

**PENGARUH PEMBERIAN EKSTRAK JAHE MERAH
(*Zingiber officinale* Rosc) TERHADAP KUALITAS SPERMATOZOA TIKUS
(*Rattus norvegicus*) YANG TERPAPAR ALLETHRIN**

SKRIPSI

Oleh :

MOHAMMAD HEFNI

NIM. 06520046



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2010**

**PENGARUH PEMBERIAN EKSTRAK JAHE MERAH
(*Zingiber officinale* Rosc) TERHADAP KUALITAS SPERMATOZOA TIKUS
(*Rattus norvegicus*) YANG TERPAPAR ALLETHRIN**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**MOHAMMAD HEFNI
NIM. 06520046**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2010**

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mohammad Hefni

NIM : 06520046

Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Biologi

Judul Penelitian : Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Kualitas Spermatozoa Tikus yang Terpapar *Allethrin*.

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 30 Oktober 2010

Yang Membuat Pernyataan,

Mohammad Hefni
NIM. 06520046

**PENGARUH PEMBERIAN EKSTRAK JAHE MERAH
(*Zingiber officinale* Rosc) TERHADAP KUALITAS SPERMATOZOA TIKUS
(*Rattus norvegicus*) YANG TERPAPAR ALLETHRIN**

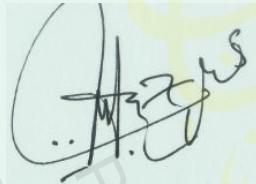
SKRIPSI

Oleh:

**Mohammad Hefni
NIM. 06520046**

Telah disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



Kiptiyah, M.Si

NIP. 197 31005 200212 2 003

Dosen Pembimbing II

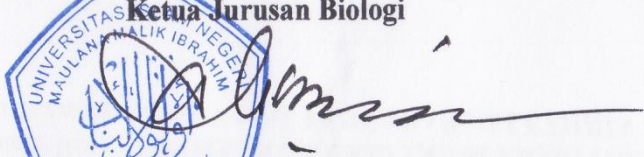


Dr. drh. Bayyinatul M., M.Si

NIP. 197 10919 200003 2 001

Tanggal, 30 Oktober 2010

Mengetahui
Ketua Jurusan Biologi



Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd
NIP. 196 30114 199903 1 001

**PENGARUH PEMBERIAN EKSTRAK JAHE MERAH
(*Zingiber officinale* Rosc) TERHADAP KUALITAS SPERMATOZOA TIKUS
(*Rattus norvegicus*) YANG TERPAPAR ALLETHRIN**

SKRIPSI

Oleh:

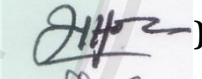
**Mohammad Hefni
NIM. 06520046**

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

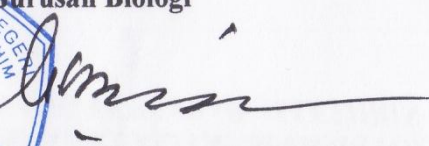
Tanggal, 11 Oktober 2010

Susunan Dewan Penguji

(Tanda tangan)

- | | | |
|------------------|---|---|
| 1. Penguji Utama | : <u>Dr. Ulfah Utami, M.Si</u>
NIP. 19650509 199903 2 002 | () |
| 2. Ketua | : <u>Amalia Fitri Andriani, M.Si</u>
NIP. 19790127 200801 2 012 | () |
| 3. Sekretaris | : <u>Kiptiyah, M.Si</u>
NIP. 19731005 200212 2 003 | () |
| 4. Anggota | : <u>Dr. drh. Bayyinatul M., M.Si</u>
NIP. 19710919 200003 2 001 | () |

Mengetahui
Ketua Jurusan Biologi



Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd
NIP. 196 30114 199903 1 001



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah Azza Wajalla, karena hanya dengan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya mampu mengantarkan penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya sampai hari akhir nanti.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Untuk itu, iringan doa' dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Imam Suprayogo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Drs. Sutiman Bambang Sumitro, S.U. DSc, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Eko Budi Minarno M.Pd selaku Ketua Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Kiptiyah, M.Si selaku dosen pembimbing utama dengan penuh kesabaran dan keikhlasan di tengah-tengah kesibukannya dalam menyelesaikan program doktornya masih memberikan bimbingan, pengarahan, dan motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku dosen pembimbing agama telah memberikan arahan dan bimbingan dalam integrasi sains dengan kajian keislaman.
6. Dr. Agus Mulyono, M.Kes selaku dosen pembimbing statistik karena atas bimbingannya penulis dapat menyelesaikan analisis data dengan baik.
7. Kholifah Holil, M.Si yang telah memberikan pinjaman referensi tentang metode analisis spermatozoa serta memberikan inspirasi pada penulis lewat perantara tugas analisis jurnal fisiologi reproduksi.
8. Dra. Retno Susilowati, M.Si selaku dosen wali selama penulis menempuh mata kuliah di UIN MALIKI Malang.
9. Dr. Ulfah Utami, M.Si dan Amalia Fitri Andriani, M.Si yang telah banyak memberikan evaluasi untuk perbaikan skripsi ini.
10. Segenap Dosen, Staf Admin (Lil Hanifah, S.Si), dan Staf Laboran Jurusan Biologi (Basyarudin, S.Si, Isma'il, S.Si, Sholehurrahman, S.Si, dan Zulfan, S.Si) yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.

11. Mas Angga dan Bpk Arisandi UMM yang telah memberikan pengarahan dalam pengamatan dan analisis sperma.
12. Abah H. ABD. Mughni Romli dan Umi tercinta Hj. Muflihah Romlah yang dengan penuh kasih sayangnya telah memberikan segala bentuk dukungan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
13. Adikku tersayang H. Helmi Al-Farisi dan Faiqotul Jannah yang telah memberikan do'a dan membesarkan hati penulis sehingga skripsi ini terselesaikan.
14. Hamba Allah yang selalu hadir menemani hari-hari sulitku dan selalu memberikan semangat serta motivasi sampai akhirnya skripsi ini terselesaikan "semoga Allah memberikan jalan yang terbaik untuk mu".
15. Shabat baikku Ust. Nurul Hadi, Lc yang senantiasa memberikan semangat dan bantuannya dalam mengintegrasikan sains dengan kajian keislaman.
16. Teman-teman FKMSB Wilayah Malang (Tholip, Zairi, Mukit, Ruslan, dll.) yang telah memberikan semangat dan dukungannya.
17. Teman seperjuangan di laboratorium Biosistematik: Arobi, Fathir, Ifa, Fida, Anny, Denik dan teman-teman terbaikku yang membantu menyelesaikan skripsi ini: Hartanto, Rimah, Rita, Yeni, Ike, Firda, Azizah, Uyun, Ari, Nurul, Fitri, Hawin dan teman-teman Biologi angkatan 2006 serta semua pihak yang turut membantu, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah memberikan balasan atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini bermanfaat dan dapat menjadi inspirasi bagi peneliti lain serta menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Jazakumullaha Khairan Kastiran

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Malang, 30 September 2010

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
ABSTRAK.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Hipotesis Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Batasan Masalah	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> Rosc).....	7
2.1.1 Deskripsi Jahe Merah	7
2.1.2 Kandungan Bahan Aktif Jahe Merah.....	8
2.2 Sistem Reproduksi Tikus Jantan	10
2.2.1 Histologi Testis Tikus Jantan.....	11
2.3 Spermatogenesis	14
2.4 Spermatozoa	17
2.4.1 Spermatozoa Normal.....	19
2.4.2 Spermatozoa Abnormal	21
2.5 Hormon Reproduksi Tikus Jantan	22
2.6 Antioksidan.....	24
2.6.1 Klasifikasi Antioksidan	25
2.6.2 Peran Jahe Merah terhadap Kualitas Spermatozoa.....	27
2.7 Radikal Bebas.....	29
2.7.1 Proses Pembentukan Radikal Bebas (<i>free radical</i>)	30
2.8 Allethrin	31
2.9 Peran <i>Allethrin</i> terhadap Kualitas Sperma	33
BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1 Rancangan Penelitian	37
3.2 Variabel Penelitian.....	37
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	38
3.4 Populasi dan Sampel	38
3.5 Alat dan Bahan	38
3.5.1 Alat	38
3.5.2 Bahan.....	38
3.6 Prosedur Penelitian.....	39

3.6.1 Persiapan Hewan Coba.....	39
3.6.2 Ekstraksi dan Penyiapan Bahan Uji.....	39
3.6.3 Kegiatan Penelitian	40
3.6.3.1 Perlakuan pada Hewan Coba	40
3.6.3.2 Perlakuan Pemaparan <i>Allethrin</i>	41
3.6.3.3 Pembuatan Larutan Stok Na CMC	41
3.6.3.4 Perlakuan Pemberian Ekstrak Jahe	41
3.6.3.5 Pengambilan Sperma	42
3.6.3.6 Perhitungan Motilitas Sperma	42
3.6.3.7 Perhitungan Viabilitas Sperma	43
3.6.3.8 Perhitungan Abnormalitas Sperma	44
3.6.3.5 Perhitungan Konsentrasi Sperma	45
3.7 Analisis Data.....	46
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> Rosc) terhadap Konsentrasi Spermatozoa Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) yang terpapar <i>Allethrin</i>	47
4.2 Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> Rosc) terhadap Abnormalitas Spermatozoa Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) yang terpapar <i>Allethrin</i>	55
4.3 Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> Rosc) terhadap Viabilitas Spermatozoa pada Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) yang terpapar <i>Allethrin</i>	63
4.4 Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> Rosc) terhadap Motilitas Spermatozoa Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) yang terpapar <i>Allethrin</i>	70
 BAB V PENUTUP	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran.....	77
 DAFTAR PUSTAKA	78
 LAMPIRAN-LAMPIRAN	83

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Ringkasan Anava 1 Jalur tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> Rosc) terhadap Konsentrasi Spermatozoa Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) yang Terpapar <i>Allethrin</i>	47
Tabel 4.2	Ringkasan BNT 0,01 tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> Rosc) terhadap Konsentrasi Spermatozoa Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) yang Terpapar <i>Allethrin</i>	48
Tabel 4.3	Ringkasan Anava 1 Jalur tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> Rosc) terhadap Abnormalitas Spermatozoa Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) yang Terpapar <i>Allethrin</i>	55
Tabel 4.4	Ringkasan BNT 0,01 tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> Rosc) terhadap Abnormalitas Spermatozoa Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) yang Terpapar <i>Allethrin</i>	56
Tabel 4.5	Ringkasan Anava 1 Jalur tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> Rosc) terhadap jumlah viabilitas Spermatozoa Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) yang Terpapar <i>Allethrin</i>	63
Tabel 4.6	Ringkasan BNT 0,01 tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> Rosc) terhadap Viabilitas Spermatozoa Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) yang Terpapar <i>Allethrin</i>	64
Tabel 4.7	Ringkasan Anava 1 Jalur tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> Rosc) terhadap Motilitas Spermatozoa pada Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) yang Terpapar <i>Allethrin</i>	71
Tabel 4.8	Ringkasan BNT 0,01 tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (<i>Zingiber officinale</i> Rosc) terhadap Motilitas Spermatozoa pada Tikus (<i>Rattus norvegicus</i>) yang Terpapar <i>Allethrin</i>	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rimpang jahe merah (<i>Zingiber officinale</i> Rosc).....	7
Gambar 2.2 Organ reproduksi tikus jantan	11
Gambar 2.3 Histologi testis tikus.....	12
Gambar 2.4 Tahapan spermatogenesis pada tikus.....	16
Gambar 2.5 Sel spermatozoa pada tikus (<i>Rattus norvegicus</i>)	19
Gambar 2.6 Bentuk spermatozoa yang abnormal.....	21
Gambar 2.7 Struktur Kimia <i>Allethrin</i>	32
Gambar 4.1 Hasil pengamatan abnormalitas spermatozoa.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengamatan Viabilitas dan Abnormalitas spermatozoa..	83
Lampiran 2. Hasil Perhitungan Kualitas Spermatozoa Setelah Perlakuan ...	84
Lampiran 3. Analisis Statistik Tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah terhadap Konsentrasi Spermatozoa Tikus yang Terpapar <i>Allethrin</i>	86
Lampiran 4. Analisis Statistik Tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah terhadap Abnormalitas Spermatozoa Tikus yang Terpapar <i>Allethrin</i>	88
Lampiran 5. Analisis Statistik Tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah terhadap Viabilitas Spermatozoa Tikus yang Terpapar <i>Allethrin</i>	90
Lampiran 6. Analisis Statistik Tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah terhadap Motilitas Spermatozoa Tikus yang Terpapar <i>Allethrin</i>	92
Lampiran 7. Analisis Hasil Pengamatan dengan Menggunakan SPSS.....	94
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian	102

ABSTRAK

Hefni, Mohammad. 2010. Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Kualitas Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar *Allethrin*. Pembimbing: Kiptiyah, M.Si dan Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si

Kata Kunci: *Allethrin*, Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc), Kualitas Spermatozoa, Tikus (*Rattus norvegicus*)

Allethrin adalah bahan aktif yang terkandung dalam obat nyamuk elektrik. *Allethrin* masuk ke dalam tubuh secara inhalasi akan menyebabkan penghambatan enzim mikrosom sel hati yang mengakibatkan munculnya metabolit sekunder berupa radikal bebas. Radikal bebas dapat menimbulkan kerusakan pada membran mitokondria sel leydig yang mengakibatkan penurunan kualitas spermatozoa. Jahe merah memiliki aktivitas antioksidan dan androgenik. Antioksidan pada jahe terbukti mampu meredam dampak radikal bebas dari *allethrin*. Aktivitas androgenik pada jahe disebabkan karena kemampuannya meningkatkan kadar hormon testosteron dalam serum. Hormon testosteron berperan dalam meningkatkan kualitas spermatozoa. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak jahe merah terhadap kualitas spermatozoa tikus yang terpapar *allethrin*.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 ulangan. Hewan coba yang digunakan adalah tikus putih strain wistar umur 2-3 bulan yang berjumlah 28 ekor. Perlakuan dalam penelitian ini meliputi pemaparan *allethrin* 8 jam/hari selama 45 hari, dan pemberian ekstrak jahe dengan dosis 0 mg/kg BB, 100 mg/kg BB, 125 mg/kg BB, 150 mg/kg BB, 175 mg/kg BB, dan 200 mg/kg BB. Hasil yang diamati dalam penelitian ini adalah konsentrasi, viabilitas, motilitas, dan abnormalitas spermatozoa, selanjutnya dianalisis dengan ANAVA tunggal. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji lanjut BNT 0,01.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, pemberian ekstrak jahe merah berpengaruh terhadap kualitas spermatozoa tikus yang terpapar *allethrin*. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa pemberian ekstrak jahe merah mampu meningkatkan konsentrasi, viabilitas, motilitas, serta mampu menurunkan jumlah abnormalitas spermatozoa. Hal ini ditunjukkan oleh pemberian ekstrak jahe merah yang secara sinergis berpengaruh terhadap peningkatan kualitas spermatozoa tikus yang terpapar *allethrin*.

ABSTRACT

Hefni, Mohammad. 2010. The Influnce of Giving Red Ginger Extract (*Zingiber officinale* Rose) on the Quality of Spermatozoa Rat (*Rattus norvegicus*) Stained by Allethrin. Advisors: Kiptiyah, M.Si and Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M. Si

Keywords: Allethrin, Red Ginger Extract (*Zingiber officinale* ROSC), Spermatozoa Quality, Rat (*Rattus norvegicus*)

Allethrin is an active substance contained in the electric mosquito repellent. Allethrin which comes into the body by inhalation will cause obstruction of liver cell microsomes enzyme that resulted in the emergence of secondary metabolites in the form of free radicals. The free radicals may cause a damage to the membrane of Leydig cell mitochondria which brings into a decline of spermatozoa quality. Red ginger has antioxidant and adrogenik activity. Antioxidants in ginger are proved to be able to muffle the impact of free radical from allethrin. While androgenic activity in ginger is caused by its ability to increase testosterone levels in serum. The testosterone hormone plays a role in improving the quality of spermatozoa. The objective of this study is to know the influence of giving red ginger extract on the quality of spermatozoa rat which is stained by allethrin.

This is an experimental research using Completely Randomized Design (CRD) with 5 repetitions. The experiment animals used are 28 rats of wistar strain aged 2-3 months. The treatment in this study includes allethrin exposure during 8 hours / day for 45 days, and giving ginger extract at a dose of 0 mg / kg, 100 mg / kg, 125 mg / kg, 150 mg / kg, 175 mg / kg , and 200 mg / kg. The results observed in this study are the concentration, viability, motility, and sperm abnormality, then analyzed by by one way ANOVA. If there are significant differences, it will be continued by further test test LSD 0.01.

The findings show that giving the red ginger extract influences on the sperm quality of rats stained by allethrin. In addition, it also increase concentration, viability, motility, and able to reduce the number of sperm abnormalities. These are indicated by giving the red ginger extract which synergically influences in increasing the quality of spermatozoa rats stained by allethrin.

المستخلص

محمد حفني، 2010. تأثير عُصارة الزنجبيل الأحمر (*Zingiber officinale* Rosc) على جودة مني الجرذ (*Rattus norvegicus*) التي تعرضت لآليثرين (Allethrin). المشرفون: قبطية، الماجستير والدكتوراة بينة المخترمة، الماجستير، درج.

كلمات البحث: آليثرين (Allethrin)، الزنجبيل الأحمر (*Zingiber officinale* Rosc)، جودة المنى، الجرذ (*Rattus norvegicus*)

آليثرين هو العنصر الفعّال الوارد في طارد البعوض الكهربائي. آليثرين يدخل الجسم عن طريق الاستنشاق الذي يسبب على سد انزيم ميكروزوم (microsome) الخلية في الكبد التي أسفرت عن ظهور المركبات الثانوية في شكل الجذور الحرة. وهذه الجذور الحرة يمكن ان تسبب ضررا على غشاء الخلية من الميتوكوندريا ايديع مما أدى إلى انخفاض جودة المنى. الزنجبيل الأحمر له نشاط مضاد للأكسدة و أندوجيني. أثبتت المواد المضادة للاكسدة في الزنجبيل قادرة على خطم آثار الجذور الحرة من آليثرين. يأتي النشاط الأندروجيني في الزنجبيل لقدرتها على زيادة مستويات هرمون تستوستيرون في المصل. هرمون التستوستيرون يلعب دورا في تحسين جودة المنى. وكان الغرض من هذه الدراسة لتحديد تأثير عُصارة الزنجبيل الأحمر على جودة مني الجرذ التي تعرضت لآليثرين.

إن هذا البحث هو بحث تجريبي باستخدام تصميم الكامل العشوائية (CRD) مع خمس مكررات. وتستخدم حيوانات التجارب الجرذ من سلالة يستار التي تتراوح أعمارها بين 2-3 أشهر، والتي يصل عددها إلى 28 جرذا. الإجراءات في هذه الدراسة تشمل على تعرض آليثرين 8 ساعات يوميا لمدة 45 يوما، واعطاء عصارة الزنجبيل بجرعة 0 ملغم/كغم، 100 ملغم/كغم، 125 ملغم/كغم، 150 ملغم/كغم، 175 ملغم/كغم، و200 ملغم/كغم. والنتائج التي يلاحظها الباحث في هذه الدراسة هو التركيز، وقدرتها على البقاء، الحركة، وشذوذ المنى، وتحليلها ثم أنوفا (ANOVA)

الوحيد. وإذا كانت هناك فروق ذات دلالة إحصائية، ثم تستمر الدراسة في اختبار 0,01 LSD.

وأظهرت النتائج أن إعطاء عصارة الزنجبيل الأحمر مؤثر على جودة مني الجرذ التي تعرضت لآليثيرين. نتائج هذه الدراسة تظهر أن إعطاء عصارة الزنجبيل الأحمر يمكن أن تحسن التركيز، وقدرتها على البقاء، الحركة، وقادرة على خطم عدد من تشوهات المنى. ويدل على ذلك أنه كلما ازداد إعطاء عصارة الزنجبيل الأحمر زاد على تحسين جودة مني الجرذ التي تعرضت لآليثيرين.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Musim pancaroba ditengarai sebagai musim berkembangbiaknya nyamuk, terlebih nyamuk yang berbahaya bagi kesehatan manusia yaitu nyamuk *Aedes aegypti*. Kondisi inilah yang mengakibatkan keberadaan obat anti nyamuk dibutuhkan setiap keluarga. Persoalannya, obat anti nyamuk yang dianggap oleh masyarakat sebagai pelindung dari gigitan nyamuk ternyata berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan yang lebih berat dan berbahaya, karena obat anti nyamuk mengandung bahan-bahan kimia.

Menurut Fauzan (2007), kandungan bahan aktif obat anti nyamuk yang beredar di pasaran merupakan turunan dari *pyrethroid* yang berupa *allethrin*, *transflutrin*, *bioallethrin*, *pralethrin*, *d-phenothrin*, dan *cypenothrin* atau *esbiothrin*. *Allethrin* ($C_{16}H_{26}O_3$) merupakan senyawa turunan pertama dari senyawa *pyrethroid* yang sering dijumpai dalam kandungan bahan aktif obat anti nyamuk elektrik (Srivastava, 2006). *Allethrin* yang masuk ke dalam tubuh secara inhalasi dapat menghambat enzim mikrosom sel hati yang menyebabkan munculnya metabolit sekunder berupa radikal bebas (WHO, 2005).

Radikal bebas dapat menyebabkan karsinogen dan toksisitas pada kulit dan organ reproduksi (WHO, 2005). Hadirnya radikal bebas pada organ reproduksi akan menyebabkan perubahan histologis pada testis yang ditandai dengan rusaknya membran mitokondria sel leydig sehingga proses

spermatogenesis terganggu. Terganggunya proses spermatogenesis akan menyebabkan kualitas sperma yang dihasilkan menurun (Zang *et al*, 2007).

Penurunan kualitas spermatozoa yang dihasilkan oleh testis dapat dicegah dengan meminimalisir produksi peroksidan atau dengan meningkatkan senyawa antioksidan yang ada di dalam tubuh. Hakekatnya setiap penyakit yang ditimpakan pada hamba Allah pasti ada jalan penyembuhannya, dengan kata lain tidak ada penyakit yang tidak dapat disembuhkan. Hadist yang diriwayatkan oleh Abu Hurairah dalam *Shahihain*:

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنْ دَاءٍ إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

Artinya: *"Sesungguhnya Allah tidak menurunkan penyakit, melainkan telah pula menurunkan obatnya"* (HR. Bukhari dan Muslim) (Al-Jauziyah, 2008).

Hadist senada juga diriwayatkan oleh imam Muslim dalam kitab shohihnya dari hadist Abu Zubair yang diriwayatkan dari Jabir bin Abdullah bahwa Nabi Muhammad SAW bersabda:

لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ فَإِذَا أُصِيبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ (رواه أحمد والحاكم)

Artinya: *"Setiap penyakit ada obatnya. Jika obat yang tepat diberikan, dengan izin Allah penyakit itu akan sembuh"* (HR. Ahmad dan Hakim) (Al-Jauziyah, 2008).

Hadist-hadist di atas mengandung makna bahwa segala hal yang terjadi di dunia ada sebab dan cara untuk menghilangkannya. Hadist shohih tersebut memerintahkan kepada manusia untuk menggunakan obat dan upaya-upaya untuk tidak bertentangan dengan kodrat ketergantungan manusia (tawakkal) kepada Allah. Keyakinan kepada keesaan Allah hanya dapat sempurna dengan melakukan hukum sebab akibat termasuk

menghilangkan unsur-unsur yang merugikan dengan cara dan metode yang diperintahkan Allah, dan segala hal yang dapat membantu menghilangkannya.

