

**STUDI TENTANG PENGARUH PAPARAN ASAP ROKOK
DENGAN BIOFILTER BERBAHAN CENGKEH (*Syzygium
aromaticum*) DAN DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) TERHADAP
TEKANAN DARAH DAN HISTOLOGI JANTUNG MENCIT (*Mus
musculus*)**

SKRIPSI

Oleh:

DIAN ROSALIA DIFITRI

NIM. 13640027



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

**STUDI TENTANG PENGARUH PAPARAN ASAP ROKOK DENGAN
BIOFILTER BERBAHAN CENGKEH (*Syzygium aromaticum*) DAN DAUN
KELOR (*Moringa oleifera*) 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:

**DIAN ROSALIA DIFITRI
NIM. 13640027**

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

HALAMAN PERSETUJUAN

STUDI TENTANG PENGARUH PAPARAN ASAP ROKOK DENGAN
BIOFILTER BERBAHAN CENGKEH (*Syzygium aromaticum*) DAN DAUN
KELOR (*Moringa oleifera*) TERHADAP TEKANAN DARAH DAN
HISTOLOGI JANTUNG MENCIT