STUDI TENTANG PENGARUH PAPARAN ASAP ROKOK DENGAN BIOFILTER BERBAHAN CENGKEH (*Syzigium aromaticum*) DAN DAUN KELOR (*Moringa oleifera* L.) TERHADAP KADAR MDA (Malondialdehide) DAN KUALITAS SPERMATOZOA MENCIT (*Mus musculus*)

SKRIPSI

Oleh:
FITRIANA DEWI
NIM. 12640004

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2016

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

STUDI TENTANG PENGARUH PAPARAN ASAP ROKOK DENGAN BIOFILTER BERBAHAN CENGKEH (*Syzigium aromaticum*) DAN DAUN KELOR (*Moringa oleifera* L.) TERHADAP KADAR MDA (Malondialdehide) DAN KUALITAS SPERMATOZOA MENCIT (*Mus musculus*)

SKRIPSI

Diajukan kepada:

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

Oleh:
FITRIANA DEWI
NIM. 12640004

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2016

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

HALAMAN PERSETUJUAN

STUDI TENTANG PENGARUH PAPARAN ASAP ROKOK DENGAN BIOFILTER BERBAHAN CENGKEH (*Syzigium aromaticum*) DAN DAUN KELOR (*Moringa oleifera* L.) TERHADAP KADAR MDA (Malondialdehide) DAN KUALITAS SPERMATOZOA MENCIT (*Mus musculus*)

SKRIPSI

Oleh:
FITRIANA DEWI
NIM. 12640004

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji,
Pada tanggal: 3 Agustus 2016

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Agus Mulyono, S.Pd. M.Kes	Umaiyatus Syarifah, M.A
NIP. 19750808 199903 1 003	NIP. 19820925 200901 2 005

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

iii

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI TENTANG PENGARUH PAPARAN ASAP ROKOK DENGAN BIOFILTER BERBAHAN CENGKEH (*Syzigium aromaticum*) DAN DAUN KELOR (*Moringa oleifera* L.) TERHADAP KADAR MDA (Malondialdehide) DAN KUALITAS SPERMATOZOA MENCIT (*Mus musculus*)

SKRIPSI

Oleh:
FITRIANA DEWI
NIM.12640004

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 8 September 2016

Penguji Utama	:	dr. Avin Ainur F NIP. 19800203 200912 2 002	
Ketua Penguji	:	Ahmad Abtokhi, M.Pd NIP. 19761003 200312 1 004	
Sekretaris Penguji	:	Dr. Agus Mulyono, S.Pd. M.Kes NIP. 19750808 199903 1 003	
Anggota Penguji	:	Umaiyatus Syarifah, M.A NIP. 19820925 200901 2 005	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika

Erna Hasnuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

iv

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Fitriana Dewi
NIM	:	12640004
Jurusan	:	Fisika
Fakultas	:	Sains Dan Teknologi
Judul Penelitian	:	Studi Tentang Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Berbahan Cengkeh (*Syzigium aromaticum*) Dan Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Kadar MDA (Malondialdehide) Dan Kualitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus*)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-banar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber kutipan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 8 September 2016

Yang Membuat Pernyataan,

Fitriana Dewi

NIM. 12640004

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

MOTTO

Sungguh bersama kesukaran pasti ada keringanan

Karenanya, selesaikan tugasmu dan teruslah berproses

Kepada Allah SWT tunjukkan permohonan

"Bermimpilah yang besar, karena bermimpi itu gratis,

Kerjakanlah apa yang ada di hadapanmu dalam menggapai mimpi-mimpi besarmu"

(Bagus Rusdianto)

مَنْ جَدَّ وَ جَدَ

(Whoever sincerely does it, will get it)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah.. Alhamdulillah.. Alhamdulillahirabbil'alamin..

Sujud syukur kupersembahkan kepada Tuhan yang Maha Agung nan Maha Tinggi. Dengan segala Rahman dan Rahim-Mu, telah Kau jadikan aku manusia yang senantiasa berpikir, berilmu, beriman serta bersabar dalam menjalani kehidupan ini. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal bagiku untuk meraih cita-cita.

Dengan segala kerendahan hati yang tulus, bersama Ridha-Mu kupersembahkan karya kecil ini untuk :

"Bapak Nawawi dan Ibu Sarina tercinta, yang tiada pernah henti selama ini memberikan semangat, doa, dorongan, nasehat dan kasih sayang yang sangat luar biasa, serta pengorbanan yang tak tergantikan hingga aku selalu kuat menjalani rintangan yang ada."

"Kakakku Elyawati dan keluarga besarku, kalian adalah penyemangat kedua setelah bapak dan ibuku. Terima kasih atas kasih sayang, penyemangat, motivasi dan segala bentuk dukungan yang tak terhingga , semangatku sebab kalian semua"

"Kepada dosen-dosen Jurusan Fisika, terutama bapak Agus Mulyono yang tetap sabar memberiku arahan dan bimbingan, Ibu Umaiyah yang tak pernah lelah memberikan masukan. Semoga Allah selalu melindungi dan meninggikan derajad bapak ibu di dunia dan di akhirat".

"Teruntuk teman-teman Fisika angkatan 2012, teman seperjuangan Biofilter team (Afnan, Ulfi dan Atus), teman-teman biofisika dan Mas tersayang. Terima kasih atas bantuan, motivasi, dan keceriaan kalian, tiada hari yang indah tanpa kalian semua."

"Aku belajar dan aku sabar hingga aku berhasil.Terima kasih untuk semua ^_^"

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KATA PENGANTAR

AssalamualaikumWr.Wb.

Syukur alhamdulillah penulis haturkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **"Studi Tentang Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Berbahan Cengkeh (*Syzigium aromaticum*) Dan Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Kadar MDA (Malondialdehide) Dan Kualitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus*)"** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan *jazakumullah ahsanaljaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Erna Hastuti, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan nasehat dan inspirasinya sehingga dapat melancarkan dalam proses penulisan skripsi.
4. Dr. Agus Mulyono, S.Pd. M.Kes selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran, bimbingan, dan bantuan serta pengarahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Umaiyatus Syarifah, M.A selaku dosen pembimbing agama, yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan di bidang integrasi Sains dan al-Quran serta Hadits.
6. Seluruh Dosen Fisika yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan dan informasi yang berhubungan dengan penulisan skripsi.
7. Seluruh Staf Admin yang telah membantu kepentingan administrasi dan seluruh Laboran Fisika & Biologi (Bu Nayyir dan Mas Basyar) yang telah memberikan bantuan dalam pelaksanaan penelitian.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

8. Kedua orang tua, Bapak Nawawi dan Ibu Sarina serta semua keluarga yang telah memberikan dukungan moral dan material, restu, serta selalu mendoakan di setiap langkah penulis.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat, tambahan ilmu dan dapat menjadikan inspirasi kepada para pembaca *Aamiin Yaa Rabbal Alamin.*

Wassalamu'alaikumWr. Wb.

Malang, 8 September 2016

Penulis

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR ISI

COVER ..... **i**
HALAMAN JUDUL ..... **ii**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN ..... **v**
MOTTO ..... **vi**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR GAMBAR ..... **xii**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**
ABSTRAK ..... **xv**
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat Penelitian 5
1.5 Batasan Masalah 6
1.6 Hipotesis 6
BAB II KAJIAN PUSTAKA
2.1 Rokok dan Asap Rokok 7
2.2 Radikal Bebas 8
2.3 Antioksidan 9
2.4 Biofilter 10
2.5 Cengkeh 11
2.6 Kelor 14
2.7 Malondialdehide (MDA) 16
2.8 Spermatozoa 18
2.8.1 Testis 18
2.8.2 Kualitas Spermatozoa 19
2.9 Mencit 21
2.10 Mekanisme Kerja Radikal Bebas dan Antioksidan Terhadap Kadar MDA dan Kualitas Spermatozoa 23
BAB III METODE PENELITIAN
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 25
3.2 Jenis Penelitian 25
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian 25
3.4 Alat dan Bahan 26
3.4.1 Pembuatan Biofilter 26
3.4.2 Perlakuan 26
3.4.3 Uji MDA (Malondialdehide) 27
3.4.4 Uji Kualitas Spermatozoa 27
3.5 Kerangka Konsep 28
3.5.1 Alur Pemikiran 28

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.5.2 Alur Penelitian 29
3.6 Prosedur Penelitian..... 30
3.6.1 Pembuatan Komposit 30
3.6.2 Perlakuan 30
A. Uji Kualitas Spermatozoa 32
B. Pengukuran Kadar MDA..... 32
3.7 Pengambilan Data 35
3.8 Analisa Data..... 36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Data Hasil Eksperimen..... 37
4.1.1 Pembuatan Biofilter 37
4.1.2 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Kadar MDA Mencit 38
4.1.3 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit Berdasarkan Jumlah Sel Spermatogenik..... 41
4.1.4 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit Berdasarkan Diameter Tubulus Seminiferus 43
4.2 Pembahasan..... 45
4.2.1 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Kadar MDA Mencit..... 45
4.2.2 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit berdasarkan Jumlah Sel Spermatogenik 51
4.2.3 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit berdasarkan Diameter Tubulus Seminiferus..... 57
4.2.4 Hubungan Antara Kadar MDA dan Kualitas Spermatozoa 61
BAB V PENUTUP
5.1 Kesimpulan 63
5.2 Saran..... 64
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Biji Cengkeh (*Syzigium aromaticum*) 12
Gambar 2.2 Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.)..... 15
Gambar 2.3 Organ reproduksi mencit jantan 22
Gambar 3.1 Alur Pemikiran 28
Gambar 3.2 Alur Penelitian 29
Gambar 3.3 Pemaparan asap rokok 31
Gambar 3.4 Pengujian kadar MDA 34
Gambar 4.1 Grafik tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan kelor terhadap kadar MDA mencit 39
Gambar 4.2 Grafik tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan kelor terhadap kualitas sperma mencit berdasarkan jumlah sel spermatogenik 41
Gambar 4.3 Grafik tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan kelor terhadap kualitas sperma mencit berdasarkan diameter tubulus seminiferus 43
Gambar 4.4 Mekanisme kerusakan kadar MDA dan kualitas spermatoza 49
Gambar 4.5 Gambaran histologi tubulus seminiferus mencit berdasarkan jumlah sel spermatogenik 52
Gambar 4.6 Gambaran histologi tubulus seminiferus mencit berdasarkan diameter tubulus seminiferus 58

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Hasil penilaian kualitas spermatozoa mencit berdasarkan jumlah sel spermatogenik 35

Tabel 3.2 Hasil penilaian kualitas spermatozoa mencit berdasarkan diameter tubulus seminiferus 35

Tabel 3.3 Hasil penilaian kadar MDA mrncit 35

Tabel 4.1 Uji One way anova tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan kelor terhadap kadar MDA mencit 40

Tabel 4.2 Hasil uji duncan tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap kadar MDA mencit 40

Tabel 4.3 Uji One way anova tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap kualitas spermatozoa mencit berdasarkan jumlah sel spermatogenik 42

Tabel 4.4 Hasil uji duncan tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap kualitas spermatozoa mencit berdasarkan jumlah sel spermatogenik 42

Tabel 4.5 Uji One way anova tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap kualitas spermatozoa mencit berdasarkan diameter tubulus seminiferus 44

Tabel 4.6 Hasil uji duncan tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap kualitas spermatozoa mencit berdasarkan diameter tubulus seminiferus 45

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan biofilter
Lampiran 2. Data hasil spermatogenik
Lampiran 3. Data diameter tubulus seminiferus (testis)
Lampiran 4. Data hasil pengujian kadar MDA
Lampiran 5. Hasil perhitungan One way anova pada spermatogenik
Lampiran 6. Hasil perhitungan One way anova pada diameter tubulus seminiferus
Lampiran 7. Hasil perhitungan One way anova pada MDA
Lampiran 8. Dokumentasi

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRAK

Dewi, Fitriana. 2016. **Studi Tentang Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Berbahan Cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Kadar MDA (Malondialdehide) Dan Kualitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus*)**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang. Pembimbing: (I) Dr. Agus Mulyono, S.Pd. M.Kes. (II) Umaiyatus Syarifah, M.A

Kata Kunci: Biofilter, MDA, Spermatozoa, Cengkeh, Kelor

Asap rokok mengandung radikal bebas yang dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan, sehingga diperlukan adanya penelitian guna menanggulangi permasalahan tersebut, khususnya penggunaan biofilter dari bahan alami untuk menangkap radikal bebas pada asap rokok. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap kadar MDA dan kualitas spermatozoa mencit. Penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 20 ekor mencit jantan berumur 2-3 bulan dengan berat badan 16-20 gram, yang dibagi dalam 4 kelompok yaitu kontrol positif, kontrol negatif, biofilter cengkeh, dan biofilter daun kelor. Pemaparan asap rokok dilakukan selama 21 hari, dengan jumlah paparan 150 ml setiap hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penggunaan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap kadar MDA mencit. Kadar MDA terbaik didapatkan pada mencit dengan perlakuan biofilter kelor dengan nilai sebesar 447 ng/ml. Penelitian ini juga menunjukkan adanya pengaruh penggunaan biofilter terhadap kualitas spermatozoa mencit berdasarkan jumlah spermatogenik dan diameter tubulus seminiferus. Berdasarkan jumlah sel spermatogenik didapatkan nilai yang paling baik pada penggunaan biofilter cengkeh sejumlah ± 249.48 sel, sedangkan berdasarkan diameter tubulus seminiferus yang paling baik pada penggunaan biofilter kelor dengan nilai rata-rata 191.32 µm. Penilaian jumlah spermatogenik menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400X dengan masing-masing 5 bidang pandang. Uji analisis data dilakukan dengan menggunakan one way anova, hasil kadar MDA dan kualitas spermatozoa berdasarkan diameter tubulus seminiferus dengan perlakuan biofilter cengkeh dan kelor menunjukkan nilai yang hampir sama dengan kontrol negatif (normal), sedangkan berdasarkan jumlah spermatogenik dengan perlakuan biofilter cengkeh lebih baik dibandingkan kontrol negatif (sehat) dan biofilter kelor menunjukkan nilai yang hampir sama dengan kontrol negatif (sehat).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRACT

Dewi, Fitriana. 2016. **Study about the influence of Exposure of Tobacco Smoke With biofilter Cloves Made (*Syzigium aromaticum*) and Leaf of Moringa (*Moringa oleifera* L.) Against Levels of MDA (Malondialdehyde) and Quality of spermatozoa of mice (*Mus musculus*).** Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, the State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor: (I) Dr. Agus Mulyono, S.Pd. M.Kes. (II) Umaiyatus Syarifah, M.A

Keywords: biofilter, MDA, sperm, Clove, Moringa

Cigarette smoking contains free radicals that can cause various health problems, so it is necessary to study in order to overcome these problems, in particular, the use of biofilters of natural materials to capture free radicals in cigarette smoke. This study aimed to determine the effect of smoke exposure with biofilter cloves and moringa leaves to the MDA and the quality of spermatozoa of mice. This study used a sample of 20 male of mice 2-3 months old and weighing of 16-20 grams, were divided into 4 groups: positive control, negative control, cloves biofilter and biofilter of moringa leaves. Exposure of cigarette smoke carried out for 21 days, with the amount of exposure of 150 ml of each day. The results showed that there were significant biofilter use of cloves and moringa leaves on levels of MDA in mice. Best MDA levels obtained in mice treated with moringa biofilter with a value of 447 ng / ml. This study also showed the influence of the use of biofilters on the quality of sperm in mice based on the number and diameter of seminiferous tubules spermatogenic. Based on the number of spermatogenic cells obtained the best value on the use of clove biofilter of cell number of ± 1247.4, while based on the diameter of the seminiferous tubules of the nicest on the use of Moringa biofilter with an average value of 191.32 µm. Rate the number of spermatogenic used a microscope with a magnification of 400X with each of the five fields of view. Test data analysis was performed using one-way ANOVA, test results MDA value and quality of spermatozoa by the diameter of seminiferous tubules with cloves and moringa biofilter treatment showed a value almost equal to the negative control (normal), while based on the number of spermatogenic with cloves biofilter treatment is better than the negative control (normal) and moringa biofilter showed a value almost equal to the negative control (normal).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ملخص

ديوي، فطرينا. 2016. **دراسة عن آثار التعرض لدخان التبغ مع مرشح بيولوجى القرنفل (*Syzigium aromaticum*) وأوراق المورينغا (*Moringa oleifera* L.) ضد مستويات MDA (malondialdehyde)ونوعية الحيوانات المنوية للفئران (*Mus musculus*)**. بحث جامعى. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، وجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف: الدكتور اكوس موليونو، الماجستير و أمية الشريفة، الماجستيرة

كلمات الرئيسية: مرشح بيولوجى، MDA ، الحيوانات المنوية، والقرنفل، المورينغا

دخان السجائر يحتوي على الجذور الحرة التي تمكن أن تسبب مشاكل صحية مختلفة، ولذلك فمن الضروري دراسة من أجل التغلب على هذه المشاكل، ولا سيما استخدام المرشحات الحيوية من المواد العالمية للقبض على الجذور الحرة الموجودة في دخان السجائر. وتهدف هذه الدراسة إلى تحديد تأثير التعرض لدخان السلبي مع فصوص بيولوجى وأوراق المورينجا لنجمة داود الحمراء ونوعية الحيوانات المنوية للفئران. استخدمت هذه الدراسة عينة من ٢٠ ذكور الفئران ٢-٣ أشهر من العمر وزنها ١٦- ٢٠ غرام، تم تقسيمهم إلى ى مجموعات: مراقبة إيجابية، ومراقبة سلبية، و مرشح بيولوجى القرنفل و مرشح بيولوجى من أوراق المورينجا. قام التعرض لدخان السجائر خارج لمدة ٢١ ايام، مع كمية من التعرض ١٥٠ ميل لتر كل يوم. وأظهرت النتائج أن هناك استخدام مرشح بيولوجى كبير من القرنفل وأوراق المورينجا على مستويات MDA في الفئران. أفضل المستويات MDA التي تم الحصول عليها في الفئران التي عولجت مع مرشح بيولوجى المورينغا بقيمة ٤٤٧ نانوغرام / ميل لتر. وتبين هذه الدراسة أيضا تأثير استخدام حيوى على نوعية الحيوانات المنوية في الفئران على أساس عدد الحيوانات المنوية و tubulus seminiferus. بناء على عدد من الخلايا المنوية الحصول على أفضل قيمة على استخدام مرشح بيولوجى القرنفل ٤٨,٢٤٩± ، في حين يستند إلى قطر الأنابيب المنوية من اجل على استخدام مرشح بيولوجى المورينغا مع متوسط قيمة ٣٢,١٩١ µm . معدل عدد المنوية باستخدام مجهر مع التكبير من x٤٠٠ مع كل من الأقاليم الخمسة للعرض. أجري تحليل البيانات باستخدام اختبار في اتجاه واحد قيمة أنوفا one way anova ، نتائج اختبار MDA ونوعية الحيوانات المنوية يستند الى قطر الداءرة tubulus seminiferus بامعاملة بيولوجى كبش القرنفل و المورينغا الى حاصل مراقبة سالب (العادية)، حيث أن يستند الى حاصل حيوان منوي بامعاملة بيولوجى كبش القرنفل أحسن من مراقبة سالب (العادية) و بيولوجى المورينغا الى حاصل قريب مع مراقبة سالب (العادية).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara merupakan suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Udara yang bersih adalah udara yang mengandung senyawa-senyawa yang dibutuhkan oleh tubuh seperti oksigen dan uap air. Udara yang termasuki oleh bahan pencemar dapat menyebabkan menurunnya kualitas udara. Kualitas udara tergantung pada partikel dan polutan gas yang dihasilkan oleh beberapa sumber salah satunya yaitu asap rokok.

Asap yang dihembuskan para perokok dapat dibagi atas asap utama (*mainstream smoke*) dan asap samping (*sidestream smoke*). Asap utama merupakan asap tembakau yang dihirup langsung oleh perokok, sedangkan asap samping merupakan asap tembakau yang disebarkan ke udara bebas yang akan dihirup oleh orang lain atau perokok pasif. Dengan demikian penderita tidak hanya merokok sendiri (perokok aktif) tetapi juga orang yang berada di lingkungan asap rokok (*Enviromental Tobacco Smoke*) atau disebut dengan perokok pasif (Dube dan Green, 1992).

Banyak penelitian dan informasi tentang bahaya asap rokok terhadap kesehatan. Asap rokok merupakan salah satu sumber radikal bebas yang menyebabkan penyakit *degenerative*. Didapatkan dugaan jenis radikal bebas pada asap rokok kretek tanpa biofilter menunjukkan adanya 7 (tujuh) jenis radikal bebas yang mampu dideteksi oleh ESR *(Electron Spin Resonance) Leybold Heracus*, yaitu Hidroperoxida, CO_2^-, C, Peroxy, O_2^-, CuOx, $CuGeO_3$ (Yulia,

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2013). Immanuel (2013) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa hasil proses pembakaran rokok sangat berbahaya ketika masuk kedalam tubuh manusia yaitu bisa menurunkan kualitas spermatozoa yang dihasilkan laki-laki.