Reaktivitas radikal bebas dapat diredam dengan mengonsumsi makanan atau minuman yang mengandung antioksidan. Antioksidan berfungsi untuk menyetabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas dan menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas baru yang dapat menimbulkan stres oksidatif. Stres oksidatif (*oxidative stress*) terjadi akibat kondisi yang tidak seimbang antara radikal bebas (prooksidan) dan antioksidan di dalam tubuh (Hariyatmi, 2004).

Pemanfaatan jahe merah sebagai tanaman obat selayaknya harus difikirkan dan direnungkan bahwa segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT bermanfaat dan tidak satupun yang sia-sia. Seperti firmanNya dalam surat Asy-Syu'araa' ayat 7 dan surat Al-Baqarah ayat 57 yang berbunyi:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

Artinya: "dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuhan-tumbuhan yang baik?" (QS. Asy-Syu'araa': 7).

وَوَهَبْنَا لَكُمْ الْأَعْمَامَ وَأَنْزَلْنَا عَلَيْكُمُ الْمَنَّاءَ وَالسَّلْوَىٰ ۖ كُلُوا مِنْ طَيِّبَاتِ مَا رَزَقْنَاكُمْ ۚ وَمَا ظَلَمُونَا وَلَكِنْ كَانُوا أَنْفُسَهُمْ يَظْلِمُونَ ﴿٥٧﴾

Artinya: Dan kami naungi kamu dengan awan, dan kami turunkan kepadamu "manna" dan "salwa". makanlah dari makanan yang baik-baik yang Telah kami berikan kepadamu; dan tidaklah mereka menganiaya

Kami; akan tetapi merekalah yang menganiaya diri mereka sendiri.(Q.S Al-Baqarah: 57).

Ayat Allah di atas menunjukkan bahwa, Allah SWT telah menumbuhkan berbagai macam tumbuhan yang baik dan dapat diambil manfaatnya, baik dikonsumsi secara langsung maupun digunakan sebagai obat karena kandungan dari senyawa bahan aktifnya. Kandungan bahan aktif tanaman yang dapat digunakan sebagai tanaman obat seperti senyawa antioksidan yang ada pada tanaman jahe merah (*Zingiber officinale Rosc*).

Hasil penelitian Kikuzaki dan Nakatani (1993), menunjukkan bahwa jahe (*Zingiber officinale Rosc*) memiliki senyawa aktif fenolik seperti, gingerol, shagaol, zingeron, ginggerdiol, dan zingibren yang terbukti memiliki aktivitas antioksidan. Jahe juga dilaporkan memiliki aktivitas androgenik karena mampu meningkatkan konsentrasi hormon testosteron dalam serum (Kamtchouing *et al*, 2002). Hormon testosteron berfungsi untuk mengontrol proses spermatogenesis, memelihara sel sertoli, dan berperan dalam menentukan kualitas spermatozoa.

Berdasarkan fenomena tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang potensi ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale Rosc*) terhadap kualitas spermatozoa tikus (*Rattus norvegicus*) yang terpapar *allethrin*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah apakah ada pengaruh pemberian ekstrak jahe (*Zingiber officinale Rosc*) terhadap kualitas spermatozoa tikus (*Rattus norvegicus*) yang terpapar *allethrin*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak jahe (*Zingiber officinale Rosc*) terhadap kualitas spermatozoa tikus (*Rattus norvegicus*) yang terpapar *allethrin*.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah ada pengaruh pemberian ekstrak jahe (*Zingiber officinale Rosc*) terhadap kualitas spermatozoa tikus (*Rattus norvegicus*) yang terpapar *allethrin*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang efek samping yang ditimbulkan akibat penggunaan obat antinyamuk elektrik yang mengandung bahan aktif *allethrin*.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang efek antioksidan dari ekstrak jahe (*Zingiber officinale Rosc*) dalam meredam dampak radikal bebas yang diakibatkan oleh pemaparan *allethrin*.
3. Memberikan kontribusi khasanah ilmu pengetahuan biologi, khususnya dibidang toksikologi dan fisiologi reproduksi.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Jenis dan ekstrak jahe yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis jahe merah (*Zingiber officinale Rosc*) dengan ekstrak yang digunakan berasal dari rimpang jahe yang meliputi 5 dosis.
2. Parameter yang diamati terkait dengan pengaruh pemberian ekstrak jahe terhadap kualitas spermatozoa pada tikus yang terpapar obat antimuk elektrik dengan kandungan bahan aktif *allethrin* meliputi konsentrasi, motilitas, viabilitas, dan abnormalitas spermatozoa.
3. *Allethrin* yang dimaksud dalam penelitian ini adalah zat aktif turunan dari *pyrethroid* yang terdapat dalam obat anti nyamuk elektrik.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc)

2.2.1 Deskripsi Jahe Merah

Jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc) termasuk dalam divisi pteridophyta, sub divisi angeospermae, kelas monocotyledoneae, ordo scitameae, famili Zingiberaceae serta genus Zingiber. Batang jahe merah berbentuk bulat kecil, berwarna hijau kemerahan, dan agak keras karena diselubungi oleh pelapah daun. Tinggi tanaman mencapai 34-62 cm. Daun tersusun berselang-seling secara teratur, berbentuk lanset dan berujung runcing. Rimpang jahe ini berwarna merah hingga jingga muda (gambar 2.1) (Herlina, 2002; Matondang, 2005).



Gambar 2.1 Rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc) (Matondang, 2005).

Jahe merah merupakan salah satu jenis tanaman perdu yang mudah tumbuh dan telah banyak dibudidayakan di Indonesia. Rimpang jahe dapat digunakan sebagai bumbu untuk masakan, bahan baku minuman dan obat-obatan (Santoso, 1994). Secara empirik khasiat jahe merah sebagai obat-obatan telah terbukti dan banyak dimanfaatkan masyarakat untuk tindakan penyembuhan terhadap influenza, demam, masuk angin, rematik, bronkhitis, asma, dan lemah syahwat (Lutoni dan Rahmawati, 2004).

Jahe secara khusus termaktub dalam firman Allah QS. Al-Insaan ayat 17:

وَيُسْقَوْنَ فِيهَا كَأْسًا كَانَ مِزَاجُهَا زَنْجَبِيلًا ﴿١٧﴾

Artinya: “di dalam syurga itu mereka diberi minum segelas (minuman) yang campurannya adalah jahe” (QS. Al-Insaan:17).

Abu Nu’aim menerangkan dalam kitabnya *Ath-Thibbun Nabawi* bahwa Abu Sa’id Al-Khudri SAW berkata “Raja Romawi memberikan hadiah kepada Rasulullah SAW berupa satu karung jahe. Rasulullah membagi-bagikan sepotong kepada setiap orang dan memberiku sepotong untuk dimakan” (Al-Jauziyah, 2008).

2.2.2 Kandungan Bahan Aktif Jahe Merah

Ekstrak jahe merah memiliki kandungan aktivitas antioksidan dan androgenik, serta mampu meningkatkan daya tahan tubuh yang direfleksikan dalam sistem kekebalan inang terhadap mikroba yang masuk ke dalam tubuh, hal ini diakibatkan karena ekstrak jahe dapat memacu proliferasi

limfosit dan menekan limfosit yang mati serta meningkatkan aktivitas makrofag, selain itu jahe mampu menaikkan salah satu aktifitas sel darah putih yaitu sel NK (*Natural Killer*) dalam melisiskan sel targetnya yang berupa sel tumor dan sel yang terinfeksi virus (Gufron, 2001).

Rimpang jahe merah mengandung minyak atsiri sekitar 2,58-2,73% berfungsi memberikan efek perlindungan secara dominatif dari kerusakan DNA yang diakibatkan oleh hidrogen peroksida (H_2O_2) serta dapat bertindak sebagai *scavenger* (penangkap) radikal oksigen (Khaki *et al*, 2009). Hasil penelitian Kikuzaki dan Nakatani (1993), selain kandungan minyak atsiri, rimpang jahe mengandung minyak oleoresin yang terdiri dari bahan aktif senyawa fenolik seperti zingeron, gingerdiol, zingibrene, gingerol, dan shagaol yang memiliki aktifitas antioksidan yang cukup tinggi.

Ilmuan saat ini telah banyak memfokuskan penelitiannya dengan menggunakan bahan alami untuk dijadikan alternatif pengobatan, salah satu bahan alam tersebut adalah berasal dari tanaman. Tanaman obat sudah banyak digunakan masyarakat untuk pencegahan dan pengobatan, dengan alasan harganya relatif murah dan penggunaannya dianggap lebih aman dibandingkan dengan obat sintesis. Beberapa abad silam Nabi Muhammad SAW telah memberikan teladan pada umatnya dengan menggunakan tumbuh-tumbuhan dan buah-buahan dalam pengobatan penyakit. Allah SWT juga memberikan petunjuk melalui firmanNya kepada Nabi Nuh AS ketika dalam keadaan sakit untuk mengobati penyakitnya dengan menggunakan tumbuhan dari jenis labu dalam surat Ash-Shafaat ayat 145-146:

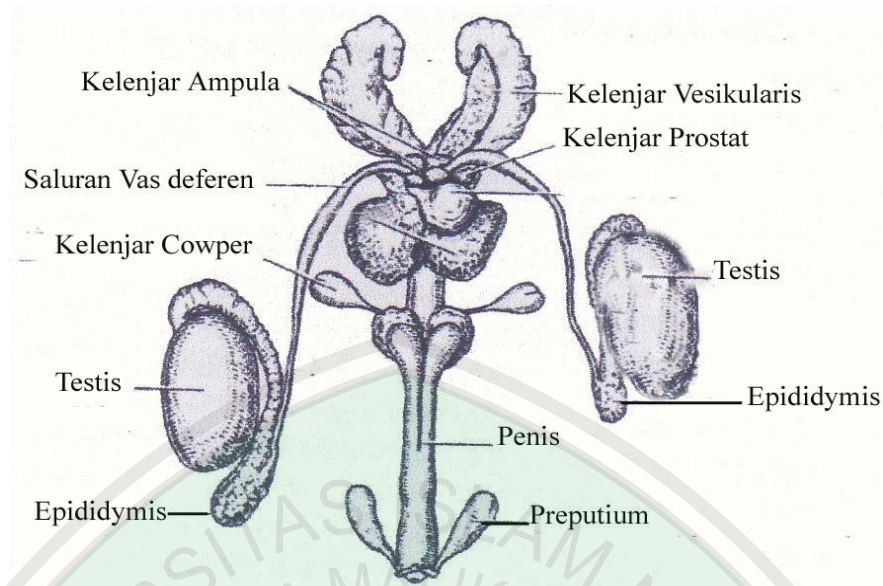
فَنَبَذْنَاهُ بِالْعَرَاءِ وَهُوَ سَقِيمٌ ﴿١٤٥﴾ وَأَنْبَتْنَا عَلَيْهِ شَجَرَةً مِّنْ يَقْطِينٍ ﴿١٤٦﴾

Artinya: “kemudian kami lemparkan dia ke daerah yang tandus, sedang ia dalam keadaan sakit. dan Kami tumbuhkan untuk Dia sebatang pohon dari jenis labu” (QS. Ash-Shafaat: 145-146).

Ayat di atas mengisahkan peristiwa Nabi Yunus AS, pada waktu sakitnya beliau diperintahkan oleh Allah SWT untuk berusaha memulihkan kondisi tubuhnya dengan memakan tumbuhan dari jenis labu. Fenomena ini setidaknya dapat memberikan pelajaran kepada manusia bahwa dalam tumbuhan selain mengandung sifat estetika juga mengandung bahan-bahan aktif yang berpotensi untuk digunakan sebagai pengobatan.

2.2 Sistem Reproduksi Tikus Jantan

Organ reproduksi tikus jantan terdiri atas organ reproduksi primer, kelompok kelenjar kelamin pelengkap, dan organ kopulatoris. Organ reproduksi primer tikus jantan disebut gonad atau testis yaitu suatu kelenjar benih yang merupakan bagian alat reproduksi utama pada hewan jantan. Kelenjar kelamin pelengkap terdiri dari kelenjar vesikularis, kelenjar prostat, dan kelenjar cowper, serta terdiri dari saluran-saluran reproduksi yang terdiri dari epididymis, dan vas deferens. Organ kopulatoris tikus jantan yaitu penis yang merupakan alat kelamin luar, berfungsi untuk menyalurkan sperma pada organ reproduksi betina (gambar 2.2). (Syaifuddin, 2006: Patrick, 1999).



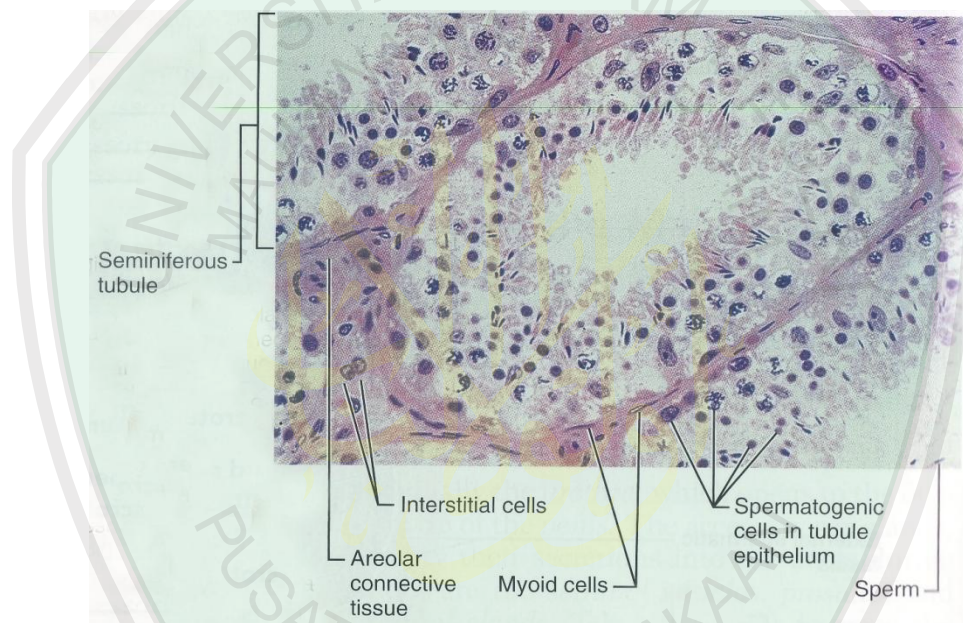
Gambar 2.2 Organ reproduksi tikus jantan (*Rattus norvegicus*) (modifikasi dari Turner, 1986).

2.2.1 Histologi Testis Tikus Jantan

Testis termasuk organ reproduksi primer pada hewan jantan. Pada hewan mamalia secara normal mempunyai 2 buah testis dan terbungkus dalam kantong luar yang disebut dengan scrotum. Testis berbentuk bulat panjang, dengan sumbu memanjangnya ke arah vertikal (Partodiharjo, 1992). Testis mempunyai dua lapisan yaitu lapisan tunika vaginalis dan lapisan tunica albuginea. Tunica vaginalis adalah lapisan terluar kapsul yang terdiri dari selapis sel mesotelium, membentuk kantung testis yang berasal dari selaput peritoneum. Tunica albuginea terdiri dari jaringan ikat dan otot polos. Tunica albuginea dan tunica vaginalis dipisahkan dengan lamina basalis yang juga berasal dari jaringan ikat (Yatim, 1994).

Testis pada hewan jantan berfungsi sebagai penghasil sel spermatozoa dan hormon androgen yaitu hormon testosteron. Terdapat sekitar 250 ruangan di dalam testis dengan bentuk piramid dan puncaknya

berada pada mediastinum. Ruangan-ruangan dalam testis tersebut disebut dengan lobula testis, ruangan antar lobula dipisahkan dengan sekat jaringan ikat yang disebut septula testis. Setiap lobulus testis terdapat tubulus seminiferi (jamak: *tubulus seminiferus*), yang berfungsi sebagai penghasil spermatozoa. Diantara tubulus seminiferus diisi oleh jaringan ikat atau jaringan interstitial yang berfungsi untuk menghasilkan hormon androgen (gambar 2.3) (yatim, 1994).



Gambar 2.3 Histologi testis tikus (Marieb dan Hoehn, 2007)

Tubulus seminiferus sendiri terdiri 5 daerah yaitu daerah lapisan jaringan ikat, lamina basalis, epitel germinal, sel spermatogenik, dan rongga. Lapisan jaringan ikat terdiri dari beberapa lapis sel yang berasal jaringan interstitial, lapisan sel ini disebut dengan sel adventitia. Sel terluar dari fibroblast terdiri dari sel *myoid*, sel ini bersifat seperti sel otot tetapi bentuknya mirip dengan sel epitel (Yatim, 1994).

Epitel germinal terdiri dari 2 macam sel yaitu sel sel germinatif dan sel sertoli. Sel germinatif disebut sel spermatogonia (tunggal : spermatogonium). Sel-sel epitel germinal tersebut sebagian terus berproliferasi untuk memperbanyak diri, sedangkan yang lainnya berdiferensiasi membentuk sel spermatogenik: spermatosit, spermatid, spermatozoa. Spermatogonia bermitosis membentuk spermatogonia. Spermatogonia bermitosis lagi membentuk sel-sel anak yang disebut spermatosit primer I. Spermatosit primer menempuh meiosis I membentuk 2 spermatosit sekunder, setiap spermatosit sekunder menempuh meiosis II membentuk 2 spermatid, spermatid kemudian mengalami transformasi bentuk menjadi spermatozoa (tunggal: spermatozoon) (Yatim, 1994: Purwaningsih, 1996).

Sel spermatogenik ini diselaputi oleh tonjolan-tonjolan halus sel sertoli yang berfungsi untuk memelihara, memberi nutrisi, serta melindungi sel spermatogenik dari perubahan pH, radiasi sinar radioaktif, dan serangan antibodi yang mungkin hadir dalam darah dan lumen tubulus seminiferus. Sel sertoli terletak diantara sel spermatogonia, tegak pada lamina basalis, dan puncaknya mencapai lumen (Junqueira, 1998).

Sel sertoli menyelaputi tubulus secara utuh dan antara sel-sertoli dibuat patri berupa zonula accludens, dengan demikian sel-sel ini bertindak sebagai "*blood-testis barrier*" yang berfungsi untuk menghalangi darah untuk kontak langsung dengan sel spermatogenik. Sel-sel sertoli ini juga mensekresikan cairan ke dalam tubulus seminiferus yang digunakan sebagai transport sperma, serta juga mensekresikan protein pengikat androgen oleh

sel-sel sertoli di bawah pengawasan FSH dan testosteron yang berperan untuk mengkonsentrasikan testosteron dalam tubulus seminiferus yang akan digunakan dalam proses spermatogenesis (Partodiharjo, 1992: Yatim, 1994).

2.3 Spermatogenesis

Pembentukan sperma terjadi di dalam tubulus seminiferus dengan melalui beberapa tahapan untuk mencapai kematangan sel dan hasil akhir yang sempurna. Proses pematangan ini menandakan bahwa manusia diciptakan oleh Allah dengan terencana dan bukan terjadi dengan cara kebetulan. Firman Allah dalam Al-Qur'an surat Al-mu'minun Ayat 12-14 :

وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ سُلَالَةٍ مِّن طِينٍ ﴿١٢﴾ ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَّكِينٍ ﴿١٣﴾
ثُمَّ خَلَقْنَا النُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظْمًا فَكَسَوْنَا
الْعِظْمَ لَحْمًا ثُمَّ أَنْشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ ﴿١٤﴾

Artinya: *dan Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dari suatu saripati (berasal) dari tanah. Kemudian Kami jadikan saripati itu air mani (yang disimpan) dalam tempat yang kokoh (rahim). kemudian air mani itu Kami jadikan segumpal darah, lalu segumpal darah itu Kami jadikan segumpal daging, dan segumpal daging itu Kami jadikan tulang belulang, lalu tulang belulang itu Kami bungkus dengan daging. kemudian Kami jadikan Dia makhluk yang (berbentuk) lain. Maka Maha sucilah Allah, Pencipta yang paling baik (QS. Al-Mu'minun 12-14).*

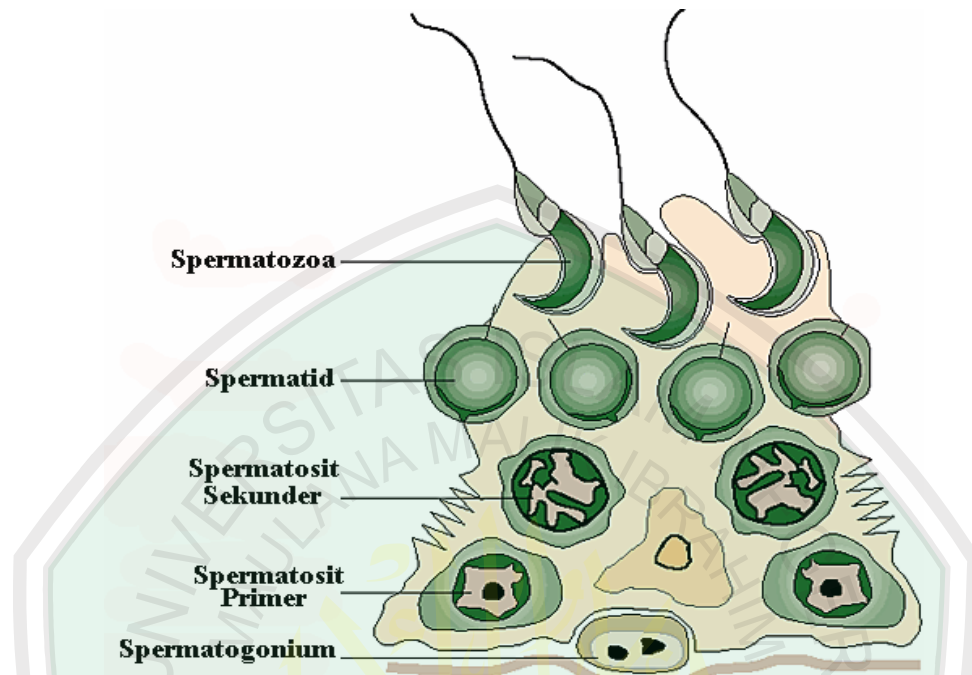
Ayat Allah di atas sebenarnya bukan membahas secara rinci tentang proses pematangan sperma, tetapi secara global menerangkan tahapan-tahapan penciptaan manusia. Tahapan penciptaan manusia diawali dengan diciptakannya Adam AS oleh Allah SWT. Menurut Mujahid penafsiran kata

سُلَالَةٍ mempunyai arti أَيُّ مِنْ آدَمَ dari Nabi Adam AS yang diciptakan Allah dari sari pati tanah. Kemudian ayat Allah berikutnya diawali dengan kata ثُمَّ, kata ini dalam kaidah *nahwiyah* berkedudukan sebagai "*Athof*" yang mencirikan adanya tahapan atau proses yang terjadi di dalamnya. Seperti halnya pada ayat Allah pada surat Al-Mu'minun ayat 12-14 di atas mengisyaratkan bahwa, dari penciptaan manusia yang diawali sari pati tanah sampai terbentuk menjadi manusia sempurna di dalamnya melalui beberapa proses dan tahapan.

Fakta terbaru yang diungkapkan oleh ilmu pengetahuan modern menunjukkan, adanya tahapan dalam pematangan sel sperma sampai akhirnya terbentuk individu baru. Proses pematangan sel sperma sendiri di dalamnya harus melalui tahapan pembelahan dari sel spermatogonium sampai akhirnya membentuk sel spermatozoa yang disebut dengan proses spermatogenesis.

Spermatogenesis merupakan proses pertumbuhan dan perubahan dari spermatogonia menjadi spermatozoa yang melalui tiga fase yaitu 1) spermatositogenesis, selama fase ini spermatogonium membelah secara mitosis, menghasilkan generasi sel baru yang nantinya akan menghasilkan spermatosit primer. 2) Meiosis I, selama fase ini spermatosit primer mengalami dua kali pembelahan secara berurutan, dengan mereduksi sampai setengah jumlah kromosom dan jumlah DNA per sel, menghasilkan spermatosit sekunder, spermatosit sekunder mengalami meiosis II menghasilkan spermatid 3) spermiogenesis, spermatid mengalami proses

sitodiferensiasi menghasilkan spermatozoa (gambar 2.4) (Junqueira, 1998: Yatim, 1994).



