

**STUDI TENTANG PENGARUH PAPARAN ASAP ROKOK  
DENGAN BIOFILTER BERBAHAN BIJI KURMA (*Phoenix  
dactalifera*) DAN BIOFILTER BERBAHAN KULIT DELIMA  
(*Punica granatum linn*) TERHADAP HISTOLOGI JANTUNG  
MENCIT (*Mus musculus*)**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**SITI RUKYATUL ILHAM MIAH**

**NIM.13640033**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2017**

**STUDI TENTANG PENGARUH PAPARAN ASAP ROKOK DENGAN  
BIOFILTER BIJI KURMA (*Phoenix dactalifera*) DAN BIOFILTER KULIT  
DELIMA (*Punica granatum linn*) TERHADAP HISTOLOGI JANTUNG  
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:

**SITI RUKYATUL ILHAM MIAH  
NIM.13640033**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**STUDI PENGARUH PAPARAN ASAPA ROKOK DENGAN BIOFILTER BIJI KURMA (*Phoenix dactalifera*) DAN BIOFILTER KULIT DELIMA (*Punica granatum linn*) TERHADAP HISTOLOGI JANTUNG MENCIT (*Mus musculus*)**

SKRIPSI

Oleh:

SITI RUKYATUL ILHAM MIAH

NIM. 13640033

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:

Tanggal : 20 September 2017

Pembimbing I

dr. Avin Ainur F, M.Biomed  
NIP. 19800203 200912 2 002

Pembimbing II

Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd, M.Kes  
NIP.19750808 199903 1 003

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Fisika

Drs. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504 199003 1 003

## HALAMAN PENGESAHAN

STUDI TENTANG PENGARUH PAPARAN ASAP ROKOK DENGAN  
BIOFILTER BIJI KURMA (*Phoenix dactalifera*) DAN BIOFILTER KULIT  
DELIMA (*Punica granatum linn*) TERHADAP HISTOLOGI JANTUNG  
MENCIT (*Mus musculus*)

SKRIPSI

Oleh:  
SITI RUKYATUL ILHAM MIAH  
NIM.13640033

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan  
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 23 Oktober 2017

Penguji Utama	: <u>Dr. H. Mokhamad Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Ketua Penguji	: <u>Ahmad Abtokhi, M.Pd</u> NIP. 19761003 200312 1 004	
Sekretaris Penguji	: <u>dr. Avin Ainur F, M.Biomed</u> NIP. 19800203 200912 2 002	
Anggota Penguji	: <u>Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd, M.Kes</u> NIP.19750808 199903 1 003	

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504 199003 1 003

**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : SITI RUKYATUL ILHAM MIAH  
NIM : 13640033  
Jurusan : FISIKA  
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI  
Judul Penelitian : Studi Tentang Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Biji Kurma (*Phoenix dactalifera*) Dan Biofilter Kulit Delima (*Punica granatum linn*) Terhadap Histologi Jantung Mencit (*Mus musculus*)

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

Malang, 23 Oktober 2017

Yang Membuat Pernyataan,



SITI RUKYATUL ILHAM MIAH  
NIM. 13640033

## MOTTO

*Dibalik kebesaran dan keberhasilan seseorang ada banyak proses dan pekerjaan yang selalu mereka lakukan dengan segenap usaha, do'a, semangat, dan kerja keras.*

*“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.” (QS. Al-Insyirah, 6-8)*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### *Alhamdulillahillahi robbi' alamin*

*Segala puji bagi ALLAH SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta segala karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini sebagai tugas akhir perkuliahan S1.*

### *Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:*

Ayah dan Bunda tersayang (Bapak Gisan dan Ibu Tutik Rahayu)

Terima kasih atas segala dukungan, pengorbanan, do'a serta kasih sayang yang tiada henti dan yang selalu mengobarkan semangatku dalam berproses.

Adik ku tersayang (Siti Imamatun Nisa)

Terima kasih atas kasih sayang yang tiada henti serta dukungan semangat yang selalu diberikan selama ini.

Semua guru dan dosen

Terima kasih atas segala ilmu yang telah diberikan, baik dalam perkuliahan maupun diluar perkuliahan agar saya menjadi lebuah baik dan terima kasih atas segala bimbingan yang telah diberikan kepada saya dalam penyelesaian tugas akhir ini. Jasa kalian selalu terpatrit dalam hati ini.

Semua teman-teman dan kelompok biofilter

Terima kasih atas segala dukungan, kerja sama, motivasi sehingga kita dapat semangat berjuang dalam proses penyelesaian pendidikan S1 ini serta terbentuknya jalinan persaudaraan dan persahabatan untuk mungukir kenangan manis.

Terima kasih yang sebesar-besarnya untuk kalian semua, akhir kata saya persembahkan skripsi ini untuk kalian semua. Dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna untuk kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang. Aminn..

## KATA PENGANTAR



*Assalamualaikum Wr. Wb*

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Baginda Rasulallah, Nabi besar Muhammad SAW serta para keluarga, sahabat, dan pengikut-pengikutnya. Atas Ridho dan Kehendak Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Studi Tentang Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Biji Kurma (*Phoenix dactalifera*) Dan Biofilter Kulit Delima (*Punica granathum linn*) Terhadap Histologi Jantung 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 ahsanal jaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika yang telah banyak meluangkan waktu, nasehat dan Inspirasinya sehingga dapat melancarkan dalam proses penulisan Skripsi.
4. dr. Avin Ainur F, M. Biomed selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak meluangkan waktu dan pikirannya dan memberikan bimbingan, bantuan serta pengarahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd, M.Kes selaku Dosen Pembimbing Agama, yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan bidang integrasi Sains dan al-Qur'an serta Hadits.

6. Segenap Dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah bersedia mengamalkan ilmunya, membimbing dan memberikan pengarahan serta membantu selama proses perkuliahan.
7. Teman-teman dan para sahabat terimakasih atas kebersamaan dan persahabatan serta pengalaman selama ini
8. 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 *Amin Ya Rabbal Alamin*.

*Wassalamu'alaikumWr. Wb.*

Malang, 23 Oktober 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>KATAPENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	xvi
<b>ABSTRAK</b> .....	xvii
<b>ABSTRACT</b> .....	xviii
ملخص البحث .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	7
1.5 Batasan Masalah .....	7
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	8
2.1 Rokok & Asap Rokok .....	8
2.2 Dampak Kandungan Asap Rokok Bagi Kesehatan .....	9
2.3 Radikal Bebas .....	11
2.4 Jenis-jenis Radikal Bebas .....	12
2.5 Antioksidan .....	15
2.6 Biofilter Pada Rokok .....	18
2.7 Komposit Sebagai Jenis Bahan Biofilter .....	19
2.8 Kulit Buah Delima .....	20
2.8.1 Klasifikasi Delima .....	20
2.8.2 Kandungan Ekstrak Kulit Buah Delima .....	21
2.8.3 Biofilter Delima .....	22
2.9 Kurma .....	23
2.9.1 Taksonomi Kurma .....	23
2.9.2 Kandungan dan Manfaat Buah Kurma .....	24
2.9.3 Biofilter Kurma .....	25
2.10 Beberapa Jenis Antioksidan Dalam Kurma Dan Kulit Delima Beserta Manfaatnya .....	26
2.11 Anatomi Jantung dan Pembuluh Darah (Arteri ) Jantung .....	31
2.12 Mekanisme Kerja Jantung .....	32
2.13 Tekanan Darah .....	33
2.14 Arteri dan Aterosklerosis .....	38
2.15 Dampak Kandungan Rokok Terhadap Jantung .....	42

<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	49
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	49
3.2 Variabel Penelitian .....	49
3.3 Jenis Penelitian.....	49
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian .....	49
3.5 Alat dan Bahan .....	50
3.5.1 Alat .....	50
3.5.2 Bahan .....	51
3.6 Rancangan Penelitian .....	52
3.6.1 Pembuatan Biofilter Berbahan Kurma.....	52
3.6.2 Pembuatan Biofilter Kulit Delima .....	53
3.6.3 Perlakuan .....	54
3.7 Pembuatan Komposit (Biofilter) .....	54
3.7.1 Pembuatan Komposit Biofilter Kurma dan Biofilter Kulit Delima.....	54
3.7.2 Perlakuan .....	55
3.7.3 Pembuatan Preparat dan Pengamatan Gambaran Histologis Jantung .....	56
3.8 Pengambilan Data .....	58
3.9 Analisis Data .....	61
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	62
4.1 Data Hasil Eksperimen .....	62
4.1.1 Pembuatan Biofilter .....	64
4.1.2 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Biji Kurma ( <i>Phoenix dactalifera</i> ) dan Biofilter Kulit Delima ( <i>Punica Granathum Linn</i> ) Terhadap Tekanan Darah Sistolik Mencit .....	69
4.1.3 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Biji Kurma ( <i>Phoenix dactalifera</i> ) dan Biofilter Kulit Delima ( <i>Punica Granathum Linn</i> ) Terhadap Tekanan Darah Diastolik Mencit .....	71
4.1.4 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Berbahan Biji Kurma ( <i>Phoenix dactalifera</i> ) dan Biofilter Kulit Delima ( <i>Punica Granathum Linn</i> ) Terhadap Histologi arteri dan Otot Pada Jantung Mencit .....	74
4.2 Pembahasan.....	90
4.2.1 Fungsi Penggunaan Biofilter Berbahan Biji Kurma ( <i>Phoenix dactalifera</i> ) dan Biofilter Kulit Delima ( <i>Punica granathum linn</i> ) Pada Rokok Kretek .....	90
4.2.2 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Kurma ( <i>Phoenix dactalifera</i> ) dan Biofilter Kulit Delima ( <i>Punica granathum linn</i> ) Terhadap Tekanan Darah Sistolik dan Diastolik pada Mencit ( <i>Mus musculus</i> ) .....	92
4.2.3 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Biji Kurma ( <i>Phoenix dactalifera</i> ) dan Biofilter Kulit Delima ( <i>Punica granathum linn</i> ) Terhadap Histologi Arteri dan Otot Jantung pada Mencit .....	100
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	105
5.1 Kesimpulan .....	105
5.2 Saran .....	106
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Buah Delima .....	21
Gambar 2.2 Kurma.....	24
Gambar 2.3 Anatomi Jantung Manusia.....	32
Gambar 2.4 Atherosklerosis Pada Jantung.....	40
Gambar 3.1 Skema Pembuatan Biofilter Kurma .....	52
Gambar 3.2 Skema Pembuatan Biofilter Kulit Delima.....	53
Gambar 3.3 Perlakuan Hewan Coba .....	54
Gambar 3.4 Kandang Hewan Coba.....	56
Gambar 4.1 Biofilter .....	62
Gambar 4.2 Grafik Tekanan Darah Sistolik pada Perlakuan Tanpa Asap Rokok .....	65
Gambar 4.3 Grafik Tekanan Darah Sistolik pada Perlakuan Biofilter Biji Kurma.....	66
Gambar 4.4 Grafik Tekanan Darah Sistolik pada Perlakuan Biofilter Kulit Delima .....	66
Gambar 4.5 Grafik Tekanan Darah Sistolik pada Perlakuan Tanpa Biofilter .....	67
Gambar 4.6 Grafik tekanan sistolik terhadap hewan coba dengan perbedaan perlakuan .....	68
Gambar 4.7 Grafik Tekanan Darah Diastolik pada Perlakuan Tanpa Asap Rokok .....	72
Gambar 4.8 Grafik Tekanan Darah Diastolik pada Kelompok Perlakuan Biofilter Biji Kurma .....	73
Gambar 4.9 Grafik Tekanan Darah Diastolik pada Kelompok Perlakuan Biofilter Kulit Delima. ....	73
Gambar 4.10 Grafik Tekanan Darah Distolik pada Kelompok Perlakuan Tanpa Biofilter .....	74
Gambar 4.11 Grafik Tekanan Darah Diastolik pada Hewan Coba dengan Perbedaan perlakuan .....	75
Gambar 4.12 Histologi Arteri Jantung Mencit Pada Perlakuan Tanpa Asap.....	78
Gambar 4.13 Histologi Arteri Jantung Pada Mencit Dengan Menggunakan Biofilter Biji Kurma ( <i>Phoenix Dactalifera</i> ).....	79
Gambar 4.14 Histologi Arteri Jantung Pada Mencit Dengan Menggunakan Biofilter Kulit Delima ( <i>Punica Granathum Linn</i> ) .....	81
Gambar 4.15 Histologi Arteri Jantung Mencit Dengan Perlakuan Tanpa Biofilter .....	83
Gambar 4.17 Histologi Otot Jantung Dengan Biofilter Biji Kurma .....	85
Gambar 4.18 Histologi Otot Jantung Mencit Dengan Biofilter Kulit Delima .....	87
Gambar 4.19 Histologi Otot Jantung Pada Mencit Tanpa Biofilter.....	88
Gambar 4.20 Histologi Arteri Jantung Mencit Dengan Perbedaan Perlakuan.....	101
Gambar 4.21 Histologi Otot Jantung Mencit Dengan Perbedaan Perlakuan .....	88

## DAFTAR TABEL

Table 2.1	Senyawa-senyawa yang terkandung dalam asap rokok .....	9
Table 2.2	Klasifikasi Tekanan Darah Menurut JNC VII.....	36
Table 2.3	Kriteria normal denyut nadi atau detak jantung .....	40
Table 2.4	Karakteristik aritmia.....	49
Tabel 3.1	Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada mencit minggu 1 sebelum adanya perlakuan .....	58
Tabel 3.2	Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada jantung mencit minggu 2.....	59
Tabel 3.3	Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada jantung mencit minggu 3.....	59
Tabel 3.4	Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada jantung mencit minggu 4.....	59
Tabel 3.5	Hasil penilaian tekanan darah diastolik pada mencit minggu 1 sebelum adanya perlakuan .....	59
Tabel 3.6	Hasil penilaian tekanan darah diastolik pada jantung mencit minggu 2.....	60
Tabel 3.7	Hasil penilaian tekanan darah diastolik pada jantung mencit minggu 3.....	60
Tabel 3.8	Hasil penilaian tekanan darah diastolik pada jantung mencit minggu 4.....	60
Tabel 3.9	Hasil gambar histologi arteri jantung pada mencit.....	60
Tabel 3.10	Hasil gambar histologi otot jantung.....	61
Tabel 4.1	Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada mencit minggu 1 sebelum adanya perlakuan .....	64
Tabel 4.2	Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada jantung Mencit minggu 2 .....	64
Tabel 4.3	Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada jantung Mencit minggu 3 .....	65
Tabel 4.4	Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada jantung Mencit minggu 4 .....	65
Tabel 4.5	Hasil uji pengaruh paparan asap rokok terhadap tekanan darah sistolik pada mencit dengan menggunakan program analisa Anova One Way .....	69
Tabel 4.6	Perbedaan nilai pengaruh penggunaan biofilter biji kurma ( <i>Phoenix dactalifera</i> ) dan biofilter kulit delima ( <i>Punica granathum linn</i> ) terhadap tekanan darah sistolik mencit dengan uji Duncan 0,05 .....	70
Tabel 4.7	Hasil penilaian tekanan darah diastolik pada mencit minggu 1 sebelum adanya perlakuan .....	71
Tabel 4.8	Hasil penilaian tekanan darah diastolik pada mencit minggu 2 .....	71
Tabel 4.9	Hasil penilaian tekanan darah diastolik pada mencit minggu 3 .....	72
Tabel 4.10	Hasil penilaian tekanan darah diastolik pada mencit minggu 4.....	72

Tabel 4.11 Hasil uji pegraruh paparan asap rokok terhadap tekanan darah diastolik pada mencit dengan menggunakan program Analisa One Way .....	76
Tabel 4.1 Perbedaan nilai pengaruh penggunaan biofilter kurma dan biofilter kulit delima terhadap tekanan darah diastolik mencit dengan uji duncan.....	77



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Tekanan Darah Sistolik dan Diastolik Mencit

Lampiran 2 Data Hasil Uji *Anova One Way* dan *Duncan* Tekanan Darah Sistolik

Lampiran 3 Data Hasil Uji *Anova One Way* dan *Duncan* Tekanan Darah Diastolik

Lampiran 4 Histologi Otot Jantung Mencit

Lampiran 5 Histologi Arteri Jantung Mencit

Lampiran 6 Foto Kegiatan



## DAFTAR SINGKATAN

TA : Tanpa Asap  
BK : Biofilter Kurma  
BKD : Biofilter Kulit Delima  
TB : Tanpa Biofilter  
PEG : *Poly Ethylene Glycol*  
HE : *Hematoxilin Eosin*



## ABSTRAK

Miah, Siti Rukyatul Ilham, 2017. **Studi Tentang Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Berbahan Biji Kurma (*Punica dactalifera*) Dan Biofilter Berbahan Kulit Delima (*Granathum linn*) Terhadap Histologi Jantung Mencit (*Mus musculus*)**. Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing (I) dr. Avin Ainur F, Biomed (II) Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd, M.Kes

---

**Kata kunci: Asap rokok, Radikal bebas, Biofilter kurma, Biofilter kulit delima, Tekanan darah, Histologi arteri dan histologi otot jantung**

Asap rokok merupakan salah satu sumber radikal bebas yang dapat menyebabkan kerusakan sel maupun jaringan sehingga menimbulkan penyakit degeneratif. Dan untuk memperbaiki kualitas asap rokok dari radikal bebas dibutuhkan filter yang dapat meminimalisir atau dapat membersihkan bahan berbahaya yang terdapat dalam asap rokok. Pada penelitian ini, digunakan dua jenis biofilter yaitu biofilter biji kurma dan biofilter kulit delima yang digunakan sebagai filter asap rokok. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter biji kurma dan biofilter berbahan kulit delima terhadap tekanan darah pada mencit. Pengamatan histologi arteri dan otot jantung pada mencit dilakukan dengan pewarnaan HE kemudian dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop pada perbesaran 400x. Untuk pengukuran tekanan darah dilakukan sebelum pembedahan dengan mengukur tekanan darah menggunakan tensimeter setiap satu minggu sekali selama 21 hari. Hewan coba pada penelitian ini dibagi menjadi 4 perlakuan yaitu, Tanpa asap rokok, Biofilter biji kurma, Biofilter kulit delima dan tanpa biofilter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan biofilter biji kurma maupun biofilter kulit delima dapat menurunkan tekanan darah sitolik serta mengurangi tingkat nekrosis dan hipertrofi pada sel otot jantung serta dapat mengurangi tingkat deskuamasi pada sel arteri.

## ABSTRACT

Miah, Siti Rukyatul Ilham. 2017. **Study on The Influence of Exposure to Cigarette Smoke With Palm-based Biofilter (*Punica dactalivera*) and Leather Pomegranate Biofilter (*Granathum linn*) against on Heart Histology Mice (*Mus musculus*)**. Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim. Supervisor: (I) dr. Avin Ainur f. M. Biomed. (II) Dr. Agus Mulyono, S. Pd, M. Kes.

---

**Keywords:** Cigarette Smoke, Free Radicals, Palm Seed Biofilter, Leather Pomegranate Biofilter , Blood Pressure, Heart Histology

Cigarette smoke was one source of free radicals that can caused damage to cells or tissues giving rise to degenerative disease. And to improve the quality of the smoke-free radical required filter that would be lessened or can clean up harmful substances contained in cigarette smoke. In this research, used two types of biofilter i.e. biofilter seed dates and biofilter pomegranate husk used to as a filter cigarette smoke. The purpose in this research is to knew the influence of exposure to cigarette smoke with a biofilter seed dates and biofilter leather pomegranate against blood pressure in mice. Observation on histology of arterial and cardiac muscle in mice was done with tinting HE then conducted observations used a microscope at magnification 400x. For the measurement of blood pressure before surgery is performed by measuring blood pressure using tensimeter every week once for 21 days. this research is divided into 4 treatment i.e., smokeless cigarettes, Palm seed biofilter, pomegranate husk biofilter and without a biofilter. The results showed that treatment with the use of Palm seeds biofilter and pomegranate husk biofilter can lower blood pressure and reduce the level of sitolik necrosis and hypertrophy the heart muscle cells and can reduce the level of desquamation on the cells of the artery.

## ملخص البحث

مئة. ستي ركية الهام. ٢٠١٧ دراسة عن تأثير التعرض لدخان السجائر مع البيفيتير القائم علي النخيل والرمان الجلدي البيفيتير (الحبوب الحبيبية) ضد فتران الانسجه القلبية (موس موسوم). قسم الفيزياء ، كليه العلوم والتكنولوجيا في جامعه الدولة الاسلاميه مولانا مالك إبراهيم كان من المؤسّف. المشرف: (الأول) اففي اينور ف. م. بيميد (الثاني) الدكتور اغوس موليونو الماجيستير

الكلمات الرئيسية: دخان السجائر ، الجذور الحرة ، البيوفتر ، البيكوفول النخيل الجلد الرمان البذور ، ضغط الدم ، علم الانسجه القلب

دخان السجائر هو مصدر واحد من الجذور الحرة التي يمكن ان تسبب ضررا للخلايا أو الانسجه التي تؤدي إلى الامراض التنكسية. وتحسين نوعيه الخالية من الدخان الراديكالية المطلوبة المرشح الذي يمكن ان يكون الجسر أو يمكن تنظيف المواد الضارة الواردة في دخان السجائر. وفي هذا البحث ، استخدم نوعان من التمور الثنائية اللون ، اي الحبوب الثنائية البيكوفول وجلد الرمان البيوفتر المستخدم كعامل تصفيه دخان السجائر. والغرض من هذا البحث هو معرفه تأثير التعرض لدخان السجائر مع التمور البذور البيفيتير والرمان البيفيتير الجلد ضد ضغط الدم في الفتران. ويتم الرصد علي الانسجه من العضلات الشريانية والقلبية في الفتران مع الطنين ثم اجري الملاحظات باستخدام المجهر في التكبير ٤٠٠x لقياس ضغط الدم قبل اجراء الجراحة عن طريق قياس ضغط الدم باستخدام تيسيمتر كل أسبوع مره واحده لمدة ٢١ يوما. الحيوانية في محاولة وينقسم هذا البحث إلى ٤ العلاج ، اي السجائر التي لا يدخن ، البيكوفول ، البيكوفول النخيل والجلد الرمان البذور ودون البيفين. وأظهرت النتائج ان العلاج باستخدام بذور النخيل أو النباح البيكوفول البيفين الرمان يمكن ان يخفض ضغط الدم ويقلل من مستوي نخر الخلايا العضلية والعضلات القلبية ويمكن ان يقلل من مستوي أزاله الكبريت علي خلايا الشريان.

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Produksi rokok memberikan kontribusi yang besar dan sangat berpengaruh dalam sistem perekonomian dalam negeri. Sampai saat ini rokok tetap menjadi komoditi yang bernilai tinggi, penyumbang cukai terbesar dan merokok menjadi habitual penduduk dunia. Oleh sebab itu, stigma negatif rokok bagi kesehatan, perlu dilihat secara komprehensif dari segi ekonomi, politik, sosial-budaya, dan adat istiadat masyarakat (Gretha Z & Sutiman BS, 2011).

Rokok adalah hasil olahan tembakau dengan menggunakan bahan atau tanpa bahan tambahan (Bindar, 2000). Rokok yang dibakar akan menghasilkan asap rokok yang melalui penyaring atau filter. Selama ini kita beranggapan negatif mengenai rokok, terlebih lagi rokok tersebut merupakan salah satu sumber radikal bebas. Beberapa penelitian yang menyatakan bahwa asap rokok menyebabkan gangguan kesehatan baik secara fisiologis maupun genetik, ternyata pernyataan ini memiliki kelemahan. Pernyataan yang membuat beberapa hasil penelitian tentang asap rokok melemah diantaranya pertama, asap rokok mengandung komponen-komponen kimia yang membentuk partikular dari 1-10.000 nm (Lidia et al, 1997). Selain dari komponen-komponen tersebut masih ada komponen-komponen yang tidak berbahaya bagi kesehatan karena pada dasarnya senyawa dalam asap rokok adalah senyawa aromatis (Albert et al, 1996). Banyak pula penelitian dan informasi tentang bahaya asap rokok terhadap kesehatan. Asap rokok merupakan salah satu sumber radikal bebas yang menyebabkan penyakit *degeneratif*. Salah satu adalah

penyakit *degeneratif* pada jantung. Radikal bebas dalam jantung dapat mengakibatkan molekul besar lemak atau yang disebut juga dengan LDL (*Low Density Lipoprotein*) teroksidasi dan akan mengendap di pembuluh darah jantung, sehingga pembuluh darah menjadi sempit dan aliran darah terganggu yang dapat mengakibatkan atherosklerosis (Kumalaningsih, 2006). Kandungan nikotin pada rokok dapat menyebabkan kerja jantung semakin cepat dan menghambat fase istirahat jantung yang mana hal tersebut akan menyebabkan tekanan darah semakin tinggi dan menimbulkan hipertensi (Gondodiputro, 2007). Karbonmonoksida yang terdapat dalam asap rokok dapat menurunkan transfer oksigen ke jaringan yang membutuhkan (Plaa. GL, 2007). Di dapatkan 7 jenis radikal bebas pada asap rokok yang mampu dideteksi oleh ESR (*Electron Spin Resonance*) Leybold Heracus, yaitu Hidroperoksida, CuOx, CO<sub>2</sub><sup>-</sup>, C, peroxy, O<sub>2</sub><sup>-</sup>, CuGeO<sub>3</sub> (Yulia, 2013).

Rokok tidak selalu berstigma negatif, hasil penelitian Gretha dan Sutiman, 2011 tentang “*Divine Kretek*” menyimpulkan bahwa rokok yang berpotensi sebagai penyebab kanker juga mempunyai potensi sebagai obat setelah menggunakan filter khusus (filter dengan tambahan *scavanger*). Peran aktif *scavenger* pada *divine* kretek mentransformasi asap rokok yang mengandung materi berbahaya dan radikal bebas menjadi tidak berbahaya bagi kesehatan.

Antioksidan merupakan salah satu senyawa kimia yang mampu menetralkan radikal bebas. Secara kimiawi, antioksidan adalah senyawa pemberi elektron (*electron donors*), sedangkan secara biologis, pengertian antioksidan yaitu senyawa yang mampu meredam dampak negatif oksidan dalam tubuh atau yang dapat menangkalkan radikal bebas penyebab kerusakan sel dalam tubuh manusia.

Keseimbangan oksidan dan antioksidan sangat penting karena berkaitan dengan berfungsinya sistem imunitas tubuh. Kondisi seperti ini terutama untuk menjaga integritas dan berfungsinya membrane lipid, protein sel, dan asam nukleat, serta mengontrol transduksi signal dan ekspresi gen dalam sel imun. Defisiensi antioksidan yang berupa vitamin C, vitamin E, Se, Zn, dan glutathion dalam derajat ringan hingga berat sangat berpengaruh terhadap respon imun, karena itu, penambahan antioksidan dalam tubuh merupakan salah satu upaya untuk mengurangi kerusakan oksidatif/stress oksidatif pada tubuh kita. Mengonsumsi antioksidan dalam diet sehari-hari dapat memberi perlindungan terhadap stress oksidatif (Best, 2007).

Kita dapat memanfaatkan sayur-sayuran atau buah-buahan yang memiliki sumber antioksidan tersebut sebagai sebuah filter atau alat saring guna meminimalisir ataupun menangkal senyawa ataupun zat yang berbahaya bagi kesehatan.

Di dalam al-Qur'an pun juga dijelaskan mengenai manfaat dan keajaiban kandungan makanan yang tercantum pada Surat al-An'am ayat 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُنْتَسِبَةٍ إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ٩٩

*“Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman (Q.S al- An'am:99).*

Ayat di atas dapat diambil khasanah ilmu pengetahuannya yaitu, siapapun yang mau berpikir dan merenung mengenai makanan yang dimakannya, minimal makanan ketika sarapan yang dia lakukan, secara pasti dia akan memperoleh banyak hal darinya. Baik itu dari sisi rasa dan aroma roti, madu, keju, tomat, teh, sari buah, pentingnya makanan dan warna warninya merupakan nikmat (Harun Yahya, 2003).

Semua makanan ini mengandung berbagai macam protein, asam amino, karbohidrat, lemak, vitamin, mineral dan cairan yang dibutuhkan tubuh. Untuk menjalani hidup sehat, kita harus makan makanan secara teratur dan cukup, buah-buahan, sayuran, nasi dan roti memenuhi kebutuhan makanan seseorang dan juga memberikan banyak kenikmatan bagi manusia. Jadi, semua makanan dan minuman lezat tersebut mampu menyediakan berbagai macam manfaat bagi tubuh. Dan setiap makanan atau minuman itu merupakan ciptaan yang mengagumkan (Harun Yahya, 2003).

Kurma merupakan salah satu buah yang memiliki banyak khasiat bagi tubuh manusia. Kurma memiliki banyak kandungan senyawa yaitu diantaranya kalium dan asam salisilat yang berfungsi sebagai anti nyeri. Kandungan lainnya pada kurma yaitu karbohidrat, glukosa, fruktosa, sukrosa, magnesium, kalsium, fosfor, folat, protein, besi, dan beberapa vitamin A, tiamin (B1), riboflavin (B6), niasin dan vitamin E (Satuhu, 2010). Pada sebuah penelitian yang dilakukan oleh Bilqis Rizkiyah (2014) dengan menggunakan membran komposit biji kurma lebih mampu menyerap radikal bebas pada asap rokok dengan perbandingan komposisi serbuk biji kurma 0,7 gram dengan PEG 0,3 ml.

Delima (*Punica granatum linn*) merupakan salah satu sumber antioksidan dari tumbuh-tumbuhan dengan kandungan polifenol dan antosianin yang cukup tinggi. Pigmen *antosianin* bertanggung jawab untuk warna merah, ungu dan biru dari buah, sayuran dan bunga. *Antosianin* adalah salah satu senyawa atau kandungan pada delima yang mampu mencegah kerusakan akibat stress oksidatif sehingga mampu melindungi sel dari radikal bebas (Yanjun *et al*, 2009; cao *et al.*, 2011). Penelitian yang juga dilakukan oleh Setiawati (2014), dengan menggunakan biofilter yang berbahan membran komposit serbuk daun delima, biji delima dan kulit delima. Serbuk kulit delima mampu menyerap radikal bebas asap rokok kretek dengan perbandingan komposisi 0,9 gr dengan PEG 0,3 ml sebagai matriks. PEG sebagai matriks mempunyai nilai kerapatan yang lebih tinggi dari pada putih telur.

Mengingat penelitian terdahulu yang memanfaatkan biji kurma dan kulit delima sebagai bahan filter untuk menangkal radikal bebas pada paparan asap rokok, serta dapat mempengaruhi viskositas darah, maka kini kami akan mengembangkan penelitian tersebut mengenai manfaat biofilter dalam meminimalisir atau menangkal radikal bebas, guna untuk mengetahui pengaruh dan manfaatnya terhadap performa jantung. Adapun judul penelitiannya yaitu “Studi Tentang Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Berbahan Kurma (*Phoenix dactalifera*) Dan Biofilter Berbahan Kulit Delima (*Punica granatum linn*) Terhadap Histologi Jantung Mencit (*Mus musculus*)”.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan biji kurma dan biofilter berbahan kulit delima terhadap histologi sel-sel arteri jantung dan otot jantung pada mencit?
2. Bagaimana pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan biji kurma dan kulit delima terhadap tekanan darah pada jantung mencit?

## 1.3 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan biji kurma dan biofilter berbahan kulit delima terhadap histologi sel-sel arteri jantung dan otot jantung pada mencit.
2. Mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan biji kurma dan kulit delima terhadap tekanan darah pada jantung mencit.

## 1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis:  
Menambah khasanah keilmuan tentang manfaat biofilter berbahan biji kurma dan kulit delima dalam pencegahan penyakit jantung koroner yang disebabkan oleh rokok kretek.
2. Manfaat Praktis.  
Penggunaan biofilter dapat dijadikan untuk meningkatkan kualitas asap rokok dan pengaruhnya pada kesehatan manusia.

### 1.5 Batasan Masalah

1. Komposit biofilter terbuat dari biji kurma dan kulit delima sebagai filler dan PEG sebagai matrik.
2. Asap rokok berasal dari pembakaran rokok kretek tanpa variasi merek.
3. Hewan yang diuji adalah hewan jenis mamalia.
4. Nilai tekanan pada biofilter yang digunakan tidak diperhitungkan dalam kegiatan penelitian ini.



## **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

### **2.1 Rokok & Asap Rokok**

Rokok merupakan olahan tembakau yang dibungkus dengan bentuk silinder. Rokok dihasilkan dari jenis tanaman *Nicotiana tabacum*, *Nicotiana rustica*, dan tanaman sejenis lainnya dimana tanaman-tanaman tersebut mengandung nikotin dan tar dengan atau bahan tambahan (Sutiyoso, 2004).