Penurunan kualitas sperma pada laki-laki dapat diukur dengan menghitung jumlah spermatozoa yang terdapat di epididimis. Keadaan penurunan kualitas sperma ini disebabkan oleh adanya zat-zat berbahaya yang terdapat pada rokok yang mengandung radikal bebas. Ketika asap rokok terhisap maka radikal bebas yang terkandung dalam asap rokok akan masuk ke dalam tubuh termasuk pada organ genetalia dan menyebabkan penurunan jumlah spermatozoa. Dengan demikian semakin bertambahnya jumlah perokok dikhawatirkan angka infertilitas semakin banyak (Gadea *et al*, 2011).

Salah satu solusi yang ditawarkan sebagian orang adalah dengan menutup pabrik-pabrik rokok, namun hal ini juga bukan merupakan solusi yang tepat karena akan menimbulkan permasalahan yang lebih besar seperti hilangnya lapangan pekerjaan dan meningkatnya angka pengangguran. Menurut penulis, solusi yang ideal adalah bagaimana masyarakat bisa tetap merokok tanpa perlu mengkhawatirkan resiko kesehatan yaitu dengan menambah filter rokok yang terbuat dari bahan alami dan mengandung antioksidan sehingga asap utama rokok bisa ditangkap oleh filter.

Hasil Penelitian Dr. Gretha dan Prof. Sutiman tentang Divine Kretek juga menyimpulkan bahwa rokok yang berpotensi sebagai penyebab kanker juga mempunyai potensi sebagai obat setelah menggunakan filter khusus (filter dengan tambahan *scavenger*). Peran aktif *scavenger* pada *divine kretek* mentransformasi

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

asap rokok yang mengandung materi berbahaya dan radikal bebas menjadi tidak berbahaya bagi kesehatan (Gretha Z, Sutiman BS, 2011).

Untuk melanjutkan penelitian terdahulu, peneliti ingin menguji cengkeh, daun kelor dan stiker sebagai salah satu tanaman yang mungkin dapat bermanfaat sebagai filter rokok.

Cengkeh (*Syzigium aromaticum*) merupakan salah satu jenis tanaman rempah-rempah yang memiliki aktivitas oksidan yang tinggi karena adanya kandungan euganol yang cukup tinggi. Eugenol memiliki aktivitas antioksidan yang efeknya sama dengan α-tokoferol dalam menghambat lipid peroksidasi dan lipoprotein berkepadatan sangat rendah (Ogata *et al*., 2000). Penelitian yang dilakukan oleh Ghina (2012) dengan menggunakan biofilter dari serbuk cengkeh yang diolah sedemikian rupa sehingga berbentuk membran komposit biofilter yang memiliki kandungan zat antioksidan yang tinggi daripada jenis rempah yang lain. Komposisi cengkeh yang digunakan sebesar 0.4 gram dan PEG 0.3 ml mampu menangkap enam radikal bebas dari tujuh radikal bebas yang telah terdeteksi menggunakan uji ESR.

Kelor (*Moringa oleifera* L) merupakan salah satu sumber antioksidan dari bahan alam yang mengandung beberapa zat aktif yang berpotensi untuk mengatasi antioksidan. Potensi yang terkandung dalam daun kelor diantaranya adalah asam *askorbat, flavonoid, phenolic* dan *karotenoid* (Anwar *et al*., 2007). Penelitian mengenai daun kelor dilakukan oleh Erika, Nurun, dan Agus dengan komposisi daun kelor sebesar 0.5 gram dan didapat hasil yang paling efektif dimana tidak

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ada satu jenis radikal bebas yang tersisa dari tujuh jenis dugaan radikal bebas yang ada pada asap rokok.

Pemanfaatan tanaman sebagaimana firman Allah SWT dalam al-Quran surat Asy-Syu'araa' (26): 7;

أَوَلَمْ يَرَوْا۟ إِلَى ٱلْأَرْضِ كَمْ أَنۢبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ۝٧

"Dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?"(QS. Asy-Syu'araa' (26): 7).

Kata زَوْجٍ كَرِيمٍ yang artinya tanaman yang unggul dan baik. Kata زَوْجٍ كَرِيمٍ memiliki makna yang luas bahwa Allah SWT menumbuhkan tanaman di bumi memiliki maksud dan tujuan tertentu (Thabari, 2008). Tanaman yang baik adalah tanaman yang bermanfaat bagi makhluk hidup, termasuk tanaman yang dapat digunakan dalam mengatasi terjadinya peningkatan radikal bebas yang membahayakan pada sel yaitu tanaman kelor. Hal ini merupakan anugerah Allah SWT yang harus dikaji dan dipelajari lebih dalam agar bisa memberikan manfaat bagi manusia. Salah satu kandungan kelor yaitu *flavonoid* sebagai salah satu antioksidan yang ada pada tanaman kelor yang mampu meredam dampak radikal bebas menjadi radikal bebas stabil yang sifatnya tidak merusak.

Penelitian ini bertujuan dalam rangka mengembangkan penelitian tentang pengaruh komposit biofilter asap rokok berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap kadar MDA (Malondialdehid) dan kualitas spermatozoa mencit *(Mus musculus).*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini dirancang untuk menjawab permasalahan berikut:

1. Bagaimana pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap kadar MDA mencit *(Mus musculus)*?
2. Bagaimana pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap kualitas spermatozoa mencit (*Mus musculus*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap kadar MDA mencit (*Mus musculus*).
2. Mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap kualitas spermatozoa mencit (*Mus musculus*).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat mengurangi resiko penyakit dan kematian akibat radikal bebas pada rokok, khususnya pada kadar MDA dan kualitas spermatozoa yang akan dihasilkan dengan biofilter berbahan komposit cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan komposit biofilter dari serbuk cengkeh, dan daun kelor dengan PEG sebagai matrik.
2. Asap rokok berasal dari pembakaran rokok kretek tanpa variasi rokok.
3. Dilakukan pengamatan terhadap kualitas spermatogenesis dengan melihat jumlah spermatogenik dan diameter tubulus seminiferus.
4. Pengukuran kadar MDA dilakukan dengan uji TBA.

1.6 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Terdapat pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap kadar MDA (Malondialdehid) mencit.
2. Terdapat pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap kualitas spermatozoa mencit.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

2.1 Rokok Dan Asap Rokok

Rokok adalah hasil olahan tembakau terbungkus termasuk cerutu atau bahan lainnya. Rokok merupakan produk pasaran yang berasal dari daun tembakau yang dikonsumsi dengan cara dibakar pada ujung satu kemudian dihisap melalui rongga mulut pada ujung lain. Menurut Sukmaningsih (2009), setiap satu batang rokok yang dibakar, maka akan menghasilkan sekitar 4000 macam bahan kimia, diantaranya ada 400 macam bahan kimia tersebut bersifat toksik seperti bahan karsinogen, tar, nikotin, nitrosamin, karbonmonoksida, senyawa PAH *(Polynuclear Aromatic Hydrogen)*, fenol, karbonil, klorin dioksin dan furan.

Ketika asap memapar ke tubuh manusia, komponen-komponen itu tidak memapar secara sendiri-sendiri, tetapi bersamaan dengan komponen asap lainnya dalam bentuk partikulasi atau polimer. Demikian juga nikotin dalam asap rokok, memapar bersama-sama dengan komponen-komponen lainnya. Pertikel asap memiliki variasi ukuran antara 1-10.000 nanometer yang merupakan konfigurasi gabungan komponen kimia dengan basis ikatan non kimiawi berupa medan gaya magnetik dan paramagnetik, dari kombinasi ribuan komponen senyawa organik. Komponen-komponen tersebut memang merugikan kesehatan bila dipaparkan secara sendiri-sendiri dan dipaparkan tanpa upaya eleminasi komponen radikal bebasnya. Namun, kenyataannya apabila radikal bebasnya dapat dijinakkan, sifat

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

partikel gabungan ini sangat berbeda dibandingkan dengan sifat masing-masing komponen penyusunnya (Gretha dan Sumitro, 2011).

Asap rokok bersinggungan dengan mekanisme kekebalan tubuh dengan dua cara. Pertama, zat-zat kimia dari asap rokok meningkatkan jumlah perbaikan yang diperlukan dari sistem pertahanan dengan meningkatkan kerusakan. Kedua, asap kimia mengganggu mekanisme pertahanan itu sendiri, dan mengurangi efisiensinya. Misalnya, konsentrasi berbagai faktor seperti serum selenium dan seng yang memainkan peran penting pada pertahanan oksidan, dihambat akibat merokok (Gretha dan Sumitro, 2011).

Kandungan asap rokok yang dapat menyebabkan terjadinya peroksida lemak antara lain radikal *nitric oxide,* radikal nitrit dioksida, hidroquinon atau kuinon. Peroksida lemak merupakan suatu reaksi oksidasi berantai yang juga menghasilkan radikal bebas sehingga mencetuskan peroksida lebih lanjut. Reaksi peroksida ini menyebabkan rantai asam lemak pada membran sel terputus menjadi senyawa antara lain malonyldialdehid (MDA) (Prijadi *et al.*, 2013).

2.2 Radikal Bebas

Radikal bebas adalah suatu atom atau molekul yang tidak stabil dan sangat reaktif karena memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada orbital luarnya. Untuk mencapai kestabilan atom atau molekul, radikal bebas akan bereaksi dengan molekul di sekitarnya untuk memperoleh pasangan elektron. Reaksi ini akan berlangsung terus menerus dalam tubuh dan apabila tidak dihentikan akan menimbulkan berbagai penyakit.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Radikal bebas termasuk *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang mempunyai peranan penting bagi kesehatan tubuh, khususnya ROS endogen. Karena dalam keadaan normal ROS dapat memerangi peradangan, membunuh bakteri, dan mengendalikan tonus otot polos, pembuluh darah dan organ tubuh lainnya. Namun apabila ROS yang dihasilkan melebihi batas kemampuan proteksi antioksidan enzimatis (SOD dan GSH), maka akan menimbulkan berbagai penyakit.

Radikal bebas (ROS) dapat merusak beberapa komponen penting dalam tubuh antara lain (Hudgson, 2004):

1) Membran sel: Terutama komponen penyusun membran berupa asam lemak tak jenuh (PUFA) yang merusak bagian dari fosfolipid dan mungkin juga protein bagian dalam.
2) Kerusakan protein
3) Kerusakan DNA
4) Peroksida lipida

2.3 Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa-senyawa yang bisa menghilangkan, membersihkan, dan menahan pembentukan ataupun memadukan efek spesies oksigen reaktif (*Reactive Oxygen Species*/ ROS). Saat ini, penggunaan senyawa antioksidan semakin meluas seiring dengan semakin besarnya pemahaman masyarakat tentang peranannya dalam menghambat penyakit degenaratif seperti penyakit jantung, artherosklerosis, kanker, dan gejala penuaan. Masalah-masalah ini berkaitan dengan kemampuan antioksidan untuk bekerja sebagai inhibitor

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

reaksi oksidasi oleh ROS yang menjadi salah satu penyebab penyakit-penyakit tersebut (Wardhana, 2007).

Syafi'i (2010) menyebutkan bahwa di dalam tubuh terdapat mekanisme antioksidan atau antiradikal bebas secara endogenik. Secara umum, antioksidan yang diproduksi di dalam tubuh (endogen) berupa tiga enzim, yaitu Superoksida Dismutase (SOD), Glutation Peroksidase, katalase, serta antioksidan non enzim. Sel memiliki enzim antioksidan seperti superoksida beberapa dismutases MnSOD dan Cu/ZnSOD, yang terletak di mitokondria dan sitosol masing-masing, dimana mereka mengkonversi superoksida menjadi hidrogen peroksida. Dekomposisi hidrogen peroksida untuk air dan oksigen lebih katalisis oleh katalase. Mekanisme lain pertahanan antioksidan termasuk non-enzimatik seperti *glutathione* (GSH) yang berfungsi dalam sistem tiol/disulfida selular.

Nawar (1985) berpendapat bahwa antioksidan menghambat pembentukan radikal bebas dengan bertindak sebagai donor H terhadap radikal bebas sehingga radikal bebas berubah menjadi bentuk yang lebih stabil.

2.4 Biofilter

Biofilter merupakan komponen sistem peredaran ulang tertutup yang menyebabkan terjadinya penetralan bahan-bahan racun sebagai hasil suatu proses. Adapun kelebihan dari teknologi biofilter adalah aman, efisien, konsumsi energi rendah, dan murah. Teknologi biofilter ini juga tidak mengeluarkan produk sampingan sehingga fokus keluaran lebih gampang dipantau. Selain itu, teknologi biofilter juga tidak melibatkan perlatan-peralatan berbahaya. Dengan desain yang

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

sederhana dan mudah digunakan, membuat teknologi ini bersifat aman untuk diterapkan.

Membran biofilter berfungsi sebagai filter untuk menangkap radikal bebas pada asap rokok dimana keberadaan radikal bebas tersebut merupakan pemicu berbagai penyakit degeneratif. Dengan membran ini lah pemicu rusaknya sel oleh radikal bebas asap rokok dapat dihindari (Istna, 2013).

Filter rokok pertama kali dibuat pada tahun 1950-an. Pada umumnya filter dibuat dari mono-filament selulosa asetat dan dapat mengurangi kadar tar dan nikotin hingga 40-50% dibanding rokok yang tidak menggunakan filter. Berbagai bahan tambahan dan perlakuan klinis telah diajukan untuk memfilter asap rokok. Namun, filter dua lapis yang terdiri dari karbon pada lapis kedua merupakan filter yang paling umum digunakan. Filter yang mengandung karbon lebih efisien dibanding filter yang mengandung *cellulose acetate* (CA) – filter untuk menyingkirkan senyawa-senyawa dengan titik didih rendah. Aldehid yang memiliki berat molekul rendah (*formal dehId, acetaldehid, acrolein, dan aceto*ne) yang tidak terpengaruh oleh filter CA dapat dikurangi dengan menggunakan filter karbon. Tingkat aktivasi biologis dan juga komposisi kimia dari asap rokok merupakan faktor yang penting dalam karakterisasi sifat filter (Tian, 2007).

2.5 Cengkeh

Cengkeh termasuk dalam Kingdom Plantae, Divisi Spermatophyta, Sub-Divisio Angiospermae, Kelas Dicotyledoneae, Sub Kelas Choripetalae, Ordo Myrtales, Family Myrtaceace, Genus Syzigium, Spesies *Syzygium aromaticum* L (Bulan, 2004).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Allah SWT berfirman dalam al-Quran Surat Az-Zumar (39): 21;

أَلَمْ تَرَ أَنَّ ٱللَّهَ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَسَلَكَهُۥ يَنَٰبِيعَ فِى ٱلْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِۦ زَرْعًا مُّخْتَلِفًا أَلْوَٰنُهُۥ ثُمَّ يَهِيجُ فَتَرَىٰهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُۥ حُطَٰمًا ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَذِكْرَىٰ لِأُو۟لِى ٱلْأَلْبَٰبِ ﴿٢١﴾

"Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa Sesungguhnya Allah menurunkan ***air*** *dari langit, Maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal."* (QS. Az-Zumar (39): 21)

Lafadz زَرْعاً مُخْتَلِفاً أَلْوَانُهُ memiliki arti tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya. Lafadz ini menunjukkan kepada jenis, yakni tumbuhan yang bermacam-macam warnanya yaitu merah, kuning, biru, hijau dan putih (Qurtubhi, 2009). Cengkeh (*Syzigium aromaticum*) merupakan salah satu jenis tanaman yang memiliki warna hijau muda saat masih muda dan berubah warna ketika agak tua.

Gambar 2.1 Biji Cengkeh (*Syzigium aromaticum*)
(Sumber: Kardinan, 2003)

Cengkeh termasuk jenis tumbuhan perdu yang memiliki batang pohon besar dan berkayu keras. Cengkeh mampu bertahan hidup puluhan bahkan sampai

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ratusan tahun, tingginya dapat mencapai 20-30 meter dan cabang-cabangnya cukup lebat.

Cengkeh memiliki daun tunggal, bertangkai, tebal, kaku, bentuk bulat tekur sampai lanset memanjang, ujung runcing, pangkal meruncing, tepi rata, tulang daun menyirip, permukaan atas mengkilap, panjang 6-13.5 cm, lebar 2.5-5 cm, warna hijau muda atau cokelat muda saat masih muda dan hijau tua ketika tua (Kardinan, 2003).

Bunga dan daun cengkeh akan muncul pada ujung ranting daun dengan tangkai pendek serta bertandan. Pada saat masih muda bunga cengkeh berwarna keungu-unguan, kemudian berubah menjadi kuning kehijauan dan berubah lagi menjadi merah muda apabila sudah tua. Sedangkan bunga cengkeh kering akan berwarna cokelat kehitaman dan berasa pedas karena mengandung minyak atsiri (Thomas, 2007).

Nurdjannah (2004) menyatakan bahwa di dalam daun cengkeh mengandung *eugenol, saponin, flavonoid dantanin*. *Flavonoid* adalah salah satu jenis senyawa yang bersifat racun/alelopati, merupakan persenyawaan dari gula yang terikat dengan flavon. *Flavonoid* mempunyai sifat khas yaitu bau yang sangat tajam, rasanya pahit, dapat larut dalam air dan pelarut organik, serta mudah terurai pada temperatur tinggi.

Dinata (2008) menambahkan bahwa *flavonoid* merupakan senyawa pertahanan tumbuhan yang dapat bersifat menghambat makanan serangga dan bersifat toksik. Manfaat *flavonoid* bagi tumbuhan yaitu sebagai pengatur tumbuhan, pengatur fotosintesis, serta sebagai pengatur kerja antimikroba dan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

antivirus. Bagi manusia *flavonoid* bermanfaat sebagai antioksidan terhadap penyakit. Kegunaan *flavonoid* lainnya adalah sebagai bahan aktif dalam pembuatan insektisida nabati.

2.6 Kelor

Kelor termasuk dalam Kingdom Plantae, Divisi Magnoliophyta, Kelas Magnoliopsida, Bangsa Brassicales, Suku Moringaceace, Marga Moringa dan Jenis *Moringa oleifera* L (Tilong, 2011).

Pada dunia tumbuhan, terdapat berbagai macam tumbuhan yang berbeda-beda, begitu juga manfaatnya. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam al-Quran Surat Thaha (20): 53;

ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُمُ ٱلْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦٓ أَزْوَٰجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّىٰ ﴿٥٣﴾

"Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-ja]an, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam" (QS. Thaha: 53)

Menurut Thabari (2008), kata أَزْوَاجاً مِّن نَّبَاتٍ شَتَّى mempunyai arti tumbuhan yang bermacam-macam. Kata tersebut mempunyai makna yang sangat luas. Salah satunya adalah tumbuhan di bumi bermacam-macam jenisnya, termasuk juga tumbuhan yang tergolong tingkat rendah yaitu tumbuhan yang tidak jelas bagian akarnya, batang dan daunnya, serta tumbuhan tingkat tinggi yang sudah bisa dibedakan secara jelas bagian akar, batang, dan daunnya.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Gambar 2.2 Daun Kelor (*Moringa oleifera* L)
(Sumber: Dudi, 2015)

Kelor merupakan salah satu tumbuhan tingkat tinggi yang sudah dapat dibedakan antara daun, batang, dan akarnya. Tumbuhan yang selama ini oleh masyarakat di Indonesia banyak dimanfaatkan sebagai tumbuhan pagar, tanaman pembatas ladang, serta bahan membuat karangan bunga. Padahal melalui penelitian yang telah dilakukan oleh para ahli, ternyata tumbuhan kelor memiliki kandungan yang sangat luar biasa (Tilong, 2011).

Daun kelor (*Moringa oleifera* L) memiliki karakteristik bersirip tidak sempurna, berbentuk menyerupai telur. Bersusun majemuk dalam satu tangkai, tersusun berseling, dan beranak daun gasal (imparipinnatus). Ukuran bentuk helai daun mempunyai panjang 1-2 cm, lebar 1-2 cm. daunnya tipis dan lemas, ujung pangkal tumpul (obtusus), pangkal daun membulat, tepi daun rata, susunan tulang menyirip (pinate), serta permukaan atas dan bawah halus (Winarti, 2010).

Daun kelor (*Moringa oleifera* L) mengandung berbagai macam zat diantaranya adalah protein 27.51%, serat 19.25%, lemak 2.23%, kadar air 76.53%, karbohidrat 43.88%, dan kalori 305.62 kal/g (Winarti, 2010). Selain zat tersebut, daun kelor juga mengandung 46 senyawa antioksidan kuat atau senyawa-senyawa

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dengan karakteristik antioksidan. Senyawa antioksidan dapat menetralisir radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh. Jenis senyawa antioksidan yang ada pada daun kelor seperti asam *askorbat, flavonoid, phenolic, beta karoten dan karotenoid*. Senyawa *flavonoid* pada daun kelor berperan sebagai penangkap radikal bebas akibat asap rokok maupun radikal bebas yang ada didalam tubuh. *Beta karoten* yang ada pada daun kelor merupakan zat yang di dalam tubuh akan diubah menjadi vitamin A dan berfungsi sebagai antioksidan. *Beta karoten* diketahui berfungsi sebagai *scavenger* (pemungut) radikal bebas dan melindungi membran lipid dari peroksidasi, sekaligus menghentikan reaksi rantai dari radikal bebas (Anwar *et al*, 2007).

2.7 Malondialdehide (MDA)

Menurut Winarsi (2007), MDA adalah senyawa dialdehid yang merupakan produk akhir peroksidasi lipid di dalam tubuh. Senyawa ini memiliki tiga rantai karbon dengan rumus molekul $C_3H_4O_2$. MDA juga merupakan produk dekomposisi dari asam amino, karbohidrat kompleks, pentosa dan heksona. Selain itu, MDA juga merupakan produk yang dihasilkan oleh radikal bebas melalui reaksi ionisasi dalam tubuh dan produk sampingan biosintesis prostaglandin yang merupakan produk akhir oksidasi lipid membran.