Gambar 2.4 Tahapan spermatogenesis pada tikus (modifikasi dari Seeley, 2007).

Tahap spermatositogenesis diawali dengan spermatogonia primitif yang berkumpul di tepi membran basal dari epitel germinal selanjutnya disebut dengan spermatogonia tipe A. Spermatogonia tipe A dengan inti yang lonjong dan nukleolus di pinggir membelah membentuk spermatogonia tipe B dengan inti bundar dan nukleolus berada di tengah. Spermatogonia tipe B bermitosis menjadi spermatosit I, sedangkan spermatosit A bermetosis sebanyak dua kali sehingga membentuk empat sel. Tiga sel diantaranya bermitosis menjadi spermatosit 1 n, sedangkan satu sel yang lain menjadi dorman dan disebut sel induk benih (item cell). Spermatogonia 1n

bermetosis sekali menjadi spermatogonia tipe B, dan bermitosis lagi membentuk spermatosit I (primer) (Yatim, 1994).

Tahap ke dua dari tahapan spermatogenesis yaitu meiosis, terdiri dari dua fase utama yaitu meiosis I dan meiosis II. Meiosis I menempuh beberapa fase yaitu profase, metafase, anafase, dan telofase. Profase dibagi menjadi 5 sub fase yaitu leptoten, zigoten, pachiten, diplomen, dan diakinesis. Meiosis II menempuh fase seperti halnya pada fase meiosis I, tetapi profase tidak lagi terbagi menjadi sub fase. Meiosis I menghasilkan spermatosit sekunder. Spermatosit sekunder sulit diamati dalam testis karena merupakan sel berumur pendek yang berada dalam fase interfase yang sangat cepat memasuki pembelahan meiosis II menghasilkan spermatid (Yatim, 1994).

Tahapan spermatogenesis yang terakhir yaitu tahap spermiogenesis, pada tahapan ini spermatid yang merupakan hasil pembelahan dari spermatosit sekunder mengalami pembentukan akrosom, pematangan, pemanjangan inti, dan pembentukan flagelum. Hasil akhir dari proses ini adalah spermatozoa yang matang, dan selanjutnya dilepas ke dalam lumen tubulus seminiferus (Yatim, 1994).

2.4 Spermatozoa

Organ reproduksi jantan pada hakekatnya merupakan alat yang berfungsi untuk menyalurkan hasil kelenjar-kelenjar kelamin berupa semen ke dalam organ reproduksi betina. Penciptaan manusia oleh Allah disebutkan dalam Al-Qur'an surat Al-Qiyamah 37 dan surat Al-Insan ayat 2:

أَلَمْ يَكُ نُطْفَةً مِّن مَّنِيِّ يُمْنَىٰ

Artinya : *"Bukankah Dia dahulu setetes mani yang ditumpahkan (ke dalam rahim)"* (QS. Al-Qiyamah: 37).

إِنَّا خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِّن نُّطْفَةٍ أَمْشَاجٍ نَّبْتَلِيهِ فَجَعَلْنَاهُ سَمِيعًا بَصِيرًا

Artinya : *"Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dari setetes mani yang bercampur, yang Kami hendak mengujinya (dengan perintah dan larangan), karena itu Kami jadikan Dia mendengar dan melihat"* (QS. Al-Insan : 2).

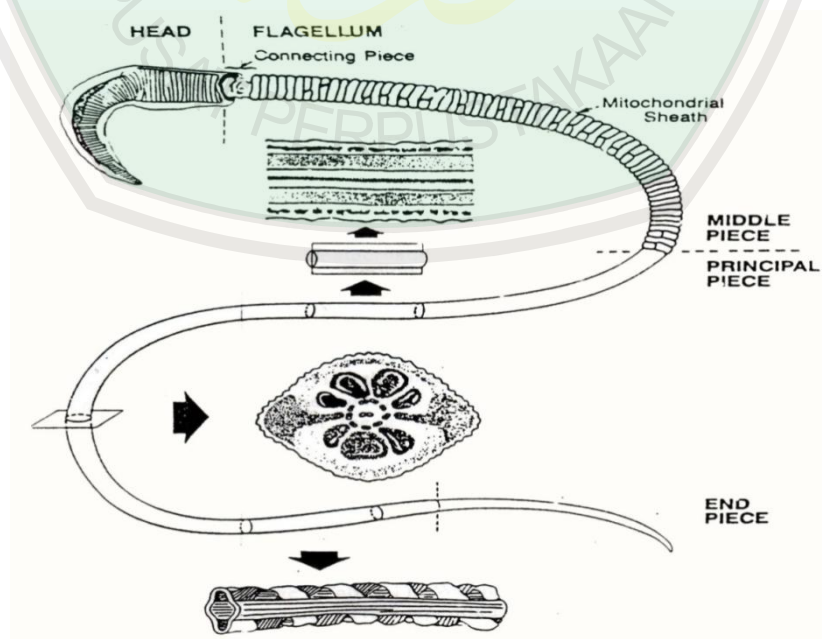
Ayat Allah di atas memberikan gambaran tentang penciptaan manusia yang berasal dari setetes mani yang bercampur. Secara pengertian redaksional cairan mani tidak hanya mengandung satu komponen, tetapi terdiri dari beberapa campuran. Seperti halnya semen yang terdiri dari sperma dan plasma semen. Sperma dalam keadaan normal tidak bisa disalurkan ke dalam saluran reproduksi betina tanpa adanya plasma semen. Plasma semen berfungsi sebagai suatu medium pembawa sperma dari saluran reproduksi hewan jantan ke dalam saluran reproduksi betina. Fungsi ini dapat dijalankan dengan baik karena pada spesies plasma mengandung bahan-bahan penyanggah dan makanan sebagai sumber energi bagi spermatozoa (Toelihere, 1982).

Spermatozoa merupakan produk akhir dari proses spermatogenesis pada hewan jantan. Spermatozoa diproduksi di dalam tubulus seminiferus testis melalui proses yang disebut dengan *spermatogenesis*, dan mengalami pematangan lebih lanjut di dalam epididymis dimana sperma disimpan

sampai diejakulasikan (Yatim, 1994). Plasma semen yang berfungsi sebagai medium pembawa dan penyedia nutrisi sperma diproduksi oleh kelenjar-kelenjar asesori traktus reproduksi hewan jantan, yaitu kelenjar-kelenjar yang terdiri dari vasdeferens, vesikula seminalis, prostata, kelenjar bulbourethra (*cowper*), dan kelenjar urethra (*littre*) (Purwaningsih, 1996: Yatim, 1994).

2.4.1 Spermatozoa Normal

Sel sperma yang normal terdiri dari kepala, leher, dan ekor (gambar 2.5) (Nalbandov, 1990). Kepala sel sperma terdiri dari inti dan akrosom. Inti mengandung bahan genetis, sedangkan akrosom mengandung berbagai enzim lysis antara lain adalah hialurodinase, CPE (*Corona Penetrating Enzim*), dan akrosin (Purwaningsih, 1996). Akrosom berperan dalam melisiskan lendir penghalang saluran kelamin betina dan selaput ovum (Wildan, 1994: Bevelander, 1988).



Gambar 2.5 Sel spermatozoa pada tikus (*Rattus norvegicus*) (Turner, 1986).

Bagian leher spermatozoa merupakan bagian yang menghubungkan antara bagian kepala dan ekor spermatozoa. Komponen utamanya terdiri dari berkas-berkas fibril yang melintang disebut sebagai *connecting-piece* pada bagian kompleks ini merupakan tempat melekatnya *axial filamen*, sedangkan pada bagian anteriornya merupakan tempat menempelnya nukleus (Nalbandov, 1990: Bevelander, 1988).

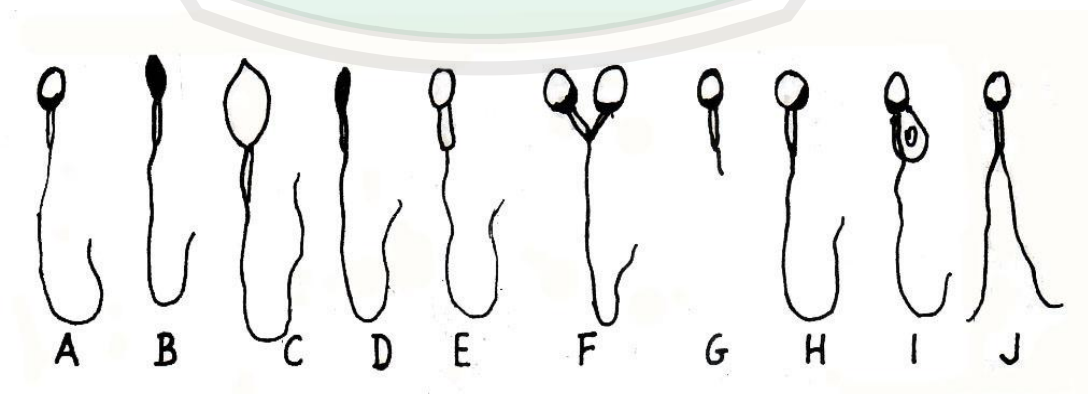
Bagian ekor spermatozoa panjangnya 40-50 mikron, yang terbagi menjadi tiga bagian yaitu bagian tengah (*middle piece*), bagian utama (*principal piece*), dan bagian ujung (*end piece*) (Toelihere, 1982). Komponen utama pada bagian ekor spermatozoa tersusun dari kompleks filamen aksial (*axial filamen complex*) yang terdiri dari aksonemia dengan dikelilingi berkas-berkas fibril kasar. Aksonema terdiri atas sepasang mikrotubulus sentral yang dikelilingi oleh sembilan pasang mikrotubulus dan fibril kasar *outer dense fibers*. Outer dense fibers pada bagian tengahnya diliputi oleh selubung mitokondria yang merupakan penghasil energi spermatozoa berupa ATP dan bertindak untuk mengaktifkan flagel sehingga menimbulkan gerakan spermatozoa (Turner, 1988: Purwaningsih, 1996).

Gerakan yang terjadi pada spermatozoa meliputi gerakan ekor mendekat dan menjauh atau disebut dengan gerakan flagel. Gerakan ini disebabkan oleh gerakan yang meluncur longitudinal secara ritmis diantara tubulus posterior dan anterior yang membentuk aksonema (Guyton, 1994: Purwaningsih, 1996).

2.4.2 Spermatozoa Abnormal

Spermatozoa dapat berbentuk lain dari biasanya, hal ini bisa terjadi pada orang fertil maupun infertil. Kelainan spermatozoa disebabkan karena berbagai macam gangguan dalam spermatogenesis. Kelainan tersebut dimungkinkan akibat dari gangguan hormonal, nutrisi, obat, radiasi, dan penyakit (Yatim, 1994).

Spermatozoa yang abnormal sering kali ditemukan pada penderita stres oksidatif. Kondisi stres oksidatif dipicu dengan adanya radikal bebas (prooksidan) yang berlebihan dalam tubuh, biasanya disebabkan oleh kondisi hormonal dalam tubuh, zat aditif, dan polutan termasuk penginhlasan *allethrin*. Sperma yang abnormal ini tidak bisa membuahi sel ovum sehingga fertilisasi tidak akan pernah terjadi (Purwaningsih, 1996). Yatim (1994) menyatakan betuk-bentuk sperma yang abnormal dapat dicirikan dengan kepala sperma gepeng, kepala sperma besar, kepala sperma kecil, bagian tengah kecil, bagian tengah besar, kepala dua, *phantom* (ekor pendek), letak ekor abaksial, adanya sitoplasma yang melekat pada sperma, dan ekor ganda (Gambar 2.6).



Gambar 2.6 Bentuk spermatozoa yang abnormal: (A) sperma normal; (B) kepala gepeng; (C) kepala besar; (D) kepala kecil; (E) bagian

tengah besar; (F) kepala dua; (G) phantom/ ekor pendek; (H) letak ekor abaxial; (I) ada sisa sitoplasma melekat; (J) ekor dua (Yatim, 1994).

Abnormalitas sperma diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu abnormalitas primer dan abnormalitas sekunder. Abnormalitas primer terjadi akibat kelainan-kelainan spermatogenesis di dalam tubuli seminiferi, sedangkan abnormalitas sekunder terjadi sesudah sperma meninggalkan tubuli seminiferi, selama perjalanan melalui saluran epididymis, selama ejakulasi, atau dalam manipulasi ejakulat termasuk dalam proses pengambilan sperma, pemanasan yang berlebihan, pendinginan yang cepat, kontaminasi dengan air, urine, atau antiseptic. Abnormalitas primer meliputi kepala yang terlampau besar (*macrocephalic*), kepala terlampau kecil (*microcephalic*), kepala pendek melebar, pipih memanjang, kepala rangkap, ekor ganda, bagian tengah yang melipat, membengkok, membesar, ekor yang melingkar, putus dan membelah (Toelihere, 1982).

2.5 Hormon Reproduksi Tikus Jantan

Hormon reproduksi pada tikus jantan pada dasarnya sama dengan hormon reproduksi hewan jantan yaitu terdiri dari GnRH (*Gonadotropin Releasing Hormon*), LH (*Luteinizing Hormon*), FSH (*Follicle Stimulating Hormon*), estrogen, dan testosteron. GnRH adalah suatu peptida dengan 10 asam amino yang disekresi oleh neuron-neuron yang sel-sel induknya terletak dalam nukleus arkuatus dari hipotalamus. GnRH yang telah dihasilkan diangkut ke hipofisis anterior melalui darah porta yang menghubungkan antara keduanya dan akan merangsang pelepasan dari dua

jenis gonadotropin yaitu LH dan FSH. Intensitas perangsangannya ditentukan oleh dua cara yaitu frekuensi dari siklus sekresi dan jumlah GnRH yang dilepaskan pada setiap siklus (Guyton, 1996).

LH dan FSH merupakan hormon gonadotropik yang disekresi oleh sel-sel gonadotropin yang terletak pada kelenjar hipofisis anterior. Sekresi kedua hormon ini dirangsang oleh GnRH sehingga apabila tidak ada GnRH yang dihasilkan oleh hipotalamus, maka gonadotropin dalam kelenjar hipofisis tidak akan menyekresikan LH dan FSH (Ganong, 1995). Baik LH maupun FSH mengeluarkan pengaruhnya pada jaringan target di dalam testis terutama melalui aktifitas sistem *second messenger* siklik adenosin monofosfat, yang selanjutnya akan mengaktifkan sistem enzim khusus dalam sel-sel target berikutnya. LH sendiri berfungsi mengatur produksi hormon testosteron yang disintesis oleh sel-sel interstisial leydig di dalam testis. Peningkatan sekresi hormon testosteron ini sebanding dengan jumlah LH yang tersedia (Guyton, 1996).

Testosteron adalah hormon pria disekresi oleh sel-sel interstisial leydig dalam testis yang disintesis dari kolesterol. Fungsi dari hormon testosteron adalah merangsang pendewasaan spermatozoa yang terbentuk dalam tubuli seminiferi, merangsang pertumbuhan kelenjar asesori (prostat, vesikularis, dan bulbulatoris) serta merangsang sifat-sifat kejantanan (Partodiharjo, 1992).

Testosteron yang dihasilkan oleh testis mempunyai efek timbal balik menghentikan sekresi LH oleh hipofisis anterior. Efek ini terjadi melalui dua cara. Pertama penghambatan yang lebih besar dihasilkan dari efek langsung

testosteron terhadap hipotalamus dalam menurunkan sekresi GnRH. Keadaan ini sebaliknya secara bersamaan menyebabkan penurunan sekresi LH dan FSH oleh hipofisis anterior sehingga penurunan LH ini akan menurunkan sekresi testosteron oleh testis. Kedua testosteron juga memiliki efek umpan balik negatif secara langsung ke hipofisis anterior sebagai tambahan terhadap efek umpan balik hipofisis anterior terhadap hipotalamus (Guyton, 1996; Ganong, 1995).

2.6 Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron (*electron donor*) atau reduktan. Senyawa ini memiliki berat molekul kecil, tetapi mampu menginaktivasi berkembangnya reaksi oksidasi, dengan cara mencegah terbentuknya radikal (Winarsi, 2007). Antioksidan juga merupakan senyawa yang dapat menghambat reaksi oksidasi, dengan mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif, akibatnya kerusakan sel akan dihambat (Hariyatmi, 2004). Kumalaningsih (2007) menambahkan, suatu senyawa dikatakan memiliki sifat antioksidan bila senyawa tersebut mampu mendonasikan satu atau lebih elektron kepada senyawa prooksidan, kemudian mengubah senyawa oksidan menjadi senyawa yang lebih stabil.

Secara biologis antioksidan dapat diartikan sebagai senyawa yang mampu menangkal atau meredam dampak negatif oksidan dalam tubuh. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan, sehingga aktifitas senyawa oksidan tersebut bisa dihambat (Winarsi, 2007).

2.6.1 Klasifikasi Antioksidan

Secara umum senyawa antioksidan dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu senyawa antioksidan enzimatik dan non-enzimatik. Senyawa antioksidan enzimatik terdiri atas enzim-enzim yang dapat merubah Reaksi Oksigen Species (ROS) seperti Superoksida Dismutase (SOD), katalase, dan Glutathione. Senyawa antioksidan enzimatik juga dapat ditandai dengan adanya molekul-molekul yang dapat mengeblok aktifitas enzim seperti *Allopurinol*, dan *Xanthine Oksidase Inhibitor*, dan molekul-molekul yang bisa menangkap ion metal yang merupakan katalis potensial dari reaksi radikal bebas (Winarsi, 2007).

Antioksidan non-enzimatis dibagi menjadi dua kelompok yaitu 1) antioksidan larut lemak seperti, tokoferol, karotenoid, flavonoid, quinon, dan biliburin. 2) Antioksidan larut air, seperti asam askorbat, protein pengikat logam, dan protein pengikat heme. Antioksidan enzimatis dan non-enzimatis tersebut bekerja sama memerangi aktifitas senyawa oksidan dalam tubuh. Terjadinya stres oksidatif dapat dihambat oleh kerja enzim-enzim antioksidan dalam tubuh dan antioksidan non-enzimatis (Tedjo, 2005).

Menurut Belleville (1996), secara fisiologis terdapat dua sistem pertahanan tubuh yang meliputi sistem pertahanan preventif, sistem ini dilakukan oleh kelompok antioksidan sekunder. Senyawa oksigen reaktif dihambat dengan cara merusak pembentukannya baik melalui intra sel maupun dari ekstra sel dengan melibatkan sistem enzim. Sistem pertahanan yang lain bereaksi melalui pemutusan reaksi radikal berantai, hal ini dilakukan oleh kelompok antioksidan primer.

Berdasarkan mekanisme kerjanya antioksidan digolongkan menjadi tiga kelompok. Kelompok antioksidan I adalah Antioksidan Primer. Antioksidan primer disebut juga antioksidan enzimatik. Suatu senyawa dikatakan antioksidan primer apabila dapat memberikan atom hidrogen secara cepat kepada senyawa radikal atau dapat menghambat pembentukan senyawa radikal baru dengan cara memutus reaksi berantai (polimerasi), kemudian mengubahnya menjadi suatu produk yang lebih stabil (Tejdo, 2005). Antioksidan ini meliputi enzim superoksida dismutase (SOD), katalase, dan glutathione peroksidase.

Kelompok antioksidan II adalah antioksidan sekunder. Antioksidan ini disebut juga antioksidan eksogen atau non-enzimatis. Antioksidan ini memiliki sistem pertahanan secara preventif yaitu bekerja dengan cara menangkap radikal bebas (*free radical scavenger*), atau dengan cara memotong reaksi oksidasi berantai dari radikal bebas, sehingga radikal bebas tidak mampu bereaksi dengan komponen seluler. Antioksidan ini berasal dari tanaman diantaranya vitamin C (asam askorbat), betakaroten, vitamin E (tokoferol), flavonoid, dan senyawa fenolik (Winarsi, 2007).

Kelompok antioksidan ke III terdiri dari kelompok antioksidan tersier yang meliputi sistem enzim DNA-repair dan metionin sulfoksida reduktase. Enzim-enzim ini bekerja dalam perbaikan biomolekular yang rusak akibat reaktivitas radikal bebas (Winarsi, 2007).

2.6.2 Peran Jahe Merah terhadap Kualitas Spermatozoa

Allah menciptakan alam dan isinya mempunyai fungsi dan tujuan, tidak ada satupun ciptaanNya yang sia-sia termasuk tanaman jahe yang ditumbuhkanNya mengandung manfaat bagi kesehatan manusia. Sebagaimana dijelaskan dalam Al-Qur'an surat Shaad ayat 27:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا ۖ فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ
كَفَرُوا مِنَ النَّارِ ﴿٢٧﴾

Artinya: *“dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah. yang demikian itu adalah anggapan orang-orang kafir, Maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka”* (QS. Shaad: 27).

Berdasarkan ayat di atas, dapat dipahami bahwa Allah menciptakan langit, bumi dan segala yang ada disekitarnya seperti makhlukNya yang berupa hewan dan tumbuhan tidaklah sia-sia, tetapi dengan hikmah yang nyata dan amat berguna bagi manusia apabila manusia selalu memikirkan dan memanfaatkan ciptaanNya dengan sebaik-baiknya, seperti ditumbuhkanNya tanaman jahe yang mengandung banyak manfaat bagi kesehatan. Ilmuan modern telah banyak mengungkapkan bahwa, tanaman jahe mengandung minyak atsiri dan oleoresin yang mampu bertindak sebagai antioksidan.

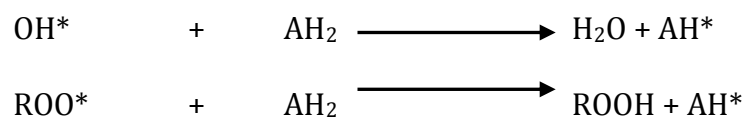
Senyawa antioksidan pada jahe termasuk dalam golongan antioksidan alami karena dihasilkan secara alami oleh tanaman. Jahe merah memiliki aktifitas antioksidan dan androgenik. Rimpang jahe merah mengandung minyak atsiri sekitar 2,58-2,73% berfungsi memberikan efek

perlindungan secara dominatif dari kerusakan DNA yang diakibatkan oleh hidrogen peroksida H_2O_2 serta dapat berindak sebagai scavenger radikal oksigen (Khaki *et al*, 2009).

Hasil penelitian Kikuzaki dan Nakatani (1993), selain kandungan minyak atsiri, rimpang jahe mengandung minyak Oleoresin yang terdiri dari bahan aktif senyawa fenolik seperti zingeron, gingerdiol, zingibrene, gingerol, dan shagaol yang memiliki aktivitas antioksidan yang cukup tinggi. Antioksidan pada Jahe ini dapat bereaksi sebagai *scavenger* radikal peroksil (ROO^*) dan merupakan *scavenger* yang kuat terhadap radikal hidroksil (OH^*) (Septina, 2002).

Hasil penelitian Septina *et al* (2002) menunjukkan bahwa, antioksidan fenolik pada jahe dapat digunakan untuk mencegah atau menghambat autooksidasi lemak dan minyak. Penghambatan autoksidasi lemak dan minyak oleh antioksidan jahe dilakukan dengan cara mendonasikan radikal hidrogen kepada senyawa radikal bebas, sehingga radikal lemak menjadi stabil dan tidak mampu melaksanakan tahap propagasi sehingga kerusakan mitokondria sel leydig dapat terhindari.