Asap rokok merupakan kombinasi proses destilasi dan proses pirolisa. Proses destilasi merupakan reaksi pembakaran yang terjadi pada temperatur tinggi lebih dari 800 °C. Proses ini berlangsung pada ujung atau permukaan rokok yang berkontak dengan udara. Proses pirolisa merupakan reaksi pemecahan struktur kimia rokok menjadi kimia lainnya akibat pemanasan dan ketiadaan oksigen. Reaksi ini berlangsung pada suhu kurang dari 800 °C dan menghasilkan ribuan senyawa kimia yang beracun dan dapat berdifusi ke dalam darah (Norman, 1977).

Asap rokok dibentuk oleh asap utama (*Main Stream Smoke*) dan asap samping (*Side Stream 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 (Tandra, 2003). Kandungan bahan kimia pada asap rokok samping ternyata lebih tinggi dibanding asap rokok utama, antara lain karena tembakau terbakar pada temperatur rendah ketika rokok sedang tidak dihisap, pembakaran menjadi kurang lengkap sehingga mengeluarkan lebih banyak bahan kimia (Rahmatullah, 2007).

Tabel 2.1 Senyawa-senyawa yang terkandung dalam asap rokok (Purnamasari, 2006).

<b>I. FASE PARTIKEL</b>	
a. Tar	Karsinogen
b. Hidro karbonaromatic polinuklear	Karsinogen
c. Nikotin	Stimulator, depressorganglion, karsinogen
d. Fenol	Kokarsinogen dan iritan
e. Kresol	Kokarsinogen dan iritan
f. $\beta$ -Nitrosonomikotin	Karsinogen
g. N-Nitrosononikotin	Karsinogen
h. Benzo(a)piren	Karsinogen
i. Logam renik	Karsinogen
j. Indol	Akselerator Tumor
k. Karbazol	Akselerator Tumor
l. Katekol	Kokarsinogen
<b>II. FASE GAS</b>	
a. Karbonmonoksida	Pengurangan Transfer dan Pemakaian O <sub>2</sub>
b. Aasam Hidrosianat	Sitoksin dan Iritan
c. Asetaldehid	Sitoksin dan Iritan
d. Akrolein	Sitoksin dan Iritan
e. Amonia	Sitoksin dan Iritan
f. Formaldehid	Sitoksin dan Iritan
g. Oksida dari Nitrogen	Sitoksin dan Iritan
h. Nitrosamin	Sitoksin dan Iritan
i. Hidrozin	Karsinogen
j. Vinil Klorida	Karsinogen

## 2.2 Dampak Kandungan Asap Rokok Bagi Kesehatan

Asap rokok mengandung kurang lebih 4000 bahan kimia yang 200 diantaranya beracun dan 43 jenis lainnya dapat menyebabkan kanker bagi tubuh. Beberapa zat yang sangat berbahaya yaitu nikotin, tar dan karbonmonoksida (Gondodiputro, 2007):

### 1. Nikotin

Nikotin adalah zat atau bahan senyawa pirolidin yang terdapat dalam *Nicotiana tabacum*, *Nicotiana rustica* dan spesies lainnya atau sintesisnya yang bersifat

adiktif saraf sehingga dapat mengakibatkan meracuni saraf tubuh, meningkatkan tekanan darah, menimbulkan penyempitan pembuluh darah tepi, dan menyebabkan ketagihan dan ketergantungan pada pemakainya (PP RI No. 19 Tahun 2003). Nikotin yang terkandung dalam rokok adalah sebesar 0,5-3 nanogram dan semuanya diserap sehingga di dalam cairan darah ada sekitar 40-50 nanogram nikotin setiap 1 ml nya. Nikotin yang dikandung rokok melepaskan hormon yang mengaktifkan beberapa reseptor di otak. Nikotin di otak merangsang jalur *hypothalamic-pituitary*, dan sebagai hasilnya merangsang sistem endokrin tubuh. Penggunaan nikotin mengakibatkan konsentrasi yang meningkat dan ketahanan tubuh untuk tidak lelah lebih lama. Selain itu, nikotin memiliki efek adiktif dan psikoaktif. Pada paru-paru merokok dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran napas dan jaringan paru-paru. Pada saluran napas besar, sel mukosa membesar (hipertrofi) dan kelenjar mucus bertambah banyak (*hyperplasia*). Pada saluran napas kecil, terjadi radang ringan hingga penyempitan akibat bertambahnya sel dan penumpukan lendir. Pada jaringan paru-paru, terjadi peningkatan jumlah sel radang dan kerusakan alveoli. Akibat perubahan anatomi saluran napas, pada perokok akan timbul perubahan pada fungsi paru-paru dengan segala macam gejala klinisnya.

## 2. Tar

Tar adalah kumpulan dari beribu-ribu bahan kimia dalam komponen pada asap rokok, dan bersifat karsinogen. Kadar tar dalam tembakau antara 0,5-35 mg/batang. Pada saat rokok dihisap, tar masuk ke dalam rongga mulut sebagai

uap padat. Setelah dingin, akan menjadi padat dan membentuk endapan kental berwarna coklat tua atau hitam yang merupakan substansi hidrokarbon yang bersifat lengket dan menempel pada paru-paru sehingga dapat mengganggu saluran pernafasan dan endapan berwarna coklat pada permukaan gigi. Tar ini berguna untuk menyalakan tembakau sehingga dapat mengakibatkan penyumbatan pada saluran pernafasan.

### 3. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida adalah zat yang mengikat hemoglobin dalam darah, membuat darah tidak mampu untuk mengikat oksigen. Umur ini dihasilkan oleh pembakaran tidak sempurna dari unsur zat arang/karbon. Gas CO yang dihasilkan sebatang tembakau dapat mencapai 3-6%, dan gas ini dapat dihisap oleh siapa saja. Seseorang yang merokok hanya akan menghisap 1/3 bagian saja, yaitu arus tengah, sedangkan arus pinggir akan tetap berada di luar. Sesudah itu perokok tidak akan menelan semua asap tetapi ia menyemburkan lagi keluar. Gas CO mempunyai kemampuan mengikat hemoglobin yang terdapat pada sel darah merah, lebih kuat dibandingkan oksigen, sehingga setiap ada asap tembakau, disamping kadar oksigen udara yang sudah berkurang, ditambah lagi sel darah merah akan semakin kekurangan oksigen karena yang diangkut adalah CO dan bukan oksigen. Sel tubuh yang kekurangan oksigen akan melakukan spasme, yaitu menciutkan pembuluh darah.

### 2.3 Radikal Bebas

Radikal bebas adalah suatu atom, molekul ataupun senyawa yang mana elektronnya tidak berpasangan sehingga memiliki sifat yang reaktif dan tidak stabil

(Surai, 2003). Radikal bebas memerlukan elektron yang berasal dari senyawa lain yang ada di sekitarnya untuk menjadikan senyawa radikal tersebut dapat stabil dengan adanya perpindahan elektron dari molekul donor ke molekul radikal. Perpindahan elektron tersebut juga akan menyebabkan molekul donor menjadi radikal baru yang tidak stabil sehingga menimbulkan reaksi berantai (Simanjutak *et al.*, 2004). Oleh karena itu, apabila reaksi ini terjadi di dalam tubuh, maka akan menimbulkan berbagai kerusakan yang menjadi penyebab berbagai penyakit.

Senyawa radikal yang terdapat dalam tubuh (prooksidan) dapat berasal dari luar tubuh (eksogen) atau terbentuk di dalam tubuh (endogen) dari hasil metabolisme zat gizi secara normal (Muctadi, 2000). Secara eksogen, senyawa radikal antara lain berasal dari polutan, makanan atau minuman, radiasi, ozon dan pestisida (Supari, 1996). Sedangkan secara endogen, senyawa radikal dapat timbul melalui beberapa macam mekanisme seperti otooksidasi, aktivitas oksidasi dan sistem transpor elektron.

Menurut Madhavi *et al.*, (1996), radikal bebas dapat merusak membran sel terutama komponen penyusun membran berupa asam lemak tidak jenuh ganda, merusak bagian dalam pembuluh darah yang mempermudah pengendapan berbagai zat termasuk kolesterol sehingga menyebabkan *aterosklerosis*.

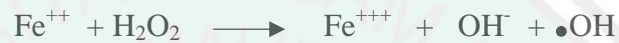
## 2.4 Jenis-jenis Radikal Bebas

### 1. Radikal Hidroksil ( $\text{OH}^\cdot$ )

Senyawa  $\text{H}_2\text{O}_2$  dapat berbahaya apabila bersama-sama ion superoksida karena dapat membentuk radikal hidroksil ( $\text{OH}^\cdot$ ) melalui reaksi haber-Weis berikut:



Reaksi Haber-Weiss memerlukan ion  $\text{Fe}^{+++}$  atau  $\text{Cu}^{++}$  dan terjadi melalui 2 tahap.



Dari berbagai bentuk senyawa oksigen reaktif tersebut, radikal hidroksil adalah senyawa yang paling reaktif dan berbahaya. Radikal hidroksil bukan merupakan produk primer proses biologis, melainkan berasal dari  $\text{H}_2\text{O}_2$  dan  $\text{O}_2$ .

## 2. Hidrogen Peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )

Hidrogen peroksida adalah salah satu senyawa oksigen reaktif yang berbentuk non radikal yang terbentuk apabila terjadi reaksi oksidasi yang dikatalis oleh oksidase, yang terjadi dalam retikulo endoplasmik (mikrosom) khususnya peroksisom. Hidrogen peroksida adalah senyawa oksigen yang sangat kuat dan dapat mengoksidasi bermacam-macam senyawa yang terdapat dalam sel seperti glutathion.



Selain bersifat sebagai oksidator hidrogen peroksida juga dapat membentuk radikal bebas apabila bereaksi dengan logam transisi seperti  $\text{Fe}^{++}$  dan  $\text{Cu}$  dalam reaksi Fenton.

Menurut Liochev dan Fridovich (1999) dalam Muchtadi, (2012), dismutase anion superoksida akan menghasilkan hidrogen peroksida, kemudian selanjutnya bisa direduksi menjadi air atau menjadi radikal hidroksil ( $\text{OH}^\bullet$ ). Radikal hidroksil ( $\text{OH}^\bullet$ ) adalah salah satu oksidan terkuat di alam.

### 3. Singlet Oksigen ( $^1\text{O}_2$ )

Singlet oksigen terbentuk melalui penyinaran sinar matahari (UV) dan radiasi ionisasi. Yang dimaksud dengan singlet oksigen adalah bentuk oksigen yang memiliki reaktivitas lebih tinggi jika dibandingkan dengan oksigen bentuk “ground state”. Oksigen di atmosfer merupakan sumber oksigen dalam reaksi oksidasi. Keadaan dasar oksigen di atmosfer berbentuk triplet ( $^3\text{O}_2$ ). Akan tetapi oksigen triplet bisa tereksitasi membentuk singlet oksigen ( $^1\text{O}_2$ ), dan dalam keadaan gas, singlet oksigen ini cukup stabil. Menurut Grossweiner (2000), singlet oksigen dalam keadaan gas mempunyai waktu hidup 45 menit. Singlet oksigen maupun triplet dapat menyebabkan reaksi oksidasi terhadap ikatan tak jenuh pada asam lemak. Singlet oksigen lebih reaktif dibandingkan oksigen triplet karena berada dalam keadaan tereksitasi. Singlet oksigen dapat mempercepat reaksi oksidasi dalam makanan walaupun pada suhu yang rendah (Min dan Boof, 2002; Herawati dan Syafsir Akhlus, 2006). Singlet oksigen dapat berbentuk oleh reaksi fitokimia terhadap oksigen triplet dengan adanya *fotosensitizer*. Di alam banyak terdapat senyawa yang berfungsi sebagai *fotosensitizer* seperti klorofil, porpirin, riboflavin, dan mioglobin yang dapat menyerap energi dari cahaya dan memindahkannya ke oksigen triplet untuk membentuk singlet oksigen (Liedias dan Hansberg, 2000; Herawati and Syafsir Akhlus, 2006).

Makanan merupakan sumber utama radikal bebas di dalam tubuh. Makanan olahan baik olahan rumah ataupun olahan pabrik berpotensi mengandung radikal bebas. Makanan yang mengandung lemak dan protein dapat rusak akibat proses pengolahan makanan diantaranya seperti membakar, memanggang, merebus tanpa ada kontrol suhu dan waktu dapat merusak. Makanan yang mengandung asam lemak tidak jenuh seperti asam *oleat*, *linoleat*, *linolenat* mudah teroksidasi menjadi hidroperoksida (Donnelly dan Robinson, 1990).

Radikal bebas akan menyerang biomakromolekul penting dalam tubuh seperti komponen penyusun sel, yaitu protein, asam nukleat, lipid dan polisakarida. Target utama radikal bebas adalah protein, asam lemak tak jenuh dan lipoprotein serta DNA termasuk polisakaridanya. Asam lemak tak jenuh merupakan senyawa yang paling rentan terhadap serangan radikal bebas. Radikal bebas akan merusak lemak tak jenuh ganda pada membran sel sehingga dinding sel menjadi rapuh, merusak pembuluh darah dan menimbulkan *aterosklerosis*. Radikal bebas ini juga dapat merusak basa DNA sehingga mengacaukan sistem informasi genetika dan membentuk sel kanker. Radikal bebas juga dapat merusak jaringan lipid sehingga akan terbentuk peroksida dan menimbulkan penyakit *degeneratif* (Winarsih, 2007).

## 2.5 Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa-senyawa yang bisa menghilangkan, membersihkan dan menahan pembentukan ataupun 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 *degeneratif* seperti penyakit jantung,

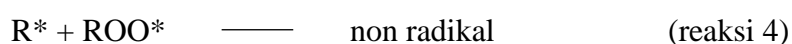
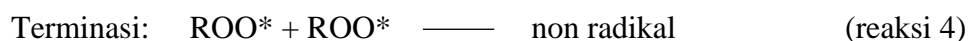
*atherosclerosis*, kanker dan ginjal penuaan. Masalah-masalah ini berkaitan dengan kemampuan antioksidan untuk bekerja sebagai inhibitor reaksi oksidasi oleh ROS yang menjadi salah satu penyebab penyakit-penyakit tersebut (Wardhana, 2007).

Mekanisme kerja antioksidan secara umum adalah memperlambat oksidasi lemak. Untuk mempermudah pemahaman tentang mekanisme kerja antioksidan perlu dijelaskan lebih dahulu mekanisme oksidasi lemak. Oksidasi lemak terdiri dari tiga tahap utama yaitu inisiasi, propogasi dan terminasi (Sjamsu, 2010).

Pada tahap inisiasi terjadi pembentukan radikal asam lemak, yaitu suatu senyawa turunan asam lemak yang bersifat tidak stabil dan sangat reaktif akibat dari hilangnya satu atom hidrogen (reaksi 1). Pada tahap selanjutnya, yaitu propagasi, radikal asam lemak akan bereaksi dengan oksigen membentuk radikal peroksi (reaksi 2). Radikal peroksi lebih lanjut akan menyerang asam lemak menghasilkan hidroperoksida dan radikal asam lemak baru (reaksi 3).



Hidroperoksida yang terbentuk bersifat tidak stabil dan akan terdegradasi lebih lanjut menghasilkan senyawa-senyawa karbonil rantai pendek seperti aldehida dan keton yang bertanggung jawab atas flavor makanan berlemak. Tanpa adanya antioksidan, reaksi oksidasi lemak akan mengalami terminasi melalui reaksi rantai antar radikal bebas membentuk kompleks bukan radikal (reaksi 4).





Antioksidan yang baik bereaksi dengan radikal asam lemak segera setelah senyawa tersebut terbentuk. Dari berbagai antioksidan yang ada, mekanisme kerja serta kemampuannya sebagai antioksidan sangat bervariasi. Seringkali, kombinasi beberapa jenis antioksidan memberikan perlindungan yang lebih baik (sinergisme) terhadap oksidasi dibanding dengan satu jenis antioksidan saja. Sebagai contoh asam askorbat seringkali dicampur dengan antioksidan yang merupakan senyawa fenolik untuk mencegah reaksi oksidasi lemak (Sjamsul, 2010). Antioksidan adalah senyawa yang dapat menunda atau menghambat oksidasi lemak atau molekul lainnya dengan menghambat inisiasi atau propagasi reaksi oksidasi (Javanmardi, Stushnoff, Locke & Vivanco, 2003).

Antioksidan menstabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas dan menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas yang dapat menimbulkan stress oksidatif (Sjamsul, 2010).

Antioksidan yang dikenal ada yang berupa enzim dan ada yang berupa mikronutrien. Enzim antioksidan dibentuk dalam tubuh, yaitu *superoksida dismutase* (SOD), *gluta tiomperoksida*, *katalase* dan *glutation reduktase*. Sedangkan antioksidan yang berupa mikronutrien dikenal tiga yang utama, yaitu: *b-karoten*, *vitamin C* dan *vitamin E*. *B-karoten* merupakan *scavenger* (pemulung) oksigen tunggal, *vitamin C* pemulung superoksida dan radikal bebas yang lain, sedangkan *vitamin E* merupakan pemutus rantai peroksida lemak pada membran dan *Low Density Lipoprotein*. *Vitamin E* yang larut dalam lemak merupakan

antioksidan yang melindungi *Poly Unsaturated Fatty Acids (PUFAs)* dan komponen sel serta membran sel dari oksidasi oleh radikal bebas (Percival, 2000).

Berdasarkan fungsinya, antioksidan dapat dibagi mejadi (Sjamsul, 2010):

- a. Tipe pemutus rantai reaksi pembentuk radikal bebas, dengan menyumbangkan atom H, misalnya vitamin E.
- b. Tipe peroduksi, dengan mentransfer atom H atau oksigen, atau bersifat pemulung, misalnya vitamin C.
- c. Tipe pengikat logam, mampu mengikat zat peroksidan, seperti  $Fe^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  misalnya *flavonoid*.
- d. Antioksidan sekunder, mampu mendekomposisi hidroperoksida menjadi bentuk stabil, pada manusia dikenal SOD, *katalase*, *glutation peroksida*.

## 2.6 Biofilter Pada Rokok

Filter pada rokok secara khusus didesain untuk menyerap asap dan akumulasi partikulat asap rokok. Filter juga mencegah masuknya tembakau ke dalam tubuh perokok dan melindungi bagian mulut yang terpapar tembakau dan asap selama merokok. Secara umum filter terdiri dari beberapa komponen, diantaranya adalah sumbat, dimana filter rokok mampu menyaring unsur logam yang terkandung dalam asap rokok dengan prosentase 0,7-54% sedangkan pada rokok kretek jumlah unsur logam yang terbawa oleh puntung 0,2-36% (Mulyaningsih. 2007).

Membran biofilter pada rokok berfungsi sebagai filter untuk menangkap radikal bebas pada asap rokok dimana keberadaan radikal bebas tersebut

merupakan pemicu 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 asetat* (CA), filter digunakan untuk menyingkirkan senyawa-senyawa dengan titik didih rendah. Aldehid yang memiliki berat molekul rendah (*formal dehid, acetaldehid, acrolein, dan aceton*) yang tidak terpengaruh oleh filter CA dapat dikurangi dengan menggunakan filter karbon. Tingkat aktivitas biologis dan juga komposisi kimia dari asap rokok merupakan faktor yang penting dalam karakteristik sifat filter (Tian, 2007).

Hasil Gretha dan Sutiman (2011), tentang *Divine Kretek* 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 asap rokok yang mengandung materi berbahaya dan radikal bebas menjadi tidak berbahaya bagi kesehatan.

## 2.7 Komposit Sebagai Jenis Bahan Biofilter

Bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis menjadi suatu bahan yang berguna

(Jones, 1975), karena bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro, maka bahan komposit dapat didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran/kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984). Bahan komposit secara umum terdiri dari penguat dan matrik. Penguat komposit pada umumnya mempunyai sifat kurang ulet tetapi lebih kaku serta lebih kuat.

Material komposit terdiri dari dua buah penyusun yaitu filler (bahan pengisi) dan matrik. Filler adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit sedangkan, matrik secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit

## **2.8 Kulit Buah Delima**

### **2.8.1 Klasifikasi (Materia Medika Indonesia, 1989)**

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Bangsa	: <i>Myrtales</i>
Suku	: <i>Punicaceae</i>
Marga	: <i>Punica</i>
Jenis	: <i>Punica granatum L.</i>



Gambar 2.1 Buah delima (Budka, 2008)

### 2.8.2 Kandungan Ekstrak Kulit Buah Delima

Kandungan kimia secara umum pada kulit delima mengandung senyawa *flavonoid*, *tannin*, *alkaloid*, *asam fenolat* yang terdiri dari *gallatonin*, *ellegatanin*, *punicalagin*, *punicalin*, *asam galat*, *asam ellagic*, *katekin*, *kuerketin*, *flavonol*, *flavon* dan *antocianidin* (Madrigal *et al*, 2009).

Pada kulit buah delima banyak mengandung senyawa *fenolik*, dimana juga mempunyai aktivitas antioksidan yang tinggi, oleh karena itu tidak salah kalau disebutkan delima kaya akan antioksidannya (Madrigal *et al*, 2009). Kulit buah delima juga dapat menghambat basil *thypoid* dan dapat mengendalikan penyebaran infeksi virus polio, virus herpes simpleks, diabetes dan virus HIV. Selain yang sudah disebutkan tadi, khasiat *tannin* yang terdapat pada kulit buah delima berkhasiat untuk peluruh cacing usus, menghambat pertumbuhan bakteri dan mengobati diare (Raquibul *et al*, 2009).

Allah SWT berfirman dalam Surah ar-Rahman ayat 68:

فِيهِمَا فُكَيْهَةٌ وَنَخْلٌ وَرُمَّانٌ ٦٨

“Di dalam keduanya (ada macam-macam) buah-buahan dan kurma serta delima”.

Dan delima juga dijelaskan manfaatnya dalam sebuah hadist yang artinya:

*“Makanlah buah delima dengan kulitnya karena sesungguhnya buah delima baik untuk penghadaman perut”*. (Hadist Riwayat Ahmad Baihaqi dan Ibnu Sunni).

### 2.8.3 Biofilter Delima

Delima juga mengandung senyawa-senyawa kimia yang memiliki manfaat bagi kesehatan tubuh. Satu yang menjadi keistimewaan senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam delima adalah karena sifat antioksidan karena senyawa-senyawa tersebut mampu menangkap radikal bebas, yaitu molekul-molekul yang dapat memicu terjadinya kanker dan juga penyakit lainnya karena sangat menguntungkan bagi jantung, tulang, pikiran dan kesehatan organ lainnya secara keseluruhan. Fungsi antioksidan tersebut dijalankan oleh senyawa *polyphenols* dan *flavonoids*, yang kandungannya melebihi teh hijau atau jus jeruk yang biasa dikenal kaya akan kandungan antioksidan (Oci, 2014).

Penelitian Setiawati (2014), dengan menggunakan biofilter yang berbahan membran komposit serbuk daun delima dan kulit buah delima yang mampu menyerap radikal bebas. Serbuk delima mampu menyerap radikal bebas asap rokok kretek dengan perbandingan komposisi 0,9 gram dengan PEG 0,3 ml sebagai matriks. PEG sebagai matriks mempunyai nilai kerapatan yang lebih tinggi daripada putih telur.

## 2.9 Kurma

### 2.9.1 Taksonomi Kurma

Kurma (*Phoenix dactylifera*) adalah sejenis tumbuhan pale yang buahnya dapat dimakan karena rasanya manis. Pohon kurma memiliki tinggi sekitar 15-25 meter dan daun yang menyirip dengan panjang 3-5 meter (Satuhu, 2010).

Klasifikasi tanaman kurma sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Superdivisi	: <i>Spermatophyta</i>
Subkelas	: <i>Arecidae</i>
Ordo	: <i>Arecales</i>
Family	: <i>Arecaceae</i>
Genus	: <i>Phoenix</i>
Spesies	: <i>Phoenix dactylifera L.</i>

Buah kurma memiliki karakteristik bervariasi, antara lain memiliki berat 2 hingga 60 gram, panjang 3-7 cm, konsistensi lunak sampai kering, berbiji dan berwarna kuning kecoklatan, coklat gelap dan kuning kemerahan (Sucipto, 2010).



Gambar 2.2 Kurma (Sumber: Saady Arabia dates faktor)

### 2.9.2 Kandungan dan Manfaat Buah Kurma

Pilihan kurma sebagai makan sehat di bulan puasa ternyata dapat dibuktikan secara ilmiah. Kalori tinggi dan kandungan gulanya yang mudah dicerna membuat kurma dapat mengatasi kekurangan kalori akibat penggunaan energi saat beraktivitas di bulan puasa. Namun, kurma masih memiliki banyak khasiat lain yang baik untuk kesehatan diantaranya (Satuhu, 2010):

1. Kurma mengandung asam salisilat yang bersifat mencegah pembekuan darah, antiinflamasi, dan menghilangkan rasa ngilu ataupun rasa nyeri.
2. Kandungan kalium sangat bermanfaat bagi kesehatan jantung dan pembuluh darah karena berfungsi untuk menstabilkan denyut jantung, mengaktifkan kontraksi otot jantung, sekaligus mengatur tekanan darah. Oleh karena itu, kalium bermanfaat dalam mencegah penyakit stroke.
3. Kurma mengandung banyak serat yang baik bagi usus, sehingga mencegah sembelit dan melancarkan buang air besar.
4. Serat juga dapat menurunkan kolesterol dalam darah.

5. Kurma dapat membantu pertumbuhan tulang karena mengandung kalsium, fosfor dan magnesium yang sangat diperlukan untuk memelihara kesehatan tulang dan gigi.
6. Kurma juga mengandung vitamin yang dapat membantu menguatkan saraf, melancarkan peredaran darah, membersihkan usus, serta memelihara radang dan infeksi.

Di dalam al- Qur'an Surat ar-Ra'd: 4, Allah SWT berfirman:

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَوِّرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرَّعٌ وَنَخِيلٌ صِنْوَانٌ وَغَيْرُ صِنْوَانٍ يُسْقَىٰ  
بِمَاءٍ وَجِدٍ وَنُفُضٍ بَعْضُهَا عَلَىٰ بَعْضٍ فِي الْأَكْلِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ۚ

*“Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebahagian tanaman-tanaman itu atas sebahagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir (Ar-Ra'd:4).*

Dalam sebuah hadist juga dijelaskan manfaat kurma yang artinya:

*“Nabi Muhammad Saw bersabda: Rumah yang tidak ada kurma didalamnya, akan menyebabkan penghuniya kurang sehat” (HR. Muslim no.2046).*

### 2.9.3 Biofilter Kurma

Biji kurma mengandung senyawa *fenolik* yang dapat menangkap radikal bebas. *Fenolik* dalam biji kurma menangkap peroksi (ROO-) pada asap rokok. Oksida hidrogen *fenol* ditarik oleh radikal bebas, radikal *fenoksi* yang dihasilkan dimantapkan oleh resonansi dan bereaksi dengan radikal peroksi, akibatnya radikal peroksi rusak dan tidak mampu mengoksidasi (Hart, 2004).

Penelitian yang dilakukan oleh Rizkiyah (2014), dengan menggunakan membran komposit biji kurma lebih mampu menyerap radikal bebas pada asap

rokok dengan perbandingan komposisi serbuk biji kurma 0,7 gram dengan PEG 0,3 ml. Penelitian ini juga menyatakan komposisi massa biji kurma berpengaruh terhadap kerapatan biofilter yang juga berpengaruh terhadap efektivitas penyerapan radikal bebas.

## 2.10 Beberapa Jenis Antioksidan Dalam Kurma Dan Kulit Delima Beserta Manfaatnya

### 1. *Fenol*

Zat yang peka akan oksidasi udara, seperti makanan dan minyak lumas, dapat dilindungi oleh aditif *fenolik*. *Fenol* merupakan antioksidan yang dapat berfungsi untuk menghancurkan atau menangkal radikal bebas peroksi (ROO.) dan radikal hidroksi (HO.), karena apabila radikal tersebut tidak dihancurkan maka akan bereaksi dengan alkena yang ada dalam makanan mengakibatkan berkurangnya mutu. Radikal *fenoksi* yang lebih stabil yang kurang membahayakan bagi alkena (Hart, 2003). Dua antioksidan fenolik komersial adalah BHA (*butylated hydroxyanisole*) BHT (*butylated hydroxytoluence*). BHA digunakan sebagai antioksidan dalam makanan, terutama pada produk daging. BHT tidak saja digunakan dalam makanan, pakan dan minyak nabati, melainkan juga dalam minyak lumas, karet sintetik, dan plastik (Hart, 2003). Manusia dan hewan lain juga menggunakan antioksidan untuk perlindungan terhadap sumber biologis radikal peroksi dan hidroksi. Vitamin E adalah antioksidan *fenolik* alami yang melindungi tubuh terhadap radikal bebas. Vitamin ini terutama diperoleh dari sumber makanan seperti sayuran berdaun, kuning telur, kecambah, gandum, minyak nabati, dan legum. *Resveratrol* ialah

bahan alami *fenolik* lain yang sering dijumpai dalam makanan. Zat ini dijumpai dalam berbagai makanan seperti kacang tanah dan buah anggur. *Resveratrol* ialah antioksidan juga dan telah dikaji sebagai kemungkinan zat *kompreventiv* kanker (Hart, 2003).

## 2. Vitamin C

Vitamin C merupakan salah satu antioksidan sekunder dan memiliki cara kerja yang sama dengan vitamin E yaitu menangkap radikal bebas dan mencegah terjadinya reaksi berantai. Dalam beberapa penelitian vitamin C digunakan sebagai kontrol positif dalam menentukan aktivitas antioksidan (Dalimartha dan Soediby, 1998 dalam praptiwi *et al.* 2006). Vitamin C membantu mempertahankan kondisi tubuh terhadap flu dan flue (meningkatkan sistem kekebalan tubuh), mengurangi tingkat stress dan membantu proses penyembuhan. Kekurangan vitamin C menyebabkan defisiensi vitamin C. Dalam keadaan tertentu, keadaan tersebut menimbulkan masalah kesehatan seperti tingginya kolesterol, sakit jantung, arthritis (radang sendi) dan pilek. Dengan demikian asupan vitamin C yang cukup dapat menyeimbangkan kolesterol dan trigliserida (Winarti, 2010).

## 3. Karotenoid

Karotenoid dapat meredam radikal bebas, karena karotenoid merupakan kelompok pigmen dan antioksidan alam yang menyebabkan warna kuning, orange, dan merah pada tanaman (Gross, 1991; Roddrigues-Amaya, 2003; stahl dan Sies, 2003). Pigmen ini ditemukan pada tumbuhan tingkat tinggi seperti pada alga, jamur, dan bakteri, pada jaringan non fotosintesis dan

fotosintesis bersama dengan klorofil. Selain itu karotenoid juga ditemukan pada hewan seperti ikan, burung, dan serangga (Gross,1991; Stahl dan Sies, 2003). Karotenoid merupakan karotenoid hidrokarbon contohnya  $\beta$ -karoten dan likopen, sedangkan xantofil merupakan turunan teroksidasinya, yang umumnya berupa *hidroksi*, *epoksi*, *metoksi*, *aldehid*, dan *ester*. Contoh *xantofil* ini adalah *lutein*, dan *zeaxantin* (Gross, 1991; Arab *et al.*, 2001). Karotenoid tersusun atas *likopen*,  *$\beta$ -karoten*, *lutein*, *zeaxanthin*, dan *crptoxanthin* (Winarsih, 2007). Beberapa manfaat dari senyawa karotenoid adalah sebagai perkusor vitamin A, antioksidan, peningkatan daya tahan tubuh, dan perubahan metabolisme kanker (Arab *et al.*, 2001; Gross, 1991; Zeb dan Mehmod, 2004; Yan, 1998). Selain itu beberapa golongan karotenoid juga dimanfaatkan sebagai pewarna makanan (Mac-Doudgall, 2002). Karotenoid berfungsi sebagai peredam singlet oksigen dan deaktifator radikal bebas (Polozza dan krinsky, 1992).  *$\beta$ -karoten* digunakan sebagai suplemen nutrisi ataupun sebagai perkusor vitamin A. Adapun peran  *$\beta$ -karoten* adalah dapat meningkatkan efikasi terapi kemoterapi dan radiasi pada kultur sel kanker pada manusia ataupun pada hewan percobaan. Berdasarkan hasil penelitian, konsumsi buah-buahan dan sayur-sayuran yang mengandung  *$\beta$ -karoten* tinggi, memiliki resiko rendah terserang penyakit kanker dan penyakit kardiovaskular (Buring dan Hennekens, 1993).