MDA merupakan produk oksidasi asam lemak tidak jenuh oleh radikal bebas. Oleh sebab itu, konsentrasi MDA yang tinggi menunjukkan adanya proses oksidasi dalam membran sel. Status antioksidan yang tinggi biasanya diikuti oleh penurunan kadar MDA (Zakaria, *et al.*, 2000).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

MDA dapat bereaksi dengan komponen nukleofilik atau elektrofilik. Aktifitas non-spesifiknya, MDA dapat berikatan dengan berbagai molekul biologis seperti protein, asam nukleat, dan aminofosfolipid secara kovalen. MDA dapat menghasilkan polimer dalam berbagai berat molekul dan polaritas. Efek negatif senyawa radikal maupun *metabolit elektrofile* ini dapat direndam oleh antioksidan, baik yang berupa zat gizi seperti vitamin A,E dan albumin, ataupun antioksidan non-gizi seperti flavonoid dan gingerol. Oleh karena itu, tinggi rendahnya kadar MDA sangat bergantung pada status antioksidan dalam tubuh seseorang (Winarsih, 2007).

Kandungan asap rokok yang dapat menyebabkan terjadinya peroksidasi lemak antara lain radikal *nitric oxide,* radikal nitrit dioksida, *hidroquinon* atau kuinon. Diduga bahwa oksidan yang dihasilkan oleh asap rokok serta kandungan H_2O_2 yang amat tinggi pada asap rokok akan mempermudah terjadinya kerusakan sel sehingga memudahkan propagasi radikal bebas. Bahan – bahan tersebut akan menyerang rantai asam lemak tak jenuh ganda yang berikatan dengan radikal superoksid dan mengabstraksi atom hidrogennya dengan enzim dismutase membentuk radikal lemak. Karena enzim *dismutase* tersebut mengasilkan H_2O_2, H_2O_2, ini apabila bereaksi dengan logam transisi akan menjadi radikal hidroksil, radikal *nitric oxide,* radikal nitrit dioksida dapat merangsang peroksida lemak secara langsung dan tidak langsung. Kedua radikal ini bekerja langsung menjadi faktor inisiasi pada peroksida lemak dan secara tidak langsung bereaksi dengan hidrogen peroksida membentuk radikal hidroksil. Radikal hidroksil akan mengabstraksi atom hidrogen sehingga memulai reaksi propagasi peroksida lemak

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

(Prijadi *et al*, 2013). Peroksida lemak merupakan suatu reaksi oksidasi berantai yang juga menghasilkan radikal bebas sehingga mencetuskan peroksida lebih lanjut. Reaksi peroksida ini menyebabkan rantai asam lemak pada membran sel terputus menjadi senyawa antara lain *malondialdehide* (MDA) (Rahimah *et al.*, 2010).

2.8 Spermatozoa

2.8.1 Testis

Proses pembentukan dan pematangan pada spermatozoa (spermatogenesis) terjadi di testis. Spermatogenesis dibagi dalam 3 tahapan: spermatogenesis (pembelahan mitosis), meiosis dan spermiogenesis. Spermatositogenesis adalah tahap proliferasi mitosis dari sel-sel induk spermatozoa sehingga menjadi spermatogonia yang siap menuju proses berikutnya (meiosis) (Hafes, 1987).

Setiap testis ditutupi dengan jaringan ikat fibrosa, tunika albuginea, bagian tipisnya atau septa akan memasuki organ untuk membelah menjadi lobus yang mengandung beberapa tubulus disebut tubulus seminiferus. Bagian tunika memasuki testis dan bagian arteri testikular yang masuk disebut sebagai hilus. Arteri memberi nutrisi setiap bagian testis, dan kemudian akan kontak dengan vena testiskular yang meninggalkan hilus (Rugh, 1968).

Epitel tubulus seminiferus berada tepat di bawah membran basalis yang dikelilingi oleh jaringan ikat fibrosa yang tipis. Antara tubulus adalah stroma interstisial, terdiri atas gumpalan sel Leydig ataupun sel sertoli dan kaya akan darah dan cairan limfe. Sel interstisial testis mempunyai inti bulat yang

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

besar dan mengandung granul yang kasar. Sitoplasmanya bersifat eosinofilik. Diyakini bahwa jaringan interstisial mensintesis hormon jantan testosteron. Epitel seminiferus tidak hanya mengandung sel spermatogenik secara eksklusif, tetapi mempunyai sel nutrisi (sel Sertoli) yang tidak dijumpai di tubuh lain. Sel Sertoli bersentuhan dengan dasarnya ke membran basalis dan menuju lumen tubulus seminiferus. Di dalam inti sel Sertoli terdapat nukleolus yang banyak, satu bagian terdiri atas badan yang bersifat asidofilik di sentral dan sisanya badan yang bersifat basidofilik di perifer. Sel Sertoli diperkirakan mempunyai banyak bentuk tergantung aktivitasnya. Pada masa istirahat berhubungan dekat dengan membran basalis di dekatnya dan inti ovalnya paralel dengan membran. Sel Sertoli sebagai sel penyokong untuk metamorfosis spermatid menjadi sperma dan retensi sementara dari sperma matang, panjang, piramid dan intinya berada tegak lurus dengan membran basalis. Sitoplasma dekat lumen secara umum mengandung banyak kepala sperma yang matang sedangkan ekornya berada bebas dalam lumen (Rugh, 1968).

2.8.2 Kualitas Sperma

Kualitas sperma sangat penting bagi individu untuk mempertahankan generasinya dengan proses perkawinan. Fertilitas atau kesuburan dipengaruhi oleh kondisi atau kualitas sperma. Menurut Arsyad & Hayati sebagaimana dikutip oleh Ashfahani *et al* (2010), kualitas sperma meliputi beberapa aspek yaitu; jumlah sperma, normalitas atau morfologi, motilitas atau daya gerak, dan viabilitas atau

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

daya tahan. Sperma mamalia kaya akan asam lemak tidak jenuh ganda dan karena itu sangat rentan terhadap serangan ROS.

Stress oksidatif adalah istilah yang digunakan untuk menunjukkan ketidakseimbangan antara produksi ROS dengan antioksidan, baik secara enzimatis maupun non enzimatis. Pada prinsipnya ada 2 faktor penyebab penting terjadinya stress oksidatif. Pertama karena kurangnya atau tidak adanya antioksidan baik enzimatis maupun non enzimatis. Antioksidan enzimatis yang berperan dalam mengurangi ROS dalam tubuh adalah superoksi dismutase (SOD) dan glutathione peroksidase (GSH), sedangkan antioksidan non enzimatis berasal dari konsumsi diet antioksidan maupun nutrisi penting dalam hal ini adalah vitamin C dan vitamin E. faktor penyebab kedua adalah adanya peningkatan ROS baik endogen maupun eksogen (Hudgson, 2004).

Menurut Anita (2004), asap rokok kretek terutama asap rokok sampingan dapat mempengaruhi proses spermatogenesis, kualitas semen dan perubahan kadar *hormone testosterone*. Pengaruh tersebut dapat terjadi melalui dua mekanisme, yaitu pertama, komponen dalam asap rokok kretek berupa logam (cadmium dan stikel) dapat mengganggu aktifitas enzim *adenilsiklase* pada membran sel *leydig* yang mengakibatkan terhambatnya sintesis *hormone testosterone*, kedua nikotin dalam asap rokok dapat menstimulasi medulla adrenal untuk melepaskan ketekolamin yang dapat mempengaruhi sistem saraf pusat sehingga dapat mengganggu proses spermatogenesis dan sintesis *hormonetestosterone* melalui mekanisme umpan balik antara *hipotalamus-hipofisis* anterior testis.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

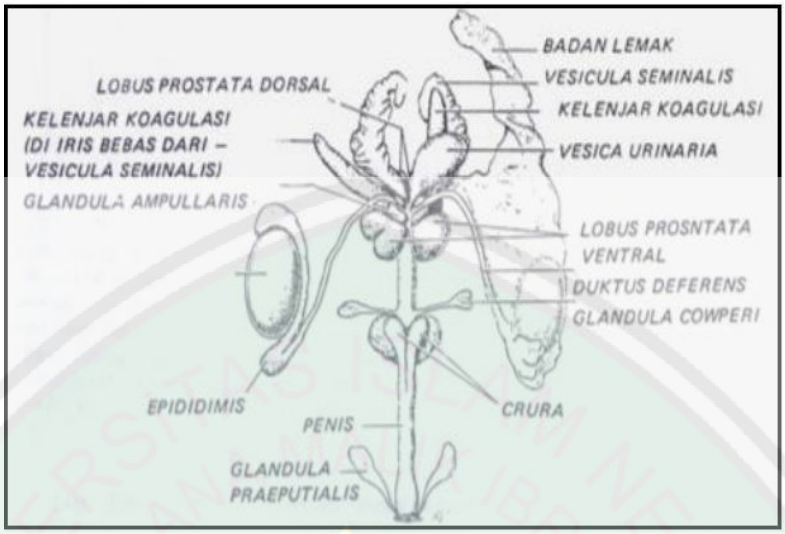
Terganggunya proses spermatogenesis dapat juga disebabkan oleh kadar radikal bebas dan kerusakan sawar darah testis. ROS disini diantaranya oksigen tunggal, hidrogen peroksida, super oksid anion, dan hidroksil radikal, komponen tersebut sebagai mediator.

2.9 Mencit

Mencit (*Mus musculus*) merupakan salah satu hewan percobaan yang sering digunakan di laboratorium yang biasa disebut tikus putih. Mencit memiliki ciri-ciri: mata berwarna merah, kulit berpigmen, berat badan bervariasi, tetapi umurnya pada umur empat minggu berat badan mencapai 18-20 gram. Mencit dewasa dapat mencapai 30-40 gram pada umur enam bulan atau lebih (Mangkoewidjojo, 1988). Mencit membutuhkan makan setiap hari sekitar 3 sampai 5 gram perhari. Biasanya mencit laboratorium diberi makan berupa pelet tanpa batas. Selain itu, mencit juga membutuhkan perawatan setiap hari dengan baik.

Organ reproduksi pada mencit jantan terdiri atas organ reproduksi primer, kelompok kelenjar kelamin pelengkap, dan organ kopulasi. Organ reproduksi primer mencit jantan disebut gonad atau testis yaitu kelenjar benih yang merupakan bagian alat reproduksi utama pada hewan jantan. Kelenjar kelamin pelengkap terdiri atas kelenjar vesikularis, kelenjar prostat, dan kelenjar cowper, serta saluran-saluran reproduksi yang terdiri atas epididimis, dan vas deferen. Organ kopulasi mencit jantan yaitu penis yang merupakan alat kelamin luar, berfungsi untuk menyalurkan sperma pada organ reproduksi betina (Marimbi, 2010). Organ reproduksi mencit jantan disajikan pada gambar 2.3 berikut ini:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 2.3 Organ reproduksi mencit jantan (Heffener, 2006)

Yatim (1994) mengemukakan bahwa saluran reproduksi jantan terdiri ductuli efferens, epididimis, vas deverens, ductus ejakulatoris dan uretra. Terdapat dua macam sel epitel yang melapisi ductuli efferens yaitu sel epitel yang bersilia dan bermikrofili. Epididimis merupakan tempat pematangan dan penyimpanan spermatozoa. Heffener (2006) menambahkan bahwa epididimis dibentuk oleh saluran yang berlekuk-lekuk secara tidak teratur yang disebut dengan ductus epididimis. Ductus ini berawal dari puncak testis yang merupakan kepala epididimis, setelah melewati jalan yang berliku-liku, ductus ini berakhir pada ekor epididimis yang kemudian menjadi vas deferens. Saluran vas deferens merupakan lanjutan langsung epididimis. Saluran vas deferens berlumen lebih besar dan berdinding lebih tebal dari saluran sebelumnya, lapisan terdalam disebut lapisan mukosa yang membentuk lipatan longitudinal.

2.10 Mekanisme Kerja Radikal Bebas dan Antioksidan Terhadap Kadar MDA dan Kualitas Spermatozoa

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Radikal bebas merupakan atom atau molekul yang memiliki elektron tidak berpasangan. Salah satu target akibat radikal bebas adalah senyawa lipid, protein, asam lemak tak jenuh, lipoprotein, karbohidrat, serta DNA dan RNA. Beberapa molekul tersebut yang paling rentan terhadap serangan radikal bebas adalah asam lemak tak jenuh yang berada di dalam sel (Fauzi, 2008). Kerusakan sel akibat serangan radikal bebas yang paling awal diketahui adalah perosidasi lipid. Perosidasi lipid paling banyak terjadi di membran sel, terutama asam lemak tidak jenuh yang merupakan komponen penting penyusun membran sel. Hal ini akan memicu terjadinya penigkatan *reactive Oxygen Species* (ROS). Aktivitas ROS yang berlebih dapat meningkatkan terjadinya stres oksidatif. Suatu keadaan dimana terjadi keseimbangan antara prooksidan dan antioksidan (Siregar, 2009).

Akibat radikal bebas di dalam tubuh maka akan terjadi beberapa gangguan penyakit, salah satunya adalah sistem reproduksi. Pada keadaan normal, terdapat keseimbangan antara pembentukan ROS dan aktivitas antioksidan dalam saluran reproduksi jantan, sehingga hanya membutuhkan sejumlah kecil ROS untuk regulasi fungsi normal spermatozoa (Astuti, 2009). Namun pada kondisi patologis, misalnya paparan dari asap rokok atau polusi, produksi ROS akan meningkat sehinggaa mengganggu keseimbangan sistem prooksidan. Selanjutnya, spermatozoa mengalami stres oksidatif karena membran plasmanya mengandung banyak *polyunsaturated fatty acids* (PUFA) dan sitoplasmanya mengandung sedikit enzim antioksidan. Stres oksidatif akan menimbulkan peroksidasi lipid membran plasma spermatozoa, sehingga spermatozoa kehilangan motilitas, viabilitas, dan mengalami kerusakan morfologi (Intani, 2010).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Menurut Hayati (2006) stres oksidatif pada spermatozoa merupakan penyebab utama disfungsi spermatozoa dengan menghambat proses oksidasi fospolirasi. Oksidasi fosforilasi yang mengganggu menyebabkan peningkatan *reactive oxigen species* (ROS) spermatozoa. Kadar ROS yang tinggi dalam sel dapat mengoksidasi lipid, protein, dan DNA. Lipid membran plasma spermatozoa memiliki fosfolipid dengan kadar yang tinggi sehingga menyebabkan spermatozoa sangat rentan terhadap ROS. Hal ini menunjukkan bahwa membran spermatozoa adalah target utama ROS, dan lipid adalah sasaran yang potensial. Hal ini ditandai dengan tingginya peroksidasi lipid, maka semakin tinggi kadar *malondialdehid* (MDA).

Bila stres oksidatif sangat berlebihan maka diperlukan tambahan antioksidan dari luar, salah satunya bahan alami yang banyak dikenal oleh masyarakat adalah tanaman cengkeh dan kelor. Kedua tanaman tersebut mengandung senyawa antioksidan yang sangat potensi untuk mengikat dampak radikal bebas. Winarti (2010) mengemukakan bahwa antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat reaksi oksidasi dengan cara mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif, akibatnya kerusakan sel akan terhambat. Antioksidan memiliki sistem pertahanan secara preventif yaitu bekerja dengan cara memotong reaksi oksidasi berantai dari radikal bebas, sehingga radikal bebas tidak mampu bereaksi dengan komponen sekunder. Sehingga radikal bebas dapat diredam dengan adanya antioksidan dari luar tubuh.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2016 – Juni 2016 di Laboratorium Riset Fisika, Laboratorium Fisiologi Hewan, Laboratorium Biosistem Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan Laboratorium Faal Universitas Brawijaya Malang.

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok melalui biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap kualitas spermatozoa mencit (*Mus musculus*) dan MDA (*Malondialdehid*) dengan menggunakan metode TBA (Thiobarbotaric Acid).

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

Hewan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencit yang berumur sekitar 2-3 bulan dengan berat badan 16-20 gram. Mencit yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 20 ekor. Mencit dibagi dalam 4 kelompok yaitu, Kelompok kontrol (-), Kelompok kontrol (+), Kelompok perlakuan I dan Kelompok perlakuan II. Masing-masing kelompok berjumlah 5 ekor yang di pilih secara acak.

Kelompok kontrol (-) tanpa di papar asap rokok kretek, kelompok kontrol (+) di papar asap rokok kretek tanpa biofilter, kelompok perlakuan I di papar asap rokok kretek dengan biofilter berbahan cengkeh dan kelompok perlakuan II di

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

papar asap rokok dengan biofilter daun kelor. Pemaparan asap rokok dilakukan selama 21 hari dengan 15 hisapan per hari selama 15 menit. Pemaparan di lakukan setiap pukul 09.00 WIB pada suhu ruangan (20-25 ˚C).

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Pembuatan Biofilter

1. Oven
2. Pengaduk
3. Pipet ukur 1 ml
4. *Beaker glass* 50 ml
5. Ayakan 100 mesh dan 250 mesh
6. Spatula
7. Neraca analitik
8. Pompa penghisap
9. Selang bening
10. Serbuk daun kelor 0.5 gram
11. Serbuk cengkeh 0.4 gram
12. Larutan Polietilen Glikol (PEG) 0.3 ml

3.4.2 Perlakuan

1. Kandang hewan coba (P=35 cm, L=11 cm, dan V=10780 cm^3)
2. Tempat makan dan minum hewan coba
3. Kaca
4. Sekam
5. Kaos tangan
6. Masker
7. Papan bedah
8. Seperangkat alat bedah
9. Korek api
10. Suntikan 10 ml
11. Rokok kretek
12. Biofilter kelor
13. Biofilter cengkeh
14. Pakan dan minum mencit

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.4.3 Uji MDA (*Malondialdehide*)

1. Pipet *Westergreen*
2. Rak standar Westergreen
3. Botol kering dan basah
4. Botol *Flacon* (pot merah)
5. Eppendorf
6. Seperangkat tabung reaksi
7. Sentrifuge
8. Aquades 99 %
9. Botol
10. Formalin 10 %
11. Alkohol
12. *Etanol* absolut 95 %
13. *Xylol*
14. NaCl fisiologis

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.4.4 Uji Kualitas Spermatozoa

1. Preparat
2. Mikroskop Digital
3. NaCl fisiologis
4. Testis Mencit

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

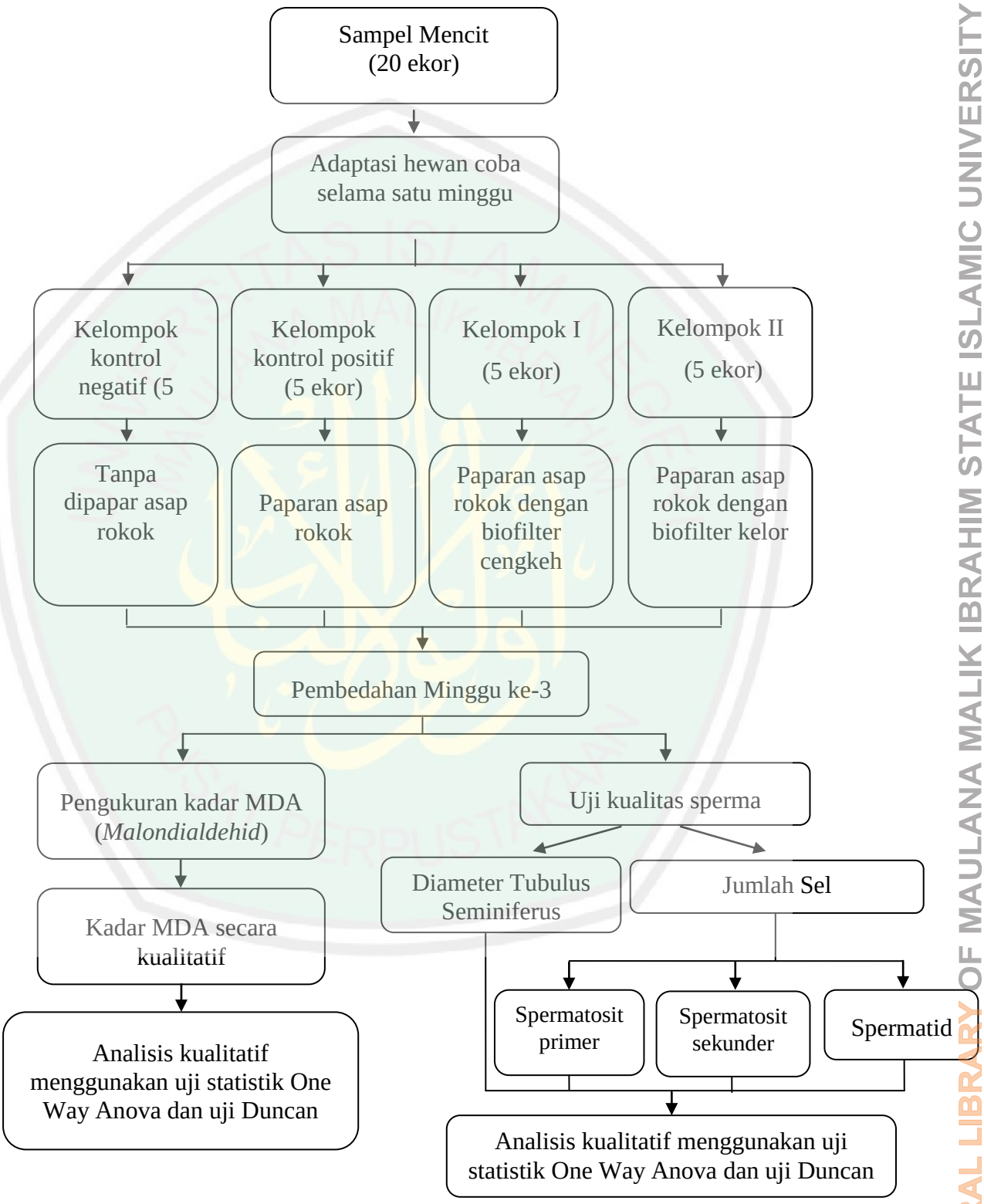
3.5 Kerangka Konsep

3.5.1 Alur Pemikiran

Gambar 3.1 Alur Pemikiran

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.5.2 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Alur Penelitian

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Pembuatan Komposit

1. Cengkeh dijemur kemudian ditumbuk hingga halus
2. Diayak dengan ayakan 100 mesh dan 250 mesh
3. Serbuk cengkeh ditimbang 0.4 gram
4. Cangkang kepiting ditumbuk hingga halus dan ditimbang 0.25 gram.
5. Serbuk cangkang kepiting dicampur dengan Polietilen Glikol (PEG) 0,3 ml
6. Serbuk cangkang kepiting + PEG dicampur dengan serbuk cengkeh hingga homogen.
7. Dicetak dalam selang/pipa berdiameter 0.7 cm dan panjang 1.5 cm
8. Komposit didiamkan hingga kering kemudian dilepas dari cetakan
9. Komposit dioven hingga suhu 105 ˚C selama 20 menit
10. Dilakukan langkah yang sama pada pembuatan membran biofilter berbahan daun kelor 0.5 gram
11. Membran biofilter berbahan cengkeh dan kelor disetiap perlakuan masing-masing di buat 21 buah, jadi jumlah keseluruhan biofilter yaitu 42 buah.