Mekanisme reaksi radikal hidroksil (OH^*) dan radikal peroksil (ROO^*) oleh antioksidan jahe sebagai berikut (Schuler, 1990 dalam Septina, 2002):



OH^* yang tertangkap antioksidan pada jahe (AH_2) diregenerasi menjadi H_2O dan ROO^* yang tertangkap AH_2 diregenerasi menjadi $ROOH$.

Peran lain dari senyawa antioksidan fenolik pada jahe yaitu sebagai *scavenger* radikal bebas mampu memperlancar pengiriman kolesterol untuk dikonversi menjadi pregnenolon oleh enzim sitokrom P450cc dalam mimbran mitokondria sel leydig (Zhang *et al*, 2007). Pregnenolon berfungsi sebagai biosintesis hormon testosteron. Peningkatan pregnenolon yang dihasilkan oleh sel leydig akan memicu peningkatan produksi testosteron. Testosteron berfungsi untuk mengontrol proses spermatogenesis pada pembelahan meiosis dan pada proses spermiogenesis sehingga mampu melancarkan proses spermatogenesis akibatnya, kualitas sperma yang dihasilkan akan meningkat (Zang *et al*, 2007: Guyton, 1994).

2.7 Radikal Bebas

Radikal bebas (*free radical*) adalah suatu senyawa atau molekul hasil dari metabolisme tubuh yang mengandung satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada orbit luarnya (Yusuf, 2000: Hariyatmi, 2004). Adanya elektron yang tidak berpasangan, maka senyawa radikal bebas bersifat reaktif untuk mencari pasangan, dengan cara menyerang dan mengikat elektron molekul yang berada di sekitarnya (Soetmaji, 1998: Winarsi, 2007).

Target utama akibat reaktifitas radikal bebas adalah senyawa lipid, protein, asam lemak tak jenuh dan lipoprotein, karbohidrat, DNA (*deoxyribonucleic acid*), dan RNA (*rybonucleic acid*). Beberapa molekul tersebut yang paling rentan terhadap serangan radikal bebas adalah asam lemak tak jenuh yang berada di dalam sel, sehingga mengakibatkan dinding

sel menjadi rapuh. Senyawa oksigen reaktif ini juga mampu merusak bagian dalam pembuluh darah sehingga meningkatkan pengendapan kolesterol dan menimbulkan aterosklerosis (Winarsi, 2007).

Sumonggo (2001) berpendapat bahwa serangan radikal bebas terhadap molekul disekelilingnya akan menyebabkan terjadinya reaksi berantai, yang kemudian menghasilkan senyawa radikal bebas baru. Akibat serangan ini dapat mengakibatkan gangguan fungsi sel, kerusakan struktur sel, penyakit autoimun, penyakit degeneratif, hingga kanker.

2.7.1 Proses Pembentukan Radikal Bebas (*free radical*)

Senyawa oksigen reaktif dapat terbentuk setiap saat dalam berbagai kegiatan, bahkan ketika kita sedang bernafas. Menurut Winarsi (2007), secara umum senyawa oksigen reaktif atau radikal bebas dapat dibentuk melalui beberapa faktor lingkungan diantaranya:

- a. Senyawa pestisida atau karbon tetraklorida (CCl_4). Senyawa ini ketika masuk ke dalam tubuh akan bereaksi dengan sitokrom P450 monooksigenase dan menghasilkan radikal triklorometil (CCl_3^*) dan triklorometilperoksil (CCl_3O_2^*).
- b. Senyawa hasil pemanggangan daging berlemak yang disebut benzoaperine. Senyawa jika masuk ke dalam tubuh akan berubah menjadi senyawa radikal 7,8-diol-9-10 epoksida.
- c. Bahan aditif pangan (asam karmiat). Senyawa ini akan dirubah menjadi senyawa radikal bebas yang bertindak ssebagai inisiator dalam proses peroksidasi lipid sehingga menimbulkan kerusakan jaringan.

Sementara Sumonggo (2007) berpendapat bahwa, berdasarkan jalur pembentukan radikal bebas dapat dibagi menjadi radikal bebas endogen dan eksogen. Radikal bebas endogen dihasilkan dari sejumlah reaksi seluler yang dikatalisis oleh besi (Fe^{2+}) dan reaksi enzimatik seperti lipooksigenase, peroksidase, NADPH oksidase dan xanthin oksidase, atau juga dapat diartikan sebagai respon normal proses biokimia intra maupun ekstra sel. Radikal bebas eksogen yaitu radikal bebas yang dihasilkan dari luar tubuh seperti polutan lingkungan yang berupa emisi kendaraan bermotor dan industri, asbestos, asap rokok, radiasi ionisasi, infeksi bakteri, jamur, virus, serta paparan zat kimia.

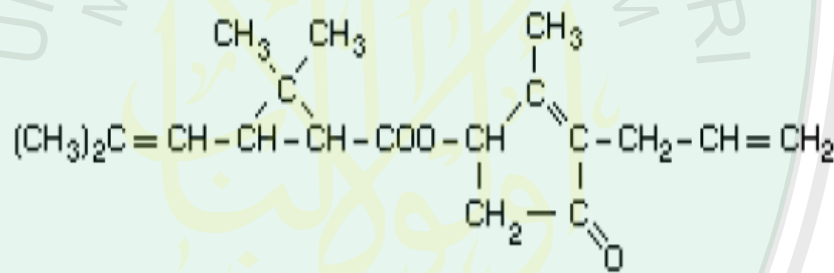
2.8 Allethrin

Kandungan bahan aktif obat nyamuk yang beredar dipasaran yaitu berasal dari senyawa kimia golongan *pyrethroid*. *Pyrethroid* merupakan salah satu kelompok insektisida racun kelas menengah yang digunakan sejak 40 tahun sebagai pembasmi serangga seperti nyamuk dan kecoa (Narendra *et al*, 2008; Fauzan, 2007). *Pyrethroid* mempunyai dua turunan. Turunan *pyrethroid* I meliputi *allethrin*, *resmethrin*, *d-phenothrin*, dan *tethrametrin*, sedangkan turunan *pyrethroid* II meliputi *cypermethrin*, *cyfluthrin*, *deltamethrin*, *cyphenothrin*, *fenvalerate*, dan *fluvalinate* (Srivastava *et al*, 2006; Vettorizi, 1998).

Allethrin dapat menyebabkan toksik pada serangga dan mamalia. Pada serangga efek toksik dari turunan *pyrethroid* dapat mengganggu sistem syaraf dan menghambat neurotransmitter. Efek toksik *allethrin* pada mamalia

dapat menyebabkan karsinogen dan toksisitas pada kulit maupun organ reproduksi (WHO, 2005: Vettorizi, 1998). *Allethrin* juga dapat menginduksi terjadinya stres oksidatif yang akan mengakibatkan degenerasi organ, jaringan dan sel seperti : hati, otak, ginjal dan eritrosit (Abdollahi *et al*, 2004).

Struktur kimia *allethrin* $C_{16}H_{26}O_3$ (gambar 2.7) merupakan senyawa turunan pertama dari *pyrethroid* yang terdapat dalam bahan aktif obat antinyamuk elektrik. Zat ini digunakan secara komersial pada racun pembunuh serangga, akan tetapi memiliki resiko pada kesehatan yang dapat menyebabkan histopatologi organ-organ vital (Srivastava *et al*, 2006: Larry *et al*, 2006).



Gambar 2.7. Struktur Kimia *Allethrin* (IPCS, 1989)

Allethrin diekstrak dari bunga chrysanthemum. Nama kimia *allethrin* adalah *3-allyl-2-methyl-4-oxo-cyclopent-2-enyl-(1R)-cis,trans-chrysanthemate* (Cage *et al*, 1998). *Allethrin* dapat masuk dalam tubuh melalui 3 cara : termakan atau terminum bersama makanan atau minuman, terserap melalui kulit dan dihirup dalam bentuk gas atau uap (Larry *et al*, 2006: Azkiya, 1997).

Allethrin dalam obat antinyamuk elektrik yang masuk ke dalam tubuh secara inhalasi akan masuk ke dalam paru-paru dan diikat oleh membran alveolus. Selanjutnya *allethrin* akan diikat oleh darah dan

diedarkan ke seluruh sel tubuh terutama pada hati, ginjal dan sistem saraf. Turunan *pyrethroid* tersebut akan mengalami metabolisme dengan dihidrolisis di dalam tubuh yang melibatkan sitokrom P-450 pada hati (WHO, 2005).

Secara umum *pyrethroid* menyebabkan penghambatan enzim mikrosom sel hati melalui persaingan di tempat pengikatan sitokrom P-450. Adanya penghambatan enzim mikrosom pada sel hati, dapat merusak jalan detoksifikasi dasar tubuh pada metabolisme endogen dan eksogen, sebagai dampaknya hati tidak mampu mendetoksifikasi racun secara sempurna, sehingga mengakibatkan munculnya metabolit sekunder yang berpotensi menghasilkan efek toksik dan bertindak sebagai radikal bebas (Tomei *et al.* 1998).

Toksisitas *allethrin* dalam tubuh dapat menyebabkan efek kronik yang mengakibatkan gangguan fungsi sel, kerusakan struktur sel, penyakit autoimun, penyakit degeneratif, kanker, serta gangguan sistem reproduksi (EPA, 2007; Larry *et al.*, 2006). Efek toksik yang diakibatkan hasil metabolisme *allethrin* pada organ reproduksi yaitu menyebabkan perubahan histologis pada testis yang ditandai dengan rusaknya membran mitokondria sel leydig sehingga mengganggu proses *steroidogenic* yang menyebabkan produksi hormon testosteron berkurang, akibatnya proses spermatogenesis terganggu sehingga menurunkan kualitas sperma (Zang *et al.*, 2007).

2.9 Peran Allethrin terhadap Kualitas Sperma

Allethrin dalam obat antinyamuk elektrik masuk ke dalam tubuh secara inhalasi kemudian di dalam paru-paru akan diikat oleh membran

alveolus. Selanjutnya *allethrin* akan diikat oleh darah dan diedarkan ke seluruh sel tubuh terutama pada hati, ginjal dan sistem saraf (WHO, 2005).

Allethrin akan mengalami proses metabolisme dengan dihidrolisis di dalam hati yang melibatkan sitokrom P-450 (WHO, 2005). Secara umum *pyrethroid* menyebabkan penghambatan enzim mikrosom sel hati melalui persaingan ditempat pengikatan sitokrom P-450. Adanya penghambatan enzim mikrosom pada sel hati, dapat merusak jalan detoksifikasi dasar tubuh pada metabolisme endogen dan eksogen, sebagai dampaknya hati tidak mampu mendetoksifikasi racun secara sempurna, sehingga mengakibatkan munculnya metabolit skunder yang berpotensi menghasilkan efek toksik dan bertindak sebagai radikal bebas (Tomei *et al.* 1998).

Menurut Cage *et al* (2008), *allethrin* dihidrolisis dalam hati melibatkan enzim *mikrosomal carboxylesterase* menghasilkan *chrysanthemum dicarboxylic acid* (CDCA) dan *Allethrolone*. *Allethrolone* dimetabolisasi melalui reaksi autoksidasi membentuk CDCA yang lebih kecil berupa *allyl moiety*. *allyl moiety* selanjutnya mengalami reaksi oksidasi membentuk radikal bebas berupa radikal hidroksil (OH-) dan Hidrogen Peroksida (H₂O₂). Sumonggo (2001) berpendapat bahwa, radikal bebas yang terdapat dalam tubuh akan menyebabkan terjadinya reaksi berantai menghasilkan senyawa radikal bebas baru, akibatnya senyawa radikal bebas akan berakumulasi dalam tubuh yang selanjutnya berpotensi menimbulkan stres oksidatif.

Stres oksidatif (*oxidative stress*) terjadi akibat kondisi yang tidak seimbang antara radikal bebas (prooksidan) dan antioksidan di dalam tubuh

(Hariyatmi, 2004). Kondisi ini akan menyebabkan efek toksis yang menyerang komponen sel yang berupa senyawa lipid, protein, asam lemak tak jenuh dan lipoprotein, karbohidrat, DNA (*deoxyribonucleic acid*), dan RNA (*rybonucleic acid*). Senyawa oksigen reaktif ini juga mampu merusak bagian dalam pembuluh darah sehingga meningkatkan pengendapan kolesterol dan menimbulkan aterosklerosis, kerusakan struktur sel, penyakit autoimun, penyakit degeneratif, kanker, serta gangguan sistem reproduksi (Winarsi, 2007).

Radikal bebas yang terbentuk dari hasil metabolisme *allethrin* akan merusak membran mitokondria sel leydig, sehingga ATP yang dihasilkan untuk keperluan sintesis testosteron berkurang, akibatnya proses spermatogenesis terganggu. Hasil penelitian Zang *et al*, (2007) mengungkapkan bahwa, radikal bebas dari *pyrethroid* mengganggu biosintesis testosteron dengan cara mengurangi pengiriman kolesterol ke mitokondria oleh *Peripheral Benzodiazepine Receptor* (PBR) dan *Steroidogenic Acute Regulatory protein* (StAR), serta menurunkan konversi kolesterol menjadi pregnenolon yang dikatalisis oleh *cytochrome P450sidechain cleavage* (P450scc), selanjutnya akan menyebabkan penurunan produksi testosteron. Menurunnya jumlah testosteron akan mengakibatkan proses spermatogenesis terganggu sehingga kualitas sperma yang dihasilkan juga menurun.

Proses peningkatan radikal bebas dan akibat yang ditimbulkannya merupakan hukum sebab akibat yang sengaja dilakukan untuk mengetahui efek yang ditimbulkan oleh memaparan *allethrin*. Penurunan kualitas

sperma merupakan salah satu efek yang timbul karena perlakuan pemamaran *allethrin*, seperti firman Allah dalam surat Asy-Syura' ayat 30:

وَمَا أَصَابَكُمْ مِّنْ مُّصِيبَةٍ فَبِمَا كَسَبَتْ أَيْدِيكُمْ وَيَعْفُوا عَنْ كَثِيرٍ ﴿٣٠﴾

Artinya : *"dan apa saja musibah yang menimpa kamu Maka adalah disebabkan oleh perbuatan tanganmu sendiri, dan Allah memaafkan sebagian besar (dari kesalahan-kesalahanmu)"* (QS. Asy-Syura': 30).

Ayat Allah di atas menjelaskan kepada hambaNya bahwa akibat dari sesuatu yang ditimbulkan dari perbuatannya adalah disebabkan dengan ulah makhluknya sendiri. Allah menciptakan alam dan isinya yang terdapat di antara langit dan bumi dengan tujuan, manfaat serta hikmah. Merujuk pada firman Allah dalam surat Shaad 38: 27.

Manusia yang senantiasa diciptakan oleh Allah dengan akalNya harus berfikir dan dituntut untuk memikirkan segala ciptaanNya. Rasulullah SAW bersabda:

تَفَكَّرُوا فِي نِعَمِ اللَّهِ، وَلَا تَفَكَّرُوا فِي ذَاتِ اللَّهِ (حديث حسن، سلسلة الأحاديث الصحيحة)

Artinya: *"Berfikirlah tentang nikmat-nikmat Allah, dan jangan sekali-sekali engkau berfikir tentang Dzat Allah"* (Hadits hasan, Silsilah al Ahaadiits ash Shahihah).

Hadits ini menerangkan bahwa, Rasulullah SAW menyuruh kepada umatnya untuk senantiasa memikirkan nikmat-nikmat Allah yang diberikan kepadanya dengan cara meneliti atau memikirkan atas segala yang diciptakanNya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian ekspremental yang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tujuh perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah kontrol negatif (tikus tanpa dipapar *allethrin* dan tanpa pemberian ekstrak jahe), kontrol positif (tikus dipapar dengan *allethrin* selama 8 jam/ hari tanpa pemberian ekstrak jahe), dan kelompok tikus yang dipapar *allethrin* 8 jam/ hari selama 45 hari dan diberi ekstrak jahe selama 45 hari dengan 5 dosis berbeda yaitu dosis 1 sebanyak 100 mg/kg BB/hari, dosis 2 sebanyak 125 mg/kg BB/hari, dosis 3 sebanyak 150 mg/kg BB/hari, dosis 4 sebanyak 175 mg/kg BB/ hari, dan dosis 5 sebanyak 200 mg/ kg BB/ hari.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Variabel bebas : pemberian ekstrak jahe dengan 5 dosis berbeda yaitu 100 mg/kg bb/hari, 125 mg/ kg bb/hari, 150 mg/kg bb/hari, 175mg/ kg bb/hari, dan 200 mg/kg bb/hari.
- b. Variabel tergantung : kualitas spermatozoa yang meliputi jumlah, abnormalitas, motilitas, dan viabilitas sperma.

c. Variabel Kendali : strain tikus, jenis kelamin, berat badan, dan kandang perlakuan.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April-Agustus 2010 yang bertempat di Laboratorium Biosistematik Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.4 Populasi dan Sampel

Hewan coba yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus putih (*Rattus norvegicus* strain wistar) jenis kelamin jantan yang berumur 2-3 bulan dengan berat badan 200-250 gram.

3.5 Alat dan Bahan

3.5.1 Alat

Alat yang digunakan meliputi kandang hewan coba (bak plastik dengan panjang 35 cm, lebar 28 cm, dan tinggi 11 cm dengan volume 10780 cm³), tempat makan dan minum, timbangan analitik, seperangkat alat obat nyamuk elektrik, alat pencekok oral (gavage), timbangan analitik, rotary evaporator, tabung effendorf, seperangkat alat bedah, hemasitometer, beaker glass, erlenmeyer, gelas ukur, *hand counter*, *water bath*, mikroskop cahaya, gelas ukur, pipet tetes, kaca preparat dan kaca penutup.

3.5.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus putih (*Rattus norvegicus* strain wistar) jenis kelamin jantan yang berumur 2-3 bulan dengan berat badan 200-250 gram yang diperoleh dari Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gajahmada Yogyakarta, obat anti nyamuk yang mengandung bahan aktif *allethrin*, bubuk jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc) yang diperoleh dari Balai Materia Medica Kota Batu, Na CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*), NaCl fisiologis, larutan pengencer tris kuning telur, pewarna negrosin eosin, methanol 99%, pakan tikus SP 1, dan aquades.

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Persiapan Hewan Coba

Sebelum penelitian dilakukan, ha-hal yang perlu dipersiapkan adalah tempat pemeliharaan hewan coba yang meliputi kandang, sekam, tempat makan dan minum tikus, pakan tikus. Selanjutnya tikus diaklimatisasi selama 2 minggu, dan diberi makan dan minum secara *ad libitum* (berlebih).

3.6.2 Ekstraksi dan Penyiapan Bahan Uji

Serbuk rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc) sebanyak 100 gram dimaserasi dengan pelarut metanol 99% sebanyak 3 kali masing-masing 300 ml sambil diaduk sesekali selama 24 jam (lampiran 8 gambar 8.1). Serbuk yang telah dimaserasi disaring dengan corong bunchner (lampiran 8 gambar 8.2). Filtrat yang diperoleh dipekatkan dengan menggunakan rotary evaporator dengan suhu 40°C sampai diperoleh ekstrak

kental (lampiran 8 gambar 8.3). Ekstrak kental yang diperoleh selanjutnya disimpan dan digunakan sebagai perlakuan.

3.6.3 Kegiatan Penelitian

3.6.3.1 Perlakuan pada Hewan Coba

Hewan coba yang berjumlah 28 ekor sebelumnya diaklimatisasi selama 2 minggu, selanjutnya dipilih secara acak dan dikelompokkan menjadi 7 kelompok masing-masing berjumlah 4 ekor. Kelompok 1 sebagai kontrol negatif yaitu kelompok tikus tanpa perlakuan apapun. Kelompok 2 sebagai kontrol positif yaitu kelompok tikus yang hanya dipapar *allethrin*. Kelompok 3 yaitu kelompok tikus yang dipapar *allethrin* dan diberi ekstrak jahe sebanyak 100 mg/kg BB/hari. Kelompok 4 yaitu kelompok tikus yang dipapar *allethrin* dan diberi ekstrak jahe sebanyak 125 mg/kg BB/hari. Kelompok 5 yaitu kelompok tikus yang dipapar *allethrin* dan diberi kestrak jahe sebanyak 150 mg/kg BB/ hari. Kelompok 6 yaitu kelompok tikus yang dipapar *allethrin* dan diberi kestrak jahe sebanyak 175 mg/kg BB/ hari. Kelompok 7 yaitu kelompok tikus yang dipapar *allethrin* dan diberi kestrak jahe sebanyak 200 mg/kg BB/ hari.

Allethrin diperoleh dari kandungan bahan aktif obat anti nyamuk elektrik, dengan lama pemberian 8 jam/ hari (Sarivastava *et al*, 2006). Pemberian ekstrak jahe dilakukan selama 45 hari, dan selama perlakuan tikus diberi makan dan minum secara *ad libitum* (berlebih). Pada hari yang ke-46 tikus dibedah dan diambil vas deferennya untuk dianalisis kualitas spermanya.

3.6.3.2 Perlakuan Pemaparan *Allethrin*

Pemaparan *allethrin* yang terkandung dalam obat nyamuk elektrik dilakukan selama 8 jam/ hari dalam jangka waktu 45 hari pada masing-masing tikus perlakuan kecuali pada kelompok kontrol negatif. Pemaparan dilakukan dengan memberikan obat nyamuk elektrik pada masing-masing kandang tikus perlakuan yang volumenya 10780 cm³ (lampiran 8 gambar 8.5).

3.6.3.3 Pembuatan Larutan Stok Na CMC

Larutan stok Na CMC 0,5% dibuat dengan cara menimbang 500 mg Na CMC dan ditaburkan ke dalam 10 ml aquadest panas, kemudian dibiarkan selama kurang lebih 15 menit sampai berwarna bening dan berbentuk menyerupai jel. Selanjutnya diaduk hingga menjadi massa yang homogen dan diencerkan dengan aquadest hingga mencapai volume 100 ml.

3.6.3.4 Perlakuan Pemberian Ekstrak Jahe

Pemberian perlakuan diawali dengan menimbang ekstrak kental jahe sesuai dengan masing-masing dosis perlakuan, kemudian ditambah dengan larutan Na CMC sampai volume 1 ml untuk satu ekor tikus perlakuan. Ekstrak jahe diberikan pada tikus perlakuan setiap hari sesuai dengan dosis I, II, III, IV, dan V selama 45 hari (pembagian dosis ekstrak jahe lampiran 8 gambar 8.4). Kelompok kontrol positif dan negatif hanya diberi suspensi Na CMC 0,5% sebanyak 1 ml tanpa pemberian ekstrak jahe.

3.6.3.5 Pengambilan Sperma

Pengambilan sperma dilakukan dengan membedah tikus dan diambil vas deferennya dengan melakukan pemotongan ujung kauda epididimis dan dibagian ampula duktus deferen (lampiran 8 gambar 8.8). Sperma yang ada di dalam vas deferen dipelurut, dan selanjutnya ditampung di dalam tabung effendorf yang telah berisi larutan tris kuning telur yang sudah dihangatkan dengan *water bath* pada suhu 37°C sebanyak 0,25 ml untuk dijadikan sebagai larutan stok.

3.6.3.6 Perhitungan Motilitas Sperma

Suspensi sperma pada larutan stok diteteskan pada kaca preparat cekung, kemudian dilakukan pengamatan dibawah mikroskop dengan pembesaran 400X, selanjutnya dilakukan penaksiran penilaian motilitas sperma. Penaksiran motilitas sperma adalah suatu prosedur visual dan dinyatakan secara komparatif tidak mutlak. Motilitas spermatozoa ditentukan secara keseluruhan atau sebagai rata-rata satu populasi sperma pada semen segar yang ditampung untuk dilakukan pemeriksaan gerakan masa dan individu. Penaksiran gerakan sperma dinyatakan dalam persen (%), jumlah sperma ditaksir dan dinyatakan dalam persen (%) dibandingkan dengan yang tidak bergerak (Warnilia, 2009).