#### 4. Antosianin

Antosianin merupakan glikosida antosianidin, yaitu merupakan garam *polihidroksiflavillum* (2 – arilbenzopirilium). Sebagian besar antosianin alamiah adalah glikosida (pada kedudukan 3 atau 3,5) dari sejumlah terbatas antosianidin (Sastrohamidjojo, 1996). Menurut Jackman dan Smith (1996), terdapat delapan jenis antosianidin, tetapi hanya enam yang memegang peranan penting dalam bahan pangan yaitu *pelargonidin*, *sianidin*, *delfinidin*, *peonidin*, *petunidin*, dan *malvidin*. *Sianidin* yang terdapat pada buah-buahan yang kaya antosianin juga berfungsi sebagai antioksidan yang melindungi membran sel lemak dari oksidasi. Antosianidin merupakan inti *aglikon* antosianin yang menyebabkan terbentuknya warna pada sayuran, buah-buahan yaitu warna merah, biru dan kuning (Jackman dan Smith, 1996). Antosianin memiliki fungsi fisiologis yaitu sebagai antioksidan, perlindungan terhadap sel-sel hati. Antosianin bermanfaat bagi kesehatan tubuh karena dapat berfungsi sebagai antioksidan, anti hipertensi, dan pencegah gangguan fungsi hati, jantung koroner, kanker dan penyakit-penyakit *degeneratif*, seperti *arterosklerosis*. Antosianin juga mampu menghalangi laju perusakan sel radikal bebas akibat nikotin, polusi udara, dan bahan kimia lainnya. Antosianin berperan dalam mencegah terjadinya penuaan, kemerosotan daya ingat dan kepikunan, polyp, asam urat, penderita sakit maag (asam lambung). Selain itu, antosianin juga memiliki kemampuan menurunkan kadar gula darah (anti hiperglisemik). Total kandungan antosianin bervariasi pada setiap tanaman dan

berkisar antara 20 mg/100g sampai 600 mg/100g berat basah (Kumalaningsih dan Suprayogi, 2006).

#### 5. *Isoflavon*

Isoflavon merupakan salah satu golongan flavonoid yang dapat membantu mengurangi resiko penyakit jantung koroner, *prostet* dan kanker. *Isoflavon* bersifat sebagai fitoestrogen karena kemampuan *isoflavon* yang dapat berinteraksi dengan reseptor estrogen dalam sel (Winarti, 2010). *Isoflavon* juga berfungsi sebagai pelindung dan pencegah penyakit-penyakit kardiovaskular, kanker dan osteoporosis), sehingga *isoflavon* dapat dimanfaatkan sebagai komponen pangan agar menjadi pangan fungsional (Schimildi dan Labuza, 2000).

#### 6. *Selenium*

*Selenium* adalah mineral yang penting untuk sintesis protein dan aktivitas enzim glutathion peroksidase. Defisiensi Se pada manusia menyebabkan nekrosis hati dan penyakit degeneratif. Manusia yang kekurangan *selenium* akan lebih berisiko menderita kanker dibandingkan mereka yang berkecukupan *selenium* (Winarti, 2007). Suplementasi *selenium* memiliki pengaruh positif terhadap sistem kardiovaskular, sistem kekebalan tubuh dan pada kesehatan tubuh pada umumnya, tidak semua memberikan peranan sebagai antioksidan. *Selenium* dalam jumlah cukup diperlukan untuk meminimalkan resiko kanker karena selenium dapat berfungsi untuk pencegahan terbentuknya radikal bebas (Pokorny, *et al.*, 2001).

## 2.11 Anatomi Jantung dan Pembuluh Darah (Arteri) Jantung

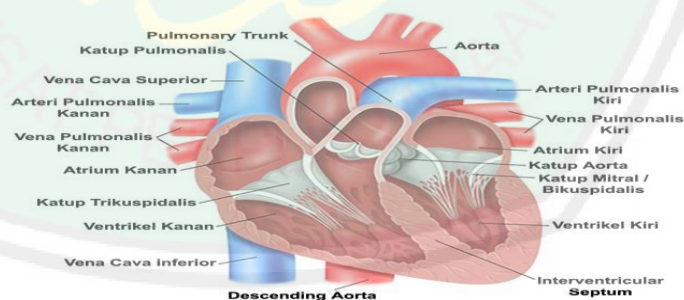
Sistem kardiovaskuler merupakan sistem sirkulasi untuk pertukaran zat dalam tubuh manusia yang terdiri dari jantung sebagai pompa dan pembuluh darah sebagai pipa yang mengedarkan darah pada seluruh tubuh (Saladin, 2007).

Jantung dan pembuluh darah besar dari atau ke jantung dilapisi oleh suatu jaringan yang dikenal dengan *perikardium*. *Perikardium* terdiri dari 2 komponen penting, yaitu *perikardium fibrosa* yang kuat serta padat dan *perikardium serosa* yang tipis dan lembut. *Perikardium serosa* terdiri dari 2 lapis membran, yaitu bagian dalam (*viseral*) yang melekat pada *perikardium fibrosa* (*parietal*). Di antara lapisan viseral dan parietal terdapat cairan untuk membantu pergerakan jantung tanpa gesekan antara kedua lapisan *viseral* dan *parietal* ketika jantung berdenyut (Standing, 2008).

Pembuluh darah jantung terdiri dari arteri koroner dan vena kardial, dimana menyuplai sebagian besar darah ke dan dari miokardium. Endokardium dan jaringan subendokardial mendapat oksigen dan nutrisi dengan cara difusi atau mikrovaskuler dari ruang di jantung. Pembuluh darah jantung normalnya tertanam dalam jaringan lemak dan melalui permukaan jantung di dalam epikardium. Adakalanya, bagian dari pembuluh darah ini menjadi tertanam dalam miokardium. Pembuluh darah di jantung mendapat pengaruh inervasi dari sistem saraf simpatis dan parasimpatis (Moore, *et al.*, 2010).

Suplai darah jantung berasal dari arteri koroner yang merupakan cabang pertama aorta yang menyuplai darah ke miokardium dan epikardium baik atrium maupun ventrikel, yang memiliki 2 cabang, yaitu arteri koroner kanan dan kiri yang

cabang utamanya terletak di sulkus *interventrikuler* dan *atrioventrikuler*. Arteri koroner kanan muncul dari sinus aorta anterior dan berjalan ke depan melalui trunkus pulmonaris dan atrium kanan, serta menyelusuri sulkus *atrioventrikuler* bagian kanan (Ellis, 2006). Dekat dengan asalnya, arteri koroner kanan selalu memberikan percabangan ke nodus sinoatrial (*SA node*) yang memberikan percabangan ke nodus tersebut. Arteri koroner kanan kemudian berjalan turun melalui sulkus koroner dan bercabang menjadi arteri marginalis kanan, yang menyuplai darah ke bagian pinggir kanan jantung, dan berjalan ke apeks jantung, tetapi tidak mencapainya. Setelah memberikan percabangan ini arteri koroner kanan berbelok ke kiri terus menyelusuri sulkus koroner ke arah posterior jantung. Pada bagian posterior, dimana pertemuan antara 4 ruang jantung, arteri koroner kanan memberikan percabangan ke nodus *atrioventrikuler* (*AV node*) untuk menyuplai darah ke sana. Nodus sinoatrial dan *atrioventrikuler* merupakan bagian dari sistem konduksi listrik di jantung.



Gambar 2.3 Anatomi Jantung Manusia (Sherwood, 2001)

## 2.12 Mekanisme Kerja Jantung

Jantung memiliki 3 periode dalam melakukan kerja jantung, yaitu:

- a. Periode Kontraksi (periode sistole)

Periode kontraksi merupakan sesuatu keadaan dimana jantung bagian ventrikel dalam keadaan menguncup. Katup bikus dan trikuspidalis dalam keadaan tertutup *valvula semilinaris* aorta dan *valvula semilunaris* arteri *pulmonalis* terbuka, sehingga darah dari ventrikel dekstra mengalir ke arteri *pulmonalis* masuk ke paru-paru kiri dan kanan, sedangkan darah dari ventrikel sinistra mengalir ke aorta kemudian dialirkan ke seluruh tubuh (Lawson, 2007).

b. Periode dilatasi (periode *diastole*)

Periode *diastole* merupakan suatu keadaan dimana jantung mengembang. Katup *bikuspidalis* dan *trikuspidalis* terbuka sehingga darah dari atrium sinistra dan darah dari atrium dekstra masuk ke ventrikel dekstra. Selanjutnya darah yang ada di paru-paru kiri dan kanan melalui vena *pulmonalis* masuk ke atrium sinistra dan darah dari seluruh tubuh melalui vena cava masuk ke atrium dekstra (Lawson, 2007).

c. Periode istirahat

Periode istirahat yaitu waktu antara periode kontraksi (*systole*) dan dilatasi (*diastole*) dimana jantung berhenti kira-kira 1/10 detik (Lawson, 2007).

### 2.13 Tekanan Darah

Tekanan darah adalah gaya yang ditimbulkan oleh darah terhadap dinding pembuluh darah, bergantung pada volume darah yang terkandung di dalam pembuluh dan *compliance*, atau daya renggang (*distensibility*) pembuluh yang bersangkutan. Apabila volume darah yang masuk arteri sama dengan volume darah yang meninggalkan arteri selama periode yang sama, tekanan darah arteri akan konstan. Hal ini sesuai dengan prinsip Archimedes: “ Gaya Buoyant dari benda

dalam fluida adalah yang sama dengan berat dari fluida yang dipindahkan oleh benda tersebut “. Dan secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$F_A = F_B \quad (2.1)$$

$$\rho \cdot v \cdot g = \rho \cdot v \cdot g \quad (2.2)$$

Namun yang terjadi, selama sistol ventrikel, volume sekuncup darah masuk arteri-arteri dari ventrikel, sementara hanya sekitar sepertiga darah dari jumlah tersebut yang meninggalkan arteri untuk masuk ke arteriol-arteriol. Selama distol, tidak ada darah yang masuk ke dalam arteri, sementara darah terus meninggalkan mereka, terdorong oleh *recoil* elastik. Tekanan maksimum yang ditimbulkan arteri sewaktu darah disemprotkan masuk ke dalam arteri selama sistol, atau tekanan sistolik, rata-rata adalah 120 mm Hg. Tekanan minimum di dalam arteri sewaktu darah mengalir keluar selama diastol, yakni tekanan diastolik, rata-rata 80 mm Hg. Tekanan arteri tidak turun menjadi 0 mmHg karena timbul kontraksi jantung berikutnya dan mengisi kembali arteri sebelum semua darah keluar (Sherwood, 2001). Pada mekanisme tekanan darah yang terjadi pada jantung, ini juga menggunakan prinsip tekanan pada fluida dimana secara matematis tekanan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Pressure} = P \frac{F}{A} \quad (2.3)$$

Dimana :

P = Tekanan

F = Gaya

A = Luas penampang

Tekanan darah merupakan kekuatan lateral pada dinding arteri oleh darah yang didorong dengan tekanan dari jantung. Tekanan sistemik (arteri darah), merupakan tekanan darah dalam sistem arteri tubuh, adalah indikator yang baik

tentang kesehatan kardiovaskuler. Aliran darah mengalir pada sistem sirkulasi karena perubahan tekanan. Darah mengalir dari daerah yang tekanannya tinggi ke daerah yang tekanannya rendah. Kontraksi jantung mendorong darah dengan tekanan tinggi aorta. Puncak dari tekanan maksimum saat ejeksi terjadi adalah tekanan sistolik. Pada saat ventrikel rileks, darah yang tetap dalam arteri menimbulkan tekanan diastolik atau minimum. Tekanan diastolik adalah tekanan minimal yang mendesak dinding arteri setiap waktu (Poter & Perry, 2005).

Aliran zat cair melalui pembuluh darah menggunakan hukum Poiseuille: “ Cairan yang mengalir melalui pipa kecepatannya berbanding lurus dengan penurunan tekanan dan pangkat empat jari-jari.

$$V = \frac{\pi r^4 (P_1 - P_2)}{8 \eta L} \quad (2.4)$$

Tekanan darah hampir selalu dinyatakan dengan millimeter air raksa (mm Hg) karena manometer air raksa telah dipakai sebagai rujukan baku untuk pengukuran tekanan darah dalam sejarah fisiologi. Kadang-kadang tekanan juga dinyatakan dalam sentimeter air (Guyton, 1997). Tetapi unit standar untuk pengukuran tekanan darah adalah milimeter air raksa (mmHg). Pengukuran menandakan sampai setinggi mana tekanan darah dapat mencapai kolom air raksa. Tekanan darah dicatat dengan pembacaan sistolik sebelum diastolik (misal: 120/80 mmHg). Bila seseorang mengatakan bahwa tekanan dalam sesuatu pembuluh darah adalah 50 mmHg, maka kolom air raksa akan didorong setinggi 100 mm (Guyton, 1997). Perbedaan antara sistolik dengan diastolik adalah tekanan nadi. Untuk tekanan darah 120/80 mmHg, tekanan nadi adalah 40 (Poter & Perry, 2005).

Tabel 2.2 Klasifikasi Tekanan Darah Menurut JNC VII

Klasifikasi Tekanan Darah	Tekanan Darah Sistolik (mm Hg)	Tekanan Darah Diastolik (mm Hg)
Normal	<120	<80
Prehipertensi	120-139	80-90
Hipertensi Derajat 1	140-159	90-99
Hipertensi Derajat 2	>160	>100

Sumber: The Seventh Report of The Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JNC 7), 2003.

Suatu tekanan darah dipengaruhi oleh *Cardiac Output* (C.O) dan resistensi perifer (TPR). Bila salah satu faktor yang mempengaruhi tekanan darah mengalami kenaikan, maka tekanan darah akan mengalami peningkatan. Bisa disebabkan oleh C.O yang meningkat atau TPR yang meningkat. Adapun yang mempengaruhi tekanan darah:

a. *Cardiac Output*

Merupakan volume darah yang dipompakan oleh ventrikel dalam unit waktu. C.O dapat dihitung melalui denyut jantung (Heart Rate) yang dikalikan dengan *stroke volume* (SV). *Stroke volume* merupakan jumlah darah yang dipompakan dalam sekali denyut jantung, yaitu sekitar 70 ml (Majid, 2005).

b. Resistensi perifer total

Dipengaruhi oleh 3 faktor utama yaitu, viskositas (kekentalan) darah, panjang pembuluh, dan jari-jari pembuluh. Viskositas mengarah pada pergeseran antara molekul suatu cairan yang timbul ketika molekul tersebut bergesekan satu sama lain selama cairan mengalir. Semakin besar viskositas maka semakin besar resistansi terhadap aliran. Jadi, semakin kental suatu cairan maka semakin tinggi pula tingkat viskositasnya. Pergesekan darah yang terjadi pada lapisan pembuluh

darah sewaktu mengalir, menyebabkan semakin besar luas permukaan yang berkontak dengan darah, sehingga resistansi terhadap aliran pun meningkat. Luas permukaan dipengaruhi oleh panjang (L) dan jari-jari (r) pembuluh. Pada kenyataannya, jari-jari arteriol adalah pembuluh resistensi utama pada pohon vaskuler. Berbeda dengan resistensi arteri yang rendah, resistensi arteriol yang tinggi menyebabkan penurunan yang bermakna terhadap tekanan rata-rata ketika darah mengalir melalui pembuluh-pembuluh ini (Sherwood, 2001).

c. Curah Jantung

Curah jantung seseorang adalah volume darah yang dipompa jantung (volume sekuncup) selama 1 menit (frekuensi jantung).

$$\text{Curah jantung} = \text{Frekuensi jantung} \times \text{Volume sekuncup}$$

d. Viskositas darah & Tahanan

Kekentalan atau viskositas darah mempengaruhi kemudahan aliran darah melewati pembuluh yang kecil, dan viskositas ditentukan oleh hematocrit, apabila hematocrit meningkat, maka tekanan darah akan lambat dan tekanan darah arteri naik (Potter & Perry, 2005). Adapun viskositas darah secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{V}{t} = \frac{\pi r^4 (P_1 - P_2)}{8 \eta L} \quad (2.5)$$

Tahanan terhadap aliran darah ditentukan tidak hanya oleh radius pembuluh darah (halangan vascular) tetapi juga viskositas darah (Ganong, 2008). Semakin kecil lumen pembuluh, semakin besar tahanan vaskuler terhadap aliran darah, dengan naiknya tahanan tekanan darah arteri juga naik. Tekanan darah juga turun pada saat dilatasi pembuluh darah dan tahanan turun (Potter & Perry, 2005).

e. Elastisitas dan Volume Darah

Normalnya dinding darah arteri elastis dan mudah berdistensi, kemampuan distensi mencegah pelebaran fluktuasi tekanan darah dan pada penyakit tertentu seperti aterosklerosis, dinding pembuluh darah kehilangan elastisitasnya. Volume sirkulasi darah pada orang dewasa 5000 ml, normalnya volume darah tetap konstan, volume sirkulasi darah dalam sistem vaskuler mempengaruhi tekanan darah. Tekanan terhadap dinding arteri menjadi lebih besar jika volume meningkat (Potter & Perry, 2005).

#### 2.14 Arteri dan Aterosklerosis

Arteri (pembuluh nadi) adalah pembuluh darah berotot yang membawa darah dari jantung. Fungsi ini sangat bertolak belakang dengan fungsi pembuluh balik yang membawa darah menuju jantung. Berdasarkan ukurannya, arteri dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Thorn, 1980):

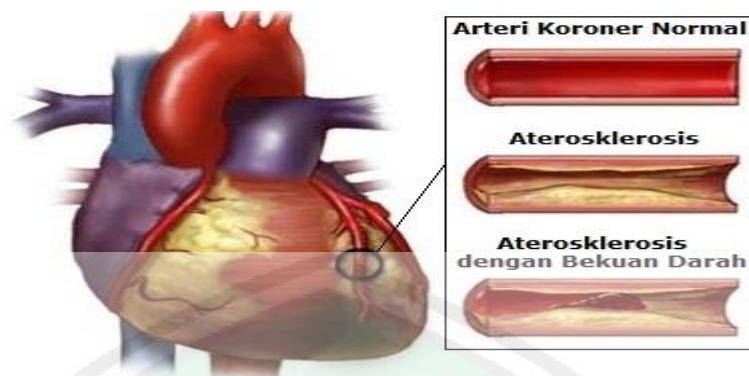
1. Arteri besar termasuk aorta dan cabang-cabang besarnya. Arteri besar juga dinamakan pengangkut karena fungsi utamanya adalah mengangkut darah. Arteri jenis ini mempunyai sifat-sifat sebagai berikut: a) Intima, dibatasi oleh sel-sel endotel. Pada arteri besar membran basalis subendotel kadang-kadang tidak terlihat dan membran elastika tidak selalu terlihat, b) Lapisan media terdiri atas serangkaian membran elastin yang tersusun konsentris, c) Tunika adventitia tidak menunjukkan membran *externa*, relatif tidak berkembang dan mengandung serabut-serabut elastin dan kolagen.
2. Arteri ukuran sedang dan kecil memiliki lapisan maskuler yang tebal, sel-sel ini bercampur dengan sejumlah serabut elastin serta kolagen dan proteoglikan.

Arteri ukuran sedang berfungsi sebagai penyalur yaitu untuk menyediakan darah pada berbagai organ.

3. Arteriola merupakan pembuluh arteri yang paling kecil (halus), bergaris tengah kurang dari 0,5 mm dan relatif mempunyai lumen yang sempit. Memiliki tunika intima dengan tanpa lapisan subendotel dan umumnya tidak mempunyai membran elastik interna. Lapisan media adalah lapisan sel-sel otot polos tersusun melingkar. Lapisan adventitia tipis, tidak berkembang dengan baik dan tidak menunjukkan adanya membran *elastic* externa.

Ateriosklerosis merupakan suatu bentuk penebalan dan pengeseran dinding arterial, yang dapat menyebabkan kematian. Salah satu bentuk ateriosklerosis adalah *atherosclerosis*. Penyakit arteri-arteri besar dapat menjadi dasar timbulnya penyakit arteri koroner, *anurisma aortic* dan penyakit arterial ekstremitas-ekstremitas bawah serta juga berperan dalam penyakit *serebrovaskular* (Thorn, 1980).

*Atherosclerosis* dapat dihubungkan dengan gangguan relaksasi endothelium yang sangat dipengaruhi oleh lipoprotein densitas rendah dan memungkinkan menjadi determinan utama kejadian ini. Pada arteri koronaria yang diisolasi oleh lipoprotein densitas rendah dan teroksidasi, secara selektif dapat menghambat relaksasi endothelium dependent terhadap serotin (Sargowo, 2003).



Gambar 2.4 Aterosklerosis Pada Jantung  
(Sumber gambar: obat penyakit ginjal.net).

Proses aterosklerosis biasanya terjadi terutama pada arteri-arteri berukuran sedang, yaitu arteri koronaria, basilar, karotis, vertebral, iliaka, femoralis dan sebagainya. Arteri-arteri besar, seperti aorta biasanya dapat mengalami aneurisma sebagai penyulit. Biasanya arteri yang biasa terkena adalah arteri koronaria (Pratanu, 1995):

1. Bentuk lesi pada aterosklerosis

a) *Fatty steak*

Lesi ini memiliki bentuk bercak dan memiliki warna kekuningan serta berukuran makro. Lesi ini dapat tumbuh pada usia anak-anak. Lesi pada fatty steak ini terdiri dari sel-sel yang disebut dengan foam cell. Sel-sel merupakan sel otot polos dan makrofag yang mengandung lipid dalam bentuk ester *cholesterol*.

b) *Fibrous plaque*

Lesi ini berwarna keputihan dan sudah menonjol ke dalam lumen arteri. *Fibrous plaque* berisi sejumlah besar sel-sel otot polos dan makrofag yang berisi *cholesterol* dan *ester cholesterol*, disamping jaringan kolagen dan

jaringan fibrotik, proteoglikan, serta timbunan lipid dalam sel-sel jaringan ikat. Fibrous plaque biasanya mempunyai fibrous cap yang terdiri dari otot-otot polos dan sel-sel kalagen. Di bagian bawah fibrous plaque terdapat daerah nekrosis dan timbunan *ester cholesterol*.

c) *Complicated Lesion*

Lesi ini merupakan bentuk lanjut dari ateroma, yang disertai klasifikasi, nekrosis, trombotik, dan ulserasi. Dengan membesarnya ateroma, dinding arteri menjadi lemah.

2. Sel-sel yang terlibat dalam proses aterosklerosis

a) Sel-sel otot polos

Sel-sel otot polos merupakan unsur penting dalam pembentukan ateroma. Sel-sel ini berasal dari media dan berproliferasi ke dalam intima. Sel-sel ini mempunyai sifat mitogenik dan proliferasif, yaitu sifat menumpuk lipid sehingga terbentuk *foam cells*. Sifat-sifat sel ini dipengaruhi oleh stimuli dari luar yang melalui reseptor-reseptor khusus, misalnya terhadap LDL, insulin, faktor-faktor pertumbuhan (misalnya PDGF = *Platelet Derived Growth Faktor*).

b) Endotel

Endotel arteri merupakan lapisan barrier dan pelindung utama dinding pembuluh darah terhadap segala pengaruh buruk yang terutama berasal dari darah. Sifat pelindung ini antara lain dimiliki melalui sifat anti-trombogenik, membentuk prostaglandin PGI<sub>2</sub>, adanya lapisan heparin, mengeluarkan plasminogen, mengeluarkan angiotensin *converting enzyme*,

PDGF, dan sebagainya. Suatu *injury* terhadap endotel akan menyebabkan macam-macam mekanisme yang memacu aterosclerosis.

c) *Makrofag*

Sel-sel *makrofag* berasal dari monosit dan peredaran darah yang menetap dalam intima, berfungsi sebagai pembersih terhadap benda asing. Dalam pembersihan lipid, sel-sel ini menimbun lipid dan menjadi *foam cells*.

*Makrofag* merupakan penggerak awal dan aterosclerosis, terutama dengan sekresi macam-macam faktor pertumbuhan antara lain:

- PDGF, yang memacu mitosis pada sel-sel otot polos dan fibroblast.
- Interleukin-1, mitogenik untuk fibroblast.
- *Fibroblast Growth Faktor* (FGF), mitogenik untuk endotel.
- *Epidermal Growth Faktor* (EGF), memacu pertumbuhan sel-sel epitel.
- *Transforming Growth Faktor beta* (TGF *beta*), bersama dengan faktor faktor pertumbuhan yang lain memacu proliferasi sel-sel epitel.

d) Trombosit

Trombosit sangat penting untuk terjadinya trombus, sehingga sangat berperan dalam aterosclerosis terutama pada stadium *complicated lesion*.

Trombosit juga penting dalam proses aterosclerosis karena dapat mensekresi faktor-faktor pertumbuhan seperti yang dikeluarkan oleh *makrofag*, bila trombosit mengalami agregasi.

## 2.15 Dampak Kandungan Rokok Terhadap Jantung

Adapun Dampak Kandungan Rokok Terhadap Jantung adalah sebagai berikut:

## 1. Dampak Nikotin terhadap Tekanan darah

Menurut Gondodiputro (2007) efek yang ditimbulkan dari nikotin adalah hipertensi. Efek nikotin menyebabkan perangsangan terhadap *hormone kathelokamin* (adrenalin) yang bersifat memacu jantung dan tekanan darah. Jantung tidak diberikan kesempatan istirahat dan tekanan darah akan semakin tinggi, yang mengakibatkan timbulnya hipertensi.

Menurut WHO dikutip Bustan (2007) hipertensi untuk orang dewasa adalah tekanan darah sistolik sama dengan atau lebih besar dari 160 mm Hg. Dan atau diastolik sama dengan atau lebih besar dari 95 mm Hg. Tekanan darah normal orang dewasa adalah tekanan darah sistolik kurang dari 140 mm Hg dan diastolik kurang dari 90 mm Hg.

Mekanisme yang mengontrol kontraksi dan relaksasi pembuluh darah terletak di pusat vasomotor, pada medula di otak. Dari pusat vasomotor ini bermula dari saraf simpatis, yang berlanjut ke bawah ke korda spinalis dan keluar dari kolumna medulla spinalis ke ganglia simpatis di toraks dan abdomen. Rangsangan pusat vasomotor dihantarkan dalam bentuk impuls yang bergerak ke bawah melalui saraf simpatis ke ganglia simpatis. Pada titik ini, neuron preganglion melepaskan asetilkolin, yang akan merangsang serabut saraf pasca ganglion ke pembuluh darah, dimana dengan dilepaskannya *norepinefrin* mengakibatkan kontraksi pembuluh darah. Berbagai faktor seperti kecemasan dan ketakutan dapat mempengaruhi respon pembuluh darah terhadap rangsang vasokonstriktor.

Pada saat bersamaan dimana sistem saraf simpatis merangsang pembuluh darah sebagai rangsang emosi, kelenjar adrenal juga terangsang mengakibatkan

tambahan aktivitas vasokonstriksi. Korteks adrenal mengsekresi kortisol dan steroid lainnya, yang dapat memperkuat respon vasokonstriktor pembuluh darah. Vasokonstriksi yang mengakibatkan penurunan aliran darah ke ginjal, menyebabkan pelepasan renin. Renin merangsang pembentukan angiotensin I yang kemudian diubah menjadi angiotensin II, sesuatu vasokonstriktor kuat, yang pada gilirannya merangsang sekresi aldosteron oleh korteks adrenal. Hormon ini menyebabkan retensi natrium dan air oleh tubulus ginjal, menyebabkan peningkatan volume intravaskuler. Semua faktor tersebut cenderung mencetus keadaan hipertensi (Maliando, 2009).

## 2. Dampak Karbonmonoksida dan Nikotin Penyebab meningkatnya Denyut Jantung.

### a) Gas Karbonmonoksida (CO)

Gas CO merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa dan merupakan salah satu gas yang tidak mengiritasi. Gas CO merupakan produk dari pembakaran yang tidak sempurna, dengan konsentrasi rata-rata di atmosfer sekitar 0,01 ppm, dan dapat mencapai 100 ppm pada lingkungan dengan polusi udara berat (Plaa GL, 2007).

CO dapat berikatan reversibel dengan situs ikatan oksigen pada hemoglobin, dengan afinitas 220 kali afinitas oksigen terhadap hemoglobin. Hasil ikatan hemoglobin dengan CO, karboksi hemoglobin tidak dapat membawa oksigen, sehingga menurunkan transfer oksigen ke jaringan yang membutuhkan. Organ yang paling terkena dampaknya adalah otak dan jantung. Level karboksi hemoglobin pada orang dewasa normal bukan

perokok adalah kurang dari 1 %, sedangkan pada perokok dapat mencapai saturasi 5-10 % tergantung seberapa berat kebiasaannya merokok (Plaa GL, 2007).

Efek dari keracunan CO adalah hipoksia. Efek dapat meningkat, dimulai dari *psychomotor impairment*, sakit kepala dan merasa tertekan di area temporal, kebingungan dan kehilangan akuisitas visual, takikardi, takipneu, pingsan, koma hingga dapat menyebabkan *shock* dan gagal nafas. Masing-masing individu mempunyai respon yang sangat bervariasi terhadap konsentrasi karboksi hemoglobin. Level karboksi hemoglobin di bahwa 15% jarang menimbulkan gejala, level sekitar 40% dapat menimbulkan pingsan, sedangkan di bahwa 60% dapat menimbulkan kematian. Keracunan CO biasanya bersifat akut, namun beberapa paparan kronik terhadap kadar CO dapat menimbulkan efek buruk, seperti perkembangan penyakit jantung koroner pada perokok tembakau (Plaa GL, 2007).

b) Nikotin

Pada orang yang merokok, nikotin dalam rokok akan ikut terhirup. Nikotin adalah substansi yang berikatan dengan salah satu sub tipe reseptor asetilkolin *nicotinic cholinergic* (nAChR). Paparan nikotin dalam kadar tinggi dapat menyebabkan adiksi. Hal ini dapat disebabkan nikotin akan membuat pelepasan dopamine di otak pada *reward center*, dan menimbulkan sensasi memenangkan dan menyenangkan. Ketika paparan ini terjadi berkali-kali, otak akan mengasosiasikan rokok dengan perasaan

senang dan tenang sehingga akhirnya terjadi adiksi terhadap nikotin (Silverthorn, 2009).

Nikotin pada perokok berat akan meningkatkan kerja saraf simpatis, berbeda dengan Ach yang merangsang saraf parasimpatis. Pada perokok berat ditemukan peningkatan kadar zat norepinephrine yang akan merangsang katekolamine di dalam darah. Bahan kimia ini akan merangsang reseptor kimia pada pembuluh darah yang akan mengakibatkan peningkatan tekanan darah sistolik dan diastolik, yang selanjutnya akan mempengaruhi kerja jantung. Selain menyebabkan ketagihan merokok, nikotin juga merangsang pelepasan adrenalin, meningkatkan frekuensi denyut jantung, tekanan darah, kebutuhan oksigen jantung, serta menyebabkan gangguan irama jantung (aritmia) (Silverthorn, 2009).

### 3. Dampak Karbonmonoksida Penyebab Arteriosklerosis

Menurut Gondodiputro (2007) efek yang ditimbulkan dari karbon monoksida (CO) adalah arteriosklerosis. Merokok merupakan penyebab utama timbulnya penyakit ini, yaitu menebal dan mengerasnya pembuluh darah. Arteriosklerosis menyebabkan pembuluh darah kehilangan elastisitasnya serta pembuluh darah menyempit. Arteriosklerosis dapat berakhir dengan penyumbatan yang disebabkan oleh gumpalan darah yang menyumbat pembuluh darah (Gondodiputro, 2007).

#### a) Patofisiologi

Aterosklerosis dimulai ketika kolesterol berlemak tertimbun di intima arteri besar. Timbunan ini, dinamakan ateroma atau plak akan mengganggu absorpsi

nutrient oleh sel-sel endotel yang menyusun lapisan dinding dalam pembuluh darah dan menyumbat aliran darah karena timbunan ini menonjol ke lumen pembuluh darah. Endotel pembuluh yang terkena akan mengalami nekrotik dan menjadi jaringan parut, selanjutnya lumen menjadi semakin sempit dan aliran darah terhambat.