3.6.2 Perlakuan

1. Persiapan hewan coba. Sebelum penelitian dilakukan, terlebih dahulu disiapkan tempat pemeliharaan hewan coba yang meliputi kandang, sekam, tempat makan dan minum mencit, pakan dan mencit. Selanjutnya mencit diaklimatisasi selama 7 hari.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2. Pemasangan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor pada rokok kretek, dengan cara menempelkan biofilter pada salah satu ujung rokok kretek.
3. Pembakaran rokok kretek dan penghisapan asap. Rokok kretek non biofilter dan berbiofilter dibakar dan dihisap dengan menggunakan suntikan atau alat hisap secara berkala hingga 15 kali hisapan.
4. Pemaparan asap rokok pada hewan coba. Pada saat pemaparan, mencit di pindahkan kedalam kaca berbentuk kubus yang tertutup dengan ventilasi udara terbatas.
5. Pemaparan asap rokok dilakukan secara rutin selama 3 minggu, dengan dosis satu hari pemaparan yaitu 15 kali hisapan pada masing-masing kelompok perlakuan.
6. Mencit dipuasakan sehari sebelum pembedahan. Selanjutnya mencit didislokasi leher, kemudian dilakukan pembedahan, diambil organ hati dan testis. Sampel organ hati dan testis yang telah diambil kemudian dilakukan uji percobaan untuk dianalisis dan diambil datanya.

Gambar 3.3 Pemaparan Asap Rokok

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

a. Uji Kualitas Spermatozoa

1) Jumlah Spermatogenik

Data yang dihitung adalah data yang diambil setelah potongan testis sudah dibuat menjadi preparat histologi. Data tersebut dihitung dari banyaknya jumlah asosiasi sel dalam tubulus seminiferus, jumlah spermatosit primer, spermatosit sekunder dan jumlah spermatid pada masing-masing kelompok uji dan kelompok kontrol dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400X.

2) Diameter Tubulus Seminiferus

Pengukuran diameter dilakukan dengan cara mengukur jarak terpanjang dan jarak terpendek dari tubulus seminiferus yang bentuknya bulat atau dianggap bulat kemudian dirata-ratakan. Jumlah tubulus yang diukur adalah 5 tubulus dari tiap-tiap kelompok perlakuan.

b. Pengukuran Kadar MDA (Malondialdehide)

1) Penentuan λ Maksimum MDA

Kit MDA dengan konsentrasi 0,1,2,3,4,5,6,7 dan 8 µg/mL diambil masing-masing 100 µL, dimasukkan dalam tabung reaksi yang berbeda. Kemudian ditambahkan 550 µL aquades. Masing-masing tabung yang berisi 650 µL larutan standar ditambahkan 100 µL TCA 100%, 250 µL HCl 1 N dan 100 µL Na-Thiobarbiturat 1%. Dihomogenkan dengan vortex, tabung ditutup dengan plastik dan diberi lubang. Diinkubasi dalam pemanas air dengan suhu 100 ˚C selama 30 menit. Setelah itu, didinginkan pada suhu ruangan. Selanjutnya

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

MDA dengan konsentrasi 4 µg/mL diukur absorbansinya pada range panjang gelombang 500-600 untuk menentukan panjang gelombang maksimum MDA. Kemudian dibuat kurva standar MDA hasil pengukuran pada gelombang maksimumnya (532 nm).

2) Pengukuran Kadar MDA Menggunakan Uji TBA (Thiobarbituric Acid)

Hepar sebanyak 0,1 gram ditimbang lalu dimasukkan dalam eppendorf kemudian diaduk dan ditambahkan 1 mL TCA 1 % dan dihomogenkan menggunakan fortex. Selanjutnya disentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit dan diambil supernatannya. Supernatan hepar sebanyak 100 µL ditambahkan dengan 400 µL TPA. Lalu ditambahkan 0,2 mL HCl 1 N, dan 100 µL Na-Thiobarbiturat. Pada setiap penambahan reagen, larutan dihomogenkan dengan vortex. Lalu supernatant diambil dipindahkan pada tabung reaksi baru. Selanjutnya larutan diinkubasi dalam pemanas dengan suhu 95 ˚C selama 15 menit dan dibiarkan pada suhu ruangan. Sampel diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum untuk uji TBA (538,1 nm) dan diplotkan pada kurva standar yang telah dibuat untuk menghitung konsentrasi sampel.

Pemeriksaan MDA ini menggunakan metode *Thiobarbituric Acid* (TBA). Prinsip metode TBA yang dikembangkan Laboratorium Farmakologi Universitas Brawijaya adalah:

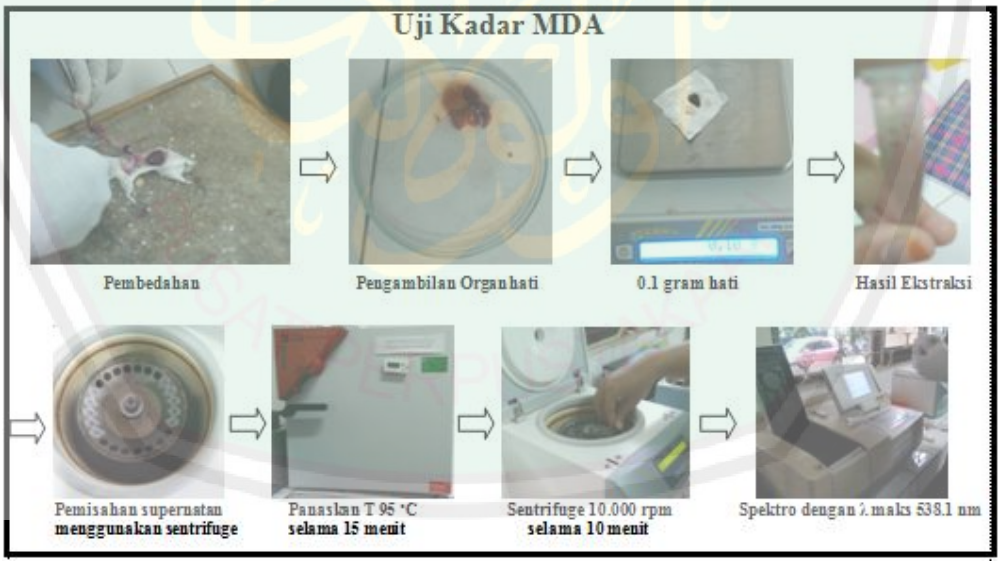
1. Pengaruh asam dan panas mempercepat dekompresi lemak peroksida untuk membentuk MDA.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2. MDA direaksikan dengan TBA membentuk warna, perubahan warna diukur dengan spektrofotometer panjang gelombang tertentu (nm). MDA yang merupakan produk sekunder lipid peroksidasi akan bereaksi dengan TBA pada suasana asam (pH 2-3) dan temperatur 97-100 ˚C memberikan warna merah muda.

Cara kerja pemeriksaan MDA dengan spektrofotometer adalah:

1. Penentuan panjang gelombang (λ) maksimum (nm)
2. Pembuatan kurva baku absorbansi standar
3. Lalu pengukuran kadar MDA pada sampel dengan satuan µg/100 gr massa



Gambar 3.4 Pengujian Kadar MDA

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.7 Pengambilan Data

Proses pengambilan data dilakukan dengan mengamati kadar MDA dan kualitas sperma yang dianalisis secara deskriptif kualitatif dan berdasarkan skor kadar MDA dan kualitas sperma.

Tabel 3.1 Hasil Penilaian Kualitas Spermatozoa Mencit *(Mus musculus)* berdasarkan jumlah sel spermatogenik

Kelompok Uji Coba / **Mencit**	**Ulangan**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Kelompok Kontrol (-)					
Kelompok Kontrol (+)					
Kelompok I					
Kelompok II					

Tabel 3.2 Hasil Penilaian Kualitas Spermatozoa Mencit *(Mus musculus)* berdasarkan diameter *tubulus seminiferus*

Kelompok Uji Coba / **Mencit**	**Ulangan (µm)**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Kelompok Kontrol (-)					
Kelompok Kontrol (+)					
Kelompok I					
Kelompok II					

Tabel 3.3 Hasil Penilaian Kadar MDA Mencit *(Mus musculus)*

Kelompok Uji Coba / **Mencit**	**Ulangan (ng/ml)**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Kelompok Kontrol (-)					
Kelompok Kontrol (+)					
Kelompok I					
Kelompok II					

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.8 Analisa Data

Data hasil perhitungan kadar MDA dan kualitas spermatozoa masing-masing kelompok diolah dengan cara tabulasi. Berdasarkan tabulasi tersebut, dilakukan uji statistik dengan menggunakan SPSS 16.0. Apabila dari uji normalitas data dinyatakan normal, maka akan dilanjutkan dengan uji statistik One Way ANOVA. Uji statistik dilakukan pada derajat kepercayaan 95 % dengan α=0,05 kemudian dilakukan analisis lanjutan dengan menggunakan uji Duncan untuk mengetahui tingkatan pengaruh dari masing-masing sampel. Hasil uji statistik dinyatakan bermakna bila $p < 0,05$.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Eksperimen

4.1.1 Pembuatan Biofilter

Pembuatan komposit biofilter dilakukan di Laboratorium Riset Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembuatan biofilter cengkeh dan biofilter daun kelor dilakukan melalui beberapa tahap. Tahap pertama, yaitu menjemur biji cengkeh dan daun kelor, setelah kering kemudian dihaluskan dan diayak dengan ukuran 100 mesh dan 250 mesh kemudian ditimbang dengan massa 0,4 gram cengkeh dan 0,5 gram daun kelor.

Serbuk cengkeh dicampur dengan perekat serbuk cangkang kepiting dan *polietilen glikol* (PEG) 200, diaduk dengan spatula hingga homogen. Komposit dicetak dengan selang berdiameter 0,7 mm dan tinggi 3 cm, kemudian komposit didiamkan hingga kering, komposit biofilter dilepas dari cetakan dan dioven pada suhu 105 ˚C selama 20 menit. Dilakukan langkah yang sama untuk pembuatan biofilter daun kelor, tetapi pada biofilter daun kelor tidak menggunakan campuran cangkang kepiting. Hingga diperoleh biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor masing-masing 21 buah, jadi keseluruhan jumlah biofilter yaitu 42 buah.

Pengujian pengaruh asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap kadar MDA dan kualitas sperma mencit pada penelitian ini menggunakan hewan coba yaitu mencit jantan Balb/C yang berumur sekitar 2 bulan dengan berat badan 16-20 gram. Menurut Kusumawati (2004), mencit merupakan hewan coba yang biasa digunakan dalam penelitian karena memiliki

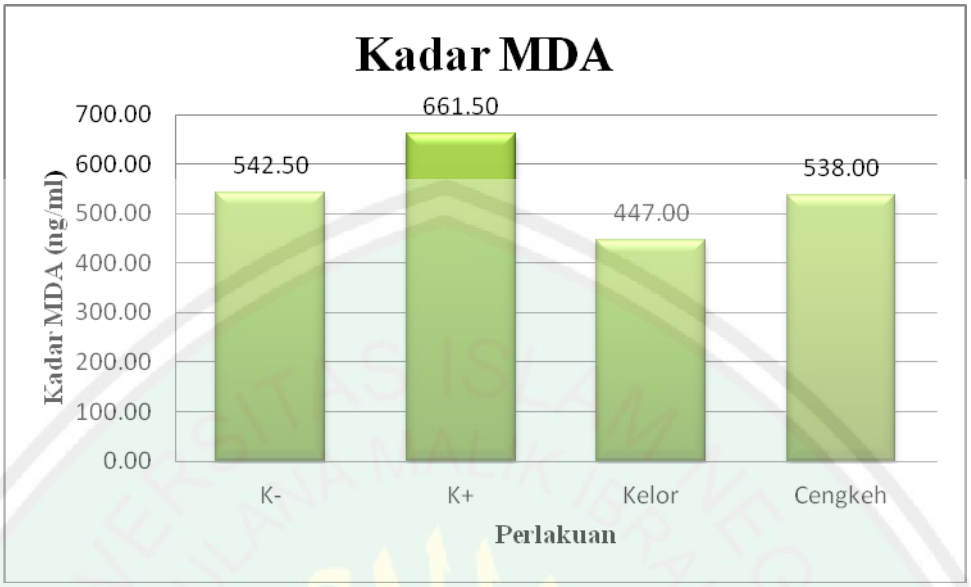
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

sifat mudah berkembang biak, mudah dipegang dan dikendalikan, harga relatif murah dan sifat anatomis dan fisiologisnya menyerupai manusia. Mencit yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 25 ekor. Mencit dibagi dalam 5 kelompok, K- (kontrol negatif) tanpa dipapar asap rokok kretek, K+ (kontrol positif) dipapar asap rokok kretek tanpa biofilter, C dipapar asap rokok dengan biofilter cengkeh, dan K dipapar asap rokok dengan biofilter daun kelor. Pemaparan asap rokok dilakukan setiap pukul 09.00 WIB pada suhu ruangan (20 ˚C-28 ˚C). Pada hari ke 22 hewan coba dipuasakan dan pada hari ke 23 hewan coba dibedah dan diuji kadar MDA dengan uji TBA dan dibuat preparat histologi testis dengan pewarnaan Hematoxilin Eosin.

4.1.2 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Kadar MDA Mencit *(Mus musculus)*

Berdasarkan hasil uji kadar MDA dengan menggunakan meode TBA pada perlakuan kontrol negatif, positif, cengkeh dan daun kelor. Didapatkan hasil grafik 4.1 sebagai berikut:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 4.1 Grafik tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap kadar MDA mencit (*Mus musculus*).

Pada grafik 4.1 menunjukkan bahwa kadar nilai MDA mencit pada masing-masing perlakuan yakni K- (542.50 ng/ml), K+ (661.50 ng/ml), kelor (447.00 ng/ml) dan cengkeh (538.00 ng/ml) didapatkan hasil kadar MDA terendah adalah pada perlakuan dengan menggunakan biofilter daun kelor yakni 447.00 ng/ml dan hasil kadar MDA tertinggi pada perlakuan K+ yakni 661.50 ng/ml.

Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan One Way anova menunjukkan bahwa pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) mempengaruhi kadar MDA mencit dengan nilai signifikansi sebesar 0.02 (Tabel 4.1):

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 4.1 Uji One Way Anova tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap kadar MDA mencit (*Mus musculus*).

Anova

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	116056.250	3	38685.417	8.004	.002
Within Groups	77332.500	16	4833.281		
Total	193388.750	19			

Untuk mengetahui perbedaan nilai antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Duncan 0.05. Seperti pada tabel 4.2 berikut diperoleh hasil bahwa:

Tabel 4.2 Hasil uji Duncan tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap kadar MDA mencit (*Mus musculus*).

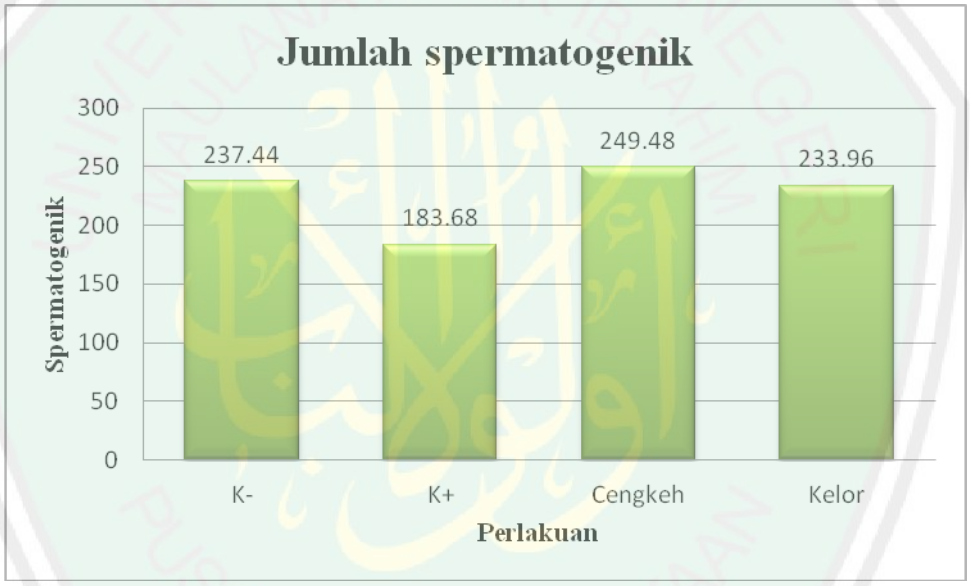
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Kelor	5	447.000	
Cengkeh	5	538.000	
K-	5	542.500	
K+	5		661.500
Sig.		.055	1.000

Berdasarkan hasil uji Duncan di atas menunjukkan bahwa mencit yang dipapari asap rokok dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) memiliki kadar MDA yang tidak berbeda nyata dengan mencit kontrol (-),sedangkan mencit yang dipapari asap rokok dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) memiliki kadar MDA yang berbeda nyata dengan mencit kontrol (+).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.1.3 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Cengkeh (*Syzigium aromaticum)* dan Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.), Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus)* Berdasarkan Jumlah Sel Spermatogenik

Hasil uji pengamatan kualitas spermatozoa berdasarkan jumlah sel spermatogenik pada 5 bidang pandang preparat tubulus seminiferus dengan menggunakan mikroskop perbesaran 400x pada perlakuan kontrol negatif, positif, cengkeh, dan daun kelor. Didapatkan hasil grafik 4.2 sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap kualitas sperma mencit (*Mus musculus*) berdasarkan jumlah sel spermatogenik.

Pada grafik 4.2 menunjukkan bahwa jumlah sel spermatogenik mencit pada masing-masing perlakuan yaitu K- (237.44), K+ (183.68), Cengkeh (249.48) dan Daun Kelor (233.96). Pada grafik 4.2 di atas didapatkan hasil jumlah sel spermatogenik tertinggi yaitu pada perlakuan dengan menggunakan biofilter Cengkeh sebesar 249.48 dan jumlah sel spermatogenik terendah yaitu pada perlakuan K+ sebesar 183.68.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan One Way anova menunjukkan bahwa pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) mempengaruhi kualitas sperma mencit berdasarkan jumlah sel spermatogenik dengan nilai signifikansi sebesar 0.019 (Tabel 4.3):

Tabel 4.3 Uji One Way Anova tentang pengaruh paparan asap rokok dengan dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap kualitas sperma mencit (*Mus musculus*) pada jumlah sel spermatogenik.

Spermatogenik

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	317056.200	3	105685.400	4.395	.019
Within Groups	384754.000	16	24047.125		
Total	701810.200	19			

Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Duncan 0,05. Seperti pada tabel 4.4 berikut penilaian berdasarkan jumlah spermatogonium mencit diperoleh hasil bahwa:

Tabel 4.4 Hasil Uji Duncan tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap kualitas spermatozoa mencit *(mus musculus)* pada jumlah spermatogenik.