Penaksiran motilitas sperma dapat diketahui dengan melihat pergerakan sperma dan dapat dikategorikan sebagai berikut ; (a) pergerakan imotil dinilai 0%, (b) gerakan sperma berayun atau melingkar dan tidak ada gelombang dinilai < 50%, (c) pergerakan sperma yang progresif dan

menghasilkan pergerakan massa dinilai 50-80%, (d) pergerakan sperma progresif yang gesit dan segera membentuk gelombang dinilai 90%, dan (e) gerakan yang progresif dan gelombang yang sangat cepat dinilai 100% (Toelihere, 1993).

3.6.3.7 Perhitungan Jumlah Viabilitas Sperma

Perhitungan jumlah viabilitas diperoleh dengan cara membuat preparat apus dari larutan stok, kemudian diwarnai dengan negrosin eosin, selanjutnya diamati dibawah mikroskop dengan pembesaran 400 X . Pengamatan difokuskan pada bagian kepala sperma, apabila kepala sperma berwarna transparan hal ini menandakan sperma hidup. Sperma yang mati ditandai dengan morfologi kepala sperma yang terwarnai. Kepala menjadi berwarna karena zat warna negrosin eosin akan menembus masuk dan mewarnai spermatozoa yang rusak dan mati, disebabkan karena permeabilitas membran sel spermatozoa yang mati meningkat di daerah kepala yang tidak tertutup akrosom.

Pengamatan viabilitas spermatozoa untuk membandingkan persentase spermatozoa yang hidup dan yang mati, dan dapat diamati pada luas bidang pandang yang sama dengan jumlah keseluruhan ± 200 ekor spermatozoa (Salisbury dan Vandermark, 1998).

Nilai viabilitas spermatozoa dinyatakan dalam persen. Persentase viabilitas sperma dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Suripto *et al*, 2000):

$$\text{Persentase Hidup} = \frac{n}{n+m} \times 100\%$$

Keterangan :

n = sperma hidup yang terhitung

m= sperma mati yang terhitung

3.6.3.8 Perhitungan Jumlah Abnormalitas Sperma

Perhitungan abnormalitas sperma diawali dengan membuat preparat apus dari larutan stok dengan cara menyiapkan objek gelas dan ditetesi larutan stok yang berisi sperma, lalu dicampur dengan setetes zat warna eosin negrosin sampai homogen, kemudian mengambil obyek gelas lain dan menempelkannya pada obyek gelas yang berisi campuran sperma dan zat warna eosin negrosin dengan posisi miring, lalu dilakukan pendorongan sepanjang obyek gelas sehingga terbentuk ulasan tipis selanjutnya dikeringkan dalam suhu kamar selama ± 15 menit. Preparat yang sudah dikeringkan selanjutnya dilakukan pengamatan di bawah mikroskop dengan pembesaran 400 X. Pengamatan difokuskan pada bagian kepala, leher, dan ekor yang abnormal (Toelihere, 1993).

Pengamatan abnormalitas spermatozoa dilakukan untuk membandingkan persentase spermatozoa yang normal dan yang abnormal, dan dapat diamati pada luas bidang pandang yang sama dengan jumlah keseluruhan ± 200 ekor spermatozoa (Salisbury dan Vandermark, 1998).

Nilai abnormalitas spermatozoa dinyatakan dalam persen. Persentase abnormalitas sperma dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Suripto *et al*, 2000):

$$\text{Persentase Abnormalitas} = \frac{n}{n+m} \times 100\%$$

Keterangan :

n = sperma abnormal yang terhitung

m= sperma normal yang terhitung

3.6.3.9 Perhitungan Konsentrasi Sperma

Perhitungan konsentrasi sperma dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Larutan stok yang berisi sperma dihisap dengan menggunakan pipet erithrocyt sampai tanda 0,5 kemudian diencerkan dengan larutan NaCl fis sampai tanda 101.
2. Campuran tersebut dikocok secara hati-hati menurut angka 8 selama 2-3 menit.
3. Beberapa tetes dibuang dan dikocok.
4. Beberapa tetes lagi dibuang, kemudian satu tetes ditempatkan pada bilik hitung yang sudah diberi kaca penutup.
5. Dilakukan pemeriksaan dibawah mikroskop, dan dilakukan perhitungan pada 5 kamar dengan arah zig-zag.
6. Jumlah sperma per ml dapat diketahui dengan cara menggunakan rumus jumlah sperma terhitung x 10 juta/ ml.

Perhitungan rumus tersebut didasarkan pada perhitungan sperma dari 5 kamar hitung yang masing-masing kamar terdiri dari 16 ruangan kecil, maka di dalam 5 kamar hitung terdiri dari 80 ruangan kecil. Seluruh gelas hemacytometer memiliki 400 ruangan kecil, dengan volume setiap ruangan

kecil adalah 0,1 mm³, dan pengenceran sperma terhitung sebanyak 200 kali, dan apabila 5 kamar atau 80 ruangan kecil terdapat X sperma, maka konsentrasi sperma yang diperiksa adalah:

$$X \times \frac{400}{80} \times 10 \times 200 = 10.000 = X \times 0,01 \text{ juta sperma/ mm}^3 \text{ atau } X \times 10 \text{ juta sperma/ ml (Toelihere, 1993).}$$

3.7 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan dianalisis dengan menggunakan uji statistik ANAVA tunggal, apabila $T_{hitung} > T_{tabel 0,01}$, hal ini menunjukkan perbedaan yang sangat nyata antara kelompok perlakuan dengan kelompok kontrol, sehingga dilanjutkan dengan uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) dengan signifikansi 1%.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Konsentrasi Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar *Allethrin*

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik dengan ANAVA tunggal tentang pengaruh pemberian ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap konsentrasi spermatozoa tikus (*Rattus norvegicus*) yang terpapar *allethrin* diperoleh data yang menunjukkan bahwa F hitung > F tabel 0,01. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh yang sangat nyata terhadap konsentrasi spermatozoa dari setiap perlakuan, sebagaimana tercantum dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1. Ringkasan Anava 1 Jalur tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Konsentrasi Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar *Allethrin*

SK	db	JK	KT	F hitung	F 1%
Perlakuan	6	344	57,33	11,66**	3,81
Galat	21	103,25	4,92		
Total	27	447,25			

Ket : ** berbeda sangat nyata

Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 0,01. Berdasarkan hasil BNT 0,01 dari rata-rata konsentrasi spermatozoa setelah pemberian ekstrak jahe pada tikus yang terpapar *allethrin*, maka didapatkan notasi BNT seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Ringkasan BNT 0,01 tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Konsentrasi Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar *Allethrin*

Perlakuan	Rata-rata (Juta/ml)	Notasi
K+	7,5	a
I	10,5	ab
II	13	bc
III	13,75	bcd
IV	16,5	cd
V	17,25	cd
K-	17,75	d

Keterangan : angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 1%.

Berdasarkan Tabel 4.2. dari hasil uji BNT pada taraf signifikansi 1% tentang pengaruh pemberian ekstrak jahe merah terhadap konsentrasi sperma tikus yang terpapar *allethrin* dapat diketahui bahwa pada perlakuan K+ (tanpa pemberian ekstrak jahe) dan perlakuan ke-1 (dosis 100 mg/kg BB) memberikan pengaruh yang sama terhadap konsentrasi sperma tikus yang terpapar *allethrin*, akan tetapi pada perlakuan K+ memberikan pengaruh yang berbeda dengan perlakuan ke-2 (dosis 125 mg/kg BB), perlakuan ke-3 (dosis 150 mg/kg BB), perlakuan ke-4 (dosis 175 mg/kg BB), perlakuan ke-5 (dosis 200 mg/kg BB), dan perlakuan K- (tanpa pemaparan *allethrin* dan pemberian ekstrak jahe). Pada perlakuan ke-1, ke-2, dan ke-3 memberikan pengaruh yang sama terhadap peningkatan konsentrasi sperma, akan tetapi pada perlakuan ke-1 memberikan pengaruh yang berbeda dengan perlakuan ke-4, ke-5, dan K-. Pada perlakuan ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5 memberikan pengaruh yang sama dalam meningkatkan konsentrasi sperma, akan tetapi perlakuan ke-2 memberikan pengaruh yang berbeda dengan perlakuan K-.

Pemberian ekstrak jahe yang paling berpengaruh dalam meningkatkan konsentrasi sperma tikus yang terpapar *allethrin* yaitu pada kelompok perlakuan ke-5 (dosis 200 mg /kg BB).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemaparan obat anti nyamuk elektrik yang mengandung bahan aktif *allethrin* 8 jam/ hari selama 45 hari mampu menurunkan jumlah konsentrasi sperma. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.2. kelompok kontrol positif (kelompok perlakuan yang hanya dipapar *allethrin* dan tanpa pemberian ekstrak jahe) mempunyai angka rerata konsentrasi sperma terendah dibandingkan dengan kelompok perlakuan yang diberi ekstrak jahe. Penurunan konsentrasi sperma diduga akibat pemberian obat anti nyamuk yang mengandung bahan aktif *allethrin*.

Pengaturan produksi secara alamiah radikal bebas dan antioksidan di dalam tubuh sudah diatur oleh Allah dalam keadaan seimbang, hal ini untuk memberikan kemaslahatan kepada umat manusia seperti yang tersirat dalam surat Al-Mulk ayat 3:

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا ۚ مَا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِن تَفَوتٍ ۚ فَارْجِعِ
الْبَصَرَ هَلْ تَرَىٰ مِن فُطُورٍ ﴿٣﴾

Artinya: Yang telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Tuhan yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka Lihatlah berulang-ulang, Adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang?(Q.S Al-Mulk: 3)

Ayat Allah di atas menjelaskan bahwa segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah dalam keadaan seimbang, hal ini termasuk sunnatullah untuk mencapai kemaslahatan umat manusia. Ayat Allah yang juga mengisyaratkan penciptaan makhluk-Nya dalam keadaan seimbang terdapat pada surat Al-Infithaar ayat 7:

الَّذِي خَلَقَكَ فَسَوَّاكَ فَعَدَلَكَ ﴿٧﴾

Artinya: “Yang telah menciptakan kamu lalu menyempurnakan kejadianmu dan menjadikan (susunan tubuh)mu seimbang” (Q.S Al-Infithaar: 7).

Hakekatnya produksi radikal bebas secara alamiah yang dihasilkan oleh tubuh tidak bersifat toksik terhadap sel, baik terhadap sel leydig, sel sertoli, maupun pada sel sperma, tetapi setelah pemaparan *allethrin* secara terus menerus akan menyebabkan peningkatan radikal bebas di dalam tubuh yang memicu kondisi stress oksidatif. Kondisi stress oksidatif terjadi ketika produksi radikal bebas (prooksidan) dan antioksidan di dalam tubuh tidak seimbang, sehingga berakibat pada kerusakan sel dan berpengaruh terhadap konsentrasi sperma.

Allethrin dalam obat nyamuk elektrik masuk ke dalam tubuh dan dihidrolisis dalam hati, dengan keadaan terus menerus *allethrin* mampu meningkatkan produksi radikal bebas. Menurut Zang *et al.* (2007) pemaparan turunan *pyrethroid* selama 45 hari akan meningkatkan produksi radikal bebas. *Allethrin* yang masuk ke dalam tubuh akan menyebabkan penghambatan enzim mikrosom sel hati melalui persaingan di tempat pengikatan sitokrom P-450. Adanya penghambatan enzim mikrosom pada sel

hati, dapat merusak jalan detoksifikasi dasar tubuh dan menghasilkan radikal bebas yang reaktif.

Peningkatan radikal bebas akan menghambat proses spermatogenesis dalam regenerasi dan pematangan sel germinal dengan merusak membran mitokondria sel leydig dan menghambat proses sintesis hormon testosteron. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan Zhang *et al.* (2007) bahwa radikal bebas yang berasal dari golongan *Phyrethroid* dapat menyebabkan kerusakan pada membran mitokondria sel leydig sehingga mengganggu biosintesis hormon testosteron. Rusaknya membran mitokondria sel leydig akibat reaktivitas radikal bebas akan menghambat konversi kolesterol menjadi pregnenolon yang dikatalisis oleh sitokrom P-450cc. Pregnenolon dipakai sebagai biosintesis hormon testosteron, sehingga penurunan konversi pregnenolon akan menyebabkan penurunan konsentrasi hormon testosteron. Hormon testosteron berperan dalam proses spermatogenesis untuk menghasilkan spermatozoa, sehingga penurunan hormon testosteron akan berakibat terhadap penurunan konsentrasi spermatozoa yang dihasilkan.

Johnson *et al.* (1991) menambahkan, peningkatan radikal bebas yang ditimbulkan akibat dari pemaparan zat kimia *allethrin* akan menyebabkan terganggunya mikrotubulus sel sertoli yang kemudian diikuti oleh penurunan sekresi cairan tubulus seminiferus. Cairan tubulus seminiferus berperan dalam menyediakan nutrisi dan hormon untuk mengatur pertumbuhan dan diferensiasi sel-sel germinal. Rusaknya sel-sel sertoli akan mengganggu proses spermiogenesis maupun spermatogenesis

sehingga konsentrasi sperma menurun. Menurut Allan *et al.* (1992) dalam Mahriani (2008) gangguan pada sel-sel sertoli akan menghambat regenerasi dan pematangan sel germinal, yang akan menyebabkan kematian sel-sel germinal melalui mekanisme apoptosis. Penghambatan regenerasi dan pematangan sel germinal akan mempengaruhi konsentrasi sperma yang dihasilkan.

Kerusakan membran mitokondria sel-sel leydig dan mikrotubulus sel sertoli akibat reaktivitas radikal bebas dari hasil metabolisme *allethrin*, dapat dicegah dengan mengkonsumsi makanan atau minuman yang mengandung senyawa antioksidan. Proses pencegahan ini termasuk jalan ikhtiar untuk mengantisipasi dampak dari peningkatan radikal bebas setelah pemaparan *allethrin*. Rasulullah SAW memerintahkan kepada umatnya untuk berobat di saat tertimpa penyakit sebagai ikhtiar untuk menyembuhkan penyakitnya, seperti hadits shohih yang diriwayatkan oleh Imam Ahmad, Ibn Hibban, dan Imam Al-Hakim dari Usamah bin Syarik At-Taghabi:

تَدَاوُوا يَا عِبَادَ اللَّهِ، فَإِنَّ اللَّهَ لَمْ يَضَعْ دَاءً إِلَّا وَضَعَ لَهُ شِفَاءً، إِلَّا دَاءً وَاحِدًا: الْهَرَمَ " (أَخْرَجَهُ أَحْمَدُ وَابْنُ خَرِيٍّ)

Artinya: *"berobatlah kalian hai hamba Allah, sesungguhnya Allah SWT tidak menjadikan penyakit melainkan Dia menjadikan pula obat baginya kecuali penyakit yang satu: tua"* (HR. Ahmad dan Al-Bukhori).

Berdasarkan Hadits di atas, Rasulullah mensunnahkan kepada umatnya untuk senantiasa berikhtiar dengan cara berobat ketika ditimpa penyakit, dan agar tidak hanya sebatas tawakkal kepada Allah atas apa yang

dideritanya. Pengobatan penyakit yang diderita makhlukNya merupakan jalan ikhtiar, sedangkan penyembuhan penyakitnya adalah dari taqdir Allah semata, sejalan dengan pendapat ulama' as-sholeh "الْإِنْسَانُ بِالتَّحْيِيرِ وَاللَّهُ بِالتَّقْدِيرِ" manusia adalah sebatas berusaha dan Allah-lah yang menentukannya (Al-Hanafi, 2006).

Antioksidan dapat mencegah dan meredam akibat kerusakan yang ditimbulkan oleh radikal bebas untuk menjadi radikal bebas stabil yang sifatnya tidak merusak. Menurut Kumalaningsih (2007) antioksidan diperlukan untuk menginaktivasi berkembangnya reaksi senyawa oksidasi dengan cara mendonasikan satu atau lebih elektron kepada senyawa prooksidan, kemudian mengubah senyawa oksidan menjadi senyawa yang lebih setabil yang sifatnya tidak merusak.

Antioksidan yang digunakan untuk meredam dampak radikal bebas *allethrin* pada penelitian ini yaitu berasal dari kandungan ekstrak jahe merah. Septina (2002) menyatakan bahwa, jahe memiliki senyawa fenolik seperti gingerol, shagaol, zingeron, gingerdiol, zingibren yang memiliki aktivitas senyawa antioksidan yang cukup tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4.2. menunjukkan bahwa, setelah pemberian ekstrak jahe pada tikus yang terpapar *allethrin* mengakibatkan peningkatan konsentrasi sperma, hal ini terbukti pada perlakuan ke-2 (dosis 125 mg/kg BB) sampai perlakuan ke-5 (dosis 200 mg/ kg BB) memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata dengan perlakuan kontrol positif, semakin tinggi dosis ekstrak jahe yang diberikan, maka hasil rerata konsentrasi sperma meningkat. Pada perlakuan ke-1 (dosis

100 mg/kg BB) sebenarnya sudah memiliki peningkatan angka rerata konsentrasi sperma, tetapi peningkatan ini tidak berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol positif.

Adanya pengaruh peningkatan konsentrasi sperma pada kelompok perlakuan yang diberi ekstrak jahe diduga disebabkan karena hadirnya bahan aktif dari ekstrak jahe berupa senyawa fenolik yang berperan sebagai senyawa antioksidan. Antioksidan dari senyawa fenolik ini dapat mencegah dan menghambat radikal bebas yang ditimbulkan oleh hasil metabolisme *allethrin*. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Septina (2002) bahwa, antioksidan fenolik pada jahe dapat digunakan untuk menghambat terjadinya peroksidasi lipid. Penghambatan peroksidasi lipid oleh senyawa antioksidan jahe dilakukan dengan cara mendonasikan radikal hidrogen kepada senyawa radikal bebas, sehingga radikal bebas menjadi lebih stabil dan tidak merusak. Akibat senyawa radikal bebas yang sudah stabil, maka kerusakan sel sertoli dan sel leydig dapat dihindari, sehingga proses spermatogenesis kembali normal dan konsentrasi sperma yang dihasilkan meningkat.

Kandungan bahan aktif jahe selain sebagai antioksidan, jahe juga diduga memiliki aktivitas androgenik. Kamtchouing *et al.* (2002) melaporkan bahwa, pemberian ekstrak jahe pada tikus akan meningkatkan kadar hormon testosteron dalam serum. Menurut Guyton (1994) hormon testosteron berfungsi untuk mengontrol proses spermatogenesis pada pembelahan meiosis dan proses spermiogenesis. Testosteron sangat berperan dalam meningkatkan kualitas sperma yang dihasilkan, termasuk peningkatan konsentrasi spermatozoa.

4.2. Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Abnormalitas Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar *Allethrin*

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik dengan ANAVA tunggal tentang pengaruh pemberian ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap abnormalitas spermatozoa tikus (*Rattus norvegicus*) yang terpapar *allethrin* diperoleh data yang menunjukkan bahwa F hitung > F tabel 0,01. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah abnormalitas spermatozoa dari setiap perlakuan, sebagaimana tercantum dalam tabel 4.3.

Tabel 4.3. Ringkasan Anava 1 Jalur tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Abnormalitas Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar *Allethrin*

SK	Db	JK	KT	F hitung	F 1%
Perlakuan	6	431,56	71,93	33,036**	3,81
Galat	21	45,72	2,18		
Total	27	477,28			

Ket : ** berbeda sangat nyata

Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 0,01. Berdasarkan hasil BNT 0,01 dari rata-rata jumlah abnormalitas spermatozoa setelah pemberian ekstrak jahe pada tikus yang terpapar *allethrin*, maka didapatkan notasi BNT seperti pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Ringkasan BNT 0,01 tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Abnormalitas Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar *Allethrin*

Perlakuan	Rata-rata (%)	Notasi
K-	11,28	a
V	11,98	a
IV	12,38	a
III	16,21	b
II	17,77	b
I	19,01	b
K+	22,65	c

Keterangan : angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 1%.

Berdasarkan Tabel 4.4. dari hasil uji BNT pada taraf signifikansi 1% tentang pengaruh pemberian ekstrak jahe merah terhadap abnormalitas sperma tikus yang terpapar *allethrin* dapat diketahui bahwa pada perlakuan K- negatif (tanpa perlakuan pemaparan *allethrin* dan pemberian ekstrak jahe), perlakuan ke-5 (dosis 200 mg/kg BB) dan perlakuan ke-4 (dosis 175 mg/kg BB) memberikan pengaruh yang sama terhadap abnormalitas sperma tikus yang terpapar *allethrin*, tetapi pada perlakuan K-, ke-5, dan ke-4 memberikan pengaruh yang berbeda dengan perlakuan ke-3 (dosis 150 mg/kg BB), perlakuan ke-2 (dosis 125 mg/kg BB), perlakuan ke-1 (dosis 100 mg/kg BB), dan perlakuan K+ (tanpa pemberian ekstrak jahe). Pada perlakuan ke-3, ke-2, dan ke-1 memberikan pengaruh yang sama terhadap abnormalitas sperma, tetapi perlakuan ke-3, ke-2, dan ke-1 memberikan pengaruh yang berbeda dengan perlakuan K+. Pemberian ekstrak jahe yang memberikan pengaruh tertinggi dalam menurunkan jumlah abnormalitas

sperma tikus yang terpapar *allethrin* yaitu pada kelompok perlakuan ke-5 (dosis 200 mg /kg BB).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemaparan obat anti nyamuk elektrik yang mengandung bahan aktif *allethrin* selama 45 hari dalam waktu 8 jam/ hari mampu meningkatkan abnormalitas sperma, hal ini dapat dilihat pada tabel 4.4. perlakuan kontrol positif mempunyai angka rerata abnormalitas morfologi spermatozoa tertinggi dibandingkan dengan kelompok perlakuan yang diberikan ekstrak jahe. Angka rerata abnormalitas tertinggi pada perlakuan kontrol positif diduga akibat pemaparan obat anti nyamuk yang mengandung bahan aktif *allethrin*.