Pada lumen yang menyempit dan berdinding kasar, akan cenderung terjadi pembentukan bekuan darah. Hal ini menjelaskan bagaimana terjadinya koagulasi intravaskular, diikuti oleh penyakit tromboemboli, yang merupakan komplikasi tersering aterosklerosis terjadi telah diajukan, tetapi tidak satupun yang terbukti secara meyakinkan. Mekanisme yang mungkin adalah pembentukan *thrombus* pada permukaan plak dan penimbunan lipid terus menerus. Bila fibrosa pembungkus plak pecah, maka febris lipid akan terhanyut dalam aliran darah dan menyumbat arteri dan kapiler di sebelah distal plak yang pecah. Struktur anatomi arteri koroner membuatnya rentan terhadap mekanisme aterosklerosis. Arteri tersebut terpilin dan berkelok-kelok saat memasuki jantung, menimbulkan kondisi yang rentan untuk terbentuknya ateroma (Pranatu, 2009).

#### b) Patogenesis

Proses terjadinya gangguan/penyakit jantung berkaitan dengan proses aterosklerosis. Konsekuensinya adanya aterosklerosis adalah penyempitan liang pembuluh darah yang selanjutnya menyebabkan *insufisiensi* (kekurangan) oksigen dan makanan yang dialirkan pembuluh darah tersebut. Riwayat alamiah aterosklerosis dapat dimulai sejak masa kanak-kanak dengan terbentuknya garis lemak (*fatty streaks*), lalu *plak fibrosa* dan menyusul klasifikasi. Kekakuan

pembuluh darah ini pada gilirannya dapat menyebabkan gangguan lanjut sesuai organ yang ada di sekitarnya (Bustam, 2007).



## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Februari 2017 - Juli 2017 di Laboratorium Riset Jurusan Fisika, Laboratorium Fisiologi Hewan, Laboratorium Biosistem dan Laboratorium Optik Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

### **3.2 Variabel Penelitian**

1. Variabel bebas : Rokok dengan biofilter kulit delima dan biofilter kurma.
2. Variabel tergantung : Tekanan darah dan histologi jantung
3. Variabel kendali : Usia mencit, pakan mencit, lama paparan dan Jumlah penghisapan asap rokok.

### **3.3 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok melalui biofilter berbahan kulit delima dan biji kurma terhadap tekanan darah dan histologi jantung.

### **3.4 Populasi dan Sampel penelitian**

Hewan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencit jantan Balb/C yang berumur sekitar 2-3 bulan dengan berat 18-20 gram. Mencit yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 20 ekor. Mencit dibagi dalam 4 kelompok yaitu, Tanpa asap rokok , tanpa biofilter (TB), biofilter kulit delima (BKD), biofilter biji

kurma (BK). Masing masing kelompok berjumlah 5 ekor yang dipilih secara acak. Pemaparan asap rokok dilakukan selama 21 hari dengan 15 kali hisapan per hari selama 15 menit. Pemaparan dilakukan setiap pukul 08.00 WIB pada suhu ruangan (20-25 °C).

### 3.5 Alat dan Bahan

#### 3.5.1 Alat

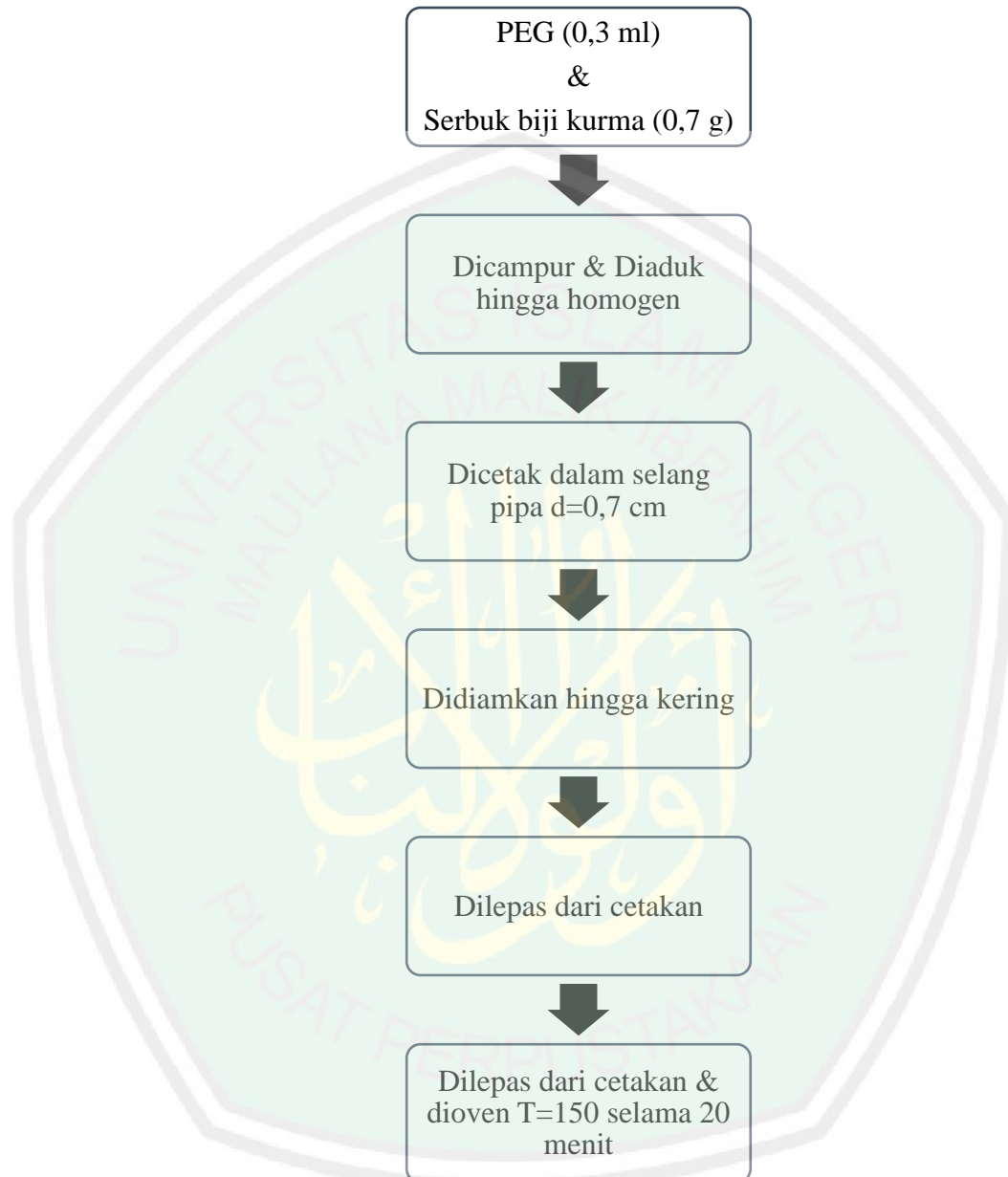
1. Oven
2. Pipet ukur
3. Beaker glass 50 ml
4. Ayakan
5. Spatula
6. Neraca analitik
7. Korek api
8. Suntikan 10 ml
9. Suntikan 1 ml
10. Selang bening
11. Kandang Hewan
12. Tempat makan & minum
13. Sekam
14. Kaos tangan
15. Masker
16. Seperangkat alat bedah
17. Mikroskop Komputer
18. Botol Flacon
19. Appendorf

### 3.5.2 Bahan

1. Rokok kretek
2. Serbuk cangkang
3. Serbuk kurma
4. Serbuk kulit delima
5. Aquades 99%
6. Pakan dan minum mencit
7. Formalin 10%
8. Alkohol
9. Xylol
10. Nacl fisiologi
11. Eosin
12. Hematoxilin
13. Parafin
14. PEG

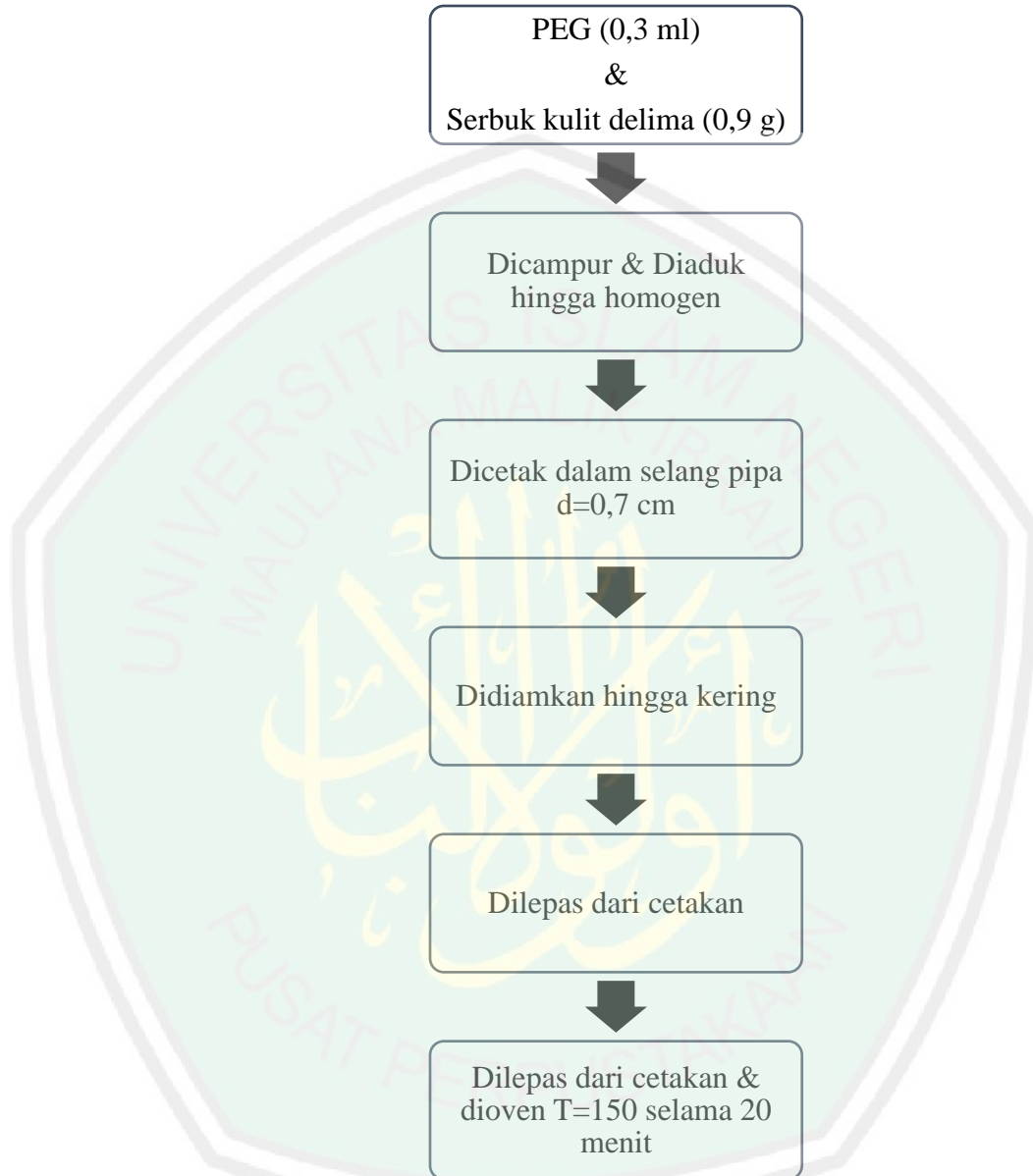


### 3.6.1 Pembuatan Biofilter Berbahan Kurma



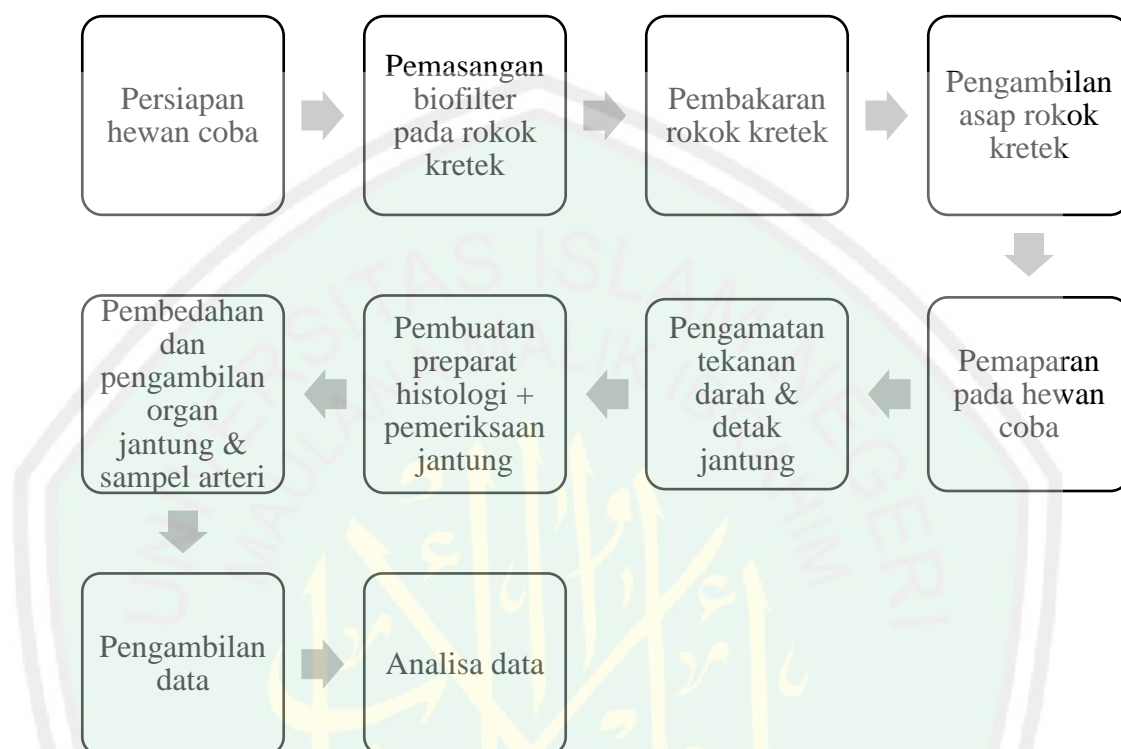
Gambar 3.1 Skema Pembuatan Biofilter Kurma

### 3.6.2 Pembuatan Biofilter Kulit Delima



Gambar 3.2 Skema Pembuatan Biofilter Kulit delima

### 3.6.3 Perlakuan



Skema 3.3 Perlakuan Hewan Coba

### 3.7 Pembuatan Komposit ( Biofilter)

#### 3.7.1 Pembuatan Biofilter Kurma dan Biofilter Kulit delima

1. Kurma dan kulit delima dijemur dan ditumbuk hingga halus
2. Diayak dengan ayakan 100 mesh dan 250 mesh
3. Serbuk kurma ditimbang 0,7 gr
4. PEG 0,3 ml
5. PEG dicampur dengan serbuk kurma hingga homogen
6. Dicitak dalam selang atau pipa berdiameter 0,7 cm dan panjang 1,5 cm
7. Komposit didiamkan hingga kering kemudian dilepas dari cetakan
8. Komposit dioven hingga suhu 105 derajat selama 20 menit.

9. Dilakukan langkah yang sama pada biofilter berbahan kulit delima dengan komposisi kulit delima 0,9 gr
10. Membran biofilter berbahan kurma dan kulit delima masing masing dibuat 28 buah, jadi keseluruhan jumlah biofilter 56 buah.

### 3.7.2 Perlakuan

1. Persiapan hewan coba. Sebelum penelitian dilakukan, terlebih dahulu mempersiapkan tempat pemeliharaan hewan coba yang meliputi kandang, sekam, tempat makan, dan minum mencit, selanjutnya mencit diadaptasi selama 7 hari.
2. Pemasangan biofilter yang sudah dibuat pada rokok kretek. Dengan cara menempelkan biofilter pada salah satu ujung rokok kretek.
3. Pembakaran rokok kretek dan penghisapan asap. Rokok kretek akan dibakar dan dihisap menggunakan suntikan 10 ml secara berkala hingga 15 kali hisapan, sehingga diperoleh volume asap 150 ml.
4. Pemaparan asap rokok pada hewan coba. Pada saat pemaparan mencit dipindahkan ke dalam kandang tertutup dengan 2 lubang di bagian bawah kandang. Lubang pertama berfungsi untuk memasukkan asap rokok kedalam kandang dan lubang kedua berfungsi sebagai ventilasi udara.



Gambar 3.4 Kandang Tempat Hewan Coba.

5. Pemaparan asap rokok dilakukan secara rutin selama 21 hari dengan dosis satu hari pemaparan 15 kali hisapan pada masing- masing perlakuan.
6. Mencit dipuaskan sebelum pembedahan. Selanjutnya mencit didiskolasi leher, kemudian dilakukan pembedahan, diambil organel jantungnya, sampel organ jantung yang telah diambil kemudian disimpan di dalam botol yang berisi formalin 10% kemudian diambil dan dibuat preparat histologi dengan pewarnaan hematoxilin dan eosin (HE) (Winayah et al,2005).

### 3.7.3 Pembuatan Preparat dan Pengamatan Gambaran Histologi Jantung

Mencit yang telah diberi perlakuan dengan dipapari asap rokok selama tiga minggu yang sebelumnya telah dipuaskan sehari kemudian dibedah dan diambil organ jantung serta dilakukan pembuatan preparat sebagai berikut:

1. Tahap pertama adalah *Coating*, dimulai dengan menandai objek glass yang akan digunakan dengan kikir kaca pada area tepi, lalu direndam dengan alkohol 70% minimal selama semalam, kemudian gelas objek dikeringkan dengan *tissue* dan dilakukan perendaman dalam larutan gelatin 0,5% selama 30-40 detik per slide, lalu dikeringkan dengan posisi disandarkan sehingga gelatin yang melapisi kaca dapat merata.

2. Tahap kedua, organ jantung yang telah disimpan di dalam larutan formalin 10% dicuci dengan alkohol selama 2 jam, kemudian dilanjutkan dengan pencucian secara bertingkat dengan alkohol yaitu dengan 90%, 95% *etanol absolut* (3 kali), *xylol* (3 kali) masing-masing selama 20 menit.
3. Tahap proses *Infiltrasi* yaitu dengan penambahan paraffin 3 kali 30 menit
4. Tahap *Embedding*, bahan beserta paraffin dituangkan dalam wadah yang telah dipersiapkan dan diatur sehingga tidak ada udara yang terperangkap didekat bahan. Blok Paraffin dibiarkan semalaman dalam suhu ruangan, kemudian diinkubasi dalam *freezer* sehingga blok benar-benar keras.
5. Tahap pemotongan dengan mikrotom, *cutter* dipanaskan dan ditempelkan pada blok sehingga paraffin sedikit meleleh. *Holder* dijepit pada mikrotom putar dan ditata dengan mengatur ketebalan irisan, kemudian jantung dipotong dengan ukuran 6  $\mu\text{m}$ , lalu pita hasil irisan diambil dengan menggunakan kuas dan dimasukkan dalam air dingin untuk membuka lipatan, selanjutnya dimasukkan ke air hangat dan dilakukan pemulihan irisan yang terbaik. Irisan yang dipilih diambil dengan gelas objek yang telah dipotong lalu dikeringkan diatas *hot plate*.
6. Tahap Deparafisasi yaitu preparat dimasukkan kedalam *xylol* sebanyak 2 kali 5 menit.
7. Tahap Rehidrasi, preparat dimasukkan dalam larutan etanol bertingkat mulai dari etanol absolut (2 kali), etanol 95%, 80%, dan 70% masing-masing selama 5 menit, kemudian preparat direndam dalam aquades selama 10 menit.

8. Tahap pewarnaan, preparat ditetesi dengan *Hematoxilin* selama 3 menit atau sampai didapatkan hasil warna yang terbaik, selanjutnya dicuci dengan air mengalir selama 30 menit dan dibilas dengan aquades selama 5 menit, setelah itu preparat dimasukkan ke dalam pewarna eosin alkohol selama 30 menit dan dibilas dengan aquades selama 30 menit.
9. Tahap berikutnya adalah dehidrasi dengan memasukkan preparat pada seri etanol bertingkat dari 80%, 90%, 95% hingga etanol absolut (2 kali).
10. Tahap *Clearing* dilakukan dengan memasukkan preparat pada *xylol* 2 kali selama 5 menit dan dikeringkan.
11. Tahap terakhir pengeleman dengan etellen. Hasil diamati di bawah mikroskop dan difoto, kemudian diamati dan dicatat tingkat kerusakan organ jantung, dari masing-masing kelompok perlakuan.

### 3.8 Pengambilan Data

Proses pengambilan data dilakukan dengan mengamati hasil pengukuran detak jantung, tekanan darah, dan pengamatan morfologi jantung.

#### 3.8.1 Hasil penilaian tekanan darah pada mencit.

1. Tekanan Darah Sistolik pada Mencit (*Mus musculus*)

Tabel 3.1 Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada mencit minggu 1 sebelum adanya perlakuan

Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah sistolik (mmHg)				
	1	2	3	4	5
Tanpa asap rokok					
Biofilter biji kurma					
Biofilter kulit delima					
Tanpa biofilter					

Tabel 3.2 Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada mencit minggu 2

Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah sistolik (mmHg)				
	1	2	3	4	5
Tanpa asap rokok					
Biofilter biji kurma					
Biofilter kulit delima					
Tanpa biofilter					

Tabel 3.3 Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada mencit minggu 3

Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah sistolik (mmHg)				
	1	2	3	4	5
Tanpa asap rokok					
Biofilter biji kurma					
Biofilter kulit delima					
Tanpa biofilter					

Tabel 3.4 Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada mencit minggu 4

Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah sistolik (mmHg)				
	1	2	3	4	5
Tanpa asap rokok					
Biofilter biji kurma					
Biofilter kulit delima					
Tanpa biofilter					

## 2. Tekanan Diastolik pada Mencit (*Mus musculus*)

Tabel 3.5 Hasil penilaian tekanan darah diastolik pada mencit minggu 1 sebelum adanya perlakuan

Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah diastolik (mmHg)				
	1	2	3	4	5
Tanpa asap rokok					
Biofilter biji kurma					
Biofilter kulit delima					
Tanpa biofilter					

Tabel 3.6 Hasil penilaian tekanan darah diastolik pada mencit minggu 2

Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah diastolik (mmHg)				
	1	2	3	4	5
Tanpa asap rokok					
Biofilter biji kurma					
Biofilter kulit delima					
Tanpa biofilter					

Tabel 3.7 Hasil penilaian tekanan darah diastolik pada mencit minggu 3

Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah diastolik (mmHg)				
	1	2	3	4	5
Tanpa asap rokok					
Biofilter biji kurma					
Biofilter kulit delima					
Tanpa biofilter					

Tabel 3.8 Hasil penilaian tekanan darah diastolik pada mencit minggu 4

Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah diastolik (mmHg)				
	1	2	3	4	5
Tanpa asap rokok					
Biofilter biji kurma					
Biofilter kulit delima					
Tanpa biofilter					

### 3.8.2 Hasil mikroskopis arteri jantung pada mencit.

Tabel 3.9 Hasil Gambar histologi arteri jantung pada mencit

Kelompok Uji/Hewan coba	Gambar Histologi Arteri				
	1	2	3	4	5
Tanpa asap rokok					
Biofilter biji kurma					
Biofilter kulit delima					
Tanpa biofilter					

### 3.8.3 Hasil mikroskopis otot jantung pada mencit.

Tabel 3.10 Hasil Gambar histologi otot jantung pada mencit

Kelompok Uji/Hewan coba	Gambar Histologi Otot Jantung				
	1	2	3	4	5
Tanpa asap rokok					
Biofilter biji kurma					
Biofilter kulit delima					
Tanpa biofilter					

### 3.9 Analisis Data

Data yang didapat dalam penelitian ini akan dianalisa menggunakan *Anova One Way* untuk mengetahui ada atau tidak adanya perbedaan, Sedangkan untuk data gambaran histologi akan dianalisa secara mikroskopik dengan lapang pandang 400x.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Data Hasil Eksperimen**

#### **4.1.1 Pembuatan Biofilter**

Pembuatan biofilter dilakukan di Laboratorium Riset Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan biofilter ini meliputi: biji kurma dan kulit delima sebagai filler bahan pokok pembuatan biofilter, PEG digunakan sebagai perekat, pipet tetes digunakan untuk mengambil PEG, beaker glass digunakan sebagai tempat pembuatan biofilter, spatula digunakan untuk mengaduk, ayakan 100 dan 250 mesh yang berfungsi sebagai penyaring bahan pokok, tumbukan untuk menumbuk bahan, selang untuk menyetak biofilter dan oven yang digunakan untuk mengeringkan biofilter.



Gambar 4.1 Biofilter

Biofilter biji kurma atau biofilter kulit delima ini diaplikasikan sebagai filter pada rokok dengan tujuan untuk meminimalisir radikal bebas yang dihasilkan oleh asap rokok tersebut. Penggunaan biofilter ini dengan cara

menyambungkan biofilter biji kurma atau biofilter kulit delima pada ujung rokok kemudian diambil asapnya menggunakan suntikan 10 ml dan memaparkan kepada hewan coba (mencit) untuk mengetahui pengaruhnya terhadap tekanan darah dan histologi arteri serta otot jantung pada hewan coba. Hewan coba yang digunakan dalam pengujian ini yaitu mencit jantan Balb/C yang berumur 3 bulan dengan berat badan 18-20 gram. Menurut Kusumawati (2004), mencit merupakan hewan coba yang biasa digunakan dalam penelitian karena memiliki sifat mudah berkembang biak, mudah dipegang dan dikendalikan, harga terjangkau serta sifat anatomi dan fisiologinya serupa dengan manusia. Dalam penelitian ini mencit yang digunakan sebanyak 20 ekor, yang dibagi dalam 4 kelompok yaitu kelompok tanpa asap rokok, kelompok tanpa biofilter, kelompok kulit delima, kelompok kurma. Pemaparan asap rokok terhadap mencit tersebut dilakukan secara 21 hari dengan 15 kali hisapan setiap harinya selama 15 menit, dan pemaparan ini dilakukan setiap pukul 08.00 WIB pada suhu ruang (20-28 °C). Pada masa pemaparan, dilakukan pemeriksaan tekanan darah pada mencit setiap satu minggu sekali. Pada hari ke 29 mencit dipuasakan dan pada hari ke 30 mencit dibedah untuk diambil organ jantungnya dan dibuat preparat histologi arteri koronaria serta sel otot pada jantung dengan pewarnaan *hematoxilin eosin*.

#### 4.1.2 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter biji kurma (*Phoenix Dactalifera L.*) Terhadap Tekanan Darah Sistolik Mencit (*Mus musculus*)

Untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok terhadap tekanan darah pada mencit (*Mus musculus*) maka dilakukan pemeriksaan tekanan darah dengan menggunakan alat hipertensi (tensi meter hewan), dan pemeriksaan ini dilakukan satu minggu sekali selama satu bulan. Dalam pemeriksaan tekanan darah pada mencit (hewan coba), maka didapatkan hasil pemeriksaan seperti berikut:

Tabel 4.1 Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada mencit minggu 1 sebelum adanya perlakuan

Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah sistolik (mmHg)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Tanpa asap rokok	141	141	86	111	141	124
Biofilter biji kurma	115	134	140	86	141	123.2
Biofilter kulit delima	124	139	139	140	139	136.2
Tanpa biofilter	87	141	141	84	140	118.6

Tabel 4.2 Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada mencit minggu 2

Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah sistolik (mmHg)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Tanpa asap rokok	102	110	103	83	114	102.4
Biofilter biji kurma	204	138	154	130	164	158
Biofilter kulit delima	200	138	140	139	169	157.2
Tanpa biofilter	204	155	164	165	165	170.6

Tabel 4.3 Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada mencit minggu 3

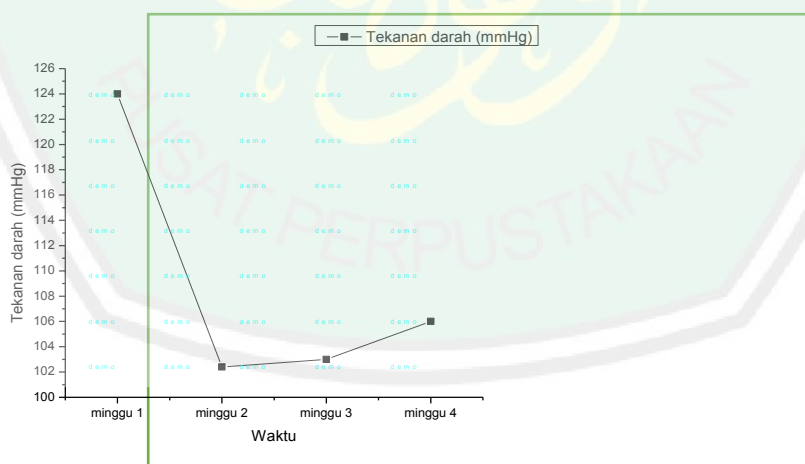
Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah sistolik (mmHg)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Tanpa asap Rokok	94	109	103	84	125	103
Biofilter biji kurma	159	140	147	108	152	141.2
Biofilter kulit Delima	143	89	108	193	168	140.2
Tanpa biofilter	206	161	202	198	200	193.4

Tabel 4.4 Hasil penilaian tekanan darah sistolik pada mencit minggu 4

Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah sistolik (mmHg)					Rata-rata <sup>141</sup>
	1	2	3	4	5	
Tanpa asap rokok	96	118	104	86	126	106
Biofilter biji kurma	159	136	147	155	165	152.4
Biofilter kulit delima	176	120	122	136	198	150.4
Tanpa biofilter	233	202	204	200	204	208.6

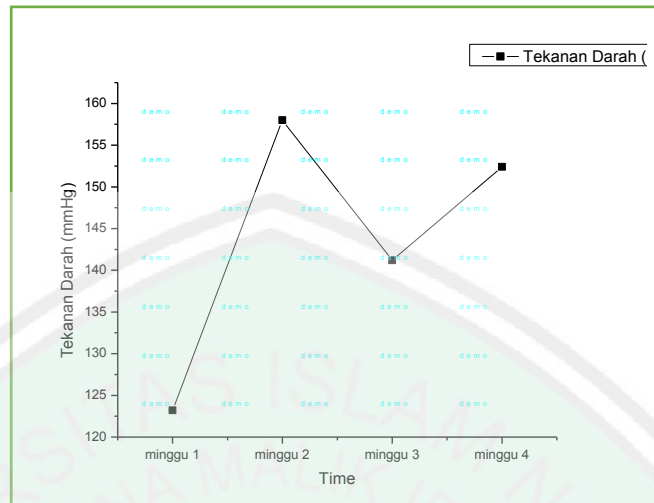
Data dari tabel 4.1 sampai dengan tabel 4.4 didapatkan grafik sebagai berikut:

#### 1. Tekanan Darah Sistolik Perlakuan Tanpa Asap Rokok



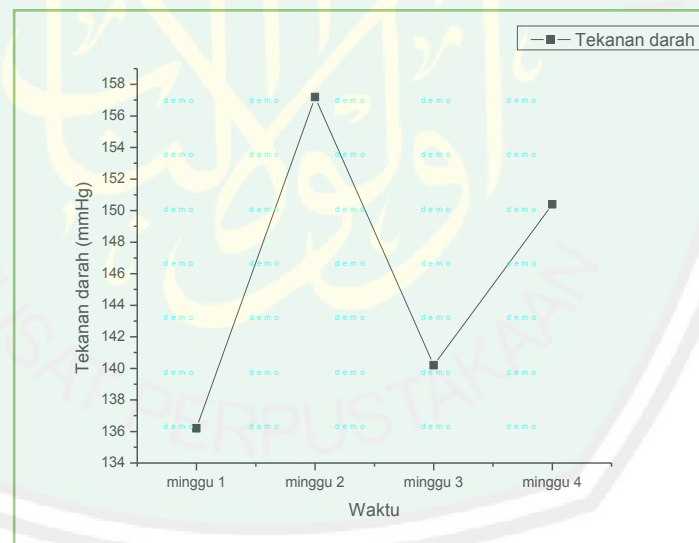
Gambar 4.2 Grafik Tekanan Darah Sistolik pada Perlakuan Tanpa Asap Rokok.