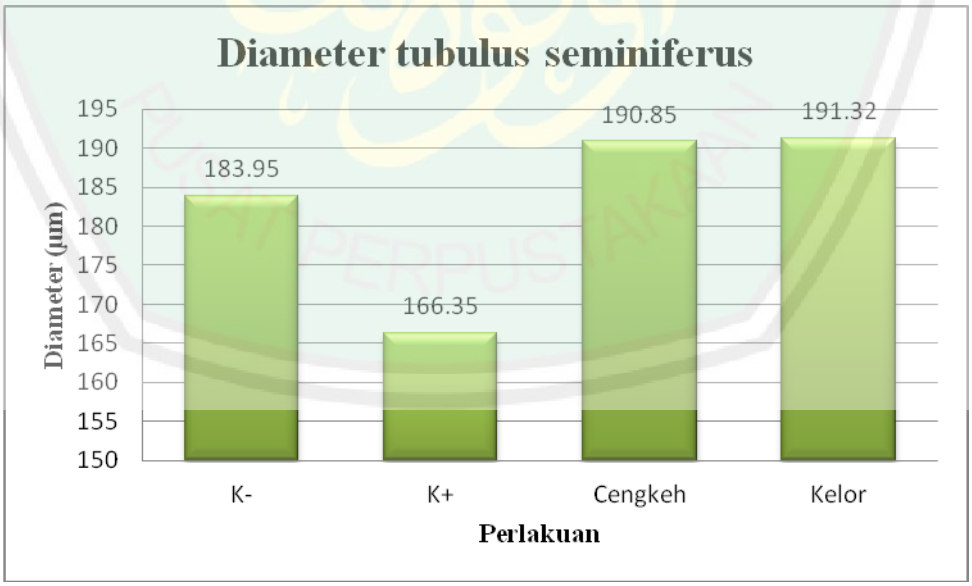
		Subset for alpha = 0.05	
Perlakuan	N	1	2
K+	5	918.40	
Kelor	5		1169.80
K-	5		1187.20
Cengkeh	5		1247.40
Sig.		1.000	.465

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Berdasarkan hasil uji Duncan di atas menunjukkan bahwa mencit yang dipapari asap rokok dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) memiliki jumlah sel spermatogenik yang tidak berbeda nyata dengan mencit kontrol (-) artinya merokok dengan menggunakan biofilter hampir sama dengan mencit yang tidak merokok (normal).

4.1.4 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Cengkeh (*Syzigium aromaticum)* dan Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus)* Berdasarkan Diameter Tubulus seminiferus.

Hasil uji pengamatan kualitas spermatozoa berdasarkan tubulus seminiferus pada 5 bidang pandang preparat tubulus seminiferus dengan menggunakan mikroskop perbesaran 400x pada perlakuan kontrol negatif, positif, cengkeh, dan daun kelor. Didapatkan hasil grafik 4.3 sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap kualitas sperma mencit *(mus musculus)* berdasarkan diameter tubulus seminiferus.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Pada grafik 4.3 di atas menunjukkan bahwa diameter tubulus seminiferus mencit pada masing-masing perlakuan yaitu K- (183.95 µm), K+ (166,35 µm), cengkeh (190.85 µm), dan daun kelor (191,32 µm). Didapatkan hasil diameter *tubulus seminiferus* terbesar adalah pada perlakuan dengan menggunakan biofilter daun kelor yaitu 191.32 µm dan diameter tubulus seminiferus terkecil pada perlakuan tanpa menggunakan biofilter (K+) yaitu 166.35 µm.

Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan One Way anova menunjukkan bahwa pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) mempengaruhi kualitas sperma mencit berdasarkan diameter tubulus seminiferus dengan nilai signifikansi sebesar 0.012 (Tabel 4.3):

Tabel 4.5 Uji One Way Anova tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap kualitas sperma mencit *(Mus musculus)* pada diameter tubulus seminiferus.

Data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2044.245	3	681.415	5.041	.012
Within Groups	2162.956	16	135.185		
Total	4207.201	19			

Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Duncan 0,05. Seperti pada tabel 4.5 yaitu penilaian berdasarkan diameter tubulus seminiferus mencit diperoleh hasil bahwa:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 4.6 Hasil Uji Duncan tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap kualitas spermatogenik mencit *(mus musculus)* pada diameter tubulus seminiferus.

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
K+	5	166.3520	
K-	5		183.9520
Cengkeh	5		190.8520
Kelor	5		191.3180
Sig.		1.000	.357

Berdasarkan hasil uji Duncan di atas menunjukkan bahwa mencit yang dipapari asap rokok dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) memiliki diameter tubulus seminiferus yang tidak berbeda nyata dengan mencit kontrol (-) artinya merokok dengan menggunakan biofilter hampir sama dengan mencit yang tidak merokok (normal).

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Cengkeh (*Syzigium aromaticum)* dan Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Kadar MDA Mencit (*Mus musculus)*

Pengukuran nilai kadar MDA dilakukan menggunakan uji TBA, sel hati ditimbang seberat 0,1 gram kemudian diekstraksi dan ditambahkan 1 ml aquades yang ditampung di ependorf kemudian dilakukan homogenasi menggunakan ependorf dan ditambahkan 100µL larutan TCA 100% , 100µL NaThio 1% dan 250µL HCl 1N. Kemudian dipanaskan pada suhu 100'C selama 20 menit. Selanjutnya dimasukkan ke dalam sentrifuge dengan kecepatan 3500 rpm selama 10 menit. Kemudian diambil supernatannya dan ditambahkan aquades sampai

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dengan 3500 µL. Selanjutnya dimasukkan ke dalam spektrofotometer UV-fis dengan λ 532 nm. Dari spektrofotometer didapatkan nilai absorbansinya dan dimasukkan kedalam persamaan rumus untuk mencari kadar MDA.

Berdasarkan hasil uji Duncan menunjukkan bahwa mencit yang dipapari asap rokok dengan biofilter kelor tidak berbeda nyata dengan mencit kontrol (-). Pada percobaan ini didapatkan nilai paling rendah adalah pada perlakuan dengan biofilter daun kelor. Karena pada daun kelor mengandung senyawa *flavonoid* yang dapat menangkap radikal bebas. *Flavonoid* pada daun kelor merupakan salah satu senyawa antioksidan yang sangat potensi untuk mengikat dampak radikal bebas dengan cara memotong reaksi oksidasi berantai dari radikal bebas, sehingga radikal bebas tidak mampu bereaksi dengan komponen sekunder (Hariyatmi, 2004). Biofilter daun kelor yang mengandung senyawa *flavonoid* mampu menangkap radikal bebas yang ada pada asap rokok, sehingga asap rokok yang masuk ke dalam tubuh menjadi lebih baik. Kandungan asap rokok tersebut tidak lagi mengandung radikal bebas sehingga kadar MDA di hepar menjadi lebih baik.

Pada biofilter cengkeh tidak berbeda nyata dengan kontrol (-) hal ini disebabkan karena kandungan partikel dari biofilter cengkeh yang ikut masuk ke dalam tubuh bersama dengan partikel asap rokok yaitu senyawa *phenolix*, dimana senyawa *phenolix* memperkaya jumlah antioksidan dalam tubuh sebagai penangkal radikal peroksi penyebab terputusnya ikatan lemak pada membran sel, yang kemudian menghasilkan hasil akhir peroksidasi lipid berupa MDA. Kandungan biofilter cengkeh yang berupa senyawa *phenolix* mampu menangkap radikal bebas yang ada pada asap rokok, sehingga asap rokok yang masuk ke

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dalam tubuh menjadi lebih baik. Sehingga pada perlakuan biofilter cengkeh memiliki kadar MDA yang relatif rendah.

Pada rokok kretek yang filternya telah diberi tambahan biofilter, radikal bebas yang terdapat dalam asap rokok akan tersaring dan tertangkap ketika asap tersebut melewati biofilter. Reaksi penyaringan dan penangkapan radikal bebas berlangsung ketika rokok disulut api. Ukuran partikel yang dihasilkan dari proses pembakaran rokok kretek menggunakan biofilter lebih kecil dari proses pembakaran rokok tanpa menggunakan biofilter, hal ini dapat dilihat dari asap yang keluar dari hasil pembakaran rokok menggunakan tambahan biofilter yaitu tidak tampak asap yang keruh (berwarna putih) akan tetapi beraroma.

Asap rokok kretek yang diberi penambahan biofilter akan bermanfaat untuk menarik dan meluruhkan partikel-partikel Hg* (merkuri) dalam tubuh. Asap tersebut selanjutnya akan masuk ke dalam tubuh. Proses selanjutnya atas perintah otak dibawa ke pencernaan dan terbuang bersama feses. Hati merupakan organ yang vital bagi tubuh manusia, yang berfungsi sebagai penawar dan penetralisir racun. Secara alamiah, apapun yang masuk ke dalam tubuh manusia berpotensi sebagai racun, untuk itu hati menawarkan zat-zat tersebut agar menjadi netral dalam tubuh.

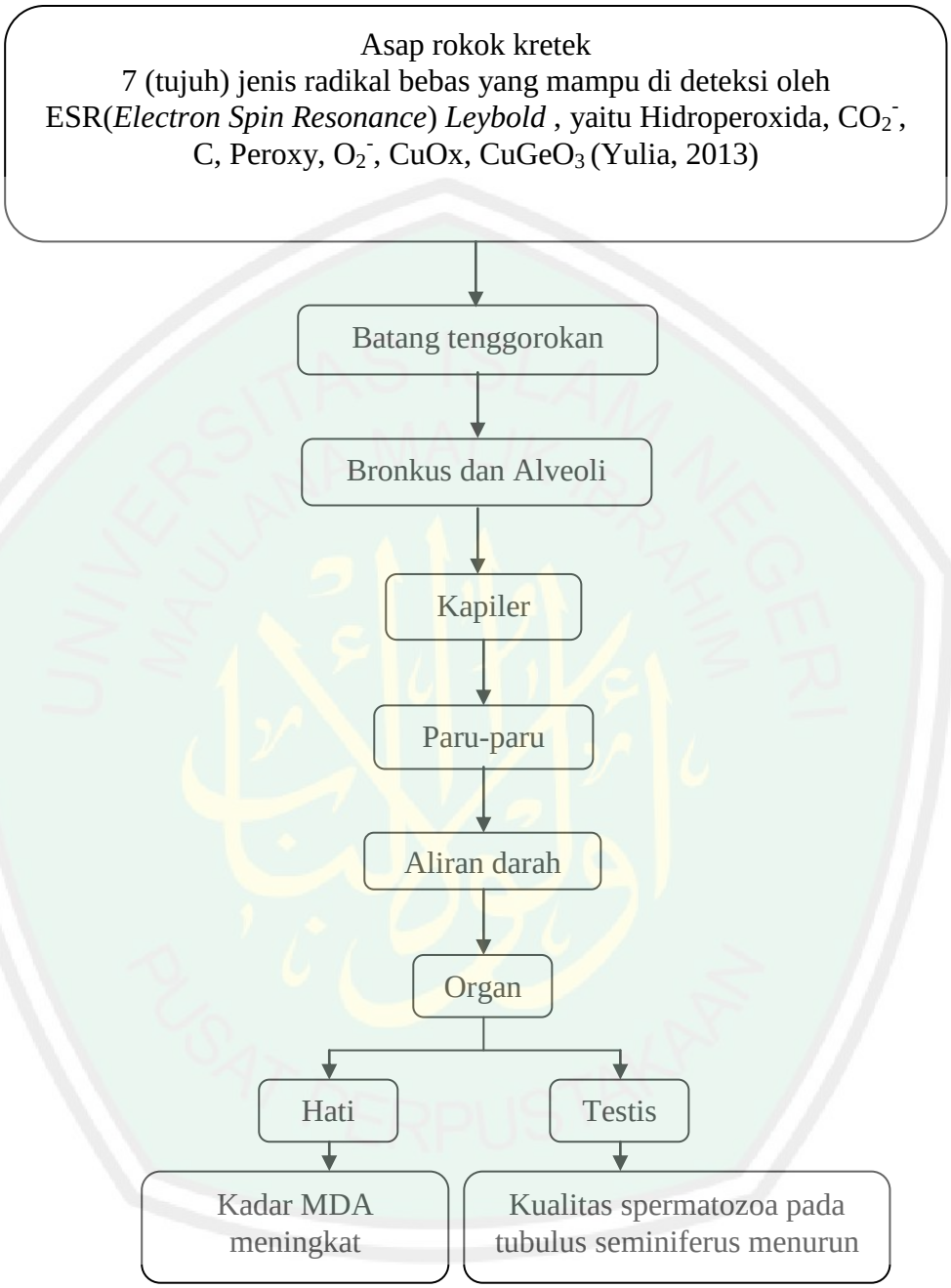
Produksi MDA pada kontrol (-) disebabkan karena jumlah radikal bebas yang berada dalam tubuh tidak mengalami pertambahan yang signifikan akibat perlakuan. Sehingga pada kontrol (-) memiliki hasil akhir peroksidasi lipid berupa MDA yang relatif normal dikarenakan tidak terjadi stress oksidatif pada sel. Sedangkan pada kontrol (+) terjadi stress oksidatif akibat kadar radikal bebas

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

yang menumpuk sehingga terjadi proses peroksidasi lipid yang menghasilkan kadar MDA relatif lebih tinggi.

Masuknya asap rokok ke dalam tubuh dapat menyebabkan stress oksidatif karena terjadi ketidakseimbangan antara oksidan dan antioksidan dalam tubuh. Dalam keadaan stress oksidatif, oksidan atau radikal bebas pada tubuh mencit jantan akan mengalami peningkatan, status oksidan yang tinggi biasanya diikuti oleh kenaikan kadar MDA. Koeman (1987) menyebutkan kelebihan radikal bebas di dalam hati menyebabkan peroksida lemak dan membran sel, mitokondria terserang dan melepaskan ribosom dari reticulum endosplasmatik sehingga pemasokan energi diperlukan untuk memelihara fungsi dan struktur reticulum endosplasmatik terhenti, akibatnya sintesis protein menjadi menurun, sel kehilangan daya untuk mengeluarkan trigleserida dan akan terjadi degenerasi berlemak sel testis dan menyebabkan sel testis kehilangan fungsinya untuk menghasilkan sperma.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 4.4 Mekanisme Kerusakan Kadar MDA dan Kualitas Spermatozoa

Mekanisme kerusakan hati yaitu ketika radikal bebas yang ada pada asap rokok masuk ke dalam tubuh melalui pernafasan yaitu pada batang tenggorokan dan diteruskan ke bronkus dan alveoli dimana fungsi dari alveoli yaitu sebagai suplai oksigen ke dalam darah, ketika radikal bebas masuk ke alveoli akan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

berakibat oksigen dalam darah berkurang dan dari alveoli radikal bebas masuk ke kapiler dan dialirkan ke paru-paru, radikal bebas yang berupa gas tersebut masuk ke aliran darah dan akan dialirkan ke organ tubuh seperti hati dan testis. Kelebihan radikal bebas di hati dapat mengakibatkan kadar MDA di hati meningkat sehingga hati tidak lagi berfungsi dengan sempurna, mengingat fungsi hati yaitu sebagai penawar dan penetralisir racun yang ada di dalam tubuh. Apabila kadar MDA di hati meningkat maka akan berpengaruh terhadap kualitas spermatozoa yang akan dihasilkan oleh testis, karena hati tidak mampu menetralisir radikal bebas yang ada didalamnya sehingga organ lain juga tidak berfungsi dengan sempurna seperti organ testis yang akan menghasilkan sperma. Pengukuran kadar MDA merupakan pengukuran aktivitas radikal bebas secara tidak langsung sebagai indikator stres oksidatif. Pengukuran ini dilakukan dengan tes *Thiobarbituric Acid Reactive Substances* (TBARS *test*) (Koeman, 1987).

Komposisi cengkeh dan daun kelor yang tepat pada pembuatan biofilter mampu menangkap radikal bebas pada asap rokok yang masuk ke dalam tubuh sehingga tingkat kerusakan sel masih dalam kategori rendah. Allah SWT berfirman dalam al-Quran Surat Al-Furqaan (25): 2 sebagai berikut:

ٱلَّذِى لَهُۥ مُلۡكُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضِ وَلَمۡ يَتَّخِذۡ وَلَدًا وَلَمۡ يَكُن لَّهُۥ شَرِيكٌ فِى ٱلۡمُلۡكِ
وَخَلَقَ كُلَّ شَىۡءٍ فَقَدَّرَهُۥ تَقۡدِيرًا ۝٢

"Yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan(Nya), dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya (QS. Al-Furqaan (25):2).

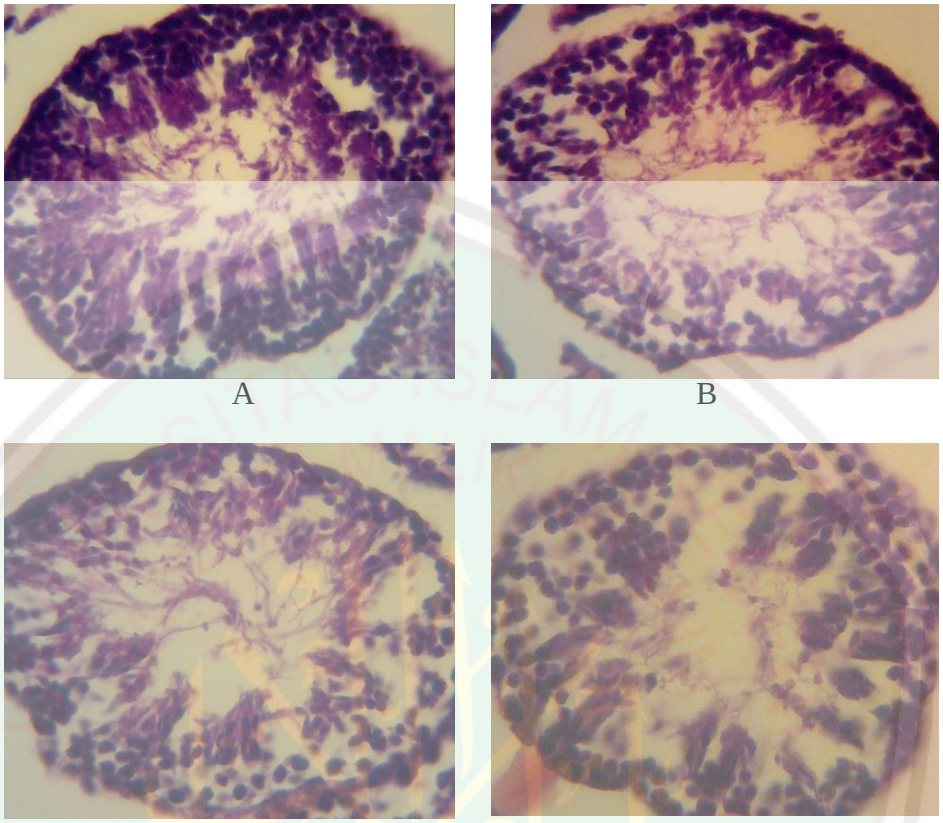
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Kata فَقَدَّرَهُ mempunyai arti ukuran yaitu bilangan yang menunjukkan besar kecilnya suatu objek. Ukuran juga sebagai gambaran manusia untuk menilai sesuatu. Sedangkan kata تَقْدِيْرًا mempunyai arti rapi yang menunjukkan ketepatan atau keteraturan. Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT menetapkan volume dan bentuknya dengan sangat teratur (Qurtubhi, 2009). Ketika membuat biofilter dengan ukuran yang tepat dan bagus mampu menangkap radikal bebas yang ada pada asap rokok, sehingga asap rokok yang masuk ke dalam tubuh menjadi lebih baik dan juga mampu memperbaiki kerusakan organ.

4.2.2 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Cengkeh (*Syzigium aromaticum)* dan Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus)* berdasarkan jumlah sel spermatogenik.

Pada penelitian tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap kualitas spermatozoa mencit *(mus musculus)* berdasarkan jumlah sel spermatogenik dilakukan pengamatan terhadap gambaran histologi testis tepatnya pada tubulus seminiferus pada tiap perlakuan yang diambil setelah 21 hari perlakuan. Pengamatan histologi tubulus seminiferus dilakukan dengan menggunakan mikroskop komputer dengan perbesaran 400 kali. Setiap preparat dinilai banyaknya jumlah spermatogenik dalam 5 bidang pandang pada tubulus seminiferus. Gambar 4.5 adalah gambar histologi tubulus seminiferus mencit (*Mus musculus*) pada tiap perlakuan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 4.5 Gambaran histologi tubulus seminiferus mencit (*Mus musculus*). (A). Biofilter Cengkeh, (B). Kontrol Negatif (K-), (C). Biofilter Daun Kelor, (D). Kontrol Positif (K+)

Jumlah sel spermatogenik di dalam tubulus seminiferus yang paling banyak dapat dilihat pada kelompok biofilter cengkeh (249.48), kemudian disusul pada kelompok kontrol negatif (237.44), biofilter daun kelor (233.96), dan kontrol positif (183.68). Hasilnya yaitu terdapat perbedaan yang artinya antara kondisi tidak sehat (kontrol +) dan penggunaan biofilter. Berdasarkan hasil uji Duncan menunjukkan bahwa mencit yang dipapari asap rokok dengan biofilter cengkeh dan kelor tidak berbeda nyata dengan mencit kontrol (-) artinya merokok dengan menggunakan biofilter hampir sama dari mencit normal.