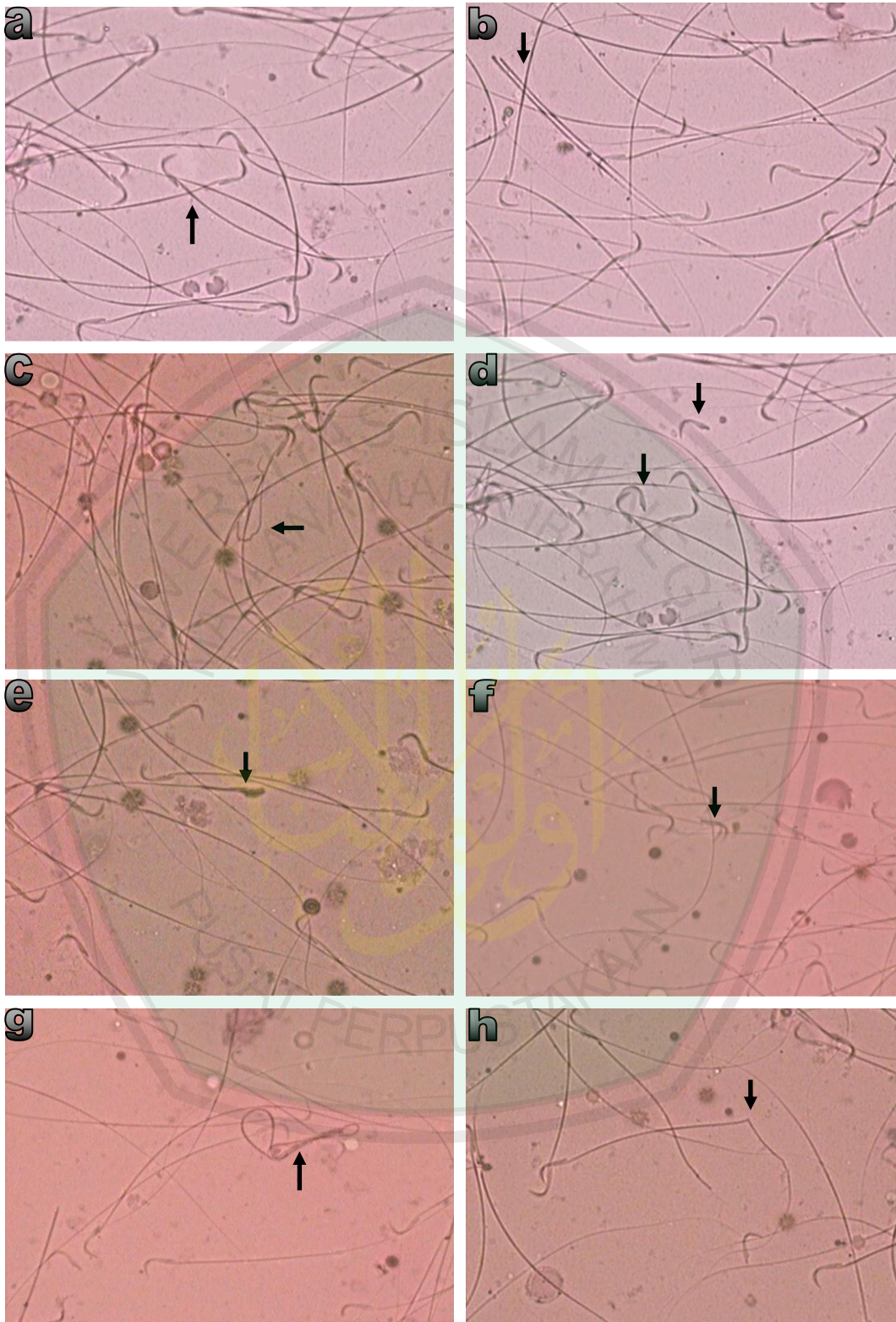
Pemaparan *allethrin* pada tikus secara inhalasi akan masuk ke dalam paru-paru yang selanjutnya diikat oleh membran alveolus, dan diedarkan oleh darah ke seluruh tubuh. *allethrin* kemudian dihidrolisis dalam hati dan menghambat enzim mikrosom sel hati. Penghambatan enzim mikrosom sel hati oleh *allethrin* akan merusak jalan detoksifikasi racun dan berpotensi menghasilkan radikal bebas. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan Zang *et al.* (2007) secara umum turunan *pyrethroid* menyebabkan penghambatan enzim mikrosom sel hati melalui persaingan di tempat pengikatan sitokrom P-450. Adanya penghambatan enzim mikrosom pada sel hati, dapat merusak salah satu jalan detoksifikasi dasar tubuh pada metabolisme endogen dan eksogen, sebagai dampaknya hati tidak mampu mendetoksifikasi racun secara sempurna, sehingga mengakibatkan munculnya metabolit sekunder yang berpotensi menghasilkan efek toksik dan bertindak sebagai radikal bebas.

Radikal bebas dapat menyebabkan efek kronik yang mengakibatkan gangguan fungsi sel, kerusakan struktur sel, dan gangguan pada sistem reproduksi. Menurut Larry *et al* (2006) toksisitas *allethrin* dalam tubuh dapat menyebabkan efek kronik yang mengakibatkan gangguan fungsi sel, kerusakan struktur sel, penyakit autoimun, penyakit degeneratif, kanker, serta gangguan sistem reproduksi.

Radikal bebas dapat menyebabkan abnormalitas pada morfologi spermatozoa. Abnormalitas pada sperma yang dapat teridentifikasi antara lain: ekor sperma putus, kepala sperma putus, sperma *phantom* (ekor pendek), ekor sperma membengkok, kepala sperma kecil, kepala sperma ganda, ekor sperma melingkar, dan bentuk kepala dan ekor yang abnormal (gambar 4.1).

Abnormalitas sperma oleh serangan radikal bebas tersebut dapat terjadi ketika dalam proses spermatogenesis atau juga dapat terjadi setelah sperma meninggalkan tubulus seminiferus. Menurut Toeilihere (1982) kelainan morfologi spermatozoa dapat diklasifikasikan dalam abnormalitas primer dan sekunder. Abnormalitas primer pada spermatozoa terjadi akibat kelainan pada proses spermatogenesis dalam tubulus seminiferus, sedangkan abnormalitas sekunder terjadi ketika spermatozoa meninggalkan tubulus seminiferus, selama perjalanan melalui saluran epididymis, selama ejakulasi, dan atau dalam manipulasi ejakulat.

Abnormalitas primer pada spermatozoa akibat reaktivitas radikal bebas terjadi karena radikal bebas dapat menyerang membran mitokondria sel leydig dan mikrotubulus sel sertoli. Kerusakan membran mitokondria sel



Gambar 4.1. Hasil pengamatan abnormalitas spermatozoa terdiri dari: (a) morfologi sperma normal, (b) ekor sperma putus, (c) sperma *phantom* (ekor pendek), (d) kepala sperma putus, (e) kepala sperma kecil, (f) kepala sperma ganda, (g) ekor sperma melingkar, dan (h) ekor sperma yang membengkok.

leydig dan mikrotubulus sel sertoli akan mengganggu proses pematangan sel germinal dalam tubulus seminiferus, sehingga spermatozoa yang dihasilkan tidak sempurna. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Sakr dan Azab (2001) pemaparan zat kimia dari golongan *pyrethroid* selama 45 hari akan memicu kerusakan membran mitokondria sel leydig dan mikrotubulus sel sertoli, selanjutnya diikuti oleh penurunan nutrien dan hormon untuk mengatur proses spermatogenesis atau pematangan sel germinal. Penurunan jumlah nutrien dan hormon yang diperlukan dalam proses pematangan sel germinal akan menyebabkan abnormalitas pada sperma yang dihasilkan. Semakin lama pemaparan *allethrin*, maka semakin tinggi abnormalitas sperma yang dihasilkan.

Abnormalitas sekunder pada spermatozoa akibat serangan radikal bebas terjadi karena radikal bebas yang berasal dari hasil metabolisme *allethrin* ini mampu merusak membran mitokondria sel spermatozoa. Rusaknya membran mitokondria akan menurunkan jumlah ATP yang diperlukan dalam kelangsungan hidup spermatozoa. Menurut Lifeng *et al.* (2006) paparan zat kimia *allethrin* mampu meningkatkan abnormalitas sperma, hal ini terjadi karena hasil dari metabolisme *allethrin* dapat membentuk radikal bebas yang dapat merusak membran mitokondria dan selanjutnya menurunkan jumlah energi yang dibutuhkan dalam pemeliharaan sel spermatozoa. Bretveld *et al.* (2006) menambahkan, suplai energi yang kurang dalam proses pemeliharaan spermatozoa akan mengakibatkan terjadinya degenerasi dan resorpsi pada sel spermatozoa.

Penurunan energi dalam proses pemeliharaan spermatozoa akan meningkatkan jumlah abnormalitas spermatozoa.

Reaktivitas radikal bebas dari hasil metabolisme *allethrin* dapat dicegah dengan pemberian antioksidan. Usaha pencegahan ini termasuk dalam kaidah ikhtiar makhluk Allah SWT untuk mencapai kesembuhan penyakitnya. Rasulullah SAW menjelaskan dalam hadistnya yang diriwayatkan oleh imam Muslim dalam kitab shohihnya dari hadist Abu Zubair yang diriwayatkan dari Jabir bin Abdullah bahwa Nabi Muhammad SAW bersabda:

وَلِمُسْلِمٍ عَنْ جَابِرٍ رَفَعَهُ "لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ، فَإِذَا أُصِيبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ تَعَالَى"

Artinya: *"Setiap penyakit ada obatnya. Jika obat yang tepat diberikan, dengan izin Allah penyakit itu akan sembuh"* (HR. Ahmad dan Hakim) (Al-Jauziyah, 2008).

Hadist shohih di atas memerintahkan kepada manusia untuk menggunakan obat dan upaya-upaya untuk tidak bertentangan dengan kodrat ketergantungan manusia (tawakkal) kepada Allah. Pengobatan merupakan jalan usaha untuk penyembuhan tetapi yang menyembuhkan penyakit hanyalah kuasa Allah SWT. Seperti ucapan nabi Ibrahim a.s. yang diabadikan Al-Qur'an dalam surat Asy-Syu'ara' ayat 80:

وَإِذَا مَرَضْتُ فَهُوَ يَشْفِينِ ﴿٨٠﴾

Artinya: *"dan apabila aku sakit, Dialah yang menyembuhkan Aku"* (QS. Asy-Syu'ara': 80).

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu mencegah peroksidasi lipid dan dapat meredam dampak radikal bebas sehingga lebih stabil dan tidak merusak. Senyawa antioksidan yang digunakan untuk meredam dampak dari radikal bebas dari *allethrin* ini yaitu berasal dari kandungan bahan aktif ekstrak jahe. Menurut Nassiri *et al.* (2009) bahan aktif utama yang terkandung pada ekstrak jahe yaitu zingeron, gingerdiol, zingibren, gingerol, dan shangaol telah terbukti memiliki aktivitas antioksidan yang cukup tinggi.

Pengaruh efektivitas pemberian ekstrak jahe pada tikus yang terpapar *allethrin* dapat dilihat pada tabel 4.4. hasil rerata menunjukkan semakin tinggi dosis ekstrak jahe yang diberikan pada tikus yang terpapar *allethrin*, maka tingkat abnormalitas morfologi spermatozoa semakin rendah. Hasil angka rerata terendah pada penilaian abnormalitas morfologi spermatozoa yaitu pada perlakuan ke-5 (dosis 200 mg/kg BB). Penurunan angka rerata abnormalitas morfologi sperma pada kelompok perlakuan yang diberi ekstrak jahe diduga akibat dari kandungan bahan aktif ekstrak jahe yang mampu meredam efek reaktivitas radikal bebas dan mencegah terjadinya peroksidasi lipid pada membran sel. Ghada *et al.* (2009) melaporkan bahwa, kandungan bahan aktif pada jahe yang berupa zingeron, gingerdiol, zingibren, gingerol, dan shangaol mampu bertindak sebagai *scavenger* radikal bebas, memberikan perlindungan dominatif pada kerusakan DNA, menghambat peroksidasi lipid, serta mencegah timbulnya reaksi berantai oleh radikal bebas.

Kamtchouing *et al.* (2002) menambahkan, selain kandungan antioksidan, jahe juga memiliki aktivitas androgenik yang mampu meningkatkan konsentrasi hormon testosteron dalam serum. Hadirnya antioksidan jahe akan memberikan perlindungan secara dominatif dari kerusakan sel sertoli, sel leydig, dan membran mitokondria sel sperma akibat dari senyawa radikal bebas yang dihasilkan *allethrin*, sehingga kualitas sperma meningkat termasuk menurunnya jumlah abnormalitas spermatozoa.

4.3. Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Viabilitas Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar *Allethrin*

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik dengan ANAVA tunggal tentang pengaruh pemberian ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap viabilitas spermatozoa tikus (*Rattus norvegicus*) yang terpapar *allethrin* diperoleh data yang menunjukkan bahwa F hitung > F tabel 0,01. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah viabilitas spermatozoa dari setiap perlakuan, sebagaimana tercantum dalam tabel 4.5.

Tabel 4.5. Ringkasan Anava 1 Jalur tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Jumlah Viabilitas Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar *Allethrin*

SK	Db	JK	KT	F hitung	F 1%
Perlakuan	6	814,15	135,69	61,51**	3,81
Galat	21	46,33	2,21		
Total	27	860,48			

Ket : ** berbeda sangat nyata

Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 0,01. Berdasarkan hasil BNT 0,01 dari rata-rata jumlah viabilitas spermatozoa tikus yang terpapar *allethrin*, maka didapatkan notasi BNT seperti pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Ringkasan BNT 0,01 tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Viabilitas Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar *Allethrin*

Perlakuan	Rata-rata (%)	Notasi
K+	59,59	a
I	62,41	a
II	66,44	b
III	68,35	b
IV	71,94	c
V	73,09	cd
K-	75,74	d

Keterangan : angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 1%.

Berdasarkan Tabel 4.6. dari hasil uji BNT pada taraf signifikansi 1% tentang pengaruh pemberian ekstrak jahe merah terhadap viabilitas sperma tikus yang terpapar *allethrin* dapat diketahui bahwa pada perlakuan K+ (tanpa pemberian ekstrak jahe) dan perlakuan ke-1 (dosis 100 mg/kg BB) memberikan pengaruh yang sama terhadap viabilitas sperma pada tikus yang terpapar *allethrin*, akan tetapi perlakuan K+ dan perlakuan ke-1 memberikan pengaruh yang berbeda dengan perlakuan ke-2 (dosis 125 mg/kg BB), perlakuan ke-3 (dosis 150 mg/kg BB), perlakuan ke-4 (dosis 175 mg/kg BB), perlakuan ke-5 (dosis 200 mg/kg BB), dan perlakuan K- (tanpa pemaparan *allethrin* dan pemberian ekstrak jahe). Pada perlakuan ke-2 dan perlakuan

ke-3 memberikan pengaruh yang sama terhadap peningkatan viabilitas sperma, akan tetapi perlakuan ke-2 dan ke-3 memberikan pengaruh yang berbeda dengan perlakuan ke-4, ke-5, dan K-. Pada perlakuan ke-4 dan ke-5 memberikan pengaruh yang sama terhadap peningkatan viabilitas sperma, akan tetapi perlakuan ke-4 memberikan pengaruh yang berbeda dengan perlakuan K-. Pemberian ekstrak jahe yang memberikan pengaruh tertinggi pada peningkatan jumlah viabilitas sperma tikus yang terpapar *allethrin* yaitu pada kelompok perlakuan ke-5 (dosis 200 mg /kg BB).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemaparan obat anti nyamuk elektrik yang mengandung bahan aktif *allethrin* 8 jam/ hari selama 45 hari mampu menurunkan jumlah viabilitas spermatozoa. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.6. perlakuan kontrol positif mempunyai nilai rerata viabilitas spermatozoa terendah dibandingkan dengan kelompok perlakuan yang diberi ekstrak jahe. Penurunan rerata viabilitas spermatozoa pada kelompok kontrol positif diduga akibat dari pemaparan *allethrin* selama 45 hari.

Pemaparan *allethrin* secara terus menerus selama 45 hari akan memicu peningkatan konsentrasi ROS (*Reactive Oxygen Species*) pada sel sperma. Pembentukan ROS secara normal sebenarnya merupakan proses fisiologi tubuh yang diperlukan dalam kelangsungan hidup sel sperma, tetapi dalam jumlah yang berlebih akan bersifat toksik terhadap sel spermatozoa. Pembentukan ROS di dalam tubuh oleh Allah sudah diatur dengan ukuran dan batasan yang tidak berlebihan, hal ini sesuai dengan firmanNya dalam Surat Ar-Ra'd ayat 8 yang berbunyi:

..... وَكُلُّ شَيْءٍ عِنْدَهُ بِمِقْدَارٍ ﴿٨﴾

Artinya: “..dan segala sesuatu pada sisi-Nya ada ukurannya”. (QS. Ar-Ra’d: 8).

Penafsiran ayat Allah diatas dalam kitab At-tafsir Jalalain dimaksudkan “يَقْدُرُ وَحَدٌّ لَا يَتَجَاوَزُهُ” segala sesuatu yang diciptakan Allah sesuai dengan ukuran dan batasan yang tidak berlebihan. Allah menciptakan segala sesuatu di dunia ini sesuai dengan kebutuhan makhluk hidup, termasuk dalam pengaturan pembetukan radikal bebas ROS dalam konsentrasi yang normal ROS dapat bermanfaat bagi tubuh, tetapi dalam jumlah berlebih ROS mampu bersifat toksik terhadap sel penyusun makhluk hidup. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Sosilowati (2008) bahwa ROS (*Reactive Oxygen Species*) dalam konsentrasi yang normal diperlukan sebagai mediator penting terhadap fungsi spermatozoa dan terlibat sebagi induksi hiperaktivasi, kapasitasi, reaksi akrosom serta fusi spermatozoa dengan sel telur.

Ayat Allah yang senada terdapat dalam surat Al-Furqaan ayat 2 dan surat Al-Hijr ayat 21:

وَحَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقْدَرَهُ تَقْدِيرًا ﴿٢﴾

Artinya: *Dialah yang menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya.* (Q.S Al-Furqaan: 2).

وَإِنْ مِّنْ شَيْءٍ إِلَّا عِنْدَنَا خَزَائِنُهُ وَمَا نُنَزِّلُهُ إِلَّا بِقَدَرٍ مَّعْلُومٍ ﴿٢١﴾

Artinya: Dan tidak ada sesuatupun melainkan pada sisi Kami-lah khazanahnya; dan kami tidak menurunkan (nyanya) melainkan dengan ukuran yang tertentu. (Q.S Al-Hijr: 21).

Peningkatan ROS (*reactive oxygen species*) yang berasal dari hasil metabolisme *allethrin* dapat merusak membran mitokondria sel sperma sehingga tidak bisa menghasilkan ATP yang diperlukan untuk kelangsungan hidup spermatozoa. Peningkatan ROS juga dapat menyerang struktur DNA sehingga akan menyebabkan kematian pada sel sperma.

Menurut Meeker *et al.* (2008) pemaparan dari golongan insektisida *phyrethroid* yaitu *allethrin* dapat membentuk senyawa radikal bebas ROS (*Reactive Oxygen Species*). Peningkatan ROS pada spermatozoa atau plasma seminalis dapat menyebabkan kerusakan asam lemak khususnya asam lemak poli tak jenuh. Asam lemak poli tak jenuh merupakan komponen penting dari fosfolipid penyusun membran spermatozoa. ROS yang berlebih juga mampu menginaktivasi enzim glikolitik, dan pemutusan rantai DNA yang akan menyebabkan kematian pada sel spermatozoa.

Griveau dan Lelannou (1997) menambahkan, ketika asam lemak tak jenuh bereaksi dengan kelompok ROS berupa radikal hidroksil akan menyebabkan reaksi berantai yang dikenal dengan peroksidasi lipid. Keadaan peroksidasi yang terus menerus akan mengakibatkan terakumulasinya ROS dalam plasma atau sel sperma, selanjutnya akan meningkatkan kerusakan membran sel sperma. Rusaknya membran plasma akan mengganggu proses metabolisme, sehingga sintesa ATP tidak berjalan dengan normal dan berakibat pada penurunan viabilitas spermatozoa.

Mengantisipasi kerusakan membran sel sperma akibat serangan radikal bebas, maka diperlukan senyawa antioksidan. Senyawa antioksidan ini berperan dalam menangkal radikal bebas dengan cara menyumbangkan satu atau lebih elektronnya kepada radikal bebas, sehingga membuat radikal bebas lebih setabil dan bersifat tidak merusak. Antioksidan ini dapat langsung bersifat sebagai *scavenger* (penangkap) terhadap radikal bebas. Antioksidan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berasal dari kandungan ekstrak jahe merah. Hasil penelitian Kikuzaki dan Nakatani (1993) bahwa ekstrak jahe mengandung minyak atsiri dan minyak oleorosin yang terdiri dari bahan aktif berupa senyawa fenolik seperti zingeron, ginggerdiol, zingibrene, gingerol, dan shangaol yang berfungsi sebagai senyawa antioksidatif yang cukup tinggi.

Allah pada dasarnya tidak mengharamkan semua jenis tanaman kecuali tanaman yang benar-benar memberikan mudlarat terhadap kesehatan, tetapi diantara tanaman yang dihalalkan oleh Allah terdapat tanaman yang dipilih oleh Allah menjadi minuman ahli surga yaitu jahe. Jahe disebutkan oleh Allah secara spesifik dalam Al-Qura'an surat Al-Insan ayat 17:

وَيُسْقَوْنَ فِيهَا كَأْسًا كَانَ مِزَاجُهَا زَنْجَبِيلًا ﴿١٧﴾

Artinya: "di dalam surga itu mereka diberi minum segelas (minuman) yang campurannya adalah jahe" (QS. Al-Insaan:17).

Ayat di atas mengisyaratkan kepada kita bahwa jahe termasuk jenis tanaman yang baik dan halal untuk dikonsumsi dan juga digunakan sebagai pengobatan alternatif dan alamiah. Rasulullah juga menganjurkan kepada umatnya untuk berobat dikala sakit dengan menggunakan obat yang halal sebagaimana hadits Rasulullah SAW yang diriwayatkan oleh Abu Daud r.a.:

إِنَّ اللَّهَ جَعَلَ لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءً فَتَدَاوَوْا، وَلَا تَدَاوَوْا بِحَرَامٍ

Artinya : *“sesungguhnya Allah menciptakan segala penyakit beserta dengan obatnya, maka berobatlah, tetapi kalian jangan berobat dengan yang diharamkan”* (HR. Abu Daud).

Hadits Rasul yang diriwayatkan oleh Rasulullah di atas menjelaskan kepada umatnya bahwa tidak ada penyakit yang tidak dapat disembuhkan, karena Allah menjadikan penyakit itu beserta dengan obatnya. Hadist di atas juga memerintahkan kepada umatnya agar berobat dengan hal yang dihalalkan oleh Allah, termasuk pengaplikasian dalam penelitian ini penggunaan ekstrak jahe dalam menangkal efek reaktivitas radikal bebas yang ditimbulkan oleh *allethrin*.

Efektivitas pemberian ekstrak jahe dapat dilihat pada tabel 4.6. semakin tinggi dosis pemberian ekstrak jahe, maka angka rerata viabilitas sperma pada tikus yang terpapar *allethrin* semakin meningkat. Pada penelitian ini angka rerata viabilitas sperma yang tertinggi yaitu pada perlakuan ke-5 (dosis 200 mg/kg BB). Peningkatan viabilitas sperma diduga akibat dari kandungan minyak atsiri dan oleorosin pada ekstrak jahe.

Minyak atsiri pada jahe memberikan efek perlindungan pada kerusakan DNA yang ditimbulkan dari efek reaktif radikal bebas. Kandungan minyak oleorosin pada jahe yang berupa senyawa fenolik berfungsi mempertahankan kegiatan anzim antioksidan sehingga menurunkan lemak peroksidasi yang ditimbulkan radikal bebas. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan Khaki *et al.* (2009) bahwa kandungan minyak atsiri pada jahe berfungsi memberikan perlindungan secara dominative dari kerusakan DNA akibat reaktivitas radikal bebas serta bertindak sebagai *scavenger* terhadap radikal oksigen spesies dan mampu mencegah terjadinya reaksi berantai oleh radikal bebas.

Morakinyo *et al.* (2009) menambahkan bahwa, senyawa fenolik pada jahe berfungsi sebagai antioksidan alami yang mampu mencegah kerusakan membran plasma spermatozoa akibat dari kegiatan peroksidasi lipid, yang ditandai dengan kemampuannya mempertahankan kegiatan enzim antioksidan seperti superoksida dismutase (SOD), katalase, glutathion peroksida.

Komponen utama membran plasma spermatozoa berupa senyawa fosfolipid yang berasal dari asam lemak poli tak jenuh. Asam lemak poli tak jenuh merupakan komponen terpenting dalam mempertahankan fluiditas membran plasma yang dibutuhkan untuk memelihara kegiatan biologis dan biokimia, sehingga apabila kondisi membran plasma normal, maka akan meningkatkan viabilitas spermatozoa (Susilowati, 2008).

4.4. Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Motilitas Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar *Allethrin*

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik dengan ANAVA tunggal tentang pengaruh pemberian ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap motilitas spermatozoa tikus (*Rattus norvegicus*) yang terpapar *allethrin* diperoleh data yang menunjukkan bahwa F hitung > F tabel 0,01. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah motilitas spermatozoa dari setiap perlakuan, sebagaimana tercantum dalam tabel 4.7.

