan laporan beberapa penelitian mengenai komposisi lain yang terdapat pada jahe, diantaranya adalah :²²

Tabel 2.1 Persentase Kandungan Jahe per Berat Segar

Komponen	Presentase dalam berat segar
Minyak esensial	0.8%
Campuran lain	10 – 16 %
Abu	6.5%
Protein	12.3%
Zat pati	45.25%
Lemak	4.5%
Fosfolipid	Sedikit
Sterol	0.53%
Serat	10.3%
Oleoresin	7.3%
Vitamin	(Tabel 2.2)
Glukosa tereduksi	Sedikit
Air	10.5%
Mineral	(Tabel 2.3)

Tabel 2.2 Kandungan Vitamin Jahe per Berat Kering

Vitamin	Presentase dalam berat kering
Tiamin	0.035%
Riboflavin	0.015%
Niasin	0.045%
Piridoksin	0.056%
Vitamin C	44.0%
Vitamin A	Sedikit
Vitamin B	Sedikit
Total	44.15%

Tabel 2.3 Kandungan Mineral Jahe per Berat Kering

Elemen	Jumlah, $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ Berat kering	Elemen	Jumlah, $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ Berat kering
Cr	0.89	Hg	6.0 $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$
Ma	358	Sb	39
Fe	145	Cl	579
Co	18 $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$	Br	2.1
Zn	28.2	F	0.07
Na	443	Rb	2.7
K	12.900	Cs	24 $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$
As	12 $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$	Sc	42 $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$
Se	0.31	Eu	44 $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$

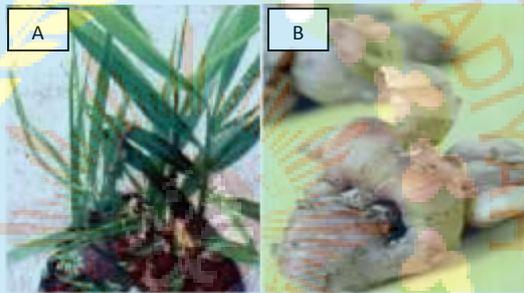
Berikut merupakan tabel efek farmakologis beberapa zat aktif yang terdapat di rimpang jahe merah :²³

Tabel 2.4 Efek Farmakologi Zat Aktif Jahe Merah

No	Nama Zat Aktif	Efek Farmakologis
1.	Limonene	Menghambat jamur pada <i>Candida albicans</i> , obat flu, antiholinesterase
2.	1,8-cineole	Mengatasi ejakulasi yang prematur, merangsang pengeluaran keringat, aseptetik antiholinesterase, merangsang ereksi, merangsang aktivitas dari saraf pusat, penguat hepar.
3.	10-dehydroginger-dione, 10-gingerdione, 6-gingerdion, 6-gingerol	Merangsang pengeluaran ASI, menekan prostaglandin, menghambat kerja dari enzim siklo-oksigenase
4.	Alpha-linolenic acid	Anti-pendarahan di luar siklus haid, perangsang produksi dari getah bening, perangsang kekebalan tubuh
5.	Arginine	Memperkuat daya tahan sperma, mencegah kemandulan
6.	Aspartic acid	Merangsang saraf, penyegar.
7.	Betha-sitosterol	Merangsang hormon androgen, bahan baku feroid, menghambat hormon estrogen, melemahkan potensi sperma, mencegah hiper-lipoprotein.
8.	Capsaicin (seluruh bagian tanaman)	Merangsang ereksi, menghambat keluarnya ezim 5-lipoksigenase dan siklo-oksigenase, meningkatkan aktivitas kelenjar endokrin.
9.	Chlorogenic acid (seluruh bagian tanaman)	Mencegah proses penuaan, merangsang regenerasi sel kulit.
10.	Farnesol	Bahan pewangi makanan, parfum, merangsang regenerasi sel normal.

b. Manfaat Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*)