Perlakuan cengkeh memperlihatkan jumlah spermatogenik yang paling banyak yaitu 249.48, hal ini disebabkan karena pada tubulus seminiferus tidak

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

terjadi kerusakan (Gambar 4.5.A) akibat radikal bebas pada asap rokok. Jumlah sel spermatogenik primer pada perlakuan cengkeh yaitu 58.32, sel spermatogenik sekunder yaitu 86.4, dan sel spermatid sebanyak 104.76. Pada perlakuan cengkeh sel yang paling banyak yaitu sel spermatid, sel spermatid merupakan sel yang akan bermeiosis dan selanjutnya akan berkembang menjadi spermatozoa. *Phenol* dalam cengkeh memperkaya jumlah antioksidan dalam tubuh sebagai penangkal radikal peroksi penyebab terputusnya ikatan lemak pada membran sel, akibatnya radikal peroksi rusak dan tidak mampu mengoksidasi. Biofilter cengkeh mengandung senyawa *phenolix* yang dapat menangkap radikal bebas dalam asap rokok, sehingga asap rokok yang masuk ke dalam tubuh menjadi lebih baik.

Pada perlakuan kontrol negatif (K-) memperlihatkan jumlah sel spermatogenik yakni 237.44. Pada mencit kontrol tanpa perlakuan ini (gambar 4.5.B) memperlihatkan kondisi histologi tubulus seminiferus yang bagus dengan bentuk yang relatif normal dengan jumlah sel spermatogenik yang banyak. Jumlah sel spermatogenik primer pada kontrol negatif (K-) yaitu 65.28, sel spermatogenik sekunder yaitu 77.84, dan sel spermatid sebanyak 94.32. Pada kontrol negatif sel yang banyak dihasilkan yaitu sel spermatid. Pada kontrol negatif tidak terlihat tanda-tanda kerusakan maupun kelainan pada histologi. Kondisi ini sekaligus sebagai parameter pembanding atas kondisi normal (sehat).

Pada perlakuan daun kelor memperlihatkan jumlah sel spermatogenik yaitu 233.96 tidak jauh berbeda dengan kontrol negatif. Pada (Gambar 4.5.C) memperlihatkan gambaran histologi yang bagus meliputi sel spermatogenik (Spermatosit primer, spermatosit sekunder, dan spermatid) maupun bentuk dan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

diameter tubulus seminiferus. Jumlah sel spermatogenik primer pada perlakuan menggunakan daun kelor yaitu 55.6, sel spermatogenik sekunder yaitu 79.2, dan sel spermatid sebanyak 99.16. Hal ini disebabkan karena pada bofilter kelor mengandung antioksidan yaitu senyawa *flavonoid*, senyawa *flavonoid* ini merupakan senyawa yang sangat berpotensi untuk mengikat dampak radikal bebas dengan cara memotong reaksi oksidasi berantai dari radikal bebas, sehingga radikal bebas tidak mampu bereaksi dengan komponen sekunder. Senyawa *flavonoid* juga mampu menangkap radikal bebas dalam asap rokok sehingga asap rokok yang masuk ke dalam tubuh menjadi lebih baik dibanding asap rokok tanpa penambahan biofilter.

Pada perlakuan kontrol positif (K+) memperlihatkan jumlah sel spermatogenik yakni 183.68. Perlakuan K+ (Gambar 4.5.D) memperlihatkan terjadi kerusakan struktur mikroanatomi tubulus seminiferus. Sehingga hal ini mempengaruhi jumlah spermatogenik di dalamnya, karena di dalam proses spermatogenik melalui beberapa fase yakni spermatogonium kemudian membelah menjadi spermatosit primer mengalami meiosis menjadi spermatosit sekunder kemudian bermeiosis kembali menjadi spermatid baru kemudian sel spermatid berubah menjadi sel spermatozoa. Jumlah sel spermatogenik primer pada perlakuan kontrol positif (K+) yaitu 73.28, sel spermatogenik sekunder yaitu 49.48, dan sel spermatid sebanyak 60.92. Pada kontrol posistif sel yang paling banyak dihasilkan yaitu sel spermatogenik sekunder. Kerusakan histologi tubulus seminiferus pada testis mencit yang terpapar asap rokok disebabkan karena radikal bebas dan senyawa toksikan yang terkandung dalam asap rokok masuk ke

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dalam tubuh dalam jumlah yang sangat besar sehingga yang paling banyak terdapat di tubulus seminiferus yaitu sel spermatogenik sekunder.

Jumlah spermatosit primer, spermatosit sekunder dan spermatid tiap-tiap perlakuan berbeda-beda. Jumlah spermatid terbanyak yaitu pada perlakuan biofilter berbahan cengkeh dimana sel spermatid ini yang akan berkembang menjadi spermatozoa. Pada sel spermatid tampak ekor akan tetapi dari sel spermatid tidak semua akan menjadi spermatozoa tergantung dari kualitas spermatid masing-masing.

Pembakaran rokok dari bahan tembakau tercemar oleh radikal bebas dengan unsur merkuri (Hg). Elemen *nikotin-gold* (Au) pada tembakau diselubungi Hg*, oleh karena itu rokok harus dibersihkan Hg*-nya dengan cara teknik pemberian *scavenger* agar kembali ke posisi semula menjadi tembakau yang bebas dari Hg*, sehingga kandungan *nikotin-gold* yang ada padanya dapat bermanfaat bagi manusia. Hg* merupakan racun dalam tembakau, karakter fisik tembakau yang tercemar merkuri adalah beracun, lengket, dan berbau tajam. Tembakau seperti itu yang menjadi bahan utama rokok, termasuk rokok kretek saat ini. Sehingga jelas rokok yang beredar di pasaran sekarang ini merupakan rokok yang beracun (Greta & Zahar, 2011).

Menurut Yulia (2013), didapatkan dugaan adanya 7 (tujuh) jenis radikal bebas pada asap rokok kretek yang mampu dideteksi oleh ESR *(Electron Spin Resonance) Leybold Heracus*, yaitu Hidroperoxida, CO_2^-, C, Peroxy, O_2^-, CuOx, $CuGeO_3$.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Dalam al-Quran Surat Yaasiin (36): 36 menyebutkan:

سُبۡحَٰنَ ٱلَّذِي خَلَقَ ٱلۡأَزۡوَٰجَ كُلَّهَا مِمَّا تُنۢبِتُ ٱلۡأَرۡضُ وَمِنۡ أَنفُسِهِمۡ وَمِمَّا لَا يَعۡلَمُونَ ٣٦

"Maha suci Tuhan yang telah menciptakan pasangan-pasangan semuanya, baik dari apa yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka maupun dari apa yang tidak mereka ketahui."(QS. Yaasiin (36): 36)

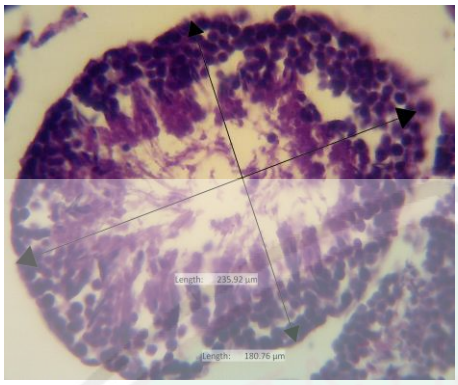
Kata مِمَّا تُنْبِتُ الْأَرْضُ mempunyai arti baik dari apa yang ditumbuhkan oleh bumi, yakni dari tumbuh-tumbuhan, karena tumbuh-tumbuhan bermacam-macam seperti yang digunakan pada penelitian ini yaitu cengkeh dan daun kelor yang ketika dibuat biofilter keduanya mampu menangkap radikal bebas pada asap rokok yang akan masuk ke dalam tubuh. Kata وَمِنْ أَنْفُسِهِمْ mempunyai arti dan dari diri mereka yakni Allah SWT menciptakan dari mereka anak-anak yang berpasang-pasangan. Kata وَمِمَّا لاَ يَعْلَمُوْنَ mempunyai arti maupun dari apa yang tidak mereka ketahui, maksudnya dari calon anak-anak yang akan dilahirkan oleh pasangan-pasangan tersebut (Qurtubhi, 2009) yaitu banyaknya spermatosit primer, spermatosit sekunder dan spermatid di dalam tubulus seminiferus, kualitas spermatozoa yang akan dihasilkan tergantung pada pola hidup masing-masing individu. Pola hidup yang seimbang mampu menghasilkan benih atau calon anak-anak yang baik.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

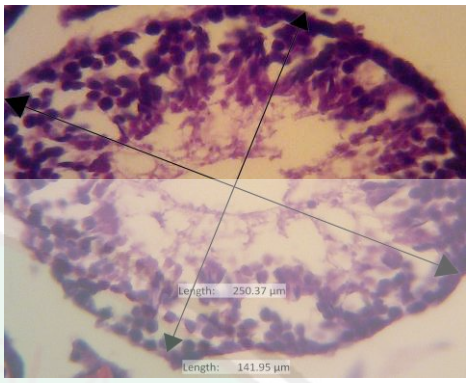
4.2.3 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Cengkeh (*Syzigium aromaticum)* dan Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus)* berdasarkan diameter tubulus seminiferus.

Pada penelitian tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum)* dan daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap kualitas spermatogenik mencit *(mus musculus)* berdasarkan diameter tubulus seminiferus dilakukan pengamatan terhadap gambaran histologi tubulus seminiferus pada tiap perlakuan yang diambil setelah 21 hari perlakuan. Pengamatan histologi tubulus seminiferus dengan 5 bidang pandang dilakukan dengan menggunakan mikroskop komputer perbesaran 400 kali. Pengukuran diameter dilakukan dengan cara mengukur jarak terpanjang dan jarak terpendek dari tubulus seminiferus yang bentuknya bulat atau dianggap bulat kemudian dirata-ratakan. Jumlah tubulus yang diukur adalah 5 tubulus dari tiap- tiap kelompok perlakuan. Gambar 4.6 adalah gambar histologi tubulus seminiferus mencit (*Mus musculus*) pada tiap perlakuan:

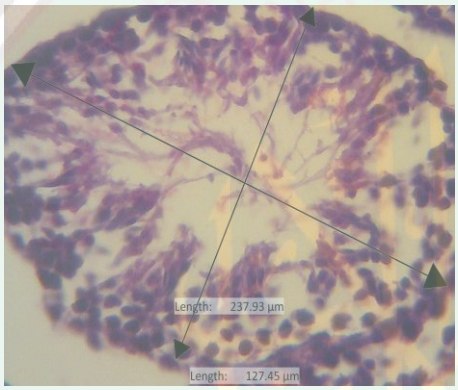
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



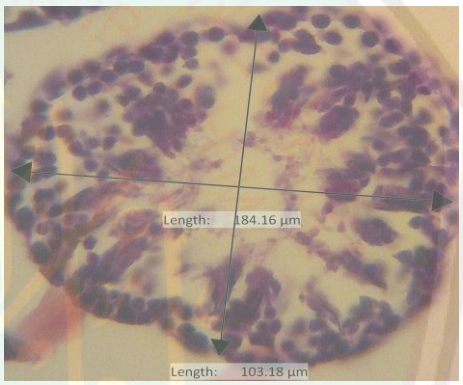
A



B



C



D

Gambar 4.6 Gambaran histologi tubulus seminiferus mencit (*Mus musculus*). (A). Biofilter Cengkeh, (B). Sehat (K-), (C). Biofilter Kelor, (D). Kontrol Positif (K+)

Diameter tubulus seminiferus yang paling besar didapatkan pada perlakuan biofilter cengkeh (190.85±0.05 µm), selanjutnya disusul oleh perlakuan daun kelor (191.32±0.05 µm), K- (183.95±0.05 µm), K+ (166.35±0.05 µm). Berdasarkan hasil uji Duncan menunjukkan bahwa mencit yang dipapari asap rokok dengan biofilter cengkeh dan kelor serta kontrol (-) berbeda nyata dengan mencit kontrol (+) artinya merokok menggunakan biofilter lebih baik dari mencit tanpa biofilter. Hal ini bisa diakibatkan oleh adanya pengaruh aktivitas pro-oksidan atau radikal bebas yang disebabkan oleh asap rokok yang diberikan,

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

sehingga spermatogenik di dalam tubulus seminiferus tidak berjalan secara normal dan adanya pengaruh buruk dari radikal bebas atau ROS.

Rokok kretek mengandung berbagai macam radikal bebas, radikal bebas yang paling berbahaya pada rokok yaitu merkuri (Hg). Menghilangkan radikal bebas terutama unsur merkuri (Hg) dan logam berat lainnya adalah cara supaya asap rokok menjadi aman yaitu dengan menambahkan *scavenger* berbahan alami pada rokok kretek tersebut. Setelah radikal bebas dapat dijinakkan dalam asap, keberadaan partikel-partikel yang merupakan polimer gabungan komponen organik menjadi sangat bermanfaat dan bisa menyehatkan tubuh. Menurut Prof Sutiman & Greta (2011) dari hasil simulasi dengan *computer crytal maker* yang dilakukan di LPPRB, partikel-partikel tersebut dapat berpeluang memberdayakan energi unsur merkuri (Hg*) yang terperangkap di dalamnya untuk didonasikan ke dalam sistem fisiologis tubuh dalam bentuk transport elektron berskala milivolt.

Usaha untuk pencegahan ini termasuk dalam ikhtiar manusia untuk mencapai kesembuhan penyakitnya. Allah SWT memerintahkan kepada manusia untuk menggunakan obat dan upaya-upaya untuk tidak bertentangan dengan kodrat ketergantungan manusia (tawakkal) kepada Allah SWT. Pengobatan merupakan jalan usaha untuk penyembuhan, tetapi yang menyembuhkan segala macam penyakit hanyalah Allah SWT. Sebagaimana dalam al-Quran Surat Asy-Syu'araa' (26): 80:

وَإِذَا مَرِضْتُ فَهُوَ يَشْفِينِ ﴿٨٠﴾

"Dan apabila aku sakit, Dialah yang menyembuhkan Aku," (QS. Asy-Syu'araa': 80)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Ayat di atas menyatakan bahwa Allah SWT akan menyembuhkan hamba-Nya yang sakit. Tafsir Al-Misbah menjelaskan pada lafadz يَشْفِينِ mengandung arti menyembuhkan. Allah SWT tidak memberi kesembuhan begitu saja, manusia yang diberikan akal dan pikiran diperintahkan untuk berusaha mencari berbagai alternatif pengobatan (Shihab, 2002).

Sekarang ini, banyak bahan alternatif yang bisa digunakan untuk penyembuhan segala jenis penyakit. Salah satunya adalah pada tanaman cengkeh dan kelor yang mengandung senyawa antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa yang mampu mencegah peroksidasi lipid dan dapat meredam dampak radikal bebas sehingga lebih stabil dan tidak merusak.

Kandungan bahan aktif pada kelor yang berupa vitamin A,B,C dan vitamin E, serta berbagai jenis senyawa antioksidan seperti asam *karbonat, flavonoid, phenolic* dan *karotenoid* mampu bertindak sebagai *scavenger* radikal bebas, memberikan perlindungan dominatif pada kerusakan DNA, menghambat peroksidasi lipid, serta mencegah timbulnya reaksi berantai oleh radikal bebas (Uluduro, 2009). Lilibeth (2010) menambahkan bahwa, selain kandungan antioksidan, kelor juga memiliki androgenik yang mampu meningkatkan konsentrasi hormon testosteron dalam serum. Hadirnya antioksidan dalam kelor akan memberikan perlindungan secara dominatif dari kerusakan membran mitokondria sel spermatozoa akibat dari radikal bebas yang dihasilkan asap rokok, sehingga kualitas spermatozoa meningkat.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.2.4 Hubungan antara kadar MDA dan Kualitas Spermatozoa

Malondialdehid merupakan hasil peroksidasi lemak yang terjadi pada tingkatan sel. Jumlah kadar MDA yang ada di hati menunjukkan banyaknya radikal bebas yang menumpuk di dalam tubuh. Apabila jumlah radikal bebas didalam tubuh menumpuk bisa berpengaruh pada kualitas sperma yang akan dihasilkan testis. Tubulus seminiferus merupakan tempat didalam testis yang berfungsi sebagai penghasil sperma melalui beberapa fase yakni spermatogonium kemudian membelah menjadi spermatosit primer mengalami meiosis menjadi spermatosit sekunder kemudian bermeiosis kembali menjadi spermatid baru kemudian sel spermatid berubah menjadi sel spermatozoa. Oleh karena itu, kualitas sperma ditentukan oleh kualitas tubulus seminiferus serta banyaknya sel spermatogenik yang dihasilkan di dalamnya.

Mekanisme pengaruh paparan asap rokok menggunakan biofilter terhadap tubuh. Pada rokok kretek yang filternya telah diberi tambahan biofilter, radikal bebas yang terdapat dalam asap rokok akan tersaring dan tertangkap ketika asap tersebut melewati biofilter. Reaksi penyaringan dan penangkapan radikal bebas berlangsung ketika rokok disulut api. Asap rokok memiliki 200 senyawa radikal bebas, kelebihan radikal bebas di dalam tubuh sangat mengganggu keseimbangan metabolisme. Biofilter selain mampu menangkap radikal bebas dari asap rokok, juga memiliki kandungan partikel antioksidan yang apabila bersama partikel asap rokok lainnya masuk kedalam tubuh, mampu menghambat proses peroksidasi lipid yang terjadi di luar membran sel akibat stress oksidatif.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Menurut Koeman (1987) menyebutkan kelebihan radikal bebas di dalam hepar menyebabkan peroksida lemak pada membran sel, mitokondria terserang dan melepaskan ribosom dari reticulum endosplasmatik sehingga pemasokan energi diperlukan untuk memelihara fungsi dan struktur retikulum endosplasmatik terhenti, akibatnya sintesis protein menjadi menurun, sel kehilangan daya untuk mengeluarkan trigleserida dan akan terjadi degenerasi berlemak sel testis dan menyebabkan sel testis kehilangan fungsinya untuk menghasilkan sperma. Dengan tidak terjadinya kerusakan sel akibat radikal bebas, sehingga berhasil mempertahankan keutuhan membran, baik membran sel di hipotalamus maupun membran basalis tubulus seminiferus. Dengan tidak terganggunya fungsi dari hypothalamus pituitary organ target axis tersebut, maka pembentukan sel spermapun tidak akan terganggu sehingga dapat meningkatkan proses spermatogenik dan juga dapat menimbulkan peningkatan diameter tubulus seminiferus.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan kelor (*Moringa oleifera* L) terhadap kadar MDA dan kualitas spermatozoa mencit (*Mus musculus*) dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan kelor (*Moringa oleifera* L.) pada asap rokok mempengaruhi kadar MDA. Mencit dengan perlakuan pemberian biofilter cengkeh dan kelor menunjukkan kadar MDA yang hampir sama dengan kontrol negatif (normal).
2. Pengggunaan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan kelor (*Moringa oleifera* L.) pada asap rokok mempengaruhi kualitas sperma berdasarkan jumlah spermatogenik. Mencit dengan perlakuan pemberian biofilter cengkeh lebih baik dibandingkan kontrol negatif (normal) dan biofilter kelor menunjukkan nilai yang hampir sama dengan kontrol negatif (normal).
3. Pengggunaan biofilter cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan kelor (*Moringa oleifera* L.) pada asap rokok mempengaruhi kualitas sperma berdasarkan diameter tubulus seminiferus. Mencit dengan perlakuan pemberian biofilter cengkeh dan kelor menunjukkan nilai yang hampir sama dengan kontrol negatif (normal).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

5.2 Saran

Saran dalam penelitian ini adalah:

1. Diperlukan penelitian selanjutnya dengan menggunakan bahan pembuat biofilter yang berbeda
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap kualitas spermatozoa epididimis mencit *(Mus musculus*)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR PUSTAKA

Anita, N. 2004. *Perubahan sebaran stadia epitel seminiferus, penurunan jumlah sel-sel spermatogenik dan kadar hormon testosteron total mencit (Mus musculus*) galur DDY yang diberi asap rokok kretek. Jakarta: Universitas Indonesia.

Anwar. I, *et al*. 2007. *Moringa oleifera: A Food Plant with Multiple Medicinal Uses*. Journal of Ethopharmacology, 74: 113-123.

Ashfahani E.D, Wiratmini N.i, dan Sukmaningsih A.A.S.A. 2010. *Motilitas dan Viabilitas Spermatozoa mencit (Mus musculus) Setelah Pemberian Ekstrak Temu Putih (Curcuma zedoaria(Berg.) roscoe.)*. Jurnal Biologi Vol. XIV (1): 20-23.

Astuti, Sussi. 2009. *Pengaruh pemberian Tepung kedelai Kaya isoflavon Terhadap Kadar Malonyldialdehid (MDA), Aktivitas Superoksida Dismutase (SOD) Testis dan Profil Cu, Zn-SOD Tubuli Seminiferi Testis Tikus Jantan.* Jurnal Teknologi dan Industri Pangan.10(2): 129-134.

Bulan, R. 2004. *Reaksi Asetilasi Eugenol dan Oksidasi Metil iso eugenol.* Program Studi Teknik Kimia, FMIPA: Universitas Sumatera Utara.

Dinata, A. 2008. *Mengatasi DBD Dengan Biji Cengkeh*. Skripsi. Fakultas Kedokteran. Universitas Sebelas Maret.

Dube MF dan Green CR. 1992. *Methods of Collection of Smoke Analytical Purposes. Recent Advances in Tobacco Science*. Nature, 8: 42-102.

Dudi, Krisnadi A.2015. Kelor Super Nutrisi.Blora-Jawa Tengah. Kelorina.com.

Fauzi, T.M. 2008. *Pengaruh Rumput Laut (Euchema spinosum) terhadap Aktivitas Radikal Bebas Pada Hepar Tikus*. Skripsi. Malang: Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.