## 2. Tekanan Darah Sistolik Perlakuan Biofilter Biji Kurma



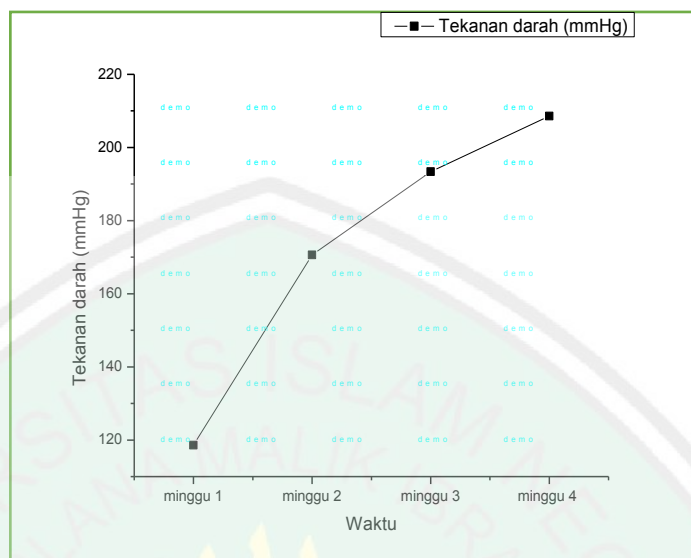
Gambar 4.3 Grafik Tekanan Darah Sistolik pada Perlakuan Biofilter Biji Kurma

## 3. Tekanan Darah Sistolik Perlakuan Biofilter Kulit Delima



Gambar 4.4 Grafik Tekanan Darah Sistolik pada Perlakuan Biofilter Kulit Delima

#### 4. Tekanan Darah Sistolik pada Perlakuan Tanpa Biofilter

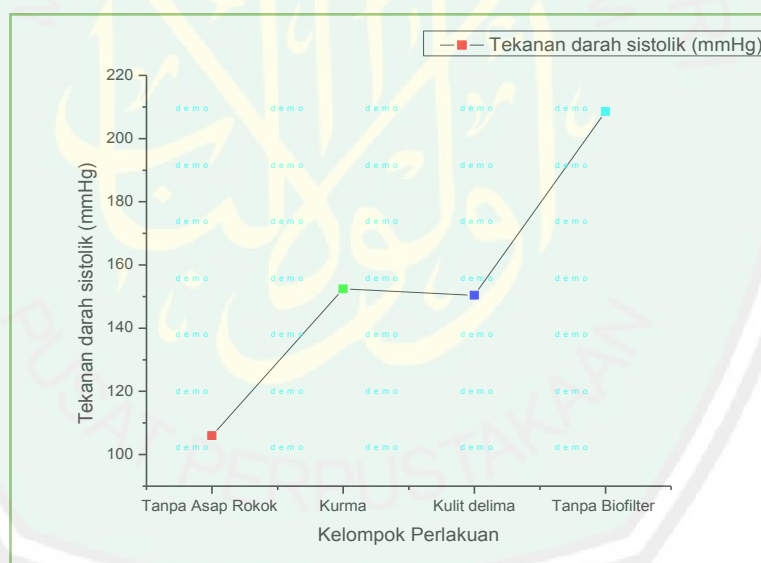


Gambar 4.5 Grafik Tekanan Darah Sistolik pada Perlakuan Tanpa Biofilter

Gambar 4.2 sampai dengan gambar 4.5 merupakan grafik tekanan darah sistolik pada setiap perlakuan hewan coba. Gambar 4.2 adalah grafik tekanan darah sistolik pada perlakuan hewan coba tanpa menggunakan asap rokok, hasil tekanan darah pada perlakuan hewan coba tanpa asap rokok menunjukkan penurunan tekanan darah sistolik dengan nilai yang cenderung normal dari minggu pertama. Gambar 4.3 adalah grafik tekanan darah sistolik pada perlakuan hewan coba dengan menggunakan biofilter biji kurma, tekanan darah sistolik pada perlakuan ini terjadi peningkatan tekanan darah sistolik dengan tingkat hipertensi derajat 1 dari minggu 1 menuju minggu 2 yaitu 158 mmHg dan mengalami penurunan tekanan darah dari minggu 2 menuju minggu ke 3 dan minggu ke 4 dengan kategori tingkat hipertensi derajat 1. Gambar 4.4 adalah grafik tekanan darah pada perlakuan hewan coba dengan menggunakan biofilter kulit delima, tekanan darah sistolik pada perlakuan ini menunjukkan

peningkatan tekanan darah sistolik dari minggu 1 (136.2 mmHg) menuju minggu 2 (157, 2) dengan tingkat hipertensi derajat 1 dan mengalami penurunan tekanan darah sistolik dari minggu 2 menuju minggu minggu 3 dan minggu 4 dengan penurunan tekanan darah sistolik yang cenderung mengalami tingkat hipertensi derajat 1. Gambar 4.5 adalah grafik tekanan darah sistolik pada perlakuan hewan coba tanpa menggunakan biofilter, tekanan darah sistolik hewan coba pada perlakuan ini selalu mengalami peningkatan dari minggu 1 sampai dengan minggu 4 dengan tingkat tekanan darah hipertensi derajat 2.

Untuk mengetahui perbedaan tekanan darah sistolik yang terjadi antar perlakuan yang berbeda maka didapatkan grafik seperti berikut:



Gambar 4.6 Grafik Tekanan Sistolik Terhadap Hewan Coba dengan Perbedaan Perlakuan

Gambar 4.6 merupakan grafik tekanan sistolik terhadap hewan coba dengan perbedaan perlakuan, dalam grafik ini dapat diketahui bahwa ada perbedaan tekanan darah sistolik dengan adanya perbedaan perlakuan. Perlakuan dengan menggunakan biofilter biji kurma ataupun perlakuan dengan biofilter

kulit delima terhadap hewan coba mengalami tingkat tekanan darah sistolik lebih rendah dari perlakuan tanpa biofilter terhadap hewan coba.

Untuk mengetahui sebuah hipotesis diterima atau hipotesis ditolak pada data yang telah didapatkan dalam pemeriksaan tekanan darah sistolik pada mencit, maka data yang telah didapatkan tersebut (tabel 4.1 sampai dengan 4.2) dianalisis dengan *Anova One Way* dan *Duncan*. Hasil dari data yang telah dianalisis adalah sebagai berikut (Tabel 4.5 dan Tabel 4.6):

Tabel 4.5 Hasil uji pengaruh paparan asap rokok terhadap tekanan darah sistolik pada mencit dengan menggunakan program analisa Anova One Way.

	Sum Squares	of df	Mean Square	F	Sig.
<b>Between Groups</b>	41958.250	3	13986.083	16.485	.000
<b>Within Groups</b>	64479.700	76	848.417		
<b>Total</b>	106437.950	79			

Tabel 4.5 merupakan hasil analisis perbedaan tentang pengaruh tekanan darah sistolik terhadap paparan asap rokok yang menggunakan biofilter biji kurma, biofilter kulit delima, tanpa biofilter dan kelompok normal. Perbedaan tersebut didapatkan dengan memasukkan semua rata-rata menggunakan analisa *Anova One Way* yang mana dari hasil tersebut didapatkan nilai signifikan  $0.00 < 0,05$ .  $H_0$  (hipotesis yang menyatakan tidak adanya hubungan antara variable X dan Y) ditolak apabila nilai signifikan  $< 0,05$  berarti ada pengaruh.  $H_0$  diterima apabila nilai signifikan lebih dari  $> 0,05$  berarti tidak ada pengaruh. Dan dari tabel diatas dapat diketahui bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  (hipotesis yang menyatakan adanya hubungan antara variable X dan variabel Y yang diteliti)

diterima atau dapat dikatakan ada pengaruh pada setiap perlakuan. Untuk mengetahui nilai perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan menggunakan uji *Duncan* 0,05. Berdasarkan uji *Duncan* 0,05 yang didapatkan dari hasil penelitian nilai tekanan darah sistolik mencit, maka diperoleh hasil seperti pada table 4.6.

Tabel 4.6 Perbedaan nilai pengaruh penggunaan biofilter biji kurma (*Phoenix dactalifera*) dan biofilter kulit delima (*Punica granathum linn*) terhadap tekanan darah sistolik mencit dengan uji *Duncan* 0,05

Perlakuan		N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Duncan <sup>a</sup>	TA	20	108.85		
	BK	20		143.70	
	BKD	20		149.75	
	TB	20			172.80
	Sig.		1.000	.513	1.000

Dari tabel 4.6 dapat diketahui bahwa nilai tekanan darah pada perlakuan tanpa asap adalah mendekati normal (108,85 mmHg), nilai tekanan darah pada hewan coba dengan perlakuan menggunakan biofilter biji kurma (143,70 mmHg) atau tekanan darah perlakuan biofilter kulit delima (149,75 mmHg) terletak pada satu kolom di kolom ke 2 artinya tidak jauh beda nilai tekanan darah sistolik yang didapatkan dengan biofilter ini, sedangkan nilai tekanan darah sistolik pada perlakuan tanpa biofilter menempati kolom ke 3 dengan nilai tekanan tertinggi dibandingkan kelompok perlakuan yang lain.

#### 4.1.3 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter biji kurma (*Phoenix Dactalifera L.*) Terhadap Tekanan Darah Diastolik Mencit (*Mus musculus*)

Tekanan diastolik merupakan tekanan minimal yang mendesak dinding arteri setiap waktu. Untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok terhadap tekanan darah diastolik digunakan juga alat tensimeter, yang mana tekanan darah diastolik selalu menyertai tekanan darah sistolik. Dalam penelitian ini hasil yang didapatkan pada pemeriksaan tekanan darah diastolik terhadap hewan coba di setiap perlakuan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7 Hasil penilaian tekanan darah diastolik pada mencit minggu 1 sebelum adanya perlakuan.

Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah diastolik (mmHg)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Tanpa asap rokok	55	51	50	51	52	51.8
Biofilter biji kurma	50	49	62	80	62	60.6
Biofilter kulit delima	98	100	59	58	52	73.4
Tanpa biofilter	51	55	62	50	99	63.4

Tabel 4.8 Hasil penilaian tekanan darah pada mencit minggu 2

Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah diastolik (mmHg)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Tanpa asap rokok	50	52	54	51	80	57.4
Biofilter biji kurma	100	51	51	51	80	66.6
Biofilter Kulit Delima	80	80	85	100	80	85
Tanpa Biofilter	64	51	81	81	80	71.4

Tabel 4.9 Hasil penilaian tekanan darah pada mencit minggu 3

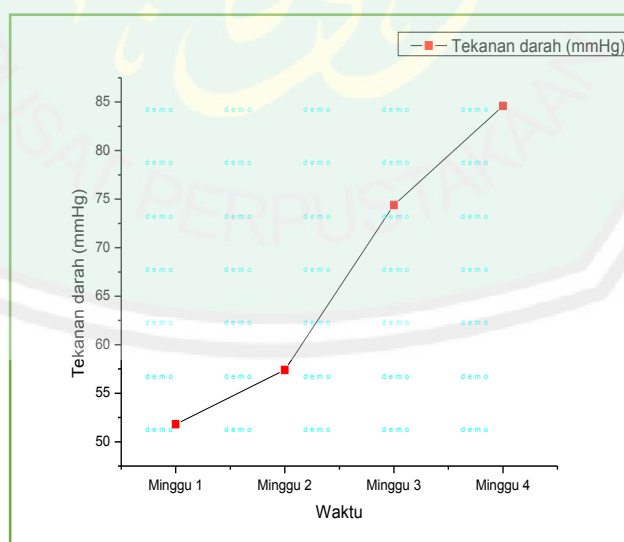
Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah diastolik (mmHg)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Tanpa asap Rokok	82	48	81	80	81	74.4
Biofilter biji kurma	80	80	58	50	60	65.6
Biofilter kulit delima	53	86	79	75	50	68.6
Tanpa biofilter	76	100	53	47	51	65.4

Tabel 4.10 Hasil penilaian tekanan darah pada mencit minggu 4

Kelompok Uji/Hewan coba	Tekanan darah diastolik (mmHg)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Tanpa asap rokok	81	82	81	79	100	84.6
Biofilter biji kurma	50	100	60	51	80	68.2
Biofilter kulit delima	95	50	83	80	90	79.6
Tanpa biofilter	64	128	94	76	63	85

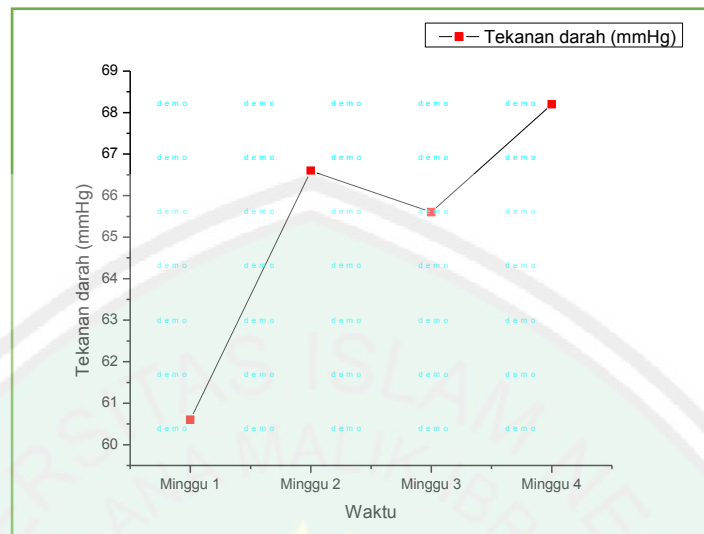
Dari data pada tabel 4.7 sampai dengan tabel 4.10 mengenai hasil pemeriksaan tekanan darah diastolik terhadap hewan coba dalam penelitian ini didapatkan grafik sebagai berikut:

1. Tekanan darah diastolik pada perlakuan tanpa asap rokok.



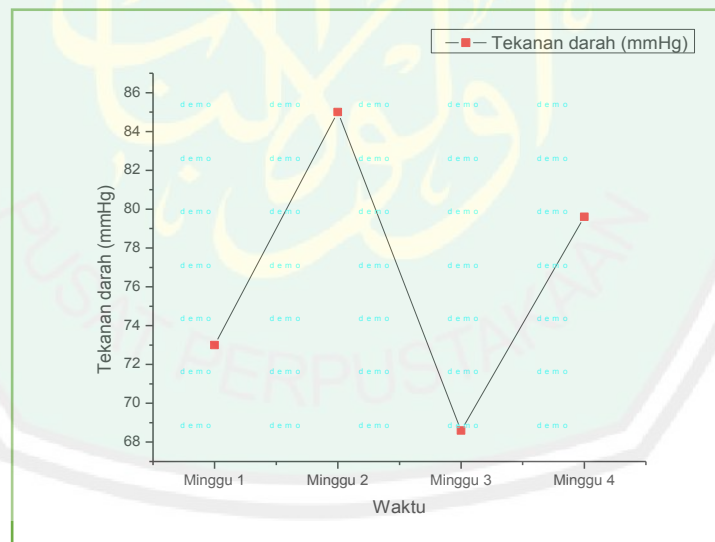
Gambar 4.7 Grafik Tekanan Darah Diastolik pada Perlakuan Tanpa Asap Rokok

## 2) Tekanan Darah Diastolik pada Perlakuan Biofilter Biji Kurma



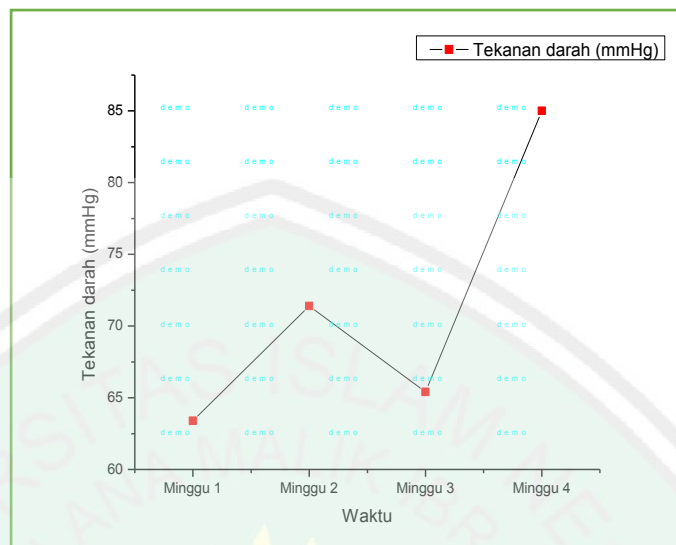
Gambar 4.8 Grafik Tekanan Darah Diastolik pada Kelompok Perlakuan Biofilter Biji Kurma

## 3) Tekanan darah diastolik pada perlakuan biofilter kulit delima



Gambar 4.9 Grafik Tekanan Darah Diastolik pada Kelompok Perlakuan Biofilter Kulit Delima.

## 4) Tekanan darah diastolik pada perlakuan tanpa biofilter

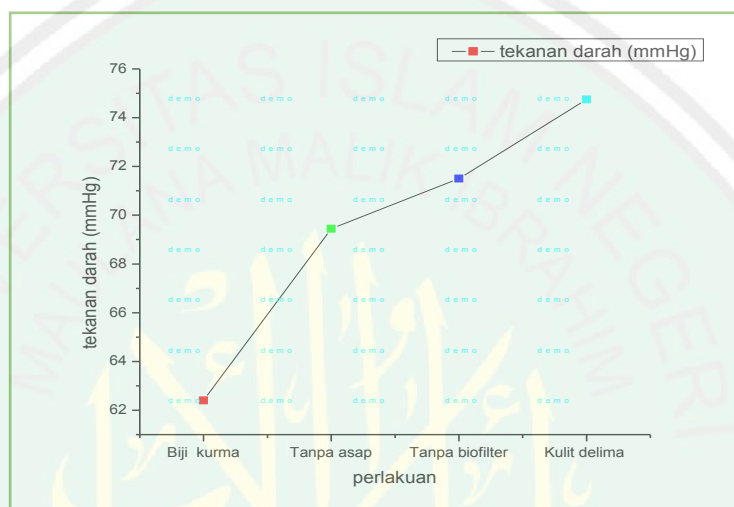


Gambar 4.10 Grafik Tekanan Darah Distolik pada Kelompok Perlakuan Tanpa Biofilter

Gambar 4.7 sampai dengan gambar 4.10 merupakan grafik tekanan darah diastolik yang didapatkan dari hasil penelitian ini. Gambar 4.7 menunjukkan grafik tekanan darah diastolik pada kelompok tanpa asap rokok mengalami peningkatan setiap minggu nya dengan nilai diastolik awal rendah menuju pada nilai diastolik normal. Gambar 4.8 menunjukkan grafik tekanan darah diastolik pada perlakuan dengan biofilter biji kurma yang mengalami peningkatan dan penurunan setiap minggunya dengan nilai diastolik normal. Gambar 4.9 menunjukkan grafik nilai tekanan diastolik pada perlakuan dengan biofilter kulit delima yang mengalami peningkatan dan penurunan pada setiap minggunya dengan nilai diastolik yang normal, dan pada gambar 4.10 menunjukkan grafik tekanan diastolik pada kelompok tanpa biofilter mengalami peningkatan dan penurunan setiap minggunya dengan nilai diastolik yang normal pula. Tekanan darah diastolik dikatakan normal apabila tidak lebih besar

dari 80 mmHg (<80 mmHg). Dilihat dari grafik tekanan darah diastolik yang terjadi pada setiap perlakuan cenderung mengalami perubahan tekanan darah diastolik dengan nilai tekanan darah yang normal.

Untuk mengetahui perbedaan tekanan darah diastolik pada hewan coba dengan perbedaan perlakuan, maka didapatkan grafik seperti berikut:



Gambar 4.11 Grafik Tekanan Darah Diastolik pada Hewan Coba dengan Perbedaan Perlakuan

Gambar 4.11 adalah grafik yang menunjukkan nilai tekanan darah diastolik pada hewan coba dengan perbedaan perlakuan, dari grafik ini dapat diketahui tekanan darah diastolik pada perlakuan tanpa asap rokok memiliki nilai 69,45, dan tekanan diastolik pada perlakuan dengan biofilter biji kurma memiliki nilai yang rendah yaitu 62 mmHg, nilai tekanan darah diastolik pada hewan coba dengan perlakuan kulit delima memiliki nilai yang normal yaitu 74,75 mmHg, dan nilai tekanan darah diastolik pada hewan coba dengan perlakuan tanpa biofilter memiliki nilai tekanan darah 71,50.

Untuk mengetahui sebuah hipotesis penelitian diterima atau hipotesis ditolak mengenai pemeriksaan tekanan darah diastolik, maka data tabel 4.7 sampai dengan tabel 4.10 dianalisis menggunakan *Anova One Way* dan *Duncan*. Hasil analisis hipotesis tekanan darah diastolik yaitu tabel 4.11 dan 4.12:

Tabel 4.11 Hasil uji pengaruh paparan asap rokok terhadap tekanan darah diastolik pada mencit dengan menggunakan program analisa *Anova One Way*.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
<b>Between Groups</b>	1639.450	3	546.483	1.058	.372
<b>Within Groups</b>	39258.500	76	516.559		
<b>Total</b>	40897.950	79			

Nilai signifikan yang didapat pada pengujian pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter biji kurma (*Phoenix dactalifera*) dan biofilter kulit delima (*Punica granathum linn*) terhadap tekanan diastolik adalah 0,175 atau lebih dari > 0,05. Dari nilai signifikan tersebut dapat dikatakan bahwa H<sub>0</sub> (hipotesis yang menyatakan tidak adanya hubungan antara variable X dan Y) diterima, berarti tidak ada pengaruh. H<sub>0</sub> ditolak apabila nilai signifikan < 0,05 berarti ada pengaruh dan H<sub>0</sub> diterima apabila nilai signifikan lebih dari > 0,05 berarti tidak ada pengaruh. Sedangkan nilai perbedaan yang didapat pada setiap perlakuan dengan menggunakan analisis *Duncan* 0,05 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.12 Perbedaan nilai pengaruh penggunaan biofilter biji kurma (*Phoenix dactalifera*) dan biofilter kulit delima (*Punica granatum linn*) terhadap tekanan darah diastolik mencit dengan uji Duncan 0,05

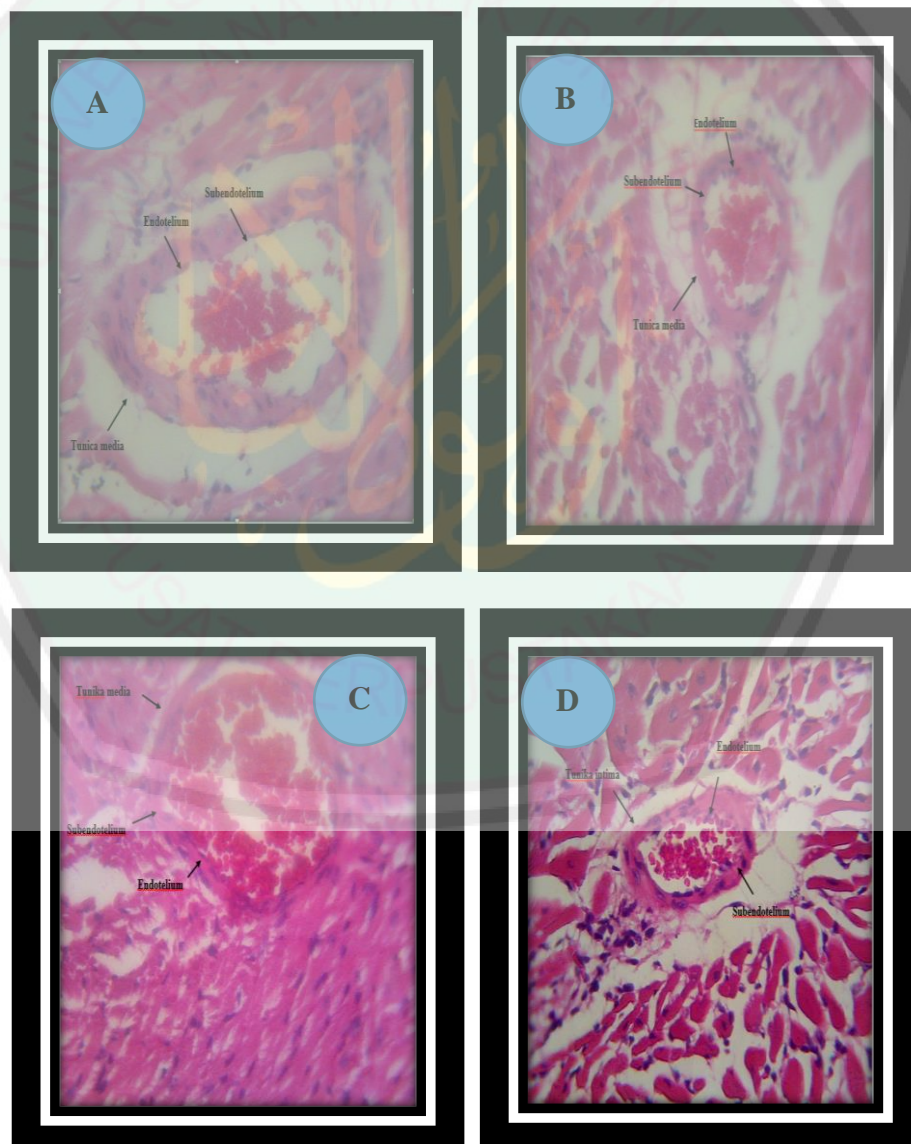
Perlakuan		N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan <sup>a</sup>	BK	20	62.40
	TA	20	69.45
	TB	20	71.50
	BKD	20	74.75
	Sig.		.121

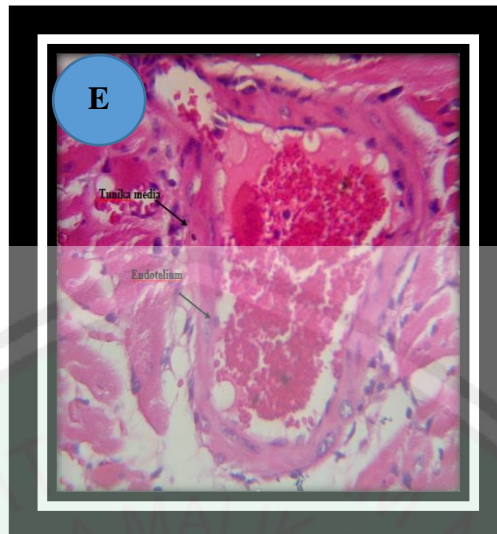
Dilihat dari tabel 4.12 menunjukkan bahwa nilai tekanan darah diastolik pada kelompok BK (Biofilter biji kurma) adalah 65,25, kelompok KN (Kelompok normal/ tanpa asap rokok) adalah 67,05, kelompok TB (Tanpa biofilter) adalah 71,30, kelompok BKD (Biofilter kulit delima) adalah 74,75. Hasil dari analisis data yang didapatkan pada setiap perlakuan tersebut dengan analisis *Duncan* 0,05 adalah hasil tekanan darah diastolik semua perlakuan menempati kolom 1 yang menunjukkan tidak adanya perbedaan tingkat terendah maupun terbesar disetiap perlakuan.

#### 4.1.4 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Biji Kurma (*Phoenix dactalifera*) dan Biofilter Kulit delima (*Punica granatum linn*) Terhadap Histologi arteri dan Otot Pada Jantung Mencit

Hasil gambaran mikroskopik histologi arteri jantung dan otot jantung dengan lapang pandang perbesaran mikroskop 400x adalah sebagai berikut:

1. Gambaran histologi pada arteri mencit.
  - a) Histologi arteri jantung mencit pada perlakuan normal

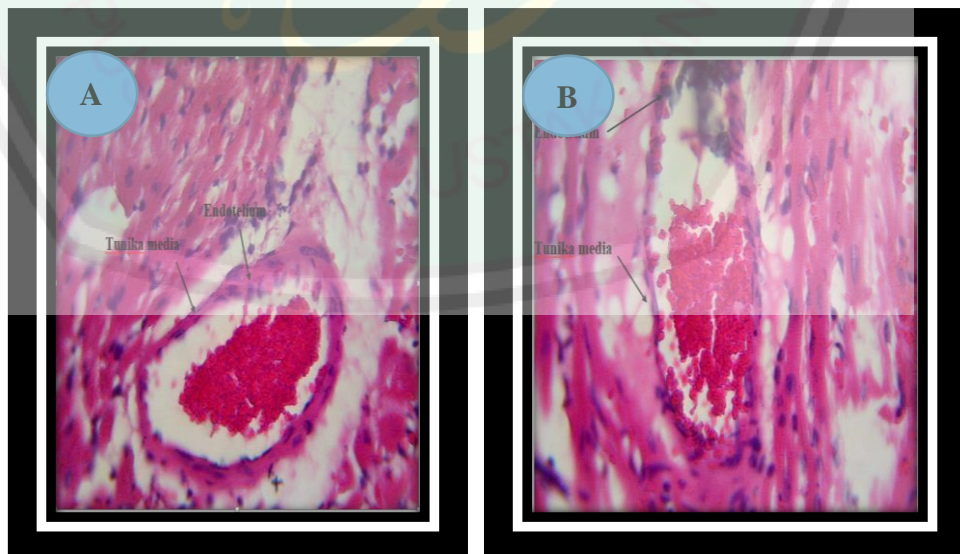


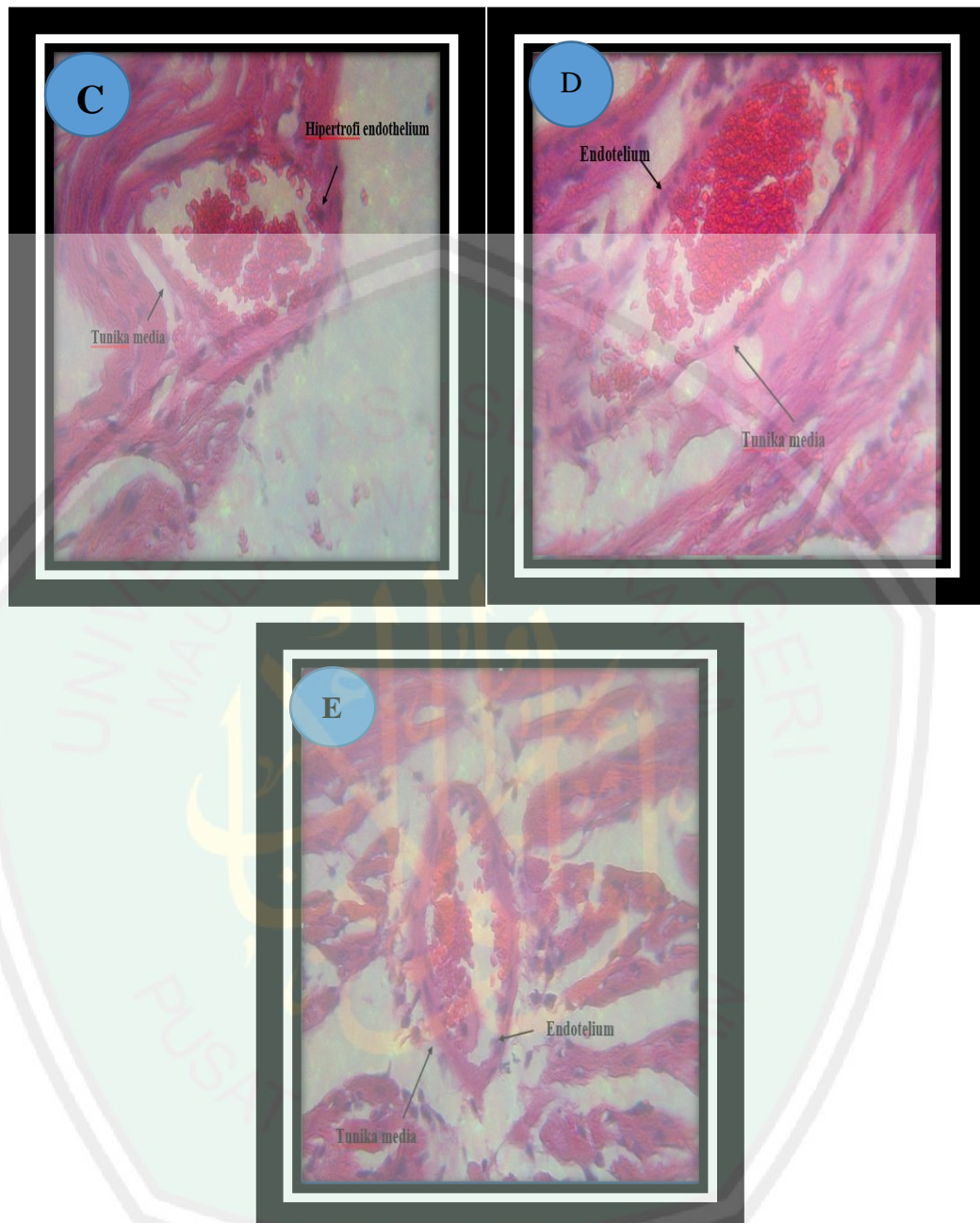


Gambar 4.12 Histologi arteri jantung mencit pada perlakuan tanpa asap adalah a.normal, b.normal, c. normal, d. normal dan e. normal.