Jahe (*Zingiber officinale* L.) mempunyai beberapa manfaat yang cukup beragam, diantaranya sebagai pemberi aroma, minyak atsiri, rempah bumbu dapur, ataupun sebagai obat. Secara tradisional, jahe merah bermanfaat untuk mengatasi penyakit asma, diare, mual, batuk, gangguan pernapasan, arthritis rheumatoid, sakit gigi, *morning sickness*, dan *dyspepsia*. Beberapa efek farmakologi jahe yang sudah melalui pengujian baik secara *in vivo* dengan hewan coba maupun secara *in vitro* adalah antiemetik, antioksidan, antikanker, antipiretik, analgesik, antiinflamasi akut maupun kronik, antiinfertil, dan antijamur.²⁴



Gambar 2.4 Deskripsi Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*)
(A) Tanaman Jahe Merah (B) Rimpang Jahe Merah²³

c. Metode Ekstraksi Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*)

Ekstraksi adalah suatu cara untuk mengambil kandungan kimia yang terdapat di dalam suatu tumbuhan sehingga kandungan kimia yang mampu larut akan terpisah dari bahan yang tidak mampu larut ke dalam pelarut cair. Berikut ini merupakan beberapa metode ekstraksi jahe merah:²⁵

1) Maserasi

Maserasi adalah suatu proses pengekstrakan secara dingin dari simplisia menggunakan suatu pelarut dengan cara pengocokan beberapa kali atau pengadukan pada suhu kamar (ruangan).²⁵ Pada metode maserasi jahe merah didapatkan komponen oleoresin yang diantaranya adalah : gingerol dan zingeron, senyawa turunan fenol dan keto-fenol, shogaol dengan rumus bangun ($C_{17}H_{24}O_3$), yaitu

senyawa homolog dari zingeron, minyak volatil, dan resin. Pada penelitian Fathona dan Hanny mengatakan bahwa pada ekstraksi jahe merah dengan etanol mengandung senyawa (6)-gingerol sebesar 18,03 mg/g, (8)-gingerol sebesar 4,09 mg/g, (10)-gingerol sebesar 4,61 mg/g, dan (6)-shogaol sebesar 1,36 mg/g.²⁶

2) Perkolasi

Perkolasi adalah suatu proses pengestrakan secara dingin menggunakan pelarut yang selalu baru sampai sempurna, pada umumnya dilaksanakan pada suhu ruangan. Metode perkolasi lebih baik dibandingkan dengan metode maserasi.²⁵ Pada penelitian Eka WWL mengatakan bahwa ekstraksi oleoresin jahe merah menggunakan metode perkolasi menghasilkan rendemen 20,1%, kadar minyak atsiri 38,76%, sisa pelarut dalam oleoresin 1,33 %, bobot jenis 1,04 %, kadar logam kalium 9551,24 ppm (0,96%), magnesium 42,55 ppm (0,004%), kalsium 73,86 ppm (0,007%) serta fosfor 279,81 ppm (0,028%).²⁷

3) Infundasi (Infusa)

Infundasi (infusa) adalah suatu proses penyaringan simplisia nabati secara panas menggunakan air mendidih pada suhu 90⁰C selama selang waktu 15 menit. Infundasi bertujuan untuk menyaring zat kandungan aktif yang dapat larut ke dalam air.²⁵

Infusa memiliki beberapa keuntungan dibandingkan teknik pembuatan ekstrak yang lainnya, yaitu teknik infusa lebih cepat, lebih murah serta alat dan caranya sederhana. Teknik infusa ini biasa digunakan oleh masyarakat pada umumnya. Pada penelitian Ariska P mengatakan bahwa infusa jahe merah mengandung alkaloid, saponin, flavonoid dan minyak atsiri yang memiliki efek afrodisiaka. Afrodisiaka adalah suatu zat yang dapat meningkatkan gairah seksual.²¹ Pada penelitian Ibrahim dkk mengatakan bahwa pada suhu ekstraksi 95⁰C dengan lama ekstraksi 25 menit jahe merah menghasilkan beberapa hal yaitu nilai total fenol tertinggi

sebesar 449.86 ppm, aktivitas antioksidan tertinggi sebesar 62.26% dan total padatan (total kumulatif dari keseluruhan komponen yang terdapat dalam suatu larutan baik yang dapat larut maupun yang tidak dapat larut) tertinggi sebesar 0.63%. Komponen bioaktif utama dalam jahe merupakan senyawa yang tahan panas.²⁸

d. Pengaruh Infusa Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) pada Spermatogenesis

Jahe merah memiliki beberapa kandungan zat aktif yang diantaranya adalah beta sitosterol, antioksidan dan arginin. Jahe merah memiliki kandungan bahan aktif yang bersifat androgenik dan struktur molekulnya mirip steroid yaitu beta sitosterol, yang memiliki efek sama dengan testosteron, yang mempunyai pengaruh langsung di tingkat enzim mikrosomal pada sel leydig sehingga meningkatkan kadar testosteron. Beta sitosterol dapat meningkatkan aktivitas dari sel leydig, menambah ukuran dari sel sperma, sehingga mampu meningkatkan kadar hormon testosteron. Beta sitosterol merupakan kelompok steroid yang mempunyai jalur biosintesis searah dengan terpenoid. Terpenoid disebut juga isoprenoid yang merupakan kelompok molekul hasil alam (*natural product*). Secara kimia terpenoid terbentuk dengan cara penggabungan unit isopren dan membentuk suatu senyawa melalui berbagai cara yang berbeda. Terpenoid yang lebih besar merupakan suatu komponen penting untuk metabolisme makhluk hidup yang termasuk hormon adrenal seperti komponen membran kolesterol, testosteron dan estrogen, serta larutan lipid.²⁹

Antioksidan merupakan molekul yang dapat mencegah atau memperlambat proses oksidasi dari molekul lain. Pada jahe merah terdapat kandungan antioksidan sekunder. Antioksidan sekunder merupakan antioksidan eksogenous non enzimatis. Antioksidan sekunder bekerja dengan cara menangkap radikal bebas untuk memotong reaksi oksidasi berantai dari radikal bebas, mengakibatkan

radikal bebas tidak dapat bereaksi dengan komponen seluler, sehingga proses spermatogenesis yang dipengaruhi oleh aksis hipotalamus-hipofisis-testis tidak mengalami gangguan.³⁰

Kandungan zat aktif pada jahe merah yang lainnya adalah arginin. Arginin mempunyai pengaruh terhadap aktivitas dari reproduksi seksual. Arginin merupakan suatu asam amino non-esensial yang berfungsi sebagai sistem imunitas seluler dan ketahanan tubuh. Arginin juga mempunyai peran aktif pada spermatogenesis. Selain itu, arginin mempunyai fungsi sebagai prekursor dari molekul Nitrogen Oksida (NO) yang dapat menghasilkan suatu sinyal antar sel agar terjadi metabolisme. Arginin dikonversi menjadi NO dengan bantuan enzim NO sintase (NOS) yang berada di dalam sitosol sel spermatozoa. NO akan berperan pada spermatogenesis dengan cara menstimulus produksi testosteron melalui mekanisme aktivasi dari enzim *guanylate cyclase* sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan pembentukan cGMP.⁸

NO yang berinteraksi dengan reseptor yang berada di dinding sel spermatozoa mengakibatkan enzim *guanylate cyclase* terlepas ke dalam sitoplasma, sehingga enzim *guanylate cyclase* akan mengalami peningkatan dan akhirnya menyebabkan peningkatan pada cGMP intraseluler. cGMP intraseluler yang terbentuk akan mengaktifkan “ion signal” dan “protein kinase” yang dapat berpengaruh pada inti sel untuk membuat gen yang berperan pada biosintesis tesosteron menjadi aktif dan sintesis testosteron mulai terjadi. Kolesterol diperlukan dalam biosintesis testosteron sebagai prekusornya.³¹

Enzim *guanylate cyclase* mempunyai peran sebagai katalisator agar terbentuknya cGMP dari GTP (*Guanosin Tri Phosphat*). Perubahan dari ATP menjadi cAMP mengakibatkan terurainya energi pada ATP. Sedangkan ATP berasal dari *Adenosin Mono Phosphat* (AMP) yang sebelumnya mendapat energi yang banyak pada siklus kreb. Sehingga ATP merupakan suatu senyawa organik pada sel yang

D. Hipotesis

1. Infusa jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) berefek terhadap motilitas spermatozoa tikus wistar jantan (*Rattus norvegicus*) yang dipapar timbal
2. Infusa jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) berefek terhadap morfologi spermatozoa tikus wistar jantan (*Rattus norvegicus*) yang dipapar timbal