Gadea, J., M *et al*. 2011. *Reduced glutathione content in human sperm is decreased after cryopreservation: Effect of the addition of reduced glutathione to the freezing and thawing extenders*. Cryobiology, 62: 40-46.

Gretha Z., B.S Sutiman. 2011. *Divine Kretek Rokok Sehat*. Jakarta: Masyarakat Bangga Produk Indonesia (MBPI).

Hafes, E. S. E. 1987. *Reproduction in Farm Animal 4 th ed.* Lea and Febiger Philadelphia.

Hariyatmi. 2004. *Kemampuan Vitamin E Sebagai Anti Oksidan Terhadap Radikal Bebas Pada Lanjut Usia*. *MIPA*. 14(1): 52-60.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Hayati, Alfiyah. 2006. *Hubungan Kadar MDA Sperma Dengan Integritas Membran Spermatozoa Tikus Setelah pemaparan 2-Methoxyethanol*. Penelitian. 11(1): 151-154.

Heffener, Linda. 2006. *Sistem Reproduksi Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.

Hudgson E. 2004. *A textbook of modern toxicology, 3rd edition*. New Jersey: Jhon Wiley and Sons Inc.s.

Immanuel, Van Donn. 2013. *Pengaruh paparan Asap Rokok Kretek Terhadap Kualitas Spermatozoa Mencit Jantan (Mus musculus)*. Jurnal e-Biomedik. 1(1): 330-337.

Intani, Yuniar. 2010. *Pengaruh Timbal (Pb) Pada Ujara Jalan Tol Terhadap Gambaran Mikroskopis Testis dan Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah Mencit Balb/Jantan.* Laporan Akhir Karya Tulis Ilmiah. Semarang: Universitas Diponegoro

Itsna. 2013. *Analisis Fisis Komposit Biofilter Berbahan Serbuk Cangkang Kepiting Dan Kopi Untuk Menangkap Radikal Bebas Asap Rokok*. Skripsi Sarjana pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang: Malang.

Kardinan, A. 2003. *Daya Tolak Ekstrak Tanaman Rosemary (Rosmarinus officinalis) terhadap Lalat Rumah (Musca domestica)*. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik.

Koeman, J. H. 1987. *Pengantar Umum Toksikologi Lingkungan*. Yogyakarta: UGM Press.

Kusumawati, D. 2004. *Bersahabat Dengan Hewan Coba*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Lilibeth A. Cajuday. 2010. *Effects of Moringa oleifera Lam. (Moringaceace) on The Reproduction of Male Mice (Mus musculus L)*. Journal of Medicinal Plants Research. 4(12): 1115-1121).

Mangkoewidjojo, soesanto. 1988. *Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

Marimbi, Hanum. 2010. *Biologi Reproduksi*. Yogyakarta: Nuha Medika.

Nawar, W. W. 1985. *Lipids. Principle of Food Science. Fennema, O. R.Marcel Dekker Inc.* New York. Pp 275-288.

Nurdjannah, N., 2004. Diversifikasi Penggunaan Cengkeh, *Perspektif*, 3(2) : 61-70.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Ogata, M *et al*. 2000. *Antioxidant activity of eugenol and related monomeric and dimeric compounds.* Chem. Pharm. Bull. 48 (10): 1467-1469.

Oluduro, aderigee. 2009. *Effect of Moringa oleifera Lam.* Seed Extract on Vital Organs and Tissue enzymes Activities of Male Albino Rats. African Journal of Mocrobiology Research. 3(9). 537-540.

Prijadi B., Dananjaya A., Winarsih S., 2013. Pengaruh Ekstrak Methanol Fraksi Etil Asetat Madu Terhadap Pertumbuhan *Esherichia coli* Secara *In Vitro.* Universitas Brawijaya.

Qodrussabah, G. 2012. *Analisis Fisis Komposit Biofilter Berbahan Serbuk Cangkang Kepiting dan Cengkeh Untuk Menangkap Radikal Bebas Pada Asap Rokok.* Skripsi. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.

Qurthubi, Syaikh Imam. 2009. *Tafsir Al Qurtubhi (1)*. Jakarta: Pustaka Azzam.

Rugh, R. 1968. The Mouse: *Its Reproduction and Developmental. Burgess Publishing Company*. Minneapolis.pp. 1-23.

Shihab,M.Quraish. 2002. Tafsir AL-Mishbah. Jakarta: Lentera Hati.

Siregar, Julahir Hotmatua. 2009. *Pengaruh Pemberian Vitamin C Terhadap Jumlah Sel Leydig Dan Jumlah Sperma Mencit Jantan (Mus musculus L) Yang Dipapar Monosodium Glutamate (MSG).* Tesis. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Sukmaningsih, A. 2009. *Penurunan Jumlah Spermatosit Pakiten Dan Spermatid Tubulus Seminiferus Testis Pada Mencit (Mus musculus) Yang Dipapar Asap Rokok*. Jurnal Biologi. 13(2):31-35.

Syafi'i, Riantika Fitriani. 2010. *Aktivitas Antioksidan dan Antimikroba Fraksi Polar Ekstrak Kulit Kacang Tanah (Arachis hypogaea L)*. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah.

Tejasari dan Zakaria, F. R,. 2000. *Sifat Fungsional Jahe: Fraksi 1 dan 2 Senyawa Bioaktif Oleoresin Rimpang Jahe (Zingiberis officinale Roscoe) Menurunkan peroxidasi Lipid Membran Sel Limfosit Secara In Vitro*, Prosiding Seminar Nasional Industri Pangan, 2, PAPTI, Bogor.

Thabari, Abu Ja'far. 2008. *Tafsir Ath-Thabari (1)*. Jakarta: Pustaka Azzam.

Thomas, A.N.S. 2007. *Tanaman Obat Tradisional*. Yogyakarta. Kanisus.

Tilong, Adi. 2011. *Kelor Penakluk Diabetes.* Yogyakarta: Diva Press.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Wardhana. 2007. *Penentuan Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolat Total dan Likopen*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan, Universitas Indonesia, Jakarta, 3(1): 65-72.

Winarsi, Hery. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius.

Winarti, Sri. 2010. *Makanan Fungsional.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Yati, Wildan. 1994. *Reproduksi & Embriologi.* Bandung: Tarsito.

Yulia. 2013. *Karakteristik Fisis Komposit Biofilter Berbahan Serbuk Cangkang Kepiting Dan Kopi Untuk Menangkap Radikal Bebas Asap Rokok*. Skripsi. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.

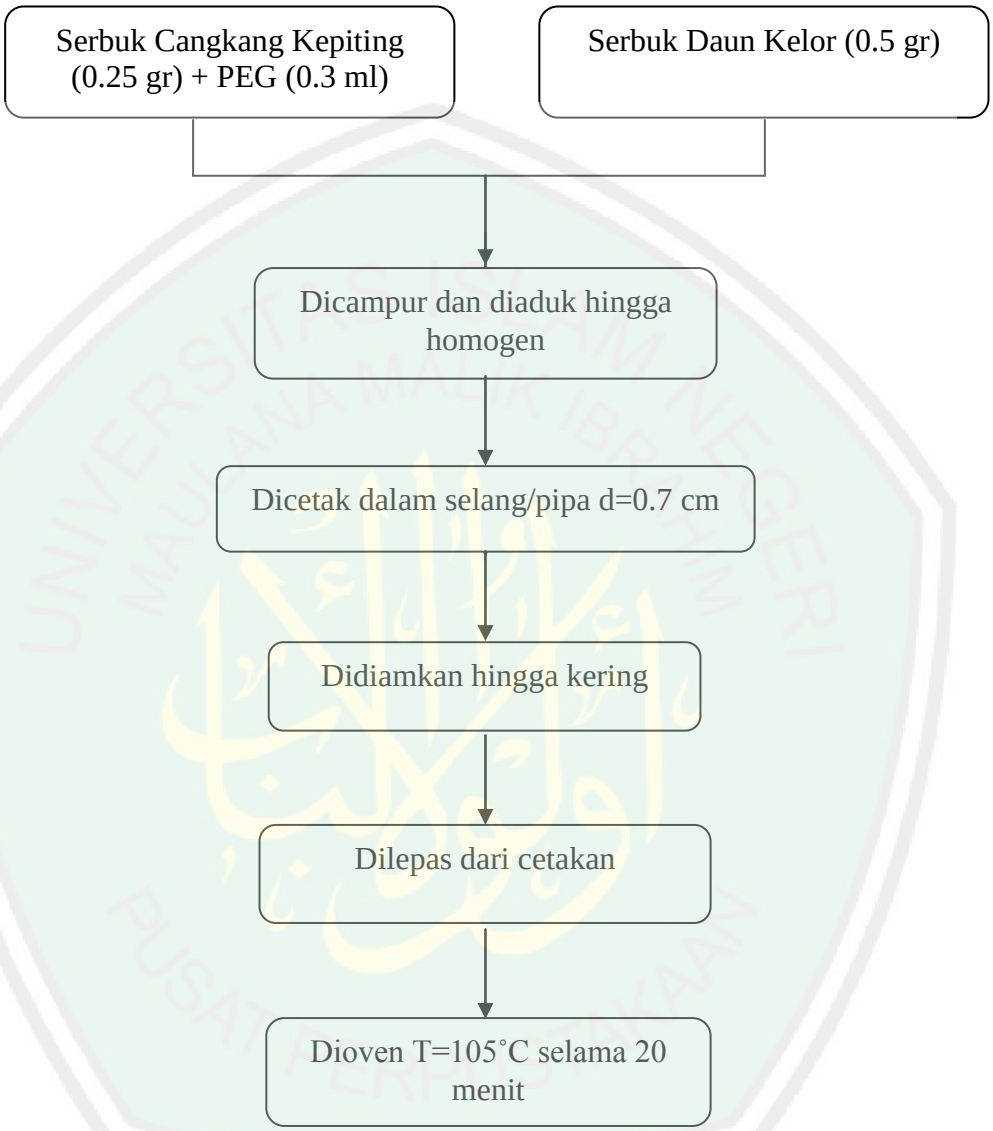
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

LAMPIRAN

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

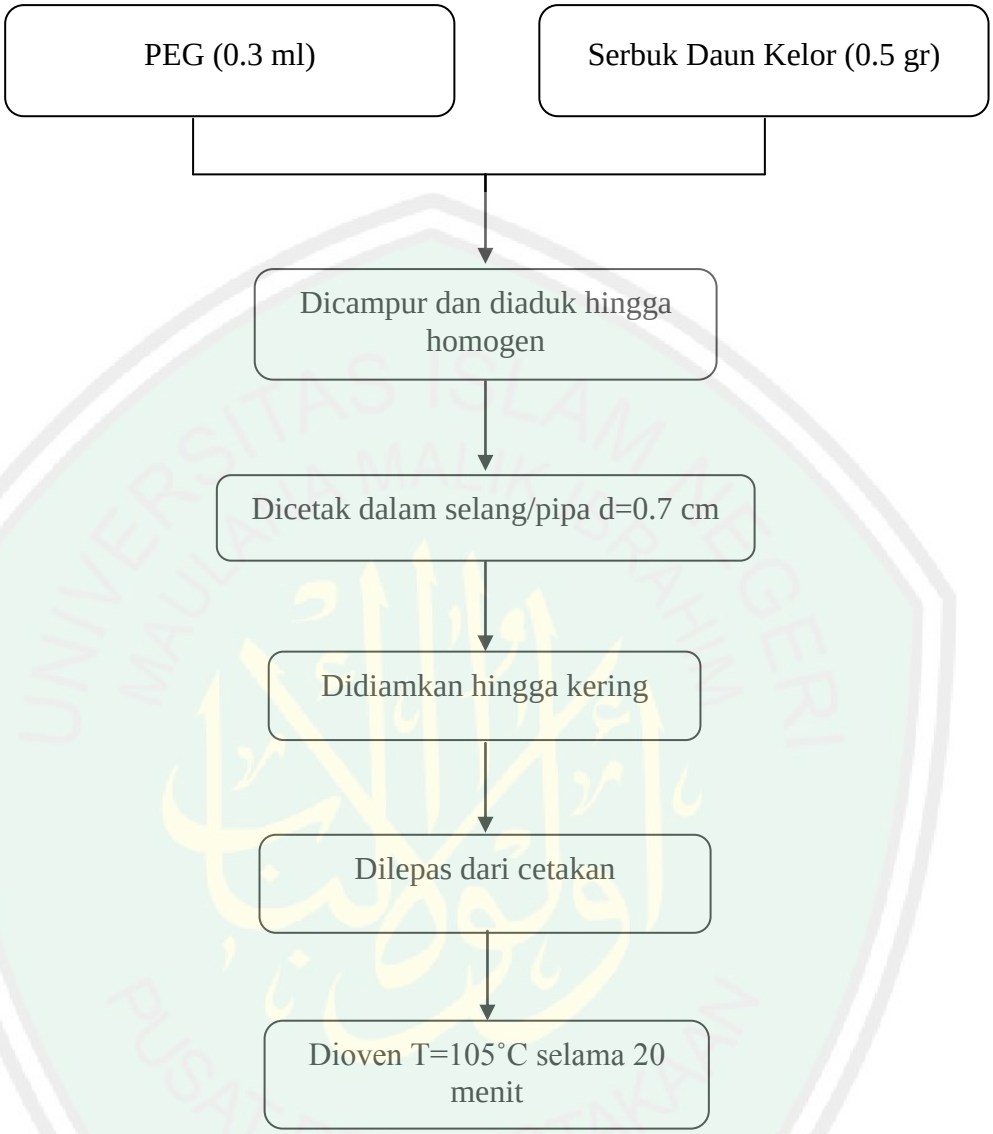
Lampiran 1. Pembuatan Biofilter

1.1 Biofilter Cengkeh



CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1.2 Biofilter Daun Kelor



CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 2. Data Hasil Spermatogenik

Perlakuan	Ulangan	Spermatogenik			Jumlah
		S.Sekunder	S.Primer	Spermatid	
Negatif-1	1	54	55	62	171
	2	143	112	67	322
	3	78	101	61	240
	4	117	80	100	297
	5	70	82	54	206
Jumlah		462	430	344	1236.00
Rata-Rata		92.4	86	68.8	247.2
Negatif-2	1	70	62	52	184
	2	68	75	53	196
	3	90	47	57	194
	4	95	50	60	205
	5	94	63	42	199
Jumlah		417	297	264	978
Rata-Rata		83.4	59.4	52.8	195.6
Negatif-3	1	98	75	62	235
	2	95	63	38	196
	3	97	64	59	220
	4	136	81	75	292
	5	116	89	87	292
Jumlah		542	372	321	1235
Rata-Rata		108.4	74.4	64.2	247
Negatif-4	1	116	57	51	224
	2	65	47	48	160
	3	95	58	59	212
	4	91	104	76	271
	5	90	72	56	218
Jumlah		457	338	290	1085
Rata-Rata		91.4	67.6	58	217
Negatif-5	1	62	104	90	256
	2	69	105	59	233
	3	103	105	85	293
	4	134	119	82	335
	5	112	76	97	285
Jumlah		480	509	413	1402
Rata-Rata		96	101.8	82.6	280.4

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Perlakuan	Ulangan	Spermatogenik			Jumlah
		S.Sekunder	S.Primer	Spermatid	
Positif-1	1	50	27	56	133
	2	83	63	77	223
	3	56	61	73	190
	4	75	74	86	235
	5	68	51	83	202
Jumlah		332	276	375	983
Rata-Rata		66.4	55.2	75	196.6
Positif-2	1	34	58	59	151
	2	33	62	91	186
	3	65	54	104	223
	4	52	34	56	142
	5	35	27	74	136
Jumlah		219	235	384	838
Rata-Rata		43.8	47	76.8	167.6
Positif-3	1	72	47	89	208
	2	56	52	73	181
	3	15	42	62	119
	4	31	102	72	205
	5	22	69	90	181
Jumlah		196	312	386	894
Rata-Rata		39.2	62.4	77.2	178.8
Positif-4	1	84	31	79	194
	2	95	28	52	175
	3	85	61	96	242
	4	92	46	56	194
	5	107	42	62	211
Jumlah		463	208	345	1016
Rata-Rata		92.6	41.6	69	203.2
Positif-5	1	107	54	82	243
	2	51	41	115	207
	3	46	28	52	126
	4	43	47	48	138
	5	66	36	45	147
Jumlah		313	206	342	861
Rata-Rata		62.6	41.2	68.4	172.2

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Perlakuan	Ulangan	Spermatogenik			Jumlah
		S.Sekunder	S.Primer	Spermatid	
C-1	1	148	135	61	344
	2	131	78	59	268
	3	144	70	50	264
	4	144	140	84	368
	5	116	115	67	298
Jumlah		683	538	321	1542
Rata-Rata		136.6	107.6	64.2	308.4
C-2	1	79	85	40	204
	2	77	107	65	249
	3	85	117	66	268
	4	86	64	58	208
	5	107	93	47	247
Jumlah		434	466	276	1176
Rata-Rata		86.8	93.2	55.2	235.2
C-3	1	78	75	40	193
	2	119	86	41	246
	3	82	83	49	214
	4	162	91	60	313
	5	91	111	42	244
Jumlah		532	446	232	1210.00
Rata-Rata		106.4	89.2	46.4	242
C-4	1	87	81	62	230
	2	87	62	61	210
	3	113	115	45	273
	4	85	77	67	229
	5	72	63	38	173
Jumlah		444	398	273	1115
Rata-Rata		88.8	79.6	54.6	223
C-5	1	76	55	44	175
	2	97	60	84	241
	3	109	76	96	281
	4	113	52	36	201
	5	131	69	96	296
Jumlah		526	312	356	1194
Rata-Rata		105.2	62.4	71.2	238.8

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Perlakuan	Ulangan	Spermatogenik			Jumlah
		S.Sekunder	S.Primer	Spermatid	
K-1	1	129	99	85	313
	2	107	52	49	208
	3	97	139	72	308
	4	129	101	47	277
	5	92	51	40	183
Jumlah		554	442	293	1289
Rata-Rata		110.8	88.4	58.6	257.8
K-2	1	143	59	74	276
	2	107	93	86	286
	3	147	135	57	339
	4	133	55	48	236
	5	82	72	51	205
Jumlah		612	414	316	1342.00
Rata-Rata		122.4	82.8	63.2	268.4
K-3	1	87	98	60	245
	2	94	61	43	198
	3	97	91	62	250
	4	88	104	44	236
	5	105	97	56	258
Jumlah		471	451	265	1187
Rata-Rata		94.2	90.2	53	237.4
K-4	1	83	67	41	191
	2	121	72	70	263
	3	114	85	63	262
	4	92	85	71	248
	5	96	58	56	210
Jumlah		506	367	301	1174
Rata-Rata		101.2	73.4	60.2	234.8
K-5	1	63	69	43	175
	2	61	66	43	170
	3	69	48	42	159
	4	56	50	45	151
	5	87	73	42	202
Jumlah		336	306	215	857
Rata-Rata		67.2	61.2	43	171.4

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 3. Data Diameter Tubulus Seminiferus (Testis)

Perlakuan	Ulangan	Diameter (mikrometer)		Jumlah	Rata-Rata
		d1 (µm)	d2 (µm)		
Negatif-1	1	195.37	167.29	362.66	181.33
	2	241.14	182	423.14	211.57
	3	188.98	146.39	335.37	167.69
	4	240.08	177.02	417.1	208.55
	5	189.88	150.2	340.08	170.04
Jumlah		1055.45	822.9	1878.35	939.18
Rata-Rata		211.09	164.58	375.67	187.84
Negatif-2	1	232.44	163.65	396.09	198.05
	2	196.03	142.1	338.13	169.07
	3	181.9	137.94	319.84	159.92
	4	169.47	153.28	322.75	161.38
	5	197.85	171.67	369.52	184.76
Jumlah		977.69	768.64	1746.33	873.17
Rata-Rata		107.8675	153.728	261.5955	174.63
Negatif-3	1	214.22	148.27	362.49	181.25
	2	182.63	151.37	334	167.00
	3	197.91	154.72	352.63	176.32
	4	242.86	153.72	396.58	198.29
	5	202.6	161.62	364.22	182.11
Jumlah		1040.22	769.7	1809.92	904.96
Rata-Rata		208.044	153.94	361.984	180.99
Negatif-4	1	224.6	131.46	356.06	178.03
	2	189.63	123.94	313.57	156.79
	3	262.34	169.54	431.88	215.94
	4	251.16	155.97	407.13	203.57
	5	223.96	133.82	357.78	178.89
Jumlah		1151.69	714.73	1866.42	933.21
Rata-Rata		230.338	142.946	373.284	186.64
Negatif-5	1	220.87	156.71	377.58	188.79
	2	211.58	129.53	341.11	170.56
	3	202.07	170.62	372.69	186.35
	4	240.5	142.33	382.83	191.42
	5	242.2	180.2	422.4	211.20
Jumlah		1117.22	779.39	1896.61	948.31
Rata-Rata		223.444	155.878	379.322	189.66