Dari gambar 4.12 dapat diketahui bahwa gambaran histologi dari ke 5 ekor hewan mencit dengan perlakuan tanpa asap rokok memiliki histologi arteri yang masih normal.

b) Gambaran histologi arteri mencit pada perlakuan penggunaan biofilter biji kurma



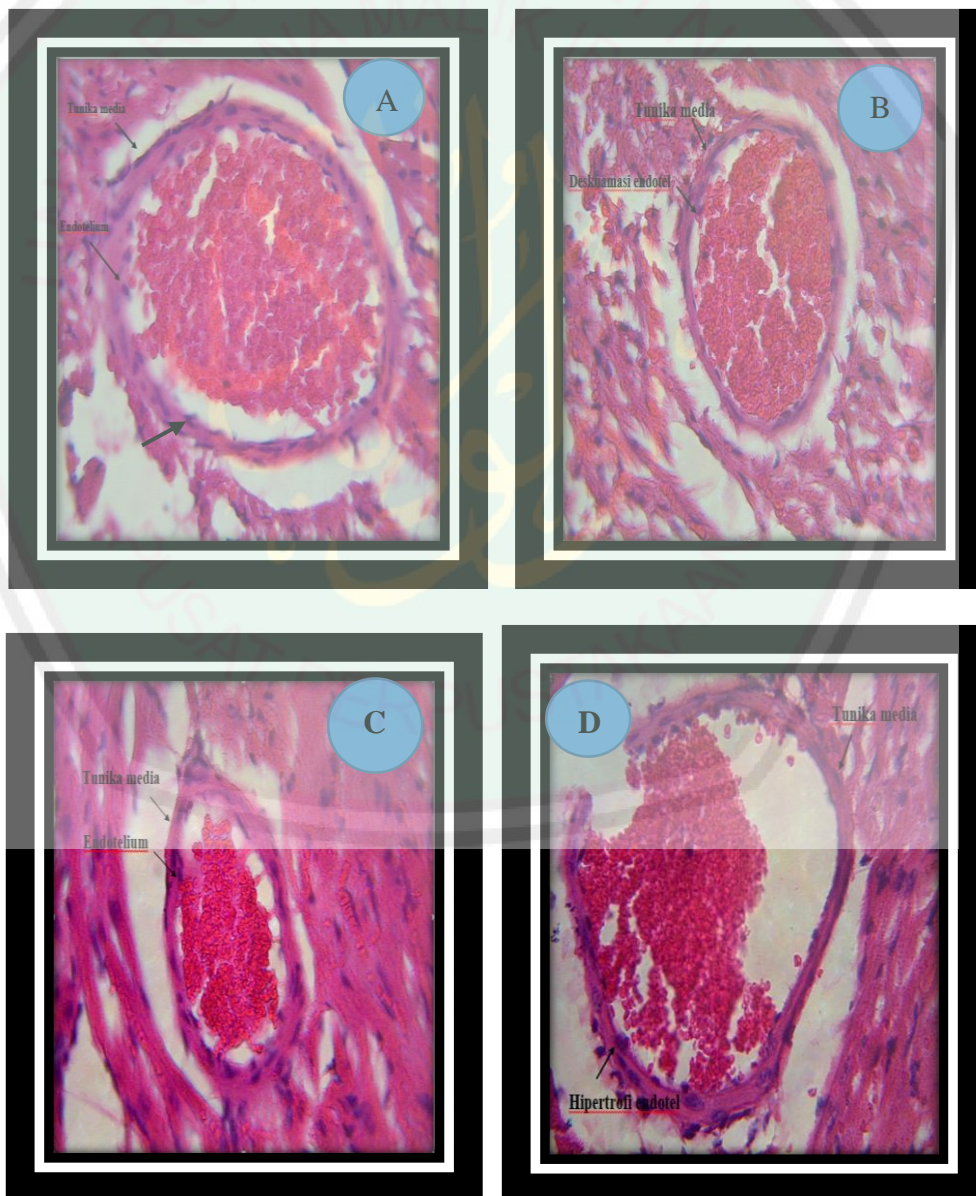


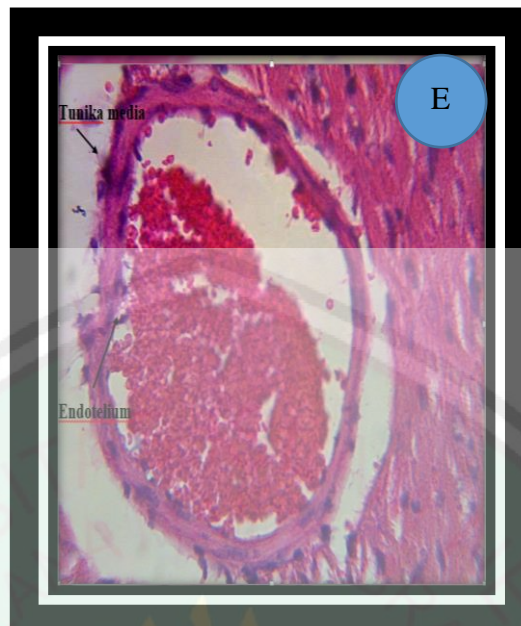
Gambar 4.13 Histologi arteri jantung pada mencit dengan menggunakan biofilter biji kurma (*Phoenix dactalifera*) a) subendotel, endothelium dan tunika media normal, b) subendotel, endothelium dan tunika media normal, c) mengalami hipertrofi endotel, d) subendotel, endothelium dan tunika media normal dan e) subendotel, endothelium dan tunika media normal.

Gambar 4.13 merupakan gambaran histologi arteri mencit yang telah diamati dengan mikroskop perbesaran 400 X, adapun hasilnya adalah gambar

4.13 a) arteri pada mencit memiliki susunan subendotel, endothelium dan tunika media yang masih dalam keadaan normal, b) subendotel, endothelium dan tunika media pada mencit masih dalam keadaan normal, c) sel endothelium pada arteri mencit mengalami hipertrofi, d) subendotelium, endothelium serta tunika media pada arteri mencit masih dalam keadaan normal.

c) Gambaran histologi arteri jantung mencit dengan perlakuan penggunaan biofilter kulit delima

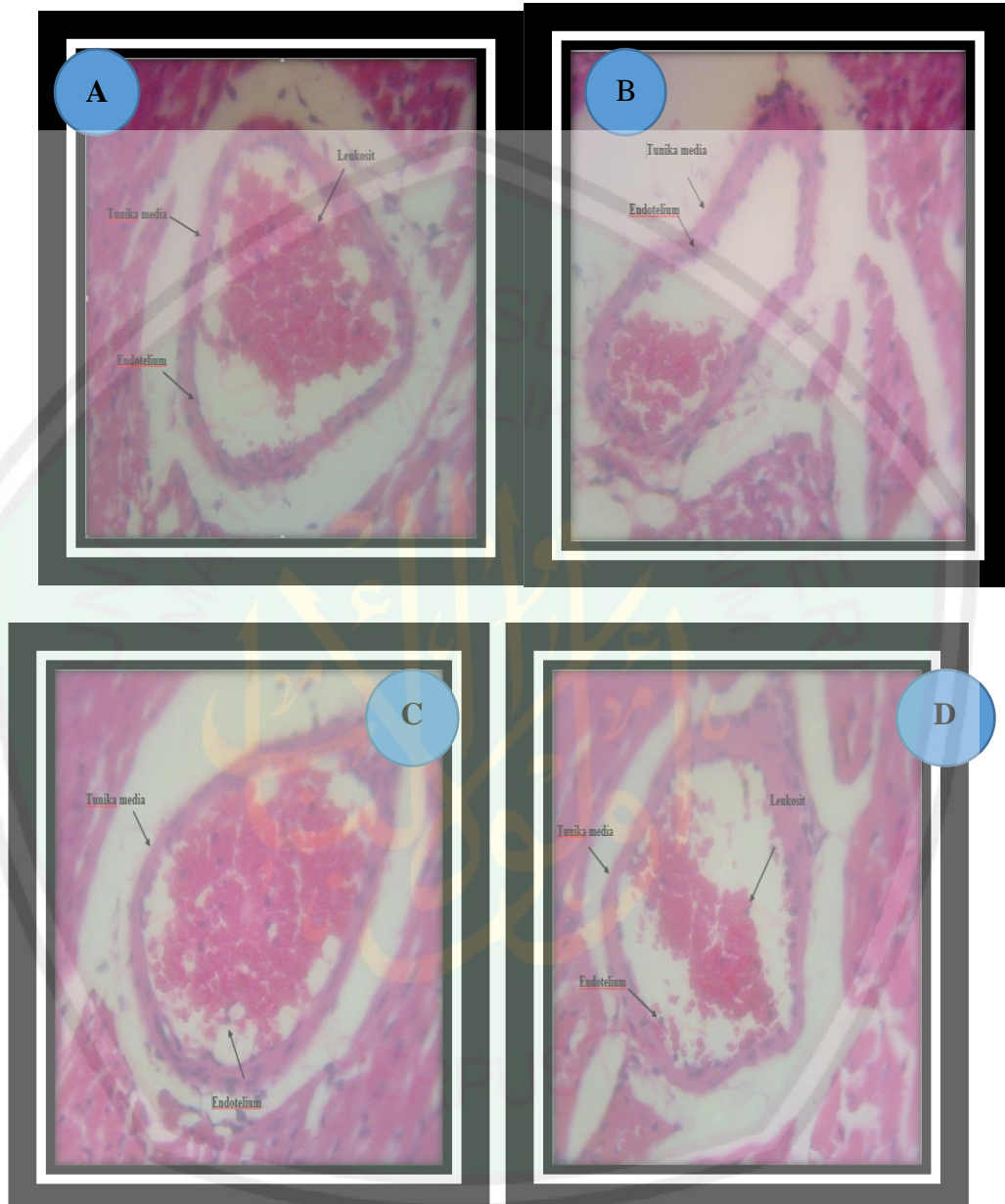




Gambar 4.14 Histologi arteri jantung pada mencit dengan menggunakan biofilter kulit delima (*Punica granatum linn*), a) struktur endothelium, subendotel, dan tunika media yang normal, b) deskuamasi endotel, subendotel normal dan tunika media normal, c) struktur endothelium, subendotel, dan tunika media yang normal, d) Hipertrofi endotel, e) struktur tunika media, endothelium dan subendotel yang normal.

Gambar 4.14 merupakan hasil gambaran histologi arteri mencit pada kelompok perlakuan menggunakan biofilter kulit delima yang diamati dengan mikroskop perbesaran 400X. Gambar 4.14 a) arteri pada mencit memiliki subendotel, endothelium dan tunika media yang normal, b) terjadi deskuamasi endotel pada arteri hewan coba, c) arteri mencit mempunyai subendotel, endothelium dan tunika media yang normal, d) arteri pada mencit mengalami hipertrofi endothelium, e) mencit memiliki arteri dengan subendotelium, endotel serta tunika media yang normal.

d) Gambaran histologi arteri dan otot jantung menciit dengan perlakuan tanpa biofilter



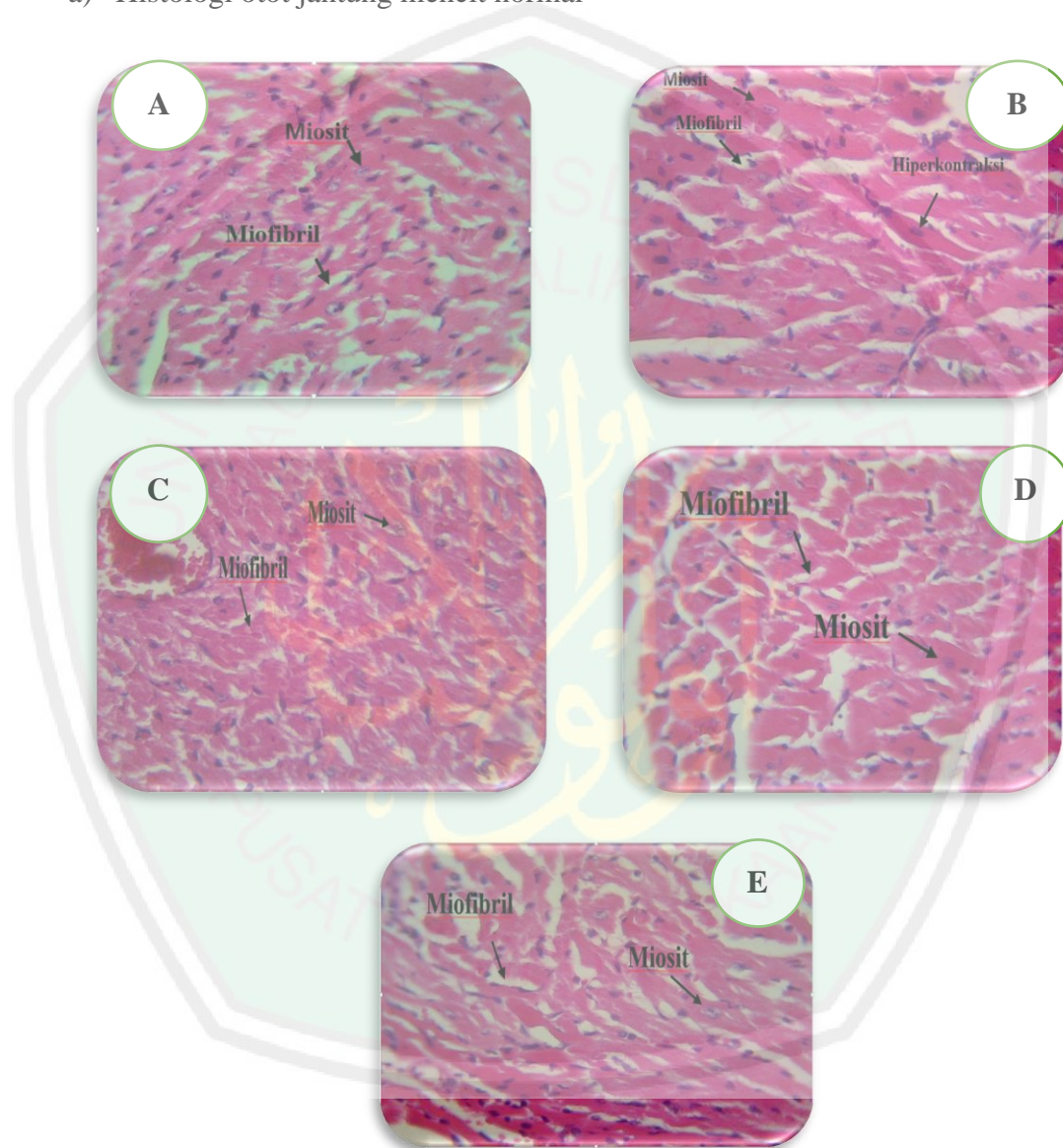
Gambar 4.15 Arteri jantung menciit dengan perlakuan tanpa biofilter a,b, c dan d tampak terjadi deskamasi endotel pada bagian endoteliumnya.

Gambar 4.15 merupakan hasil gamabaran histologi menciit menggunakan mikroskop 400X pada kelompok perlakuan tanpa biofilter. Arteri hewan gambar 4.15 a) terjadi deskumasi endotel pada arteri, b) arteri dalam

keadaan normal, c) terjadi deskuamasi endotel, d) terjadi deskuamasi endotel pada arteri.

2. Gambaran histologi otot jantung menci.

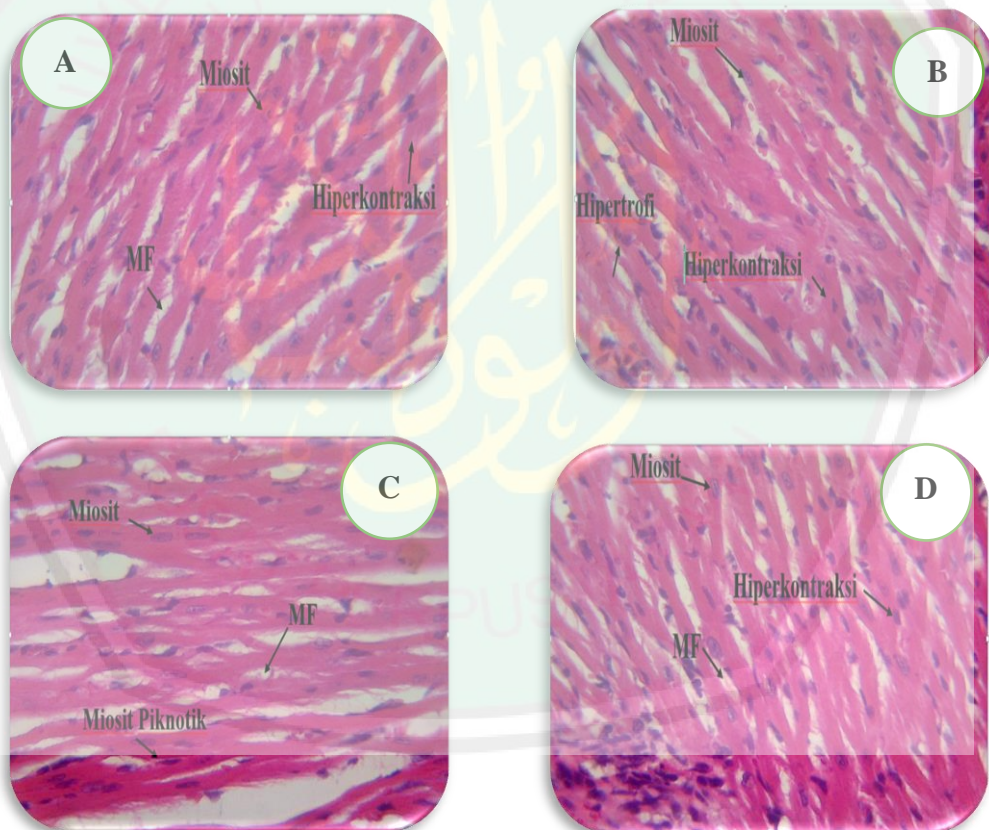
a) Histologi otot jantung menci normal

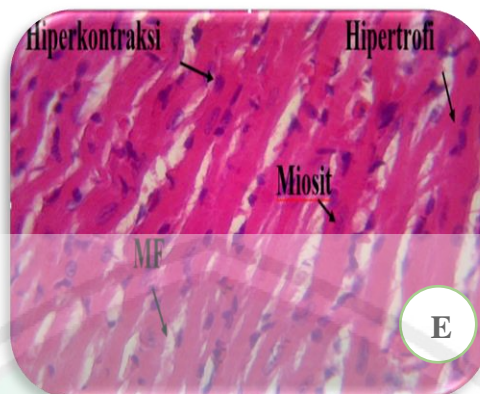


Gambar 4.16 Histologi otot jantung normal pada menci a) miofibril dan miosit terlihat normal, b) miosit normal, miofibril normal, dan ada hiperkontraksi, c) miofibril normal dan miosit normal, d) miofibril normal dan miosit normal, e) miofibril normal dan miosit normal.

Gambar 4.16 merupakan hasil pengamatan histologi otot jantung pada hewan coba yang tidak diberikan paparan asap rokok. Pengamatan histologi ini menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400X. Hasil gambaran histologi otot jantung pada hewan: a) miofibril dan miosit inti terlihat normal, b) miofibril dan miosit inti otot terlihat normal, c) miofibril dan inti miosit pada otot jantung terlihat normal, d) miosit dan miofibril terlihat normal, e) miosit dan miofibril terlihat normal.

b) Histologi otot jantung mencit biofilter biji kurma

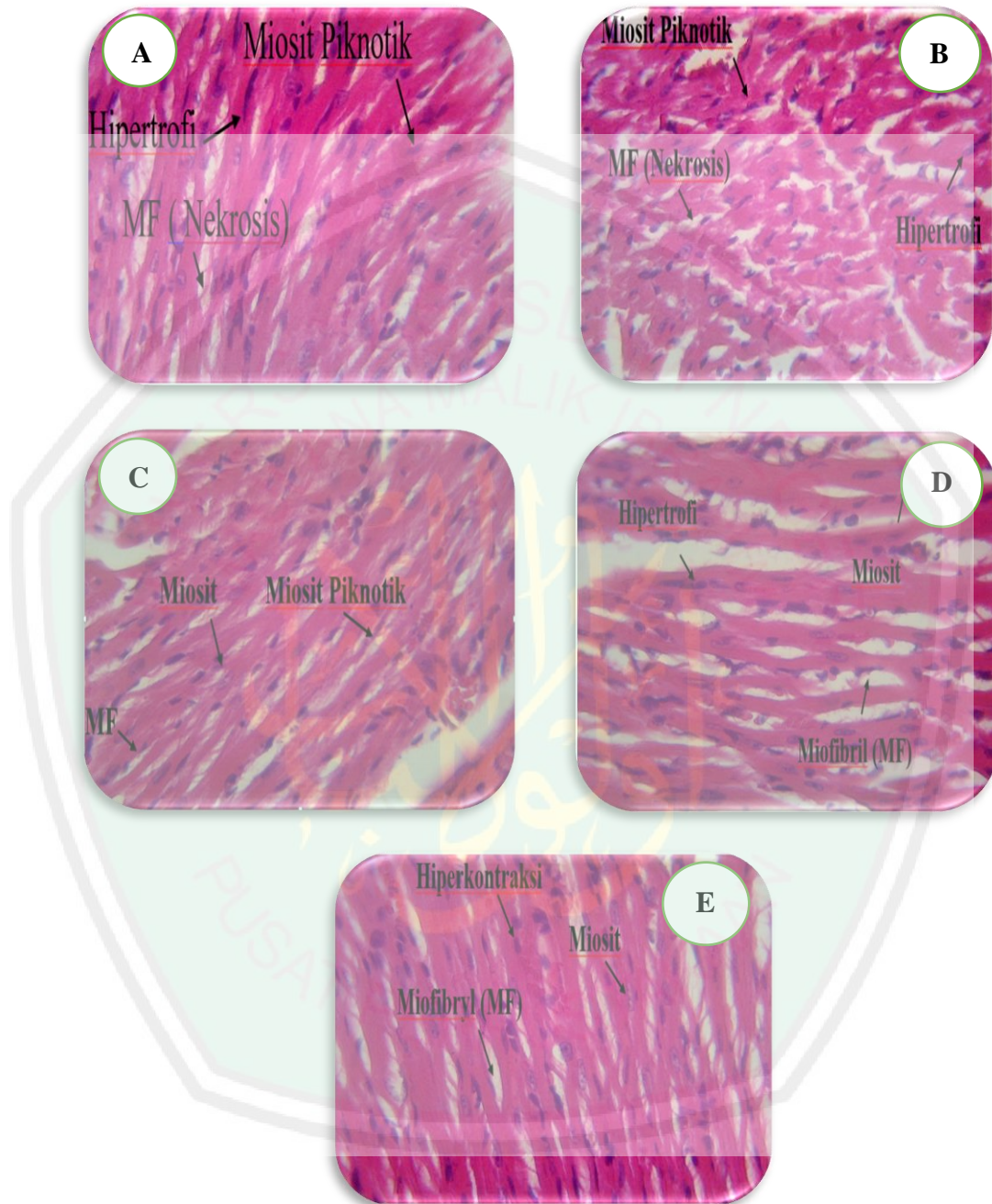




Gambar 4.17 Histologi otot jantung dengan biofilter biji kurma a) miosit normal, hiperkontraksi, miofibril teratur, b) miosit normal, hipertrofi, hiperkontraksi, dan miofibril teratur, c) miosit normal, miosit piknotik dan miofibril tidak teratur, d) miosit normal, hiperkontraksi dan miofibril teratur, e) hiperkontraksi, miosit normal dan miofibril teratur.

Gambar 4.17 merupakan gambaran histologi otot jantung hewan coba pada perlakuan adanya pemaparan asap rokok dengan biofilter biji kurma yang telah diamati dengan menggunakan mikroskop perbesaran 400X. Hasil dari pengamatan histologi otot jantung pada perlakuan ini adalah: a) otot jantung hewan coba memiliki miosit normal, miofibril teratur, namun ada sebagian inti pada otot jantung yang mengalami hiperkontraksi, b) otot jantung pada hewan memiliki miosit normal, miofibril teratur, namun beberapa inti sel otot jantung mengalami hipertrofi dan hiperkontraksi, c) hewan coba memiliki inti sel otot jantung yang normal, namun miofibril pada hewan ini memiliki struktur yang tidak teratur dan ada beberapa inti yang mengalami miosit piknotik, d) memiliki miosit normal, susunan miofibril teratur, namun ada inti sel otot jantung yang juga mengalami hiperkontraksi, e) sel otot jantung pada hewan coba ini memiliki inti miosit normal, susunan miofibril yang teratur, tetapi ada beberapa inti yang mengalami hiperkontraksi.

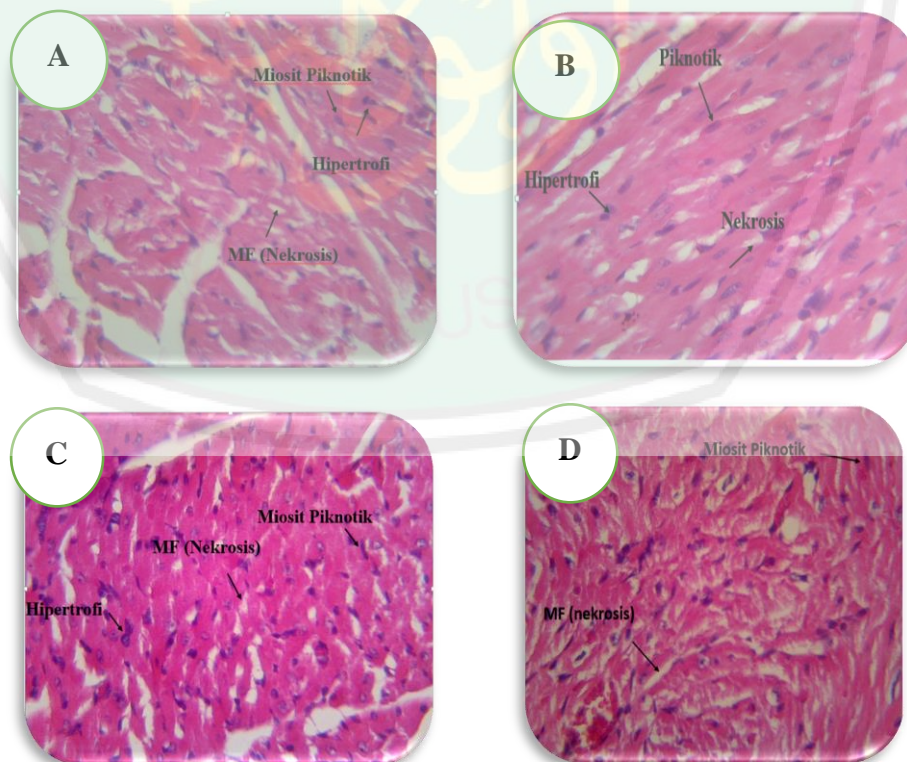
c) Histologi otot jantung mencit dengan biofilter kulit delima

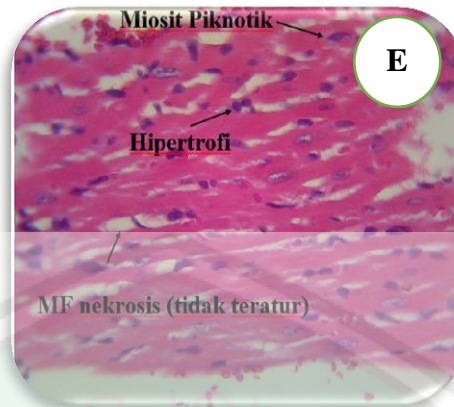


Gambar 4.18 Histologi otot jantung mencit dengan biofilter kulit delima a) miosit piknotik, hipertrofi dan miofibril tidak teratur, b) miosit piknotik, hipertrofi, dan miofibril tidak teratur, c) miosit normal, miosit piknotik, miofibril teratur, d) miosit normal, hipertrofi dan miofibril teratur, e) hiperkontraksi, miosit normal dan miofibril teratur.

Gambar 4.18 merupakan hasil histologi otot jantung pada hewan coba yang diberikan perlakuan dengan pemaparan asap rokok menggunakan biofilter kulit delima. Pengamatan histologi ini dengan menggunakan mikroskop perbesaran 400X dan hasilnya adalah sebagai berikut: a) otot jantung memiliki miosit piknotik, terjadi hipertrofi dan susunan miofibril yang tidak teratur, b) inti sel otot jantung mengalami piknotik, miofibril tidak teratur dan ada beberapa inti yang mengalami hipertrofi, c) hewan coba memiliki inti miosit normal, miofibril teratur, namun ada beberapa inti yang mengalami piknotik, d) memiliki miosit normal, miofibril teratur namun ada beberapa inti yang mengalami hipertrofi, e) memiliki miosit normal, miofibril yang teratur namun ada beberapa inti yang mengalami hiperkontraksi.

d) Histologi otot jantung mencit tanpa biofilter





Gambar 4.19 Histologi otot jantung pada mencit tanpa biofilter gambar a) miosit piknotik, hipertrofi dan miofibril tidak teratur , b) miosit piknotik, hipertrofi dan miofibril tidak teratur, c) miosit piknotik, hipertrofi dan miofibril tidak teratur,d) miosit piknotik, hipertrofi dan miofibril tidak teratur dan e) miosit piknotik, hipertrofi dan miofibril tidak teratur

Gambar 4.19 merupakan gambar histologi otot jantung yang telah diamati oleh mikroskop dengan perbesaran 400X, dan kelompok hewan coba yang diamati ini adalah hewan coba dengan perlakuan pemberian asap rokok tanpa menggunakan biofilter. Hasil dari pengamatan ini adalah: a) inti otot jantung pada hewan coba memiliki inti miosit, terjadi nekrosis pada miofibril (miofibril tidak teratur) dan ada beberapa inti yang mengalami hipertrofi, dan didapatkan hasil yang sama pula pada hewan b,c,d dan e pada perlakuan yang sama.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Fungsi Penggunaan Biofilter Berbahan Kurma (*Phoenix dactalifera*) dan Biofilter berbahan Kulit delima (*Punica granatum linn*) Pada Rokok Kretek

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter biji kurma dan kulit delima terhadap histologi arteri dan otot jantung pada mencit (*Mus musculus*), serta mengetahui paparan asap rokok dengan biofilter berbahan kulit delima dan kurma terhadap tekanan darah pada mencit (*Mus musculus*).

Biofilter yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dari bahan alami yaitu biji kurma dan kulit delima dengan tujuan digunakan sebagai *scavenger* (pemenimalisir/peluruh radikal bebas) untuk memperbaiki kualitas asap rokok. Asap rokok yang telah melalui teknik penyaringan maupun *scavenger* akan menghasilkan asap yang bersih atau menurunkan kandungan racun senyawa radikal bebas yang dapat menyebabkan penyakit *degeneratif* pada tubuh.

Pembakaran rokok dapat merusak kandungan yang berada dalam tembakau seperti nikotin atau tar akibat tercemarnya oleh unsur radikal bebas dengan unsur merkuri (Hg) sehingga membuat kandungan rokok menjadi bahaya. Menurut Zahar dan Sumitro (2011), menyatakan bahwa rokok harus dibersihkan Hg (merkuri) nya dengan tehnik *scavenger* agar kembali ke posisi semula menjadi tembakau yang bebas dari Hg, sehingga kandungan nikotin dan *gold* yang ada pada rokok dapat bermanfaat dalam tubuh manusia. Menurut Wanda Hamilton (2001) yang menemukan bahwa daun tembakau terdapat partikel emas atau aurum (Au). Partikel Au di daun tembakau itu bisa diisolasi

sebagai nicotin-gold cair, faktor inilah yang membuat kebiasaan orang-orang terdahulu menggunakan tembakau sebagai obat.

Dalam upaya untuk menangkal radikal bebas yang disebabkan oleh asap rokok akibat terjadinya pembakaran tidak sempurna maka dibutuhkan sebuah biofilter yang mengandung antioksidan seperti, biji kurma dan kulit delima yang digunakan dalam penelitian ini, yang mana antioksidan dalam biji kurma dan kulit delima dapat berfungsi sebagai senyawa pendonor atom H untuk menstabilkan senyawa radikal bebas tersebut.

Mekanisme kerja antioksidan yaitu menstabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki oleh senyawa radikal bebas serta menghambat reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas yang dapat menimbulkan stress oksidatif sehingga memicu terjadinya penyakit degeneratif (Sjamsul, 2010). Senyawa antioksidan banyak ditemukan pada buah-buahan dan sayur-sayuran.

Menurut Satuhu, 2010, Buah kurma mengandung asam salisilat yang bersifat mencegah pembekuan darah, kalium yang sangat bermanfaat bagi kesehatan jantung dan pembuluh darah karena berfungsi untuk menstabilkan denyut jantung, mengaktifkan kontraksi otot jantung, sekaligus mengatur tekanan darah. Buah kurma juga merupakan buah yang mempunyai kandungan senyawa antioksidan yaitu fenolik yang dapat menangkap senyawa radikal bebas peroksi dan radikal hidroksi (Hart,2003). Adapun untuk kulit delima yaitu mengandung senyawa antioksidan golongan flavonoid yang dapat membantu mengurangi resiko penyakit jantung koroner, prostat, dan kanker serta dapat bersifat sebagai fitoestrogen karena kemampuan senyawa isoflavon dalam

golongan flavonoid dapat berinteraksi dengan reseptor esterogen dalam sel (Winarti, 2010).

Dalam Surat ar-Rahman ayat 68, Allah SWT berfirman:

فِيهِمَا فُكَيْهَةٌ وَنَخْلٌ وَرُمَّانٌ ٦٨

“Di dalam kedua-duanya (syurga) juga terdapat buah-buahan serta pohon kurma dan delima” (QS. ar-Rahman ayat 68).

Pada umumnya buah delima dan kurma sering ditemukan dan tumbuh dengan baik di daerah yang beriklim tropis. Buah delima dan kurma di beberapa negara terkenal sebagai buah yang memiliki nilai khasiat tinggi bagi kesehatan, sehingga termasuk buah yang ada dalam daftar makanan sehat setiap hari. Dalam dunia medis, buah delima ini terkenal akan kandungan vitamin dan antioksidan yang terdapat di dalamnya, dimana kandungan vitamin serta antioksidan tersebut dipercaya dapat berguna untuk perawatan kulit dan kesehatan secara alami, seperti penyakit kanker, jantung, serta meningkatkan sistem kekebalan tubuh.

#### **4.2.2 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter biji kurma (*Phoenix dactalifera L.*) dan Biofilter Kulit Delima (*Punica granatum linn*) Terhadap Tekanan Darah Sistolik dan Diastolik Mencit (*Mus musculus*)**

Pengujian pengaruh paparan asap rokok terhadap tekanan darah pada mencit dilakukan selama satu minggu sekali setiap pukul 08.00 dengan menggunakan alat ukur *hypertensi*. Cara pemeriksaan melalui alat *hypertensi* ini yaitu hewan coba (mencit) dimasukkan ke dalam holder kemudian dipasangkan

menset pada ekor hewan uji tersebut dan tekanan darah akan termonitori oleh adanya cuff yang terdapat sensor VPR. Dan dari pengujian dengan penggunaan alat ini didapatkan nilai tekanan darah sistolik dan diastolik pada setiap perlakuan.

Gambar 4.6 menunjukkan grafik hasil pemeriksaan tekanan darah sistolik yang dihasilkan pada setiap kelompok perlakuan yaitu tanpa paparan asap rokok, perlakuan dengan biofilter biji kurma, perlakuan dengan biofilter kulit delima dan perlakuan tanpa biofilter mengalami perbedaan. Nilai sistolik pada perlakuan tanpa biofilter mengalami tingkat tekanan darah tinggi derajat 2 (sekitar > 160 mmHg) dan perlakuan pada kelompok hewan coba dengan menggunakan biofilter mengalami tingkat tekanan darah tinggi derajat 1 (sekitar 140-159). Sedangkan nilai tekanan darah diastolik (Gambar 4.10) yang dihasilkan disetiap perlakuan, rata-rata memiliki nilai tekanan darah diastolik yang normal (tidak lebih dari 80), hal ini bisa dikarenakan kondisi mencit yang stress ataupun kondisi mencit yang belum bisa beradaptasi pada perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini.

Berdasarkan tabel 4.5 hasil uji analisis *Anova One Way*, biofilter yang diujikan terhadap mencit (*Mus musculus*) memiliki pengaruh terhadap tekanan darah mencit dengan nilai signifikansi 0.00 (hipotesis diterima) dan pada hasil analisis dengan uji *Duncan* 0,05 (tabel. 4.6) menyatakan nilai perbedaan tekanan darah, bahwa mencit yang telah dipapari asap rokok dengan menggunakan biofilter biji kurma (BK) atau biofilter kulit delima (BKD) memiliki nilai tekanan darah sistolik yang tidak berbeda jauh (mengalami hipertensi derajat 1),

sedangkan perlakuan tanpa biofilter (TB) memiliki nilai tekanan darah yang sangat tinggi (hipertensi derajat 2) dan mencit yang normal (Tanpa Asap Rokok) memiliki hasil nilai tekanan darah sistolik yang normal.

Sedangkan hasil nilai tekanan darah diastolik yang telah dianalisis dengan menggunakan uji *Duncan* 0,05 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan, yaitu memiliki nilai tekanan darah diastolik yang cenderung normal (<80 mmHg). Hal ini dapat dikatakan bahwasanya hewan coba tersebut mengalami hipertensi sistolik, dimana hipertensi ini tidak diikuti oleh hipertensi diastolik. Hal tersebut bisa saja terjadi karena kondisi mencit (hewan coba) tersebut mengalami stress. Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingkat stress pada hewan coba tersebut adalah aktivitas gerak pada mencit, pola makan mencit dan faktor usia.

Melihat dari hasil analisis *Anova One Way* dan *Duncan* 0,05 yang menunjukkan terjadinya hipertensi sistolik pada mencit (Hewan coba), hal ini dapat dikatakan bahwa biofilter yang digunakan pada rokok dapat berfungsi untuk menurunkan tekanan darah sistolik, dan menunjukkan bahwa biofilter biji kurma dan biofilter kulit delima sedikit banyak telah berfungsi untuk meminimalisir radikal bebas dengan adanya kandungan senyawa antioksidan yang ada di dalamnya. Akibatnya oksigen dalam darah yang beredar di seluruh tubuh tidak banyak terikat oleh radikal bebas, sehingga dapat mengurangi ataupun menurunkan tingkat pengendapan yang diakibatkan oleh *ROS* serta dapat menurunkan tingkat penyempitan pembuluh darah dengan adanya kandungan senyawa antioksidan yang dapat menurunkan tingkat viskositas

darah, oleh sebab itu tekanan darah yang dimiliki oleh kelompok biofilter ini tidak setinggi tekanan darah yang terjadi pada kelompok percobaan tanpa biofilter.

Dan senyawa fenolik yang terdapat pada buah tersebut dapat berfungsi untuk menangkap radikal bebas. Fenolik dalam biji kurma berfungsi menangkap radikal bebas peroksi (ROO-) pada asap rokok. Oksida hydrogen fenol ditarik oleh radikal bebas, dan radikal fenoksi yang dihasilkan dimantapkan oleh resonansi dan bereaksi dengan radikal peroksi, akibatnya radikal peroksi rusak dan tidak mampu mengoksidasi (Hart, 2004). Adapun antioksidan yang terkandung dalam kulit delima salah adalah *polyphenols* dan *flavonoids*. *Flavonoids* berperan sebagai antioksidan dengan cara mendonasikan atom hydrogen atau melalui kemampuannya mengkelat logam dalam bentuk glukosida (mengandung rantai samping glukosa) atau dalam bentuk bebas yang disebut aglikon (Cuppet *et.al.*, 1954).

Dengan adanya membran biofilter tersebut yang memiliki fungsi untuk menangkap radikal bebas dan mengikat senyawa logam yang ditimbulkan pada asap rokok, maka kualitas asap rokok yang ditimbulkan oleh olahan tembakau (rokok) sedikit banyak dapat bermanfaat baik dalam kesehatan karena komposisi antioksidan tembakau yang bertambah dengan antioksidan di dalam biofilter lebih besar dari komposisi radikal maupun senyawa logam yang ditimbulkan oleh asap rokok sehingga dapat berdampak baik atau meminimalisir efek negatif terhadap jantung.

Kelebihan dari tembakau yaitu memiliki kandungan flavonoid yang dapat menghambat *Angiotensin II* tembakau juga mengandung potassium atau kalium, mengkonsumsi makanan yang mengandung potassium 2-4 gram perhari dapat membantu menurunkan tekanan darah (Pudiasturi, 2013). Kalium (potassium) merupakan ion utama di dalam cairan intraseluler. Cara kerja kalium adalah kebalikan kebalikan dari natrium. Konsumsi kalium yang banyak akan meningkatkan konsentrasinya di dalam cairan intraseluler, sehingga cenderung menarik cairan dari bagian ekstraseluler dan menurunkan tekanan darah (Nurlita, 2012).

Untuk perlakuan kelompok hewan dengan tidak mempergunakan biofilter, memiliki nilai tekanan darah yang lebih tinggi dibandingkan kelompok perlakuan yang lain. Hal ini disebabkan karena senyawa radikal ataupun senyawa logam berat yang ditimbulkan oleh asap rokok memiliki komposisi/ukuran partikel yang lebih besar dari pada antioksidan yang terdapat di tembakau karena tidak adanya membran penyaring. Akibatnya kandungan tembakau yang terdapat pada rokok banyak menimbulkan senyawa radikal maupun senyawa logam. Dimana salah satunya dapat menimbulkan hipertensi dengan adanya senyawa nikotin pada rokok

Nikotin pada rokok tersebut yang tercemar oleh senyawa logam/ merkuri berubah menjadi senyawa radikal pada saat terjadi proses pembakaran yang tidak sempurna, akibatnya oksigen yang ada di seluruh tubuh banyak teroksidasi oleh radikal bebas, sehingga menyebabkan berkurangnya oksigen

serta penyumbatan pembuluh darah dan menyebabkan jantung memompa lebih tinggi akibat tekanan yang tinggi.

Mekanisme tekanan darah tinggi yang disebabkan oleh senyawa radikal bebas pada rokok yang tidak menggunakan biofilter adalah nikotin yang berubah menjadi senyawa radikal tersebut terhirup dan terserap oleh pembuluh-pembuluh darah dalam paru-paru yang kemudian diedarkan ke seluruh tubuh oleh jantung, dan akan terangsang pertumbuhan hormon adrenalin yang dapat menimbulkan tekanan darah, dimana kontraksi dan relaksasi pembuluh darah tersebut dikontrol oleh medula pada otak. Hormon tersebut bereaksi untuk menyempitkan tekanan pembuluh darah, apabila pembuluh darah pada otak menyempit maka akan memaksa jantung untuk bekerja lebih keras lagi sehingga menimbulkan tekanan yang lebih tinggi (Gondodiputra, 2007).

Menurut Kumalaningsih, 2006, asap rokok merupakan salah satu sumber radikal bebas yang menyebabkan penyakit *degeneratif*. Salah satunya penyakit *degeneratif* pada jantung. Radikal bebas dalam jantung dapat mengakibatkan molekul lemak atau yang disebut juga dengan LDL (*Low Density Lipoprotein*) teroksidasi dan akan mengendap di pembuluh darah jantung, sehingga pembuluh darah menjadi sempit dan aliran darah terganggu yang dapat mengakibatkan atherosklerosis. Kandungan nikotin pada rokok dapat menyebabkan kerja jantung semakin cepat dan menghambat fase istirahat jantung yang mana hal tersebut akan menyebabkan tekanan darah semakin tinggi dan menimbulkan hipertensi (Gondodiputra, 2007). Dalam menghambat penyakit *degeneratif* seperti jantung, maka diperlukan adanya sebuah

antioksidan yang mana antioksidan tersebut mempunyai kemampuan untuk bekerja sebagai inhibitor reaksi oksidasi oleh ROS yang menjadi salah satu penyebab penyakit-penyakit tersebut (Wardhana, 2007).

Tekanan darah adalah gaya yang ditimbulkan oleh volume darah yang bersirkulasi pada dinding arteri. Perubahan pada curah jantung atau resistansi perifer dapat mempengaruhi tekanan darah. Curah jantung yang rendah dapat mempertahankan tekanan darah normalnya melalui vasokonstriksi, sedangkan dengan vasodilatasi mungkin mengalami hipotensi walaupun curah jantungnya tinggi (Potter & Perry 2005).

Curah jantung merupakan jumlah darah yang dikeluarkan dari ventrikel kiri dalam satu menit. Pada saat istirahat, jumlahnya sekitar 5000 ml. Curah jantung ditentukan oleh denyut jantung dan isi sekuncup. Denyut jantung meliputi aktivitas baroreseptor, efek Bainbridge, pireksia, pusat-pusat yang lebih tinggi, tekanan intrakranial, kadar oksigen dan karbon dioksida dalam darah. Sekuncup merupakan jumlah darah yang dikeluarkan dari ventrikel kiri dalam satu kontraksi. Saat istirahat jumlahnya sekitar 70 ml. Isi sekuncup dipengaruhi oleh denyut jantung, kontraktilitas, miokard, preload, dan after load (Potter & Perry 2005).

Resistansi perifer adalah resistansi terhadap aliran darah yang ditentukan oleh tonus susunan otot vascular dan diameter pembuluh darah. Otot polos di dalam arteriol dikontrol oleh pusat vasomotor di medulla. Otot ini berada dalam keadaan kontraksi parsial yang disebabkan oleh aktivitas saraf simpatis secara kontinu. Peningkatan aktivitas vasomotor menyebabkan vasokonstriksi arteriol sehingga terjadi peningkatan resistansi perifer. Jika curah

jantung tetap konstan, maka tekanan darah akan meningkat, begitu juga sebaliknya, penurunan aktivitas vasomotor menyebabkan vasodilatasi dan penurunan pada resistansi perifer. Resistansi perifer dipengaruhi oleh viskositas/kekentalan darah dan panjang pembuluh darah. Semakin pekat/kental suatu darah maka semakin besar resistansi terhadap aliran darah sehingga semakin tinggi tekanan darahnya, sedangkan panjang pembuluh darah semakin besar luas permukaan dalam pembuluh yang berkontak dengan darah, semakin besar resistansi terhadap aliran. Adapun viskositas darah secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut (Poter & Perry 2005):

$$\frac{V}{t} = \frac{\pi r^4 (P_1 - P_2)}{8\eta L}$$

Adapun hubungan antara tekanan, resistansi, dan aliran darah dalam sistem kardiovaskuler dikenal dengan hemodinamika. Sifat aliran ini sangat kompleks, namun secara garis besar dapat diperoleh dari hukum fisika untuk sistem kardiovaskular:

$$CO = \frac{(MABP - CVP)}{TPR}$$

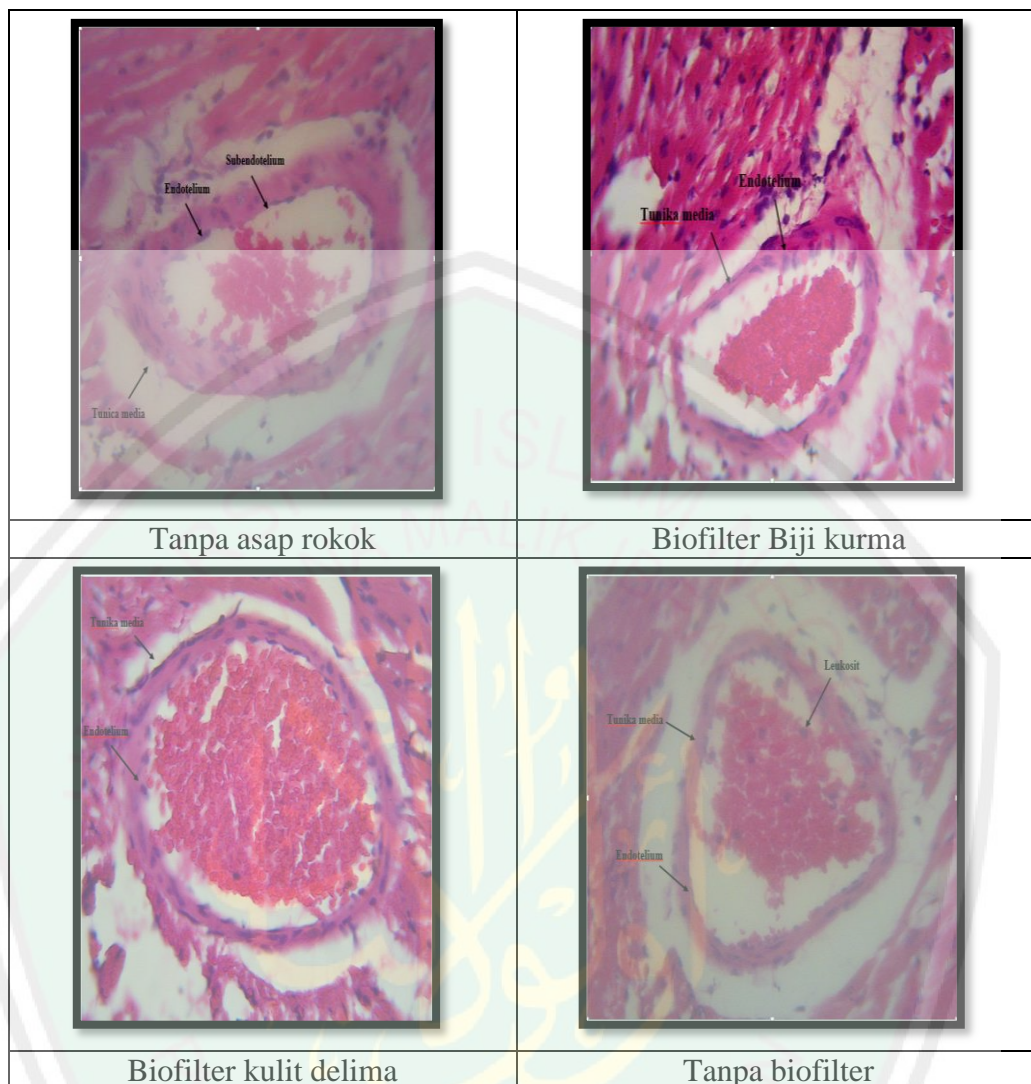
Dengan CO adalah curah jantung (cardiac output), MABP adalah tekanan darah arteri rata-rata (*mean arterial blood pressure*), TPR adalah resistansi perifer total (*total peripheral resistance*), dan CVP biasanya mendekati nol, maka MABP sama dengan CO X TPR (Poter & Perry 2005).

Selain ditimbulkan oleh asap rokok, hipertensi juga dapat ditimbulkan oleh beberapa faktor seperti olah raga, usia, obesitas ataupun pola makan, karena radikal bebas tidak hanya disebabkan oleh asap rokok tetapi juga dapat ditimbulkan oleh pembakaran yang disebabkan oleh proses metabolisme dalam tubuh.

#### **4.2.3 Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Biji Kurma (*Phoenix Dactalifera L.*) dan Biofilter Kulit Delima (*Punica Granatum Linn*) Terhadap Histologi Arteri dan Otot Jantung pada Jantung Mencit (*Mus musculus*)**

Pengaruh paparan asap rokok terhadap performa jantung dapat dilihat secara deskriptif dan makroskopis dengan perbesaran 400x. Di dalam penelitian ini adapun objek yang diamati adalah sel arteri dan sel otot pada jantung.

Hasil dari pengamatan secara makroskopis terhadap sel arteri jantung mencit pada perbesaran 400x adalah sebagai berikut: 1) Pada perlakuan Tanpa asap rokok di dapatkan gambaran hasil mikroskopis arteri jantung mencit yang normal, 2) Pada perlakuan dengan biofilter kulit delima pada rokok (BKD) hasil histologi yang didapat dari 5 sampel hewan coba adalah 3 sampel yang memiliki struktur arteri normal dengan susunan endothelium dan tunika intima yang normal, 1 sampel mengalami deskuamasi endotel dan 1 sampel mengalami hipertrofi endotel, 3) Pada perlakuan hewan dengan menggunakan biofilter biji kurma (BK) pada rokok hasil mikroskopis histologi arteri jantung yang didapatkan dari 5 sampel adalah 4 sampel memiliki hasil histologi arteri yang normal dan 1 sampel mengalami hipertrofi endotel, 5) Pada kelompok tanpa biofilter gambaran histologi arteri jantung yang didapat adalah banyak sampel yang mengalami deskuamasi endotel. Berikut ini adalah bentuk gambaran histologi arteri pada hewan coba yang diambil dari tiap tiap sampel dengan kesamaan terbanyak dalam tiap sampel tersebut (Gambar 4.19):



Gambar 4.19 Histologi otot jantung mencit dengan perbedaan perlakuan

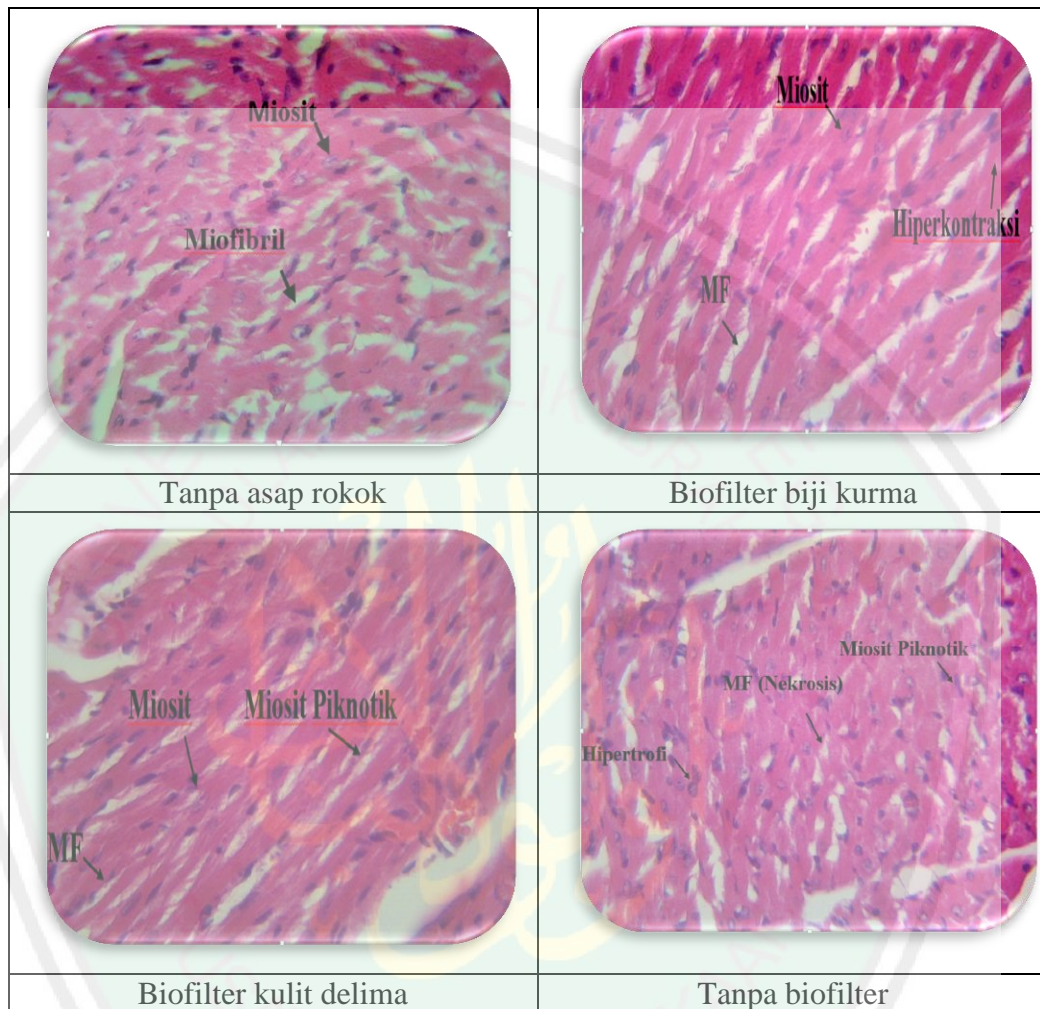
Deskuamasi endotel merupakan terlepasnya sel endotel dari membran basalis. Deskuamasi endotel terjadi karena akumulasi LDL dalam sirkulasi sehingga LDL menumpuk dan menempel pada endotel. Kondisi ini semakin lama dapat menyebabkan peningkatan permeabilitas endotel, dimana LDL selanjutnya akan masuk ke bagian dalam tunika intima melalui celah inter seluler. Sedangkan hipertrofi endothelium adalah penebalan hipertrofi, adapun mekanisme dari hipertrofi menurut fenning et al, (2010) yaitu terjadinya

inaktivasi NO yang disebabkan induksi DOCA-salt sehingga menyebabkan remodeling ventrikel dengan kompensasi hipertrofi dalam mempertahankan perfusi jaringan akibat beban jantung yang meningkat karena peningkatan tekanan darah.

Dilihat dari hasil mikroskopis dapat dikatakan bahwa sedikit banyak biofilter yang digunakan dalam penelitian sangat berpengaruh untuk mengurangi dampak kerusakan arteri seperti terjadinya deskuamasi endotel dan hipertrofi endotel. Dan dari penelitian yang dilakukan tersebut, penggunaan biofilter biji kurma ataupun biofilter kulit delima sangat berpengaruh baik untuk memperbaiki/meminimalisir kerusakan arteri pada jantung.

Hasil dari gambaran mikroskopis pada histologi otot jantung adalah sebagai berikut: 1) Pada kelompok normal (tanpa asap rokok) hasil histologi otot jantung yang didapatkan adalah 4 sampel mempunyai struktur otot jantung yang normal dan 1 sampel terjadi hiperkontraksi. 2) Pada kelompok tanpa biofilter (TB) hasil histologi otot jantung mencit mencit yang didapat adalah banyak sampel yang mengalami miosit piknotik, hipertrofi dan miofibril yang tidak teratur. 3) Pada kelompok biofilter biji kurma (BK) hasil histologi otot jantung yang didapatkan adalah dari setiap sampel, banyak yang memiliki miosit normal, namun dari setiap sampel juga ditemukan beberapa inti yang mengalami miosit piknotik, hipertrofi, hiperkontraksi dan juga susunan miofibril yang tidak teratur. 4) Pada kelompok biofilter kulit delima (BKD) hasil histologi otot jantung yang telah didapatkan adalah banyak sampel yang memiliki miosit piknotik dari pada miosit normal, dan dari beberapa sampel juga ditemukan terjadinya hipertrofi, serta miofibril yang tidak teratur. Berikut ini adalah gambaran hasil mikroskopis

otot jantung yang diambil dari tiap-tiap sampel dengan kesamaan terbanyak disetiap sampelnya ((4.20):



Gambar 4.20 Histologi otot jantung menciit dengan perbedaan perlakuan

Hiperkontraksi yang ditimbulkan pada jantung menunjukkan terjadinya kecacauan otot jantung. Menurut Fineshi, 2006, Myofibre break-up (MFB) didefinisikan sebagai berkas miokardium yang meregang diselingi miokardium yang hiperkontraksi. MFB menginformasikan perubahan struktur akibat kecacauan dan tidak sinkronnya aktivitas listrik dan dapat diinduksi oleh lewatnya arus listrik abnormal.

Piknosis merupakan perubahan inti miosit berwarna biru gelap dan pengerutan inti, proses piknosis merupakan tahapan awal nekrosis, kerusakan struktur miofibril yang tidak teratur dan hipertrofi yang ditandai dengan penebalan miosit. Dan terjadinya nekrosis myocardium ditandai dengan miofibril yang tidak teratur akibat radikal bebas, Khorsid (2012).

Hasil dari pengamatan histologi arteri (Gambar 4.20) dan otot jantung (Gambar 4.21) secara mikroskopis maupun deskriptif menunjukkan bahwa perlakuan dengan adanya asap rokok baik itu dengan penggunaan biofilter ataupun tanpa biofilter, dapat menyebabkan terjadinya miosit piknotik, hipertrofi, hiperkontraksi, serta nekrosis pada otot jantung dan dapat menimbulkan deskuamasi endotel pada sel arteri akibat adanya paparan asap rokok. Akan tetapi gambaran histologi jantung pada kelompok perlakuan dengan menggunakan biofilter biji kurma ataupun biofilter kulit delima memiliki histologi jantung yang lebih baik jika dibandingkan dengan kelompok perlakuan tanpa biofilter, dimana kelompok perlakuan dengan biofilter biji kurma dan biofilter kulit delima mengalami tingkat hipertensi derajat 1, sedangkan kelompok perlakuan tanpa biofilter mengalami tingkat hipertensi derajat 2.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

1. Pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter kurma dan kulit delima terhadap tekanan darah sistolik mencit memiliki pengaruh yang signifikan, dan tidak ada pengaruh terhadap tekanan diastolik mencit, hal ini disebabkan karena kondisi mencit yang stress. Kelompok pada perlakuan biofilter biji kurma memiliki tekanan darah sistolik yang tidak jauh berbeda dengan perlakuan biofilter kulit delima. Tekanan darah pada kelompok biofilter ini memiliki tekanan darah yang tidak setinggi kelompok tanpa biofilter, hal ini disebabkan karena kandungan senyawa antioksidan dalam biofilter biji kurma maupun biofilter kulit delima dapat bekerja untuk menangkal radikal bebas atau membersihkan kandungan merkuri yang ada dalam tembakau serta memperkaya kandungan senyawa antioksidan polifenol dalam tembakau yang dapat menurunkan tekanan darah sistolik.
2. Pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter biji kurma dan biofilter kulit delima dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan biofilter biji kurma maupun biofilter kulit delima dapat menurunkan tekanan darah sistolik serta mengurangi tingkat nekrosis, miosit piknotik, hipertrofi, dan hiperkontraksi pada sel otot jantung, serta mengurangi tingkat deskuamasi pada sel arteri.

## 5.2 Saran

Hasil dari penelitian ini sudah memenuhi hipotesis yang telah dibuat serta teori yang ada, namun dalam penelitian ini masih diperlukan parameter lain yang perlu diterapkan seperti memperhitungkan nilai tekanan dalam pembuatan biofilter serta memvariasi komposisi bahan dalam pembuatan biofilter.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adiatama. 1992. *Rokok dan Kesehatan*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Albert, B, D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, J. D. Watson, 1996. *Molecular Biology of the Cell, 3<sup>rd</sup> ed*. New York: Garland Publish, Inc.
- Arif, Sjamsul. 2007. *Radikal Bebas*. Surabaya: FK. UNAIR.
- Best, B. 2007. *Free Radical – General Antioxidant Actions*. Available from: [www://http. General Antioxidant Actions. html](http://www://http.GeneralAntioxidantActions.html). Accessed: 09-03-2017
- Bindar, Y. 2000. *Ekonomi, Rokok dan konsekuensinya*. Bandung: Jurusan Teknik Kimia. ITB
- Budka, F. 2008. *Active Ingredients, Their Bioavability and The Healt Benefith of Punica Granathum Linn (Pomegranate)*. Accesed: 10-04-2017.
- Buring, J.E dan CH. Hennekens . 1993. *Retinoids and Carotenoids*. dalam: *Cancer: Principle and Practise of Oncology*. V.T. devita Jr., . Helman, dan S.A. Rosenberg (Eds). 4 th ed. Philadelphia: J.B. lippincot: 464-474.
- Bustan, MN. 2007. *Epidemiologi Penyakit Tidak Menular*. Jakarta: Rineka Cipta
- Donnelly JK and Robinson DS. 1990. *Oxygen Radicals in Living System and in Food*. BNF Nutri Bull, vol. 15, Hlm 115-129.
- Fenning, A. G. Harrison, R. Rose'meyer., A. Hoey and L. Brown . 2005. *L. Arginine Attenuates Cardiovascular Impairment in DOCA-Salt Hypertensive Rats*. *AJP Heart and Circulatory Physiology* 289:1408-1416
- Gondodiputro, S. 2007. *Bahaya Tembakau Dan Bentuk-Bentuk Sediaan Tembakau*. Bandung. <http://www.google.co.id/search?q=bahaya+tembakau>. Diakses 8 April 2017
- Gretha Z., Sutiman BS. 2011. *Devine Kretek Rokok Sehat*. Masyarakat Bangsa Produk Indonesia (MBPI).
- Grossweiner, L.I. 2000. *Singlet Oxygen: Generation and Properties, J. Photobiol. Edu*, Chicago USA.
- Groos. Jeana. 1991. *Pigments In Vegetables (Clorophylls and Carotenoids)*. Van Nostrand Reinhold. New York. 7. 75
- Guyton, AC. 1997. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edsi Sembilan*. Terjemahan Irawati Setiawan. Jakarta: EGC.

- Guyton, Arthur C. 2007. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Herawati dan Syafsir Akhlus. 2006. *Kinerja (Bht) Sebagai Antioksidan Minyak Sawit Pada Perlindungan Terhadap Oksidasi Oksigen Singlet*. Surabaya: Jurusan Kimia. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Itsna. 2013. *Analisis Fisis Komposit Biofilter Berbahan Serbuk Cangkang Kepiting Dan Kopi Untuk Menangkap Radikal Bebas Asap Rokok*. Skripsi. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim
- Jackman, R. L. , and J.I. Smith. 1996. *Anthocyanin and Betalainin*. In Hendry , G.A.P dan J.D. Houghton (eds). *Natural Food Colorants, Second Edition*. Capman and Hall. London
- Jones, P. M. 1975. *Mechanics Of Composite Materials, Institute Of Technology*. Southem Methodist University. Dallas: Mc Graw-Hill
- Kumalanigsih, S. 2006. *Antioksidan Alami*. Surabaya: Trubus Angrisarana
- Khorshid, O. , E. Abdel – Ghaffar ., A. Mishriki., A. Galal 1 and A Hareddy. 2012. *Possible Cardiovascular Protective Effect of Some Ppar Activator in Experimentaly- Induced Hypertensive Model in Rats*. *Physiological Research* 55(1): S3-S16
- Lidia Morawska, Milan Jamriska, and Nevile D. Bofingerb. 1997. *Size characteristics and ageing of the environmental tobacco smoke*. *The Science of the Total Environment* 196 (1997) 43-55
- Lawson R. Wulsin and Arthur J. Barsky Victor RG, Kaplan NM. 2007. *Systemyc Hypertension: mechanism and diagnosis*. In: Libby P. Bonow RO, Mann
- Majid, Abdul. 2005. *Fisiologi Kardiovaskular*. edisi 2. Medan: Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara
- Maliando, A. 2009. *Patofisiologi Hipertensy*. <http://alin-maliando.blogspot.com>. Diakses 9 Maret 2017.
- Mega, Ririn Setiawati. 2014. *Pengaruh Variasi Komposisi Tanaman Delima (Punica Granathum linn) Terhadap Sifat Fisis Membran Komposit Untuk Menangkap Radikal Bebas Asap Rokok*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Muchtadi, D, N. S. Palupi dan M. Astawa 1993. *Metabolisme Zat Gizi: Sumber, Fungsi, dan Kebutuhan Bagi Tubuh Manusia*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.

- Muchtadi, H. 2000. *Sayur-sayuran. Sumber Serat dan Antioksidan, Mencegah Penyakit Degeneratif*. Bogor: Jurusan Teknologi Pangan & Gizi. FATATETA IPB
- Mulyaningsih, Rina. 2007. *Penentuan Unsur Logam dan Distribusinya dalam Komponen Rokok dengan Metode KO-Analisis Aktivasi Neutron Instrumental*. *Jurnal Teknologi Reaktor Nuklir Vol. 11 No. 1* hal: 25-35
- Norman, V. 1977. "An Overview of The Vapor Phase, Semivolatile and Novalatile Components of Cigarette Smoke." *Rec Advan TobSci*3:28-58.
- Oci Yonita. 2014. *Ajaibnya Terapi Herbal Tuntas Penyakit Diabetes*. Jakarta: Daun Sehat Publishing.
- Plaa, GL. *Introduction to toxicology, occupational & environmental*. In Katzung BG, editor. *Basic & clinical pharmacology*. 10<sup>th</sup> ed. Singapore: McGraw Hill; 2007.p.936-7.
- Pokorny. 1971. *Stabilization of Fat by Phenolic Antioxidants*. *Journal Food Technology*
- Potter, Patricia A; Anne Griffin Perry. 2005. *Buku Ajar Fundamental Keperawatan: Konsep, Proses, dan Praktik, Edisi 4 VOLUME 2*. Jakarta: EGC.
- Pratanu, Sunoto. 1995. *Regresi Aterosklerosis*. Dalam *Jurnal Cermin Dunia Kedokteran (cdk)* No. 102, 1995.
- Praptiwi. 2006. *Nilai Peroksida dan Aktivitas Anti Radikal Bebas Dipheni Picril Hydrazil (DPPH) Ekstrak Metanol Knema laurina*. *Majalah Farmasi Indonesia*, 17(1), 32-36
- Rizqia, Bilkis. 2015. *Pengaruh Variasi Suhu Pengeringan Dan Komposisi Biji Kurma (Phoenix dactalivera L.) Sebagai Biofilter Untuk Menangkap Radikal Bebas Asap Rokok*. Skripsi. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Saladin, Kenneth S. 2004. *Anatomy & Phsyology The Uniry of Form and Functional Third Edition*. New York: Higher Education.
- Sargowo, Djanggan. 2003. *Disfungsi Endotel pada Penyakit Kardiovaskuler*. Malang: Bayumedia.
- Sastroamidjojo, H. 1996. *Sintesis Bahan Alam*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Satuhu, S. 2010. *Kurma Khasiat dan Olahannya. Ed 1*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Schwartz, M, M. 1984. *Composite Materials Handbook*. New York: Mc Graw Hill.
- Schmidi, M. K dan Labuza, T. P. 2000. *Essential of Functional Foods*. Aspen Publisher, Inc : Gaithersburg, Mryland.
- Sherwood, L. 2001. *Fisiologi Manusia Dari Sel ke Sistem*. Penerjemah: Bramh U. Pendit. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Simanjutak. 2004. *Identifikasi senyawa kimia dalam buah mahkota dewa (Phaleriamacrocarpa) thymelaceae*. Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia. Hlm: 23-8
- Sutiyoso. 2004. *PP RI no.19 tahun 2003 tentang pengamatan rokok bagi kesehatan*. <http://tempointeraktif.com>. Diambil tanggal 5 Mei 2017.
- Tandra, H. 2003. *Merokok dan Kesehatan*. <http://www.antiokrokok.or.id/berita-rokok-kesehatan.htm>. Diakses 12 Mei 2017.
- Thorn. 1980. *Gangguan-gangguan Jantung Bagian II Seri Ilmu Penyakit Dalam*. Diterjemahkan oleh: S. Kartoleksono. Buku Kedokteran Jakarta: EGC.
- Winarsih, Hery. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius.
- Winarti, Sri. 2010. *Makanan Fungsional*. Yogyakarta.
- Yahya, Harun. 2003. *24 Jam dalam Kehidupan Seorang Muslim*. [www.harunyahya.com](http://www.harunyahya.com).
- Yanjun, Z., Dana, K., Robert, D., Rypo, L., dan David, W. 2009. *International Multidimensional Authenticity Specification (IMAS) Algorithm for Detection of Comercial Pomegranate Juice Adulteration*. J. Agric Food Chem. 57(6): 25550-25557.
- Yulia. 2013. *Karakteristik Fisis Komposit Biofilter Berbahan Serbuk Cangkang Kepiting dan Kopi untuk Menangkap Radikal Bebas Asap Rokok*. Skripsi. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.

# LAMPIRAN



## Lampiran 1

➤ Data Hasil Tekanan Darah Mencit (*Mus musculus*)

Sebelum adanya perlakuan (minggu 1)										
Kelompok Hewan Coba	Tekanan darah (mmHg)									
	1		2		3		4		5	
	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D
Tanpa asap rokok	141	55	141	51	86	50	111	51	141	52
Biofilter biji kurma	115	50	134	49	140	62	86	80	141	62
Biofilter kulit delima	124	98	139	100	139	59	140	58	139	52
Tanpa biofilter	87	51	141	55	141	62	84	50	140	99
Minggu ke 2										
Kelompok Hewan Coba	Tekanan darah (mmHg)									
	1		2		3		4		5	
	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D
Tanpa asap rokok	102	50	110	52	103	54	83	51	114	80
Biofilter biji kurma	204	100	138	51	154	51	130	51	164	80
Biofilter kulit delima	200	80	138	80	140	85	139	100	169	80
Tanpa biofilter	204	64	155	51	164	81	165	81	165	80
Minggu ke 3										
Kelompok Hewan Coba	Tekanan darah (mmHg)									
	1		2		3		4		5	
	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D
Tanpa asap rokok	94	82	109	48	103	81	84	80	125	81
Biofilter biji kurma	159	80	140	80	147	58	108	50	152	60
Biofilter kulit delima	143	53	89	86	108	79	193	75	168	50
Tanpa biofilter	206	76	161	100	202	53	198	47	200	51
Minggu ke 4										
Kelompok Hewan Coba	Tekanan darah (mmHg)									
	1		2		3		4		5	
	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D
Tanpa asap rokok	96	81	118	82	104	81	86	79	126	100
Biofilter biji kurma	159	50	136	100	147	60	155	51	165	80
Biofilter kulit delima	176	95	120	50	122	83	136	80	198	90
Tanpa biofilter	233	64	202	128	204	94	200	76	204	63

Lampiran 2

- ✓ Hasil Analisa Data Tekanan Darah Sistolik dengan Uji *Anova One Way* dan Duncan

Anova One Way

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
<b>Between Groups</b>	41958.250	3	13986.083	16.485	.000
<b>Within Groups</b>	64479.700	76	848.417		
<b>Total</b>	106437.950	79			

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Duncan <sup>a</sup> TA	20	108.85		
BK	20		143.70	
BKD	20		149.75	
TB	20			172.80
Sig.		1.000	.513	1.000

## Lampiran 3

- ✓ Hasil Analisa Data Tekanan Darah Diastolik dengan Uji *Anova One Way* dan Duncan

## Anova One Way

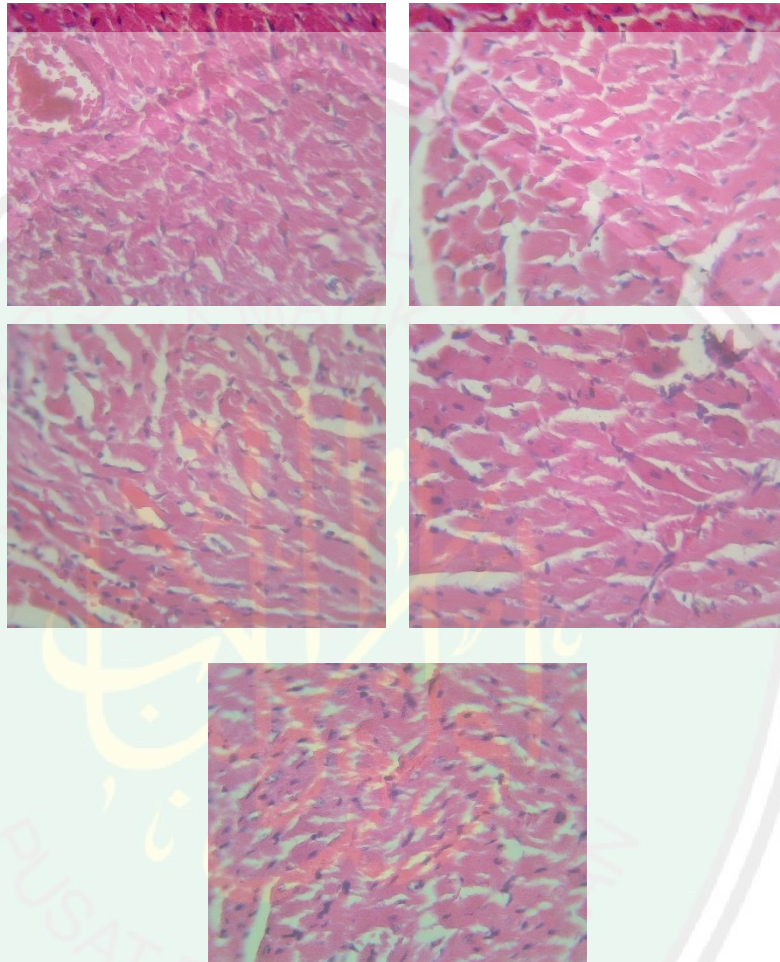
	<b>Sum of Squares</b>	<b>df</b>	<b>Mean Square</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Between Groups</b>	1639.450	3	546.483	1.058	.372
<b>Within Groups</b>	39258.500	76	516.559		
<b>Total</b>	40897.950	79			

## Duncan

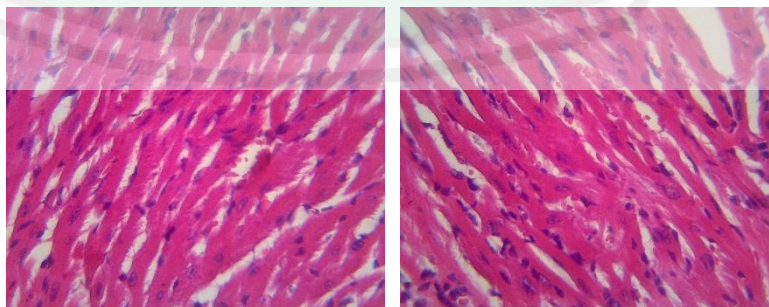
<b>Perlakuan</b>		<b>N</b>	<b>Subset for alpha = 0.05</b>
			1
Duncan <sup>a</sup>	BK	20	62.40
	TA	20	69.45
	TB	20	71.50
	BKD	20	74.75
	Sig.		.121

#### Lampiran 4

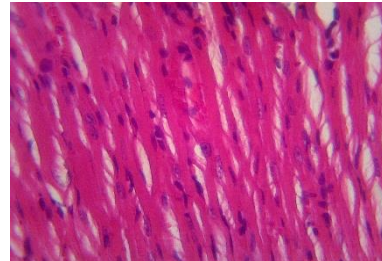
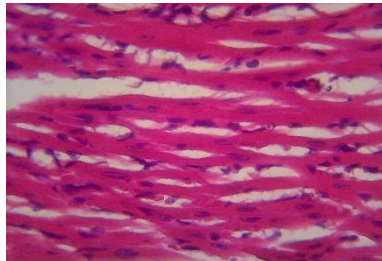
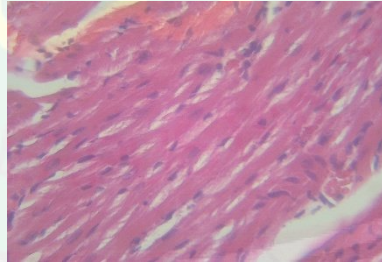
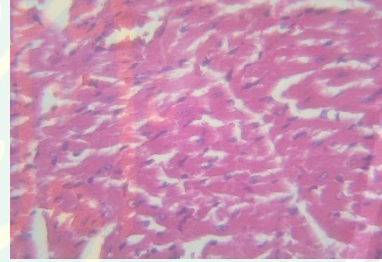
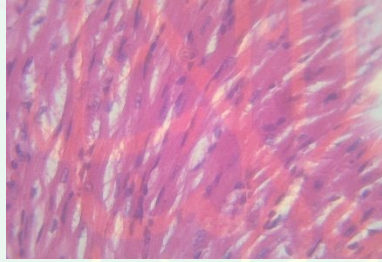
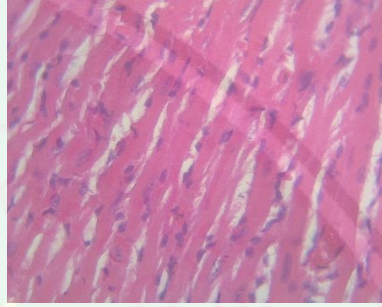
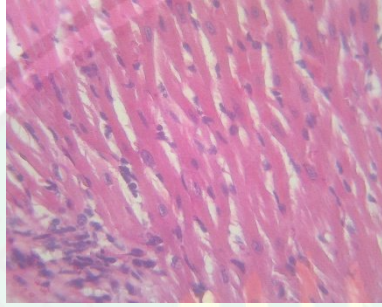
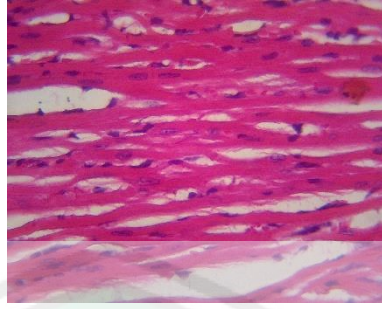
- ✓ Histologi Otot Jantung
- ✓ Kelompok Normal (Tanpa asap rokok)



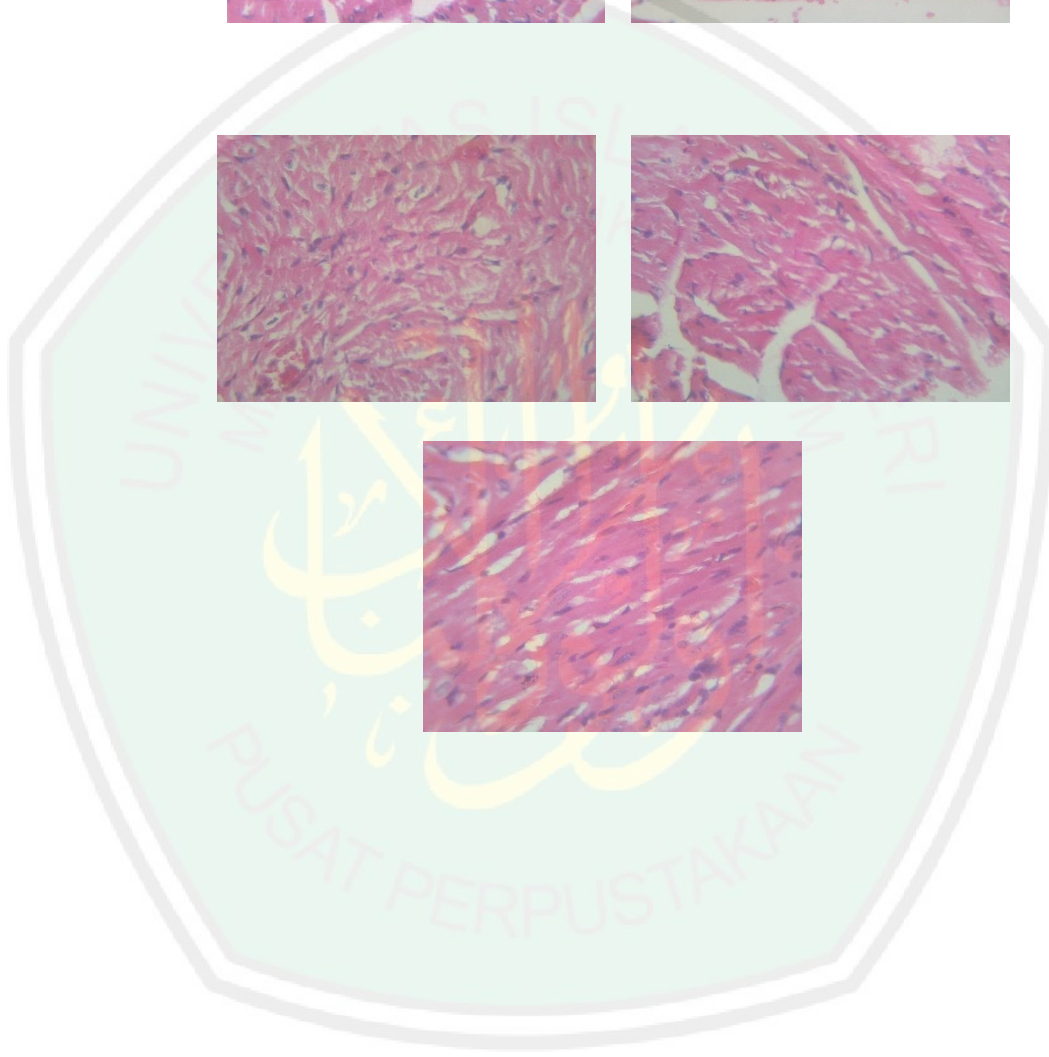
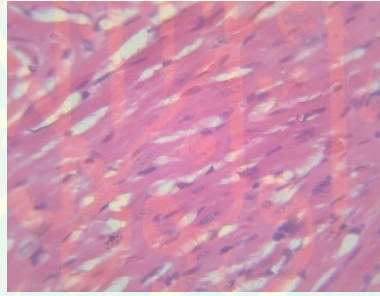
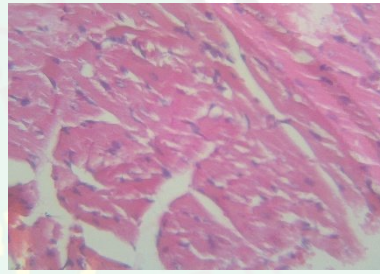
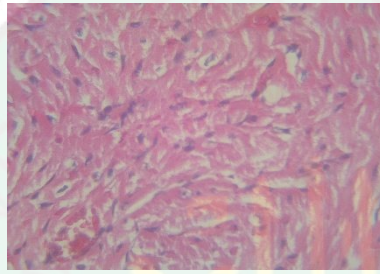
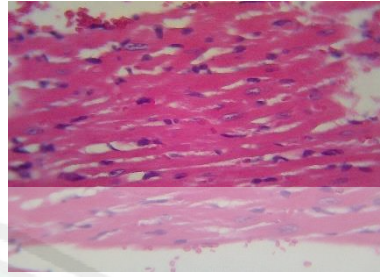
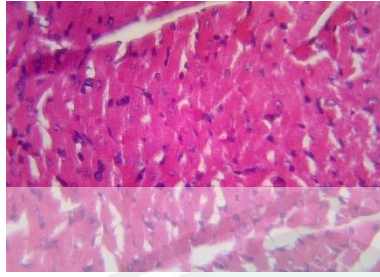
- ✓ Kelompok Biofilter Biji Kurma



✓ Kelompok Kulit Delima

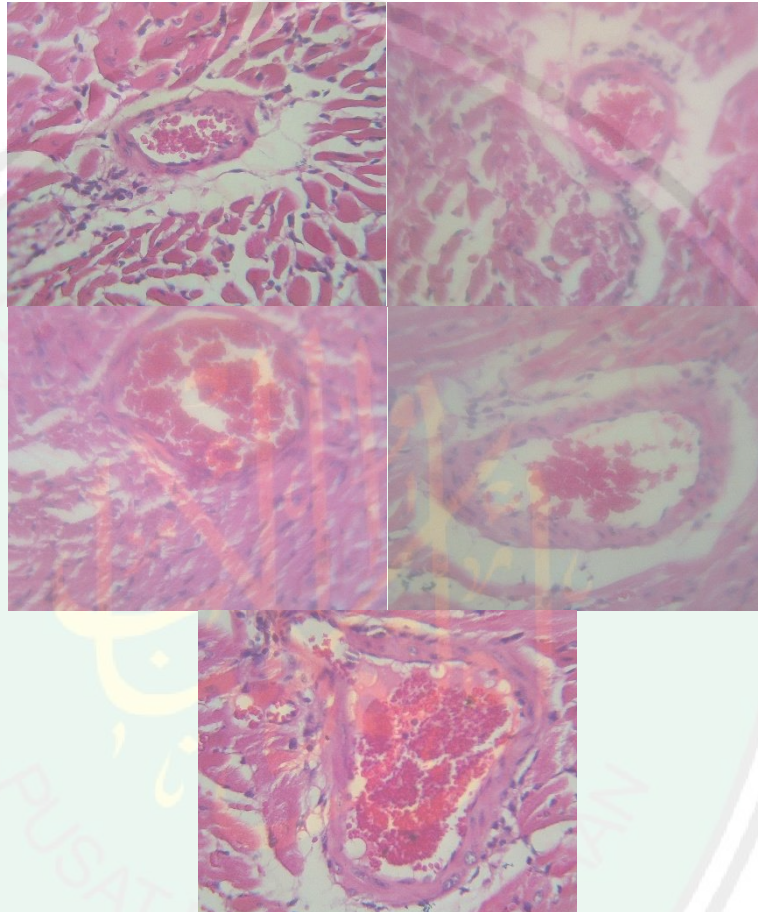


✓ Tanpa Biofilter

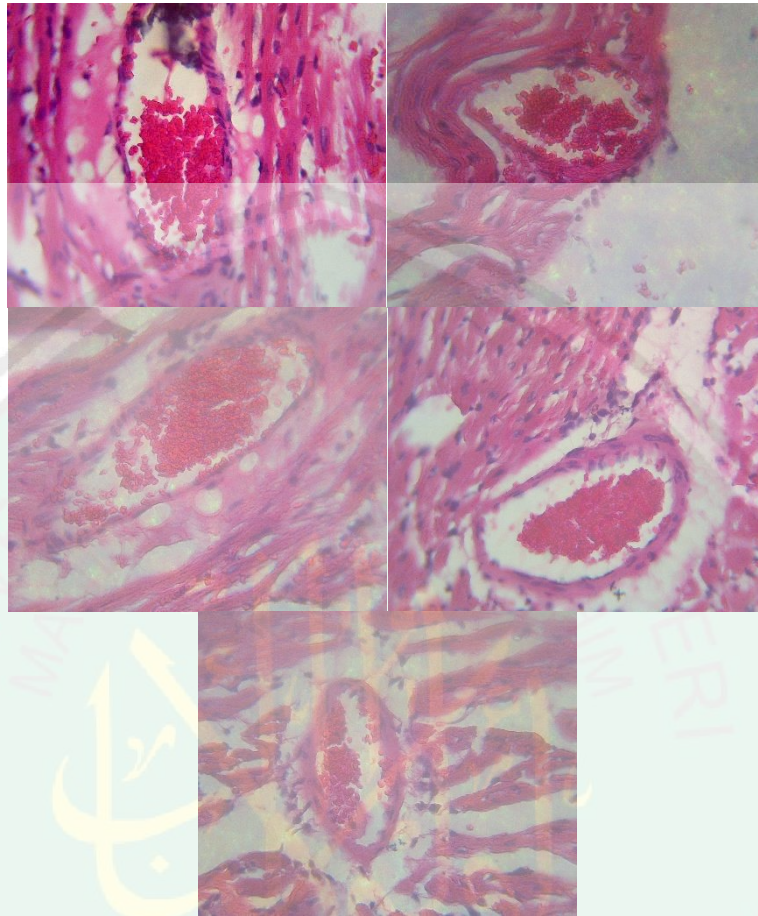


## Lampiran 5

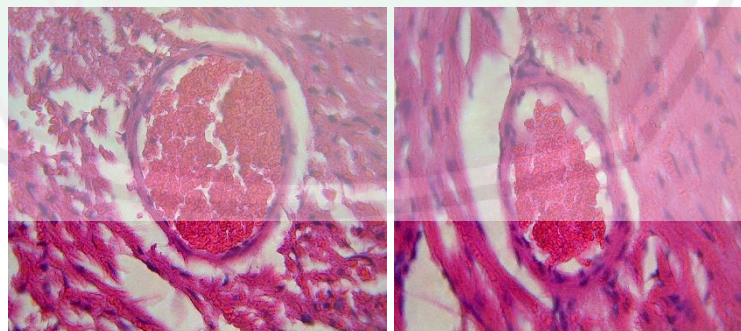
- Histologi pada Arteri Mencit
- ✓ Kelompok tanpa asap rokok

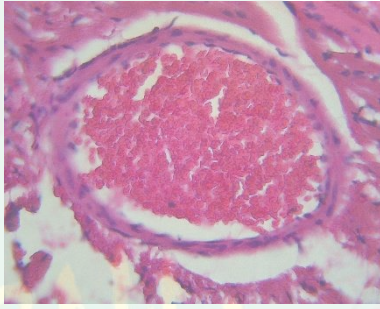
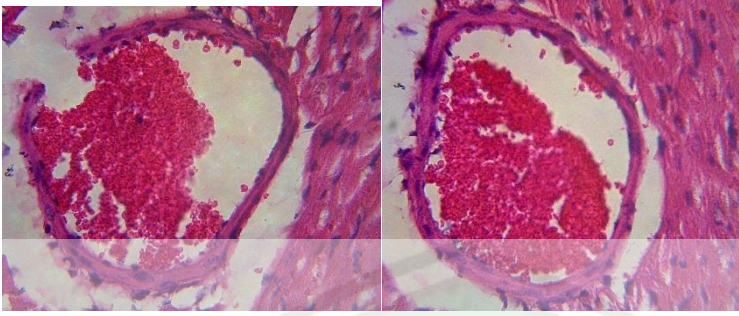


- ✓ Kelompok biofilter biji kurma

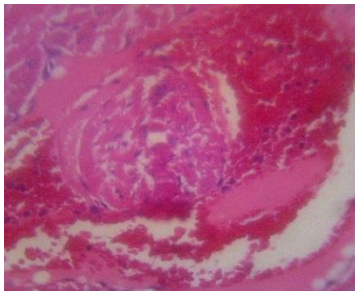
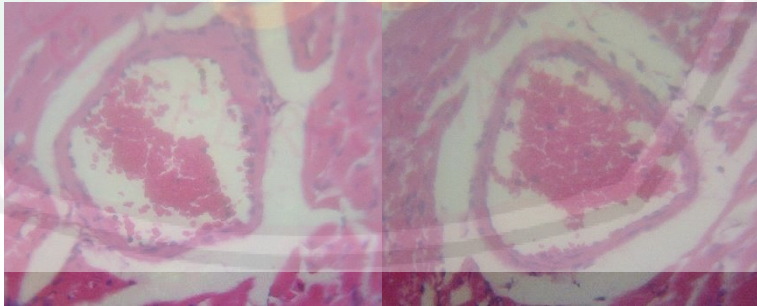
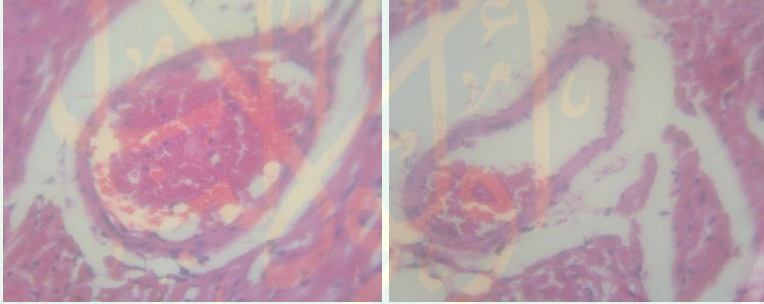


- ✓ Biofilter Kulit Delima



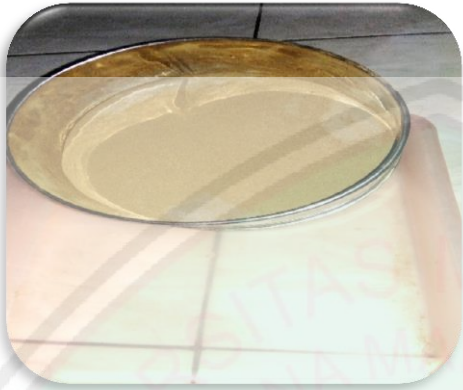


✓ Tanpa Biofilter



Lampiran 6

✓ Foto kegiatan



Mengayak serbuk biofilter



Membuat biofilter



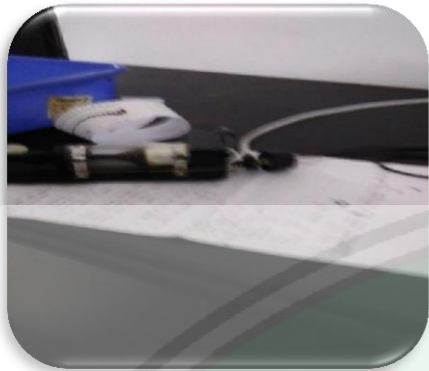
Biofilter



Pemeliharaan hewan coba



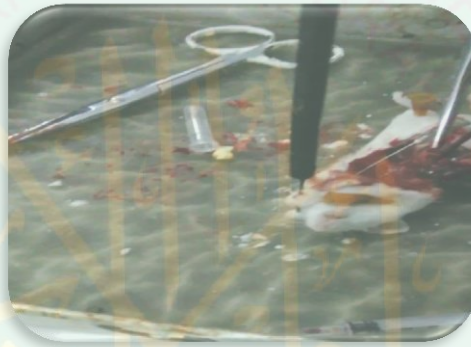
Pemaparan asap rokok



Memeriksa tekanan darah



Alat tensimeter hewan



Proses pembedahan sebelum diamati dengan mikroskop



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) 572553

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : SITI RUKYATUL ILHAM MIAH  
NIM : 13640033  
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Fisika  
Judul Skripsi : Studi Tentang Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Biji Kurma dan Biofilter Kulit Delima Terhadap Histologi Jantung Mencit (*Mus musculus*)  
Pembimbing I : dr. Avin Ainur F, M.Biomed  
Pembimbing II : Dr.H. Agus Mulyono, S.Pd, M.Kes

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	17 Maret 2017	Konsultasi Bab I, II, dan III	
2	20 Maret 2017	Konsultasi Integrasi	
3	28 April 2017	Konsultasi Pengambilan Data	
4	24 Mei 2017	Konsultasi Pengambilan Data	
5	31 Juli 2017	Konsultasi Bab IV	
6	14 Agustus 2014	Konsultasi Kajian Agama	
7	14 Agustus 2017	Konsultasi Bab IV	
8	29 Agustus 2017	Konsultasi Bab IV	
9	29 Agustus 2017	Konsultasi Kajian Agama dan Acc	
10	3 September 2014	Konsultasi Semua Bab, Abstrak dan Acc	

Malang, 20 Oktober 2017

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika,



Drs. Abdul Basid, M.Si

NIP. 19650504199003 1 003