Tabel 4.7. Ringkasan Anava 1 Jalur tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Motilitas Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar *Allethrin*

SK	db	JK	KT	F hitung	F 1%
Perlakuan	6	6033,93	1005,66	11,01**	3,81
Galat	21	1918,75	91,37		
Total	27	7952,68			

Ket : ** berbeda sangat nyata

Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 0,01. Berdasarkan hasil BNT 0,01 dari rata-rata jumlah motilitas spermatozoa setelah pemberian ekstrak jahe pada tikus yang terpapar *allethrin*, maka didapatkan notasi BNT seperti pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Ringkasan BNT 0,01 tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap Motilitas Spermatozoa Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar *Allethrin*

Perlakuan	Rata-rata (%)	Notasi
K+	50	a
I	61,25	ab
II	66,25	ab
III	73,75	bc
IV	86,25	c
V	88,75	c
K-	92,5	c

Keterangan : angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 1%.

Berdasarkan Tabel 4.8. dari hasil uji BNT pada taraf signifikansi 1% tentang pengaruh pemberian ekstrak jahe merah terhadap motilitas sperma tikus yang terpapar *allethrin* dapat diketahui bahwa pada perlakuan K+ (tanpa pemberian ekstrak jahe), perlakuan ke-1 (dosis 100 mg/ kg BB), dan perlakuan ke-2 (dosis 125 mg/ kg BB) memberikan pengaruh yang sama terhadap motilitas sperma pada tikus yang terpapar *allethrin*, akan tetapi pada perlakuan K+ memberikan pengaruh yang berbeda dengan perlakuan ke-3 (dosis 150 mg/ kg BB), perlakuan ke-4 (dosis 175 mg/ kg BB), perlakuan ke-5 (dosis 200 mg/ kg BB), dan perlakuan K- (tanpa pemaparan *allethrin* dan pemberian ekstrak jahe). Pada perlakuan ke-1, ke-2, dan ke-3 memberikan pengaruh yang sama terhadap motilitas sperma, akan tetapi pada perlakuan ke-1 dan ke-2 memberikan pengaruh yang berbeda dengan perlakuan ke-4, ke-5, dan K-. Pemberian ekstrak jahe yang memberikan pengaruh tertinggi pada peningkatan jumlah motilitas sperma tikus yang terpapar *allethrin* yaitu pada kelompok perlakuan ke-5 (dosis 200 mg /kg BB).

Hasil penelitian pada pengaruh pemaparan obat anti nyamuk elektrik yang mengandung bahan aktif *allethrin* 8 jam/ hari selama 45 hari mampu menurunkan motilitas sperma tikus. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.8. pada kelompok perlakuan kontrol positif mempunyai angka rerata motilitas terendah dibandingkan dengan kelompok perlakuan yang diberi ekstrak jahe. Penurunan motilitas sperma diakibatkan oleh pengaruh pemberian obat antinyamuk yang mengandung bahan aktif *allethrin*. Pemaparan *allethrin* secara terus menerus mampu meningkatkan konsentrasi ROS (*reactive oxygen species*). ROS yang dikenal dengan Spesies Oksigen Reaktif merupakan molekul yang sangat reaktif dan digolongkan sebagai radikal bebas karena memiliki elektron yang tidak berpasangan (Wresdiyati *et al.*, 2003). Pembentukan ROS sebenarnya merupakan proses fisiologi tubuh, namun apabila terjadi peningkatan yang berlebihan maka akan menimbulkan stres oksidatif.

Peningkatan ROS dapat merusak membran mitokondria sel sperma sehingga menurunkan jumlah ATP yang dihasilkan untuk keperluan pergerakan sperma. Menurut Zhang *et al.* (2007) golongan senyawa *Phyarethroid* atau *allethrin* dapat meningkatkan produksi ROS (*reactive oxygen species*). Peningkatan ROS dapat memicu kerusakan sel termasuk sel sertoli, sel germinal, dan sel spermatozoa. Pada sel spermatozoa ROS akan menyerang membran mitokondria sehingga mengurangi jumlah ATP yang dihasilkan. Gazali dan Tambing (2002) menambahkan, penurunan jumlah ATP dapat mengakibatkan kerusakan pada aksonema. Aksonema pada spermatozoa berfungsi sebagai motor penggerak sperma untuk mencapai sel

telur. Aksonema dibentuk oleh mikrotubula yang berasal dari sentriol pada inti spermatozoa. Motilitas progresif sperma dipengaruhi oleh ketersediaan energi yang menyebabkan gesekan antar mikrotubula.

Energi yang digunakan untuk motilitas spermatozoa berasal dari perombakan ATP di dalam selubung mitokondria pada badan ekor sel spermatozoa melalui reaksi-reaksi penguraian menjadi ADP (*adenosin dhiphosphat*) dan AMP (*adenosin monophosphat*), sehingga apabila terjadi kerusakan pada membran mitokondria mengakibatkan penurunan motilitas spermatozoa (Faranita, 2009; Fatkhawati, 2007).

Said *et al.* (2005) dalam Khaki (2009) menambahkan bahwa spermatozoa sangat rentan terhadap kerusakan akibat ROS yang berlebihan karena kandungan konsentrasi yang tinggi asam lemak tak jenuh ganda dalam membran plasmanya. ROS yang berupa radikal hidroksil dapat bereaksi dengan asam lemak tak jenuh dan menyebabkan timbulnya reaksi berantai yang dikenal dengan peroksidasi lipid. Peroksidasi lipid akan merusak struktur matriks lipid membran spermatozoa, dan menyebabkan hilangnya motilitas spermatozoa.

Kerusakan pada membran mitokondria sel spermatozoa akibat sifat reaktif dari radikal bebas yang dihasilkan dari metabolisme *allethrin* dapat diredam dengan senyawa antioksidan. Senyawa antioksidan yang dipakai dalam penelitian ini yaitu berasal dari kandungan bahan aktif jahe merah. Menurut Sakr (2009) jahe mampu meningkatkan kualitas sperma yang disebabkan adanya kandungan bahan aktifnya yang berasal dari senyawa

fenolik yang mampu bertindak sebagai radikal bebas. Senyawa fenolik pada jahe terdiri dari zingeron, gingerdiol, zingibrene, gingerol, dan shangaol.

Pemberian ekstrak jahe pada penelitian ini terbukti meningkatkan motilitas spermatozoa pada tikus yang terpapar *allethrin*, hal ini dapat dilihat pada tabel 4.8. pemberian ekstrak jahe yang paling meningkatkan motilitas spermatozoa yaitu pada perlakuan ke-5 (dosis 200 mg/ kg BB). Peningkatan motilitas spermatozoa pada dosis tersebut dikarenakan hadirnya zat aktif di dalam ekstrak jahe terutama senyawa fenolik zingeron, gingerdiol, zingibren, nginggerol, shangaol yang memiliki aktivitas antioksidan yang cukup tinggi. Antioksidan pada jahe ini mampu meredam dampak yang ditimbulkan oleh radikal bebas dari hasil metabolisme *allethrin*. Antioksidan pada jahe juga mampu menurunkan kadar MDA (Malondialdehid) sehingga kerusakan sel spermatozoa dapat terhindari.

Morakinyo *et al.* (2008) melaporkan bahwa, pemberian ekstrak *Zingiber officinale* menimbulkan efektivitas yang positif terhadap sistem reproduksi tikus jantan. Pemberian ekstrak jahe dapat menurunkan MDA (Malondialdehid) yang secara biologis dihasilkan akibat dari kerusakan yang ditimbulkan oleh peroksidasi lipid. MDA merupakan indikator tidak langsung terhadap konsentrasi ROS (*Reactive Oxygen Species*) yang memiliki efek toksik terhadap sel spermatozoa. Penurunan ROS berkorelasi positif dengan peningkatan pemeliharaan motilitas spermatozoa.

Ahmed *et al.* (2000) dalam Jorsaraei *et al.* (2008) menambahkan ekstrak jahe secara signifikan mampu menurunkan peroksidasi lipid dan menghambat terjadinya reaksi berantai akibat dari serangan radikal bebas

dengan mempertahankan kegiatan enzim antioksidan seperti superoksida dismutase (SOD), katalase, glutastion peroksida. Penghambatan terjadinya reaksi berantai oleh antioksidan akan mencegah produksi radikal bebas baru, sehingga kondisi radikal bebas di dalam tubuh dapat stabil. Kondisi antioksidan dan radikal bebas yang stabil akan menjaga aktivitas membran sel spermatozoa termasuk dalam menghasilkan ATP yang diperlukan dalam proses biokimia dan motilitas spermatozoa, sehingga motilitas spermatozoa meningkat.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa, setelah pemberian ekstrak jahe pada tikus yang terpapar *allethrin* akan mampu meningkatkan motilitas spermatozoa. Hasil penelitian memberikan sedikit tambahan pengetahuan dari sekian banyak ilmu Allah yang masih belum diketahui, untuk itu kita sebagai generasi *ulul albab* dituntut untuk terus melakukan penelitian untuk mengungkap kebesaran ilmu Allah yang masih banyak belum kita ketahui, sebagaimana firman Allah dalam surat Al-Imron ayat 190-191 :

إِن فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: "Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal (190), (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan Ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka" (Q.S Al-Imran: 190-191).

Ayat tersebut menunjukkan bahwa dalam penciptaan langit dan bumi serta yang berada diantara keduanya, termasuk dalam pergantian siang dan malam, serta keteraturan dalam penciptaan makhluknya termasuk dari tanda keEasaan Allah dan kesemuanya berada pada kehendakNya. Manusia sebagai makhluk yang diberi kelebihan akal diperintahkan oleh Allah untuk mengkaji serta meneliti apa yang telah diciptakanNya, karena segala sesuatu ciptaanNya yang berada diantara langit dan bumi tidak-lah satupun yang sia-sia.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemberian ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc) dapat mempengaruhi kualitas sperma pada tikus (*Rattus norvegicus*) yang terpapar *Allethrin* dengan meningkatkan konsentrasi, motilitas, viabilitas spermatozoa, serta mampu menurunkan tingkat abnormalitas spermatozoa.
2. Pemberian ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc) yang paling berpengaruh dalam meningkatkan kualitas spermatozoa tikus (*Rattus norvegicus*) yang terpapar *allethrin* yaitu pada perlakuan ke-V dengan dosis 200 mg/kg BB.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka disarankan :

1. Untuk dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan dosis yang sama untuk mengetahui kadar hormon testosteron dalam serum.
2. Untuk dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memberikan variasi lamanya pemaparan *Allethrin* untuk mengetahui sifat toksik yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdollahi, M. *et al.* 2004. Pesticides and Oxidative Stress. *Journal Med Sci Monit.* 10 (6) : 41-63
- Al-Jauziyah, Ibnu Qayyim. 2008. *Praktek Kedokteran Nabi SAW*. Yogyakarta: Hikam Pustaka
- Al-Hanafi, Al-Husaini. Hamzah, Ibnu. 2006. *Asbabul Wurud Latar Belakang Historis Timbulnya Hadits-hadits Rasul* Jilid 2. Jakarta: Kalam Mulia
- Azkiya, Dzul. 1997. *Sumber, Bahaya, serta Penanggulangan Keracunan dalam Lingkungan Hiidup*. Bandung: Offset Angkasa**
- Belliville, NF. 1996. Zat Gizi Antioksidan Penangkal Senyawa Radikal Pangan dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Prosiding Seminar*. Jakarta: CFNS-IPB
- Bevelender, Gerrit dan Ramaley, Judith A. 1988. *Dasar-Dasar Histologi*. Terjemahan Gunarso, Wisnu. Jakarta: Erlangga
- Bretveld, Reini W., Thomas, Chris MG., Scheepers1, Paul TJ., Zielhuis, Gerhard A., and Roeleveld, Nel. Pesticide exposure: the hormonal function of the male reproductive system disrupted?. *Journal Reproductive Biology and endocrinology*: 1-14
- Cage, SA *et al.* 1998. *Ukpid Monograph Allethrin*. www.intox.org. Diakses pada **25 Januari 2010**
- EPA (Environtmental Protection Agency). 2007. Reregistration Eligibility decision For Allethrin. *Prevention, Pesticides and Toxic Substances* : Case No. 043
- Faranita, Olivia Vina. 2009. Kualitas Spermatozoa pada Tikus Wistar Jantan Diabetes Melitus. *Laporan Akhir Karya Tulis Ilmiah* Tidak Diterbitkan. Semarang: Universitas Diponegoro
- Fauzan, Faizah. 2007. ***Semua Obat Anti Nyamuk Berbahaya***. <http://cybermed.cbn.net.id>. Diakses pada **25 Januari 2010**
- Ganong WF. 1995. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Terjemahan Andrianto P. Ed Jakarta: EGC

- Ganong WF. 1996. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Terjemahan Setiawan I, Tengadi KA, dan Santoso A. Jakarta :EGC
- Gazali, Muhammad dan Tambing, Surya N. 2002. Ulasan Kriopreservasi Sel Spermatozoa. *Jurnal Hayati*. 9 (1): 27-32
- Ghada, M., Nabil., Atef M.M., Attia and Elhag, MA. 2009. Radioprotective Effect of Ginger (*Zingiber officinale* Rosc) Against Fast Neutron-induced Oxidative Stress in Rats. *Journal Sciences*. 6 (4): 494-498
- Griveau, JP and Lelanno, D. 1997. Reactive Oxygen Species and Human Spermatozoa Physiology and Pathology. *Journal Andrology*. 201: 60-90
- Gufron, Muhammad. 2001. Gambaran Struktur Histologik Hepar dan Ren Mencit Setelah Perlakuan Infusa Akar Rimpang Jahe (*Zingiber officinale*) dengan Dosis Bertingkat. *Jurnal Kedokteran Yasri*. 9 (1): 72-88
- Guyton, Arthur. 1994. *Fisiologi Kedokteran*. Terjemahan Dharma Adji dan Lukmanto. Jakarta: EGC
- Hariyatmi, 2004. Kemampuan Vitamin E Sebagai Antioksidan terhadap Radikal Bebas Pada Lanjut Usia. *Jurnal MIPA UMS*. 14(1): 52-60.
- Herlina, Rose, dkk. 2002. *Khasiat dan Manfaat Jahe Merah si Rimpang Ajaib*. Jakarta: Agromedia Pustaka
- [IPCS] International Programme on Chemical Safety. 1989. Allethrins, D-Allethrin, Bioallethrin, S-Bioallethrin. *Environmental Health Criteria* 87. WHO.
- Johnson, KJ., Hall, ES., and Boekelheide, K. 1991. 2,5 Hexanedione Exposure Alters The Rat Sertoli Cell Cytoskeleton. *Journal Toxicology and Pharmacology*. 3 : 432-442
- Jorsaraei, S G A., Pasha, Youshefina, Y R., Zainalzadeh, M., Moghadamnia A A B, and Damavandi, R. 2008. The Effect of Methanolic Extracts of Ginger (*Zingiber officinale*) on Human Sperm Parameter; An in Vitro Study. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 11 (13): 1723-1727
- Junqueira, Luis C dan Carneiro, Jose. 1998. *Histologi Dasar edisi ke 8*. Terjemahan Dharma, Adji. Jakarta: EGC
- Kamtchouing, Pierre., Fandio, G Y M., Dimo, Thopile, and Jatsa, Hermine B. 2002. Evaluation of Androgenic Activity of *Zingiber officinale* and

Pentadiplandra brazzeana in Male Rats. *Juornal Andrology*. 4 : 299-301

Khaki, Arash., Fathiazad, Fatemeh., Nouri, Mohammad *et al.* 2009. The Effects of Ginger on Spermatogenesis and Sperm Parameters of Rats. *Iranian Journal of Reproductive Medicine*. 7 (1): 7-12

Kikuzaki, HK dan Nakatani, N. 1993. Antioxodant Effects of Some Ginger Constituents. *Journal of Food Sciens*. 58(6): 1407-1410

Kumalaningsih, Sri. 2007. *Antioksidan Alami*. Surabaya: Trubus Agrisarana

Larry, O.C. *et al.* 2006. *Signs and Symptoms of Pesticide Poisoning*. University of Nebraska Cooperative Extension EC97-2505-A

Lifeng, Tan., Shoulin, Wang., Junmin, Ji., Xuezhao, Sun., Yannan, Li., Qianli, Wang., and Longsheng, Chen. 2006. Effect of Fenvalerate Exposure on Semen Quality Among Occupational Workers. *Journal Contraception*. 73: 92-96

Lutony dan Rahmawati. 1994. *Produksi dan Perdagangan Minyak Atsiri*. Jakarta: Swadaya

Mahriani. 2008. Kajian Ekspresi Protein Bax pada Gangguan Spermatogenesis Pasca Pemaparan 2,5 Hexanadione pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Biologi*. 7 (1): 1-5

Matondang, I. 2005. *Penelitian dan Pengembangan Tumbuhan Obat*. Makasar: Universitas Hasanuddin

Meeker, John D., Barr, Dana B., and Hauser, Russ. 2008. Human semen quality and sperm DNA damage in relation to urinary metabolites of pyrethroid insecticides. *Journal Human Reproduction*. 23 (8): 1932-1940

Morakinyo, A.O., Adeniyi O.S., and Arikawe. 2008. Effect of Zingiber officinale on Reproductive Functions in the Male Rat. *African Journal of Boomedical Research*. 11: 329-334

Nalbandov, A.V. 1990. *Fisiologi Reproduksi pada Mamalia dan Unggas*. Terjemahan Keman, Sunaryo. Jakarta: UI Press

Narendra, M *et al.* 2008. Allethrin-induced biochemical changes and properties of human erythrocyte membrane. *African Journal of Biochemistry Research*. 2 (1): 24-29

- Nassiri., Khaki., Ashtiani, Ahmadi., Rezazadeh., Rastgar., and Gharachurlu. 2009. Effect of Ginger on Spermatogenesis in Streptozotocin-induced Diabetic Rat. *Journal of Medican Plants*. 8 (31): 118-124
- Partodihardjo, Soebadi. 1992. *Ilmu Reproduksi Hewan*. Jakarta: Mutiara Sumber Widya
- Purwaningsih, Endang. 1996. Morfologi Spermatozoa: Adakah Kaitannya dengan Keberhasilan Kehamila?. *Jurnal Kedokteran Yasri*. 4(1): 54-65
- Salisbury G dan Vandermark. 1985. *Fisiologi Reproduksi Inseminasi Buatan Pada Sap*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Santoso HB. 1994. *Jahe Gajah*. Yogyakarta: Kanisius
- Seeley, Rod R. 2007. *Essential of Anatomy & Physiology*. London: Mc Graw Hill
- Septina. 2002. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Dikhlorometana dan Air Jahe (*Zingiber officinale* Rosc) pada Asam Linoleat. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 9 (2): 105-110
- Soetmaji, DW. 1998. Peran Stress Oksidatif dalam Patogenesis Mikro dan Makro DM. *Jurnal Medica*. 5(24): 318-325
- Srivastava, Anvita dan Razida, R.B. 2006.** Ninety Day Toxicity and One Generation reproduction Study in Rats to Allethrin Based Liquid Masquito Repellant. *Journal of Toxicologycal Science* 31 (1) : 1-7
- Suripto, Sutasurya L.A, Hasanuddin, dan Adi, dan Dwi Ariyanto. 2000. Pengaruh Prostaglandin F2 α Terhadap Fertilitas Tikus (*Rattus norvegicus*) Wistar Jantan. *JMS*. 5(2): 69-81
- Susilowati, suherni. 2008. Komplek Insulin Like Growth *Faktor-I* Mempengaruhi Membran Plasma Uterus dan Kadar Melondealdehid Spermatozoa. *Jurnal Viteriner*. 9 (4): 168-175
- Tedjo, A, Sajuthi, D, dan Darusman, LK. 2005. Aktivitas Kemoprevensi Ekstrak Temu Mangga. *Jurnal Makara Kesehatan*. 9(2): 57-62
- Toelihere, Mozes. 1982. *Fisiologi Reproduksi pada Ternak*. Bandung: Angkasa
- Toelihere, Mozes. 1993. *Inseminasi Buatan pada Ternak*. Bandung: Angkasa

- Tomei, F *et al.* 1998. Liver Damage among Environmental Disinfestation Workers. *Journal of Occupational Health*. 40 : 193-197
- Turner, Donnel C dan Bagnara, Joseph T. 1988. *Endokrinologi Umum edisi ke 6*. Terjemahan Harsojo, Vet, Med. Yogyakarta: Airlangga University Press
- Vettorosi. 1998. *Pyrethrins & Pyrethroids*. Oregon State University Environmental and Molecular Toxicology . 333 Weniger Hall . Corvallis, OR 97331-6502
- WHO (World Health Organization). 2005. *Environmental Health Criteria for Allethrins*. www.inchem.org. Diakses pada **25 Januari 2010**
- Winarsi, Hery. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas "Potensi dan Aplikasinya dalam Kesehatan"*. Yogyakarta: Kanisius
- Wresdiyati, Tutik., Astawan, Made., dan Adnyane, I Ketut M. 2003. Aktivitas Anti Inflamasi Oleorosiin Jahe (*Zingiber officinale*) pada Ginjal Tikus yang Mengalami Perlakuan Stres. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 14 (2): 113-119
- Yatim, Wildan. 1994. *Reproduksi dan Embriologi*. Bandung: Tarsito
- Yusuf, AM dkk. 2000. *Hubungan Radikal Bebas Dan Antioksidan Dengan Kerusakan Ginjal Pada Obstruksi Akut;Eksperimen Pada Hewan Coba*. Surabaya: FK Unair Urologi
- Zhang, Shu-Yun., Ito, Yuki., Yamanoshita, Osamu *et al.* 2007. Permethrin May Disrupt Testosterone Biosynthesis via Mitochondrial Membrane Damage of Leydig Cells in Adult Male Mouse. *Journal Endocrine Society*. 148: 3941 – 394

Lampiran 3. Analisis Statistik Tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah terhadap Konsentrasi Spermatozoa Tikus yang Terpapar *Allethrin*

Tabel 3.1 Hasil Perhitungan Konsentrasi Spermatozoa

NO	PERLAKUAN	ULANGAN (Juta/ml)				TOTAL	RATA-RATA
		1	2	3	4		
1	K-	17	18	20	16	71	17,75
2	K+	7	9	6	8	30	7,5
3	I	10	7	14	11	42	10,5
4	II	13	12	12	15	52	13
5	III	15	11	13	16	55	13,75
6	IV	14	18	15	19	66	16,5
7	V	14	21	16	18	69	17,25
JUMLAH						385	96,25

$$\bar{x} = \frac{385}{28} = 13,75$$

Menghitung Jumlah Kuadrat (JK) :

a. Menentukan Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{x^2}{r \times n} = \frac{385^2}{7 \times 4} = \frac{148225}{28} = 5293,75$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total Percobaan} &= 17^2 + 18^2 + 20^2 + \dots + 16^2 + 18^2 - FK \\ &= 5741 - 5293,75 \\ &= 447,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{71^2 + 30^2 + \dots + 69^2}{4} - FK \\ &= 5637,75 - 5293,75 \\ &= 334 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total Percobaan} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 447,25 - 334 \\ &= 103,25 \end{aligned}$$

b. Tabel ANAVA

SK	db	JK	KT	F hitung	F 1%
Perlakuan	6	344	57,33	11,66**	3,81
Galat	21	103,25	4,92		
Total	27	447,25			

Ket : ** berbeda sangat nyata

c. Kesimpulan

$F_{hitung} (11,66) > F_{1\%} (3,81) \longrightarrow H_0$ ditolak

Ada pengaruh pemberian ekstrak jahe (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap konsentrasi spermatozoa pada tikus (*Rattus norvegicus*) yang terpapar *Allethrin*

d. Uji Lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil)

Uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang paling efektif.

$$\begin{aligned}
 BNT_{0,01} &= t_{0,01} (db \text{ galat}) \times \sqrt{\frac{2 \cdot KT \text{ Galat}}{\text{Ulangan}}} \\
 &= 2,831 \times \sqrt{\frac{2 \cdot 4,92}{4}} \\
 &= 2,831 \times 1,57 \\
 &= 4,44
 \end{aligned}$$

e. Tabel Notasi

Perlakuan	Rata2 (Juta/ml)	Notasi
K+	7,5	a
I	10,5	ab
II	13	bc
III	13,75	bcd
IV	16,5	cd
V	17,25	cd
K-	17,75	d

Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 1%.

Lampiran 4. Analisis Statistik Tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah terhadap Abnormalitas Spermatozoa Tikus yang Terpapar *Allethrin*

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Abnormatas Spermatozoa

NO	PERLAKUAN	ULANGAN (%)				TOTAL	RATA-RATA
		1	2	3	4		
1	K-	11,33	11,76	10,63	11,39	45,11	11,28
2	K+	22,61	22,5	21,89	23,58	90,58	22,65
3	I	17,33	17,5	19,21	22	76,04	19,01
4	II	18	16,42	17,48	19,19	71,09	17,77
5	III	16,58	16,92	15,58	15,74	64,82	16,21
6	IV	14,14	13,27	11,22	10,89	49,52	12,38
7	V	10,95	15,27	9,76	11,94	47,92	11,98
JUMLAH						445,08	111,27

$$\bar{x} = \frac{445,08}{28} = 15,7$$

Menghitung Jumlah Kuadrat (JK) :

a. Menentukan Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{x^2}{r \times n} = \frac{445,08^2}{7 \times 4} = \frac{198096,21}{28} = 7074,86$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total Percobaan} &= 11,33^2 + 11,76^2 + 10,63^2 + \dots + 9,76^2 + 11,94^2 - FK \\ &= 7552,15 - 7074,86 \\ &= 477,28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{45,11^2 + 90,58^2 + \dots + 47,92^2}{4} - FK \\ &= 7506,43 - 7074,86 \\ &= 431,56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total Percobaan} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 477,28 - 431,56 \\ &= 45,72 \end{aligned}$$

b. Tabel ANAVA

SK	db	JK	KT	F hitung	F 1%
Perlakuan	6	431,56	71,93	33,036**	3,81
Galat	21	45,72	2,18		
Total	27	477,28			

Ket : ** berbeda sangat nyata

c. Kesimpulan

$F_{hitung} (33,036) > F_{1\%} (3,81) \rightarrow H_0$ ditolak

Ada pengaruh pemberian ekstrak jahe (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap abnormalitas spermatozoa pada tikus (*Rattus norvegicus*) yang terpapar *Allethrin*

d. Uji Lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil)

Uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang paling efektif.

$$\begin{aligned}
 \text{BNT } 0,01 &= t_{0,01} (\text{db galat}) \times \frac{\sqrt{2 \cdot \text{KT Galat}}}{\text{Ulangan}} \\
 &= 2,831 \times \frac{\sqrt{2 \cdot 2,18}}{4} \\
 &= 2,831 \times 1,04 \\
 &= 2,96
 \end{aligned}$$

e. Tabel Notasi

Perlakuan	Rata2 (%)	Notasi
K-	11,28	a
V	11,98	a
IV	12,38	a
III	16,21	b
II	17,77	b
I	19,01	b
K+	22,65	c

Lampiran 5. Analisis Statistik Tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah terhadap Viabilitas Spermatozoa Tikus yang Terpapar *Allethrin*

Tabel 3.1 Hasil Perhitungan Viabilitas Spermatozoa

NO	PERLAKUAN	ULANGAN (%)				TOTAL	RATA-RATA
		1	2	3	4		
1	K-	74,38	76,96	75,36	75,74	302,44	75,61
2	K+	58,29	60,5	59,2	60,38	238,37	59,59
3	I	61,39	61,5	65,02	61,72	249,63	62,41
4	II	65,5	67,16	68,45	64,65	265,76	66,44
5	III	66,33	67,16	70,35	69,54	273,38	68,35
6	IV	74,35	70,92	72,2	70,3	287,77	71,94
7	V	73,63	73,4	73,17	72,14	292,34	73,09
JUMLAH						1909,69	477,42

$$\bar{x} = \frac{1909,69}{28} = 68,20$$

Menghitung Jumlah Kuadrat (JK) :

a. Menentukan Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{x^2}{r \times n} = \frac{1909,69^2}{7 \times 4} = \frac{3646915,9}{28} = 130246,996$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total Percobaan} &= 74,38^2 + 76,96^2 + 75,36^2 + \dots + 73,17^2 + 72,14^2 - \\ \text{FK} &= 131107,5 - 130246,996 \\ &= 860,48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{302,44^2 + 238,37^2 + \dots + 292,34^2}{4} - \text{FK} \\ &= 131061,1 - 130246,996 \\ &= 814,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total Percobaan} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 860,48 - 814,15 \\ &= 46,33 \end{aligned}$$

b. Tabel ANAVA

SK	db	JK	KT	F hitung	F 1%
Perlakuan	6	814,15	135,69	61,51**	3,81
Galat	21	46,33	2,21		
Total	27	860,48			

Ket : ** berbeda sangat nyata

c. Kesimpulan

$F_{hitung} (61,51) > F_{1\%} (3,81) \longrightarrow H_0$ ditolak

Ada pengaruh pemberian ekstrak jahe (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap viabilitas spermatozoa pada tikus (*Rattus norvegicus*) yang terpapar *Allethrin*

d. Uji Lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil)

Uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang paling efektif.

$$\begin{aligned} \text{BNT } 0,01 &= t_{0,01} (\text{db galat}) \times \sqrt{\frac{2 \cdot \text{KT Galat}}{\text{Ulangan}}} \\ &= 2,831 \times \sqrt{\frac{2 \cdot 2,21}{4}} \\ &= 2,831 \times 1,05 \\ &= 2,98 \end{aligned}$$

e. Tabel Notasi

Perlakuan	Rata2 (%)	Notasi
K+	59,59	a
I	62,41	a
II	66,44	b
III	68,35	b
IV	71,94	c
V	73,09	cd
K-	75,74	d

Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 1%.

Lampiran 6. Analisis Statistik Tentang Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah terhadap Motilitas Spermatozoa Tikus yang Terpapar *Allethrin*

Tabel 1.1 Data jumlah persentase motilitas spermatozoa

NO	PERLAKUAN	ULANGAN (%)				TOTAL	RATA-RATA
		1	2	3	4		
1	K-	90	95	95	90	370	92,5
2	K+	40	40	60	60	200	50
3	I	40	70	70	65	245	61,25
4	II	65	80	70	50	265	66,25
5	III	80	65	70	80	295	73,75
6	IV	95	80	80	90	345	86,25
7	V	85	95	85	90	355	88,75
JUMLAH						2075	518,75

$$\bar{x} = \frac{2075}{28} = 74,11$$

Menghitung Jumlah Kuadrat (JK) :

a. Menentukan Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{x^2}{r \times n} = \frac{2075^2}{7 \times 4} = \frac{4305625}{28} = 153772,3$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total Percobaan} &= 90^2 + 95^2 + 95^2 + \dots + 85^2 + 90^2 - FK \\ &= 161725 - 153772,3 \\ &= 7952,68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{370^2 + 200^2 + \dots + 355^2}{4} - FK \\ &= 159806,3 - 153772,3 \\ &= 6033,93 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total Percobaan} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 7952,68 - 6033,93 \\ &= 1918,75 \end{aligned}$$

b. Tabel ANAVA

SK	db	JK	KT	F hitung	F 1%
Perlakuan	6	6033,93	1005,66	11,01**	3,81
Galat	21	1918,75	91,37		
Total	27	7952,68			

Ket : ** berbeda sangat nyata

c. Kesimpulan

$F_{hitung} (11,01) > F_{1\%} (3,81) \longrightarrow H_0$ ditolak

Ada pengaruh pemberian ekstrak jahe (*Zingiber officinale* Rosc) terhadap motilitas spermatozoa pada tikus (*Rattus norvegicus*) yang terpapar *Allethrin*

d. Uji Lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil)

Uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang paling efektif.

$$\begin{aligned}
 \text{BNT } 0,01 &= t_{0,01 \text{ (db galat)}} \times \frac{\sqrt{2 \cdot \text{KT Galat}}}{\text{Ulangan}} \\
 &= 2,831 \times \frac{\sqrt{2 \cdot 91,37}}{4} \\
 &= 2,831 \times 6,76 \\
 &= 19,14
 \end{aligned}$$

e. Tabel Notasi

Perlakuan	Rata2 (%)	Notasi
K+	50	a
I	61,25	ab
II	66,25	ab
III	73,75	bc
IV	86,25	c
V	88,75	c
K-	92,5	c

Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 1%.

Lampiran 7. Analisis Hasil Pengamatan dengan Menggunakan SPSS

A. Analisis Hasil Pengamatan Konsentrasi Spermatozoa dengan SPSS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

			DATA
N			28
Normal Parameters	a,b	Mean	13,75
		Std. Deviation	4,070
Most Extreme Differences		Absolute	,096
		Positive	,064
		Negative	-,096
Kolmogorov-Smirnov Z			,508
Asymp. Sig. (2-tailed)			,959

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Oneway

ANOVA

DATA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	344,000	6	57,333	11,661	,000
Within Groups	103,250	21	4,917		
Total	447,250	27			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: DATA

LSD

(I) PERLAKUA	(J) PERLAKUA	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	10,25*	1,568	,000	6,99	13,51
	3	7,25*	1,568	,000	3,99	10,51
	4	4,75*	1,568	,006	1,49	8,01
	5	4,00*	1,568	,019	,74	7,26
	6	1,25	1,568	,434	-2,01	4,51
	7	,50	1,568	,753	-2,76	3,76
2	1	-10,25*	1,568	,000	-13,51	-6,99
	3	-3,00	1,568	,069	-6,26	,26
	4	-5,50*	1,568	,002	-8,76	-2,24
	5	-6,25*	1,568	,001	-9,51	-2,99
	6	-9,00*	1,568	,000	-12,26	-5,74
	7	-9,75*	1,568	,000	-13,01	-6,49
3	1	-7,25*	1,568	,000	-10,51	-3,99
	2	3,00	1,568	,069	-,26	6,26
	4	-2,50	1,568	,126	-5,76	,76
	5	-3,25	1,568	,051	-6,51	,01
	6	-6,00*	1,568	,001	-9,26	-2,74
	7	-6,75*	1,568	,000	-10,01	-3,49
4	1	-4,75*	1,568	,006	-8,01	-1,49
	2	5,50*	1,568	,002	2,24	8,76
	3	2,50	1,568	,126	-,76	5,76
	5	-,75	1,568	,637	-4,01	2,51
	6	-3,50*	1,568	,037	-6,76	-,24
	7	-4,25*	1,568	,013	-7,51	-,99
5	1	-4,00*	1,568	,019	-7,26	-,74
	2	6,25*	1,568	,001	2,99	9,51
	3	3,25	1,568	,051	-,01	6,51
	4	,75	1,568	,637	-2,51	4,01
	6	-2,75	1,568	,094	-6,01	,51
	7	-3,50*	1,568	,037	-6,76	-,24
6	1	-1,25	1,568	,434	-4,51	2,01
	2	9,00*	1,568	,000	5,74	12,26
	3	6,00*	1,568	,001	2,74	9,26
	4	3,50*	1,568	,037	,24	6,76
	5	2,75	1,568	,094	-,51	6,01
	7	-,75	1,568	,637	-4,01	2,51
7	1	-,50	1,568	,753	-3,76	2,76
	2	9,75*	1,568	,000	6,49	13,01
	3	6,75*	1,568	,000	3,49	10,01
	4	4,25*	1,568	,013	,99	7,51
	5	3,50*	1,568	,037	,24	6,76
	6	,75	1,568	,637	-2,51	4,01

*. The mean difference is significant at the .05 level.

B. Analisis Hasil Pengamatan Abnormalitas Spermatozoa dengan SPSS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

			DATA
N			28
Normal Parameters	a,b	Mean	15,8957
		Std. Deviation	4,20442
Most Extreme Differences		Absolute	,148
		Positive	,148
		Negative	-,102
Kolmogorov-Smirnov Z			,783
Asymp. Sig. (2-tailed)			,571

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Oneway

ANOVA

DATA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	431,562	6	71,927	33,036	,000
Within Groups	45,722	21	2,177		
Total	477,284	27			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: DATA

LSD

(I) PERLAKUA	(J) PERLAKUA	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-11,3675*	1,04336	,000	-13,5373	-9,1977
	3	-7,7325*	1,04336	,000	-9,9023	-5,5627
	4	-6,4950*	1,04336	,000	-8,6648	-4,3252
	5	-4,9275*	1,04336	,000	-7,0973	-2,7577
	6	-1,1025	1,04336	,303	-3,2723	1,0673
	7	-,7025	1,04336	,508	-2,8723	1,4673
2	1	11,3675*	1,04336	,000	9,1977	13,5373
	3	3,6350*	1,04336	,002	1,4652	5,8048
	4	4,8725*	1,04336	,000	2,7027	7,0423
	5	6,4400*	1,04336	,000	4,2702	8,6098
	6	10,2650*	1,04336	,000	8,0952	12,4348
	7	10,6650*	1,04336	,000	8,4952	12,8348
3	1	7,7325*	1,04336	,000	5,5627	9,9023
	2	-3,6350*	1,04336	,002	-5,8048	-1,4652
	4	1,2375	1,04336	,249	-,9323	3,4073
	5	2,8050*	1,04336	,014	,6352	4,9748
	6	6,6300*	1,04336	,000	4,4602	8,7998
	7	7,0300*	1,04336	,000	4,8602	9,1998
4	1	6,4950*	1,04336	,000	4,3252	8,6648
	2	-4,8725*	1,04336	,000	-7,0423	-2,7027
	3	-1,2375	1,04336	,249	-3,4073	,9323
	5	1,5675	1,04336	,148	-,6023	3,7373
	6	5,3925*	1,04336	,000	3,2227	7,5623
	7	5,7925*	1,04336	,000	3,6227	7,9623
5	1	4,9275*	1,04336	,000	2,7577	7,0973
	2	-6,4400*	1,04336	,000	-8,6098	-4,2702
	3	-2,8050*	1,04336	,014	-4,9748	-,6352
	4	-1,5675	1,04336	,148	-3,7373	,6023
	6	3,8250*	1,04336	,001	1,6552	5,9948
	7	4,2250*	1,04336	,001	2,0552	6,3948
6	1	1,1025	1,04336	,303	-1,0673	3,2723
	2	-10,2650*	1,04336	,000	-12,4348	-8,0952
	3	-6,6300*	1,04336	,000	-8,7998	-4,4602
	4	-5,3925*	1,04336	,000	-7,5623	-3,2227
	5	-3,8250*	1,04336	,001	-5,9948	-1,6552
	7	,4000	1,04336	,705	-1,7698	2,5698
7	1	,7025	1,04336	,508	-1,4673	2,8723
	2	-10,6650*	1,04336	,000	-12,8348	-8,4952
	3	-7,0300*	1,04336	,000	-9,1998	-4,8602
	4	-5,7925*	1,04336	,000	-7,9623	-3,6227
	5	-4,2250*	1,04336	,001	-6,3948	-2,0552
	6	-,4000	1,04336	,705	-2,5698	1,7698

*. The mean difference is significant at the .05 level.

C. Analisis Hasil Pengamatan Viabilitas Spermatozoa dengan SPSS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

			DATA
N			28
Normal Parameters	a,b	Mean	68,2032
		Std. Deviation	5,64532
Most Extreme Differences		Absolute	,125
		Positive	,125
		Negative	-,114
Kolmogorov-Smirnov Z			,659
Asymp. Sig. (2-tailed)			,777

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Oneway

ANOVA

DATA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Betw een Groups	814,153	6	135,692	61,510	,000
Within Groups	46,327	21	2,206		
Total	860,480	27			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: DATA

LSD

(I) PERLAKUA	(J) PERLAKUA	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	16,0175*	1,05025	,000	13,8334	18,2016
	3	13,2025*	1,05025	,000	11,0184	15,3866
	4	9,1700*	1,05025	,000	6,9859	11,3541
	5	7,2650*	1,05025	,000	5,0809	9,4491
	6	3,6675*	1,05025	,002	1,4834	5,8516
	7	2,5250*	1,05025	,026	,3409	4,7091
2	1	-16,0175*	1,05025	,000	-18,2016	-13,8334
	3	-2,8150*	1,05025	,014	-4,9991	-,6309
	4	-6,8475*	1,05025	,000	-9,0316	-4,6634
	5	-8,7525*	1,05025	,000	-10,9366	-6,5684
	6	-12,3500*	1,05025	,000	-14,5341	-10,1659
	7	-13,4925*	1,05025	,000	-15,6766	-11,3084
3	1	-13,2025*	1,05025	,000	-15,3866	-11,0184
	2	2,8150*	1,05025	,014	-,6309	4,9991
	4	-4,0325*	1,05025	,001	-6,2166	-1,8484
	5	-5,9375*	1,05025	,000	-8,1216	-3,7534
	6	-9,5350*	1,05025	,000	-11,7191	-7,3509
	7	-10,6775*	1,05025	,000	-12,8616	-8,4934
4	1	-9,1700*	1,05025	,000	-11,3541	-6,9859
	2	6,8475*	1,05025	,000	4,6634	9,0316
	3	4,0325*	1,05025	,001	1,8484	6,2166
	5	-1,9050	1,05025	,084	-4,0891	2,791
	6	-5,5025*	1,05025	,000	-7,6866	-3,3184
	7	-6,6450*	1,05025	,000	-8,8291	-4,4609
5	1	-7,2650*	1,05025	,000	-9,4491	-5,0809
	2	8,7525*	1,05025	,000	6,5684	10,9366
	3	5,9375*	1,05025	,000	3,7534	8,1216
	4	1,9050	1,05025	,084	-,2791	4,0891
	6	-3,5975*	1,05025	,003	-5,7816	-1,4134
	7	-4,7400*	1,05025	,000	-6,9241	-2,5559
6	1	-3,6675*	1,05025	,002	-5,8516	-1,4834
	2	12,3500*	1,05025	,000	10,1659	14,5341
	3	9,5350*	1,05025	,000	7,3509	11,7191
	4	5,5025*	1,05025	,000	3,3184	7,6866
	5	3,5975*	1,05025	,003	1,4134	5,7816
	7	-1,1425	1,05025	,289	-3,3266	1,0416
7	1	-2,5250*	1,05025	,026	-4,7091	-,3409
	2	13,4925*	1,05025	,000	11,3084	15,6766
	3	10,6775*	1,05025	,000	8,4934	12,8616
	4	6,6450*	1,05025	,000	4,4609	8,8291
	5	4,7400*	1,05025	,000	2,5559	6,9241
	6	1,1425	1,05025	,289	-1,0416	3,3266

*. The mean difference is significant at the .05 level.

D. Analisis Hasil Pengamatan Motilitas Spermatozoa dengan SPSS

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

			DATA
N			28
Normal Parameters	a,b	Mean	74,11
		Std. Deviation	17,162
Most Extreme Differences		Absolute	,170
		Positive	,112
		Negative	-,170
Kolmogorov-Smirnov Z			,900
Asymp. Sig. (2-tailed)			,393

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Oneway

ANOVA

DATA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Betw een Groups	6033,929	6	1005,655	11,007	,000
Within Groups	1918,750	21	91,369		
Total	7952,679	27			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: DATA

LSD

(I) PERLAK	(J) PERLAK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	42,50*	6,759	,000	28,44	56,56
	3	31,25*	6,759	,000	17,19	45,31
	4	26,25*	6,759	,001	12,19	40,31
	5	18,75*	6,759	,011	4,69	32,81
	6	6,25	6,759	,366	-7,81	20,31
	7	3,75	6,759	,585	-10,31	17,81
2	1	-42,50*	6,759	,000	-56,56	-28,44
	3	-11,25	6,759	,111	-25,31	2,81
	4	-16,25*	6,759	,026	-30,31	-2,19
	5	-23,75*	6,759	,002	-37,81	-9,69
	6	-36,25*	6,759	,000	-50,31	-22,19
	7	-38,75*	6,759	,000	-52,81	-24,69
3	1	-31,25*	6,759	,000	-45,31	-17,19
	2	11,25	6,759	,111	-2,81	25,31
	4	-5,00	6,759	,468	-19,06	9,06
	5	-12,50	6,759	,079	-26,56	1,56
	6	-25,00*	6,759	,001	-39,06	-10,94
	7	-27,50*	6,759	,001	-41,56	-13,44
4	1	-26,25*	6,759	,001	-40,31	-12,19
	2	16,25*	6,759	,026	2,19	30,31
	3	5,00	6,759	,468	-9,06	19,06
	5	-7,50	6,759	,280	-21,56	6,56
	6	-20,00*	6,759	,007	-34,06	-5,94
	7	-22,50*	6,759	,003	-36,56	-8,44
5	1	-18,75*	6,759	,011	-32,81	-4,69
	2	23,75*	6,759	,002	9,69	37,81
	3	12,50	6,759	,079	-1,56	26,56
	4	7,50	6,759	,280	-6,56	21,56
	6	-12,50	6,759	,079	-26,56	1,56
	7	-15,00*	6,759	,038	-29,06	-,94
6	1	-6,25	6,759	,366	-20,31	7,81
	2	36,25*	6,759	,000	22,19	50,31
	3	25,00*	6,759	,001	10,94	39,06
	4	20,00*	6,759	,007	5,94	34,06
	5	12,50	6,759	,079	-1,56	26,56
	7	-2,50	6,759	,715	-16,56	11,56
7	1	-3,75	6,759	,585	-17,81	10,31
	2	38,75*	6,759	,000	24,69	52,81
	3	27,50*	6,759	,001	13,44	41,56
	4	22,50*	6,759	,003	8,44	36,56
	5	15,00*	6,759	,038	,94	29,06
	6	2,50	6,759	,715	-11,56	16,56

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian



Gambar 8.1 Proses Maserasi Filtrat



Gambar 8.2 Penyaringan



Gambar 8.3 Proses Ekstraksi dengan Jahe



Gambar 8.4 Pembagian Ekstrak



Gambar 8.5 Pemaparan Allethrin



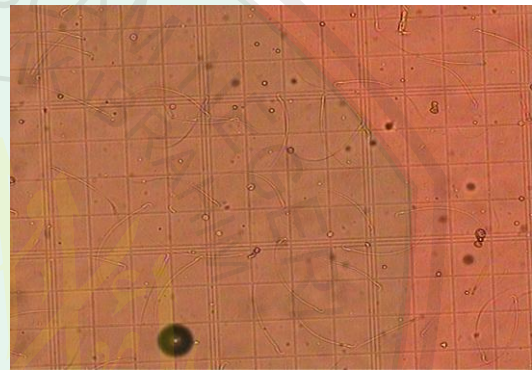
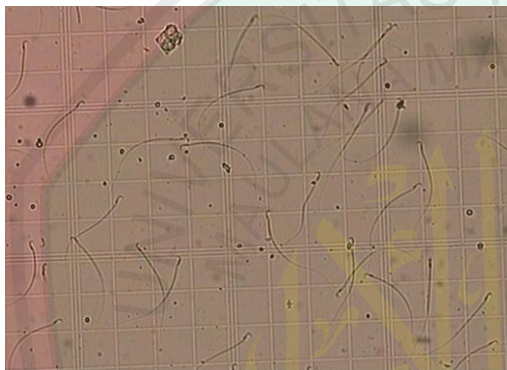
Gambar 8.6 Pemberian Ekstrak Jahe



Gambar 8.7 Proses Pembedahan



Gambar 8.8 Proses Pemotongan
Vas deferen



Gambar 8.9 Sperma pada Bilik Hitung

PUSAT PERPUSTAKAAN