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Perlakuan	Ulangan	Diameter (mikrometer)		Jumlah	Rata-Rata
		d1 (µm)	d2 (µm)		
Positif-1	1	156.48	112	268.48	134.24
	2	190.46	139.32	329.78	164.89
	3	194.17	120.14	314.31	157.16
	4	194.34	161.79	356.13	178.07
	5	209.27	122.42	331.69	165.85
Jumlah		944.72	655.67	1600.39	800.20
Rata-Rata		188.944	131.134	320.078	160.04
Positif-2	1	197.31	169.98	367.29	183.65
	2	230.41	183.28	413.69	206.85
	3	218.41	221.16	439.57	219.79
	4	188.8	136.96	325.76	162.88
	5	168.04	98.3	266.34	133.17
Jumlah		1002.97	809.68	1812.65	906.33
Rata-Rata		200.594	161.936	362.53	181.27
Positif-3	1	198.83	135.58	334.41	167.21
	2	147.46	133.33	280.79	140.40
	3	160.16	93.2	253.36	126.68
	4	191.67	140.09	331.76	165.88
	5	249.67	107.99	357.66	178.83
Jumlah		947.79	610.19	1557.98	778.99
Rata-Rata		189.558	122.038	311.596	155.80
Positif-4	1	210.04	134.8	344.84	172.42
	2	160.04	134.6	294.64	147.32
	3	187.48	182.06	369.54	184.77
	4	208.82	142.65	351.47	175.74
	5	188.85	154.48	343.33	171.67
Jumlah		955.23	748.59	1703.82	851.91
Rata-Rata		191.046	149.718	340.764	170.38
Positif-5	1	190.76	165.78	356.54	178.27
	2	206.96	120.54	327.5	163.75
	3	183.45	147.67	331.12	165.56
	4	186.96	135.88	322.84	161.42
	5	157.09	147.65	304.74	152.37
Jumlah		925.22	717.52	1642.74	821.37
Rata-Rata		185.044	143.504	328.548	164.27

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Perlakuan	Ulangan	Diameter (mikrometer)		Jumlah	Rata-Rata
		d1 (µm)	d2 (µm)		
C-1	1	261.06	176.62	437.68	218.84
	2	251.12	166.19	417.31	208.66
	3	249.57	148.68	398.25	199.13
	4	247.22	149.41	396.63	198.32
	5	220.29	134.1	354.39	177.20
Jumlah		1229.26	775	2004.26	1002.13
Rata-Rata		245.852	155	400.852	200.43
C-2	1	202.17	161.62	363.79	181.90
	2	217.79	156.91	374.7	187.35
	3	190.31	166.88	357.19	178.60
	4	202.38	164.59	366.97	183.49
	5	226.35	158.29	384.64	192.32
Jumlah		1039	808.29	1847.29	923.65
Rata-Rata		207.8	161.658	369.458	184.73
C-3	1	193.39	177.74	371.13	185.57
	2	200.1	155.23	355.33	177.67
	3	184.31	170.99	355.3	177.65
	4	268.31	182.37	450.68	225.34
	5	251.53	166.11	417.64	208.82
Jumlah		1097.64	852.44	1950.08	975.04
Rata-Rata		219.528	170.488	390.016	195.01
C-4	1	203.03	171.85	374.88	187.44
	2	207.94	157.43	365.37	182.69
	3	248.39	163.97	412.36	206.18
	4	215.97	114.86	330.83	165.42
	5	158.84	142.16	301	150.50
Jumlah		1034.17	750.27	1784.44	892.22
Rata-Rata		1253.698	150.054	1403.752	178.44
C-5	1	220.31	144.63	364.94	182.47
	2	231.08	163.13	394.21	197.11
	3	245.95	157.33	403.28	201.64
	4	206.98	162.3	369.28	184.64
	5	242.72	182.06	424.78	212.39
Jumlah		1147.04	809.45	1956.49	978.25
Rata-Rata		229.408	161.89	391.298	195.65

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Perlakuan	Ulangan	Diameter (mikrometer)		Jumlah	Rata-Rata
		d1 (µm)	d2 (µm)		
K-1	1	185.13	273.53	458.66	229.33
	2	197.72	157.23	354.95	177.48
	3	226.99	197.49	424.48	212.24
	4	232.45	175.7	408.15	204.08
	5	199.18	145.2	344.38	172.19
JUMLAH		1041.47	949.15	1990.62	995.31
Rata-rata		208.294	189.83	398.124	199.06
K-2	1	248.75	173.56	422.31	211.16
	2	196.05	231.82	427.87	213.94
	3	230.74	203.28	434.02	217.01
	4	260.32	164.22	424.54	212.27
	5	228.13	141.99	370.12	185.06
JUMLAH		1163.99	914.87	2078.86	1039.43
Rata-rata		232.798	182.974	415.772	207.89
K-3	1	213.17	177.54	390.71	195.36
	2	192.41	154.98	347.39	173.70
	3	226.54	168.04	394.58	197.29
	4	179.73	153.3	333.03	166.52
	5	230.82	184.24	415.06	207.53
JUMLAH		1042.67	838.1	1880.77	940.39
Rata-rata		208.534	167.62	376.154	188.08
K-4	1	190.43	179.93	370.36	185.18
	2	254.41	171.08	425.49	212.75
	3	254.93	181.33	436.26	218.13
	4	231.58	174.19	405.77	202.89
	5	211.49	149.16	360.65	180.33
JUMLAH		1142.84	855.69	1998.53	999.27
Rata-rata		228.568	171.138	399.706	199.85
K-5	1	196.99	136.83	333.82	166.91
	2	168.71	145.93	314.64	157.32
	3	247.44	111.02	358.46	179.23
	4	163.66	114.25	277.91	138.96
	5	190.38	141.9	332.28	166.14
JUMLAH		967.18	649.93	1617.11	808.56
Rata-rata		193.436	129.986	323.422	161.71

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 4. Data Hasil Pengujian Kadar MDA

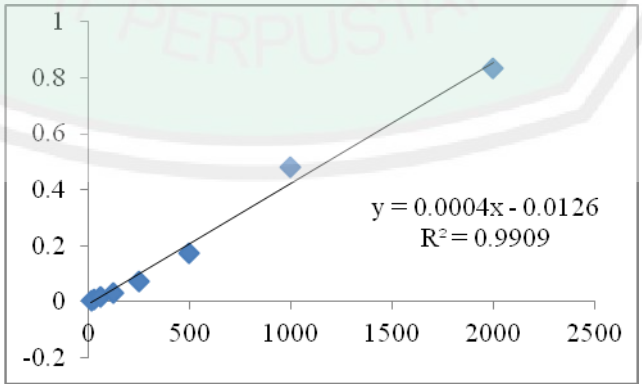
Standart MDA

Kadar (ng/ml)	ABS
16.125	0.003
31.25	0.008
62.5	0.019
125	0.032
250	0.074
500	0.174
1000	0.482
2000	0.834

Sampel	ABS	Kadar (ng/mL)
K-1	0.192	511.5
K-2	0.155	419.0
K-3	0.238	626.5
K-4	0.211	559.0
K-5	0.226	596.5
MEAN		**542.5**
K+1	0.304	791.5
K+2	0.287	749.0
K+3	0.201	534.0
K+4	0.224	591.5
K+5	0.244	641.5
MEAN		**661.5**

Sampel	ABS	Kadar (ng/mL)
Kelor 1	0.178	476.5
Kelor 2	0.166	446.5
Kelor 3	0.163	439.0
Kelor 4	0.158	426.5
Kelor 5	0.166	446.5
MEAN		**447.0**
Cengkeh 1	0.187	499.0
Cengkeh 2	0.198	526.5
Cengkeh 3	0.206	546.5
Cengkeh 4	0.203	539.0
Cengkeh 5	0.219	579.0
MEAN		**538.0**

Grafik ABS Kadar MDA



CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 5. Hasil Perhitungan One way Anova pada Spermatogenik

```
ONEWAY Data BY Perlakuan
  /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=DUNCAN ALPHA(0.05).
```

Oneway

Notes

Output Created		20-Jun-2016 13:38:22
Comments		
Input	Data	D:\KULIAH\semester 8\Penelitian\Data Hasil\spermatogenik.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	25
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY Data BY Perlakuan /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=DUNCAN ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00.156
	Elapsed Time	00:00:00.110

[DataSet1] D:\KULIAH\semester 8\Penelitian\Data Hasil\spermatogenik.sav

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Descriptives

Data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K-	5	1187.20	162.030	72.462	986.01	1388.39	978	1402
K+	5	918.40	77.545	34.679	822.11	1014.69	838	1016
Cengkeh	5	1247.40	168.573	75.388	1038.09	1456.71	1115	1542
Kelor	5	1169.80	188.427	84.267	935.84	1403.76	857	1342
Total	20	1130.70	192.191	42.975	1040.75	1220.65	838	1542

Test of Homogeneity of Variances

Data

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.486	3	16	.697

ANOVA

Data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	317056.200	3	105685.400	4.395	.019
Within Groups	384754.000	16	24047.125		
Total	701810.200	19			

Post Hoc Tests

Spermatogenik

Homogeneous Subsets

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
K+	5	918.40	
Kelor	5		1169.80
K-	5		1187.20
Cengkeh	5		1247.40
Sig.		1.000	.465

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 6. Hasil Perhitungan One way Anova pada Diameter Tubulus Seminiferus

```
ONEWAY Data BY Perlakuan
  /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=DUNCAN ALPHA(0.05).
```

Oneway

Notes

Output Created		20-Jun-2016 13:33:48
Comments		
Input	Data	D:\KULIAH\semester 8\Penelitian\Data Hasil\diameter.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	25
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY Data BY Perlakuan /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=DUNCAN ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00.156
	Elapsed Time	00:00:00.078

[DataSet1] D:\KULIAH\semester 8\Penelitian\Data Hasil\diameter.sav

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Descriptives

Diameter

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K-	5	1.8395E2	6.13588	2.74405	176.3333	191.5707	174.63	189.66
K+	5	1.6635E2	9.92840	4.44011	154.0243	178.6797	155.80	181.27
Cengkeh	5	1.9085E2	8.99423	4.02234	179.6842	202.0198	178.44	200.43
Kelor	5	1.9132E2	17.98946	8.04513	168.9811	213.6549	161.71	207.89
Total	20	1.8312E2	14.88058	3.32740	176.1542	190.0828	155.80	207.89

Test of Homogeneity of Variances

Diameter

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.563	3	16	.237

ANOVA

Diameter

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2044.245	3	681.415	5.041	.012
Within Groups	2162.956	16	135.185		
Total	4207.201	19			

Post Hoc Tests
Homogeneous Subsets

Diameter

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
K+	5	166.3520	
K-	5		183.9520
Cengkeh	5		190.8520
Kelor	5		191.3180
Sig.		1.000	.357

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 7. Hasil Perhitungan One way Anova pada MDA

```
ONEWAY Data BY perlakuan
  /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=DUNCAN ALPHA(0.05).
```

Oneway

Notes

Output Created		21-Jun-2016 22:49:07
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	21
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY Data BY perlakuan /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=DUNCAN ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00.125
	Elapsed Time	00:00:00.077

[DataSet0]

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Descriptives

MDA								
					95% Confidence Interval for Mean			
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
k-	5	542.500	81.3288	36.3713	441.517	643.483	419.0	626.5
k+	5	661.500	107.3691	48.0169	528.184	794.816	534.0	791.5
kelor	5	447.000	18.4052	8.2310	424.147	469.853	426.5	476.5
cengkeh	5	538.000	29.1869	13.0528	501.760	574.240	499.0	579.0
Total	20	547.250	100.8878	22.5592	500.033	594.467	419.0	791.5

Test of Homogeneity of Variances

MDA

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.684	3	16	.008

ANOVA

MDA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	116056.250	3	38685.417	8.004	.002
Within Groups	77332.500	16	4833.281		
Total	193388.750	19			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

MDA

Duncan

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
kelor	5	447.000	
cengkeh	5	538.000	
k-	5	542.500	
k+	5		661.500
Sig.		.055	1.000

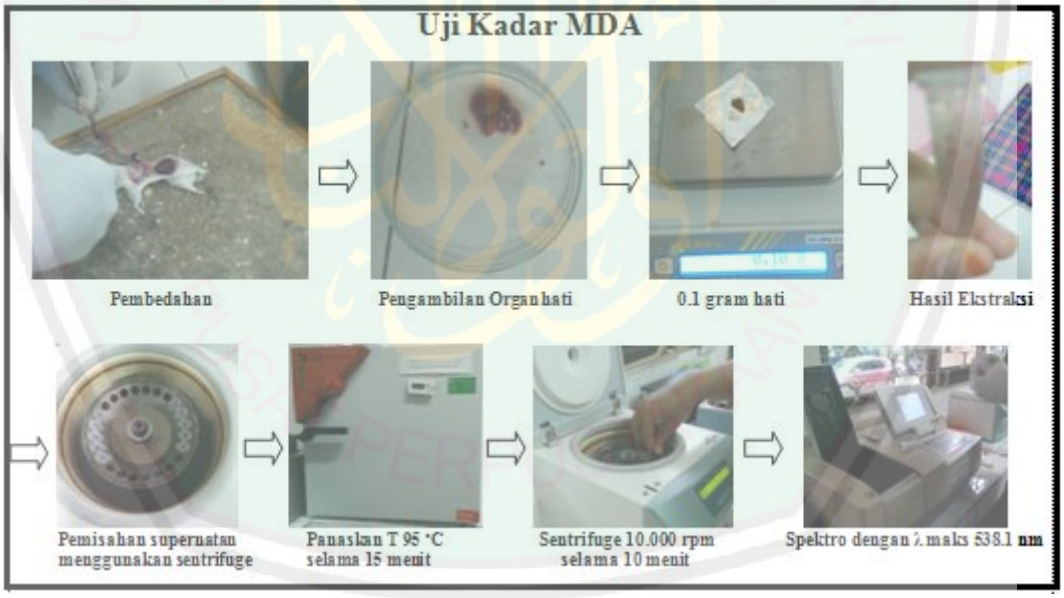
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 8. Dokumentasi

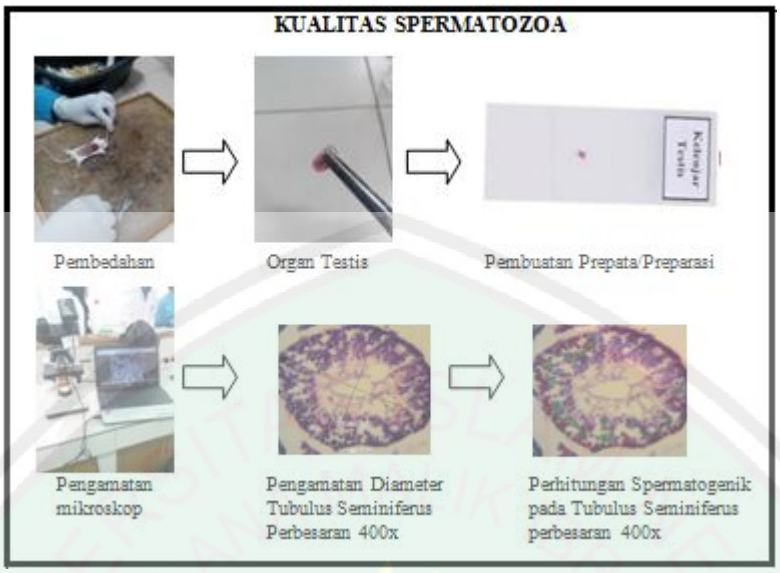
1. **Perlakuan**

2. **Pemeriksaan Kadar MDA dengan Uji TBA**



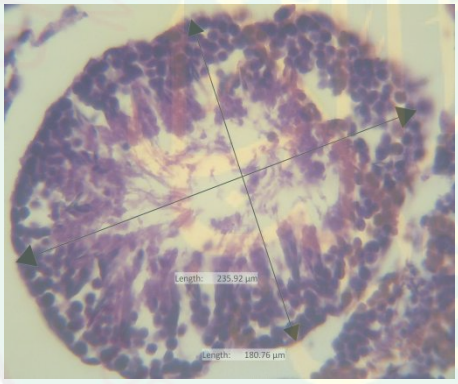
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3. **Pengamatan Kualitas Spermatozoa**

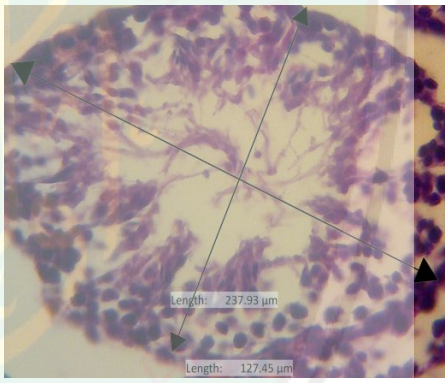


4. **Data**

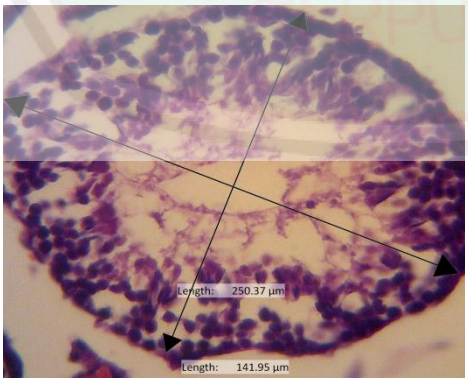
   a. **Data Diameter Tubulus Seminiferus**



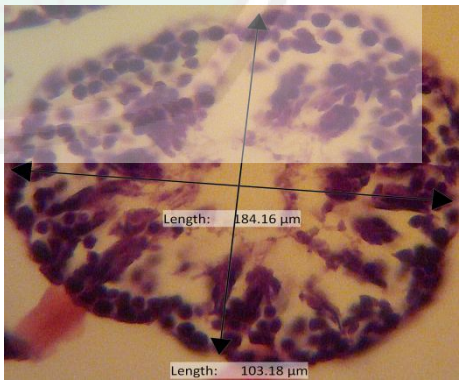
Biofilter Cengkeh



Biofilter Kelor



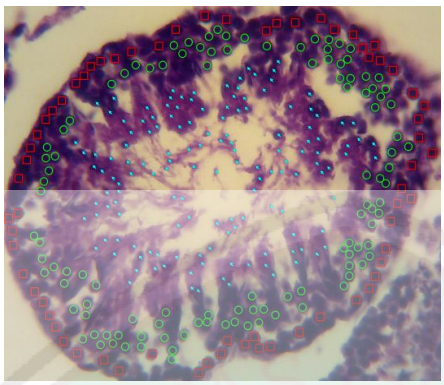
Kontrol negatif (K-



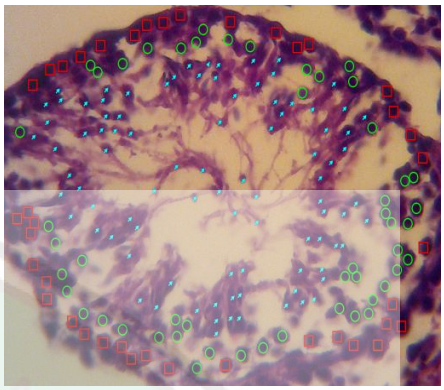
Kontrol positif K+)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

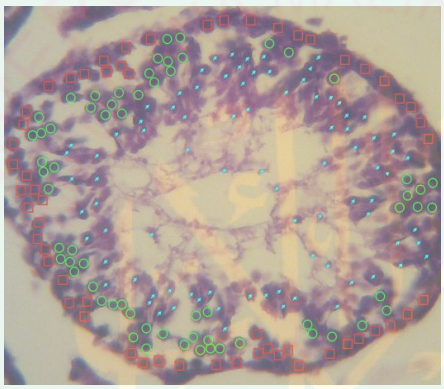
b. Data Jumlah Sel Spermatogenik



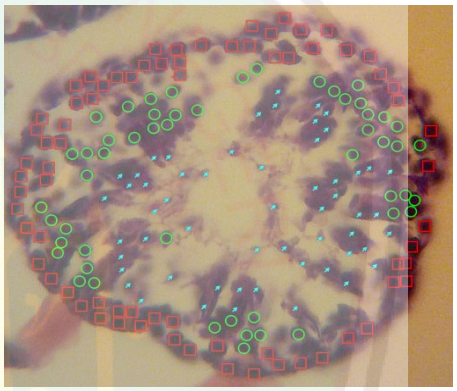
Biofilter cengkeh



Biofilter kelor



Kontrol negatif (K-



Kontrol positif (K+)

5. Lain-lain

Serbuk daun kelor 200Mesh

Cetakan biofilter

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang (0341) 551345 Fax. (0341) 572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Fitriana Dewi
NIM : 12640004
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Fisika
Judul Skripsi : Studi Tentang Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Berbahan Cengkeh (*Syzigium aromaticum*) Dan Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Kadar MDA (Malondialdehide) Dan Kualitas Spermatozoa Mencit (*Mus musculus*).
Pembimbing I : Dr. Agus Mulyono, S.Pd. M.Kes
Pembimbing II : Umaiyatus Syarifah, M.A

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	11 Februari 2016	Konsultasi Bab I, II, dan III	1.
2	23 Juni 2016	Konsultasi Data	2.
3	15 Juli 2016	Konsultasi Data	3.
4	18 Juli 2016	Konsultasi Agama	4.
5	19 Juli 2016	Konsultasi Bab IV	5.
6	21 Juli 2016	Konsultasi Kajian Agama	6.
7	25 Juli 2016	Konsultasi Bab V	7.
8	29 Juli 2016	Konsultasi Bab IV dan V	8.
9	1 Agustus 2016	Konsultasi Agama Keseluruhan dan ACC	9.
10	3 Agustus 2016	Konsultasi Keseluruhan dan ACC	10.

Malang, 8 September 2016
Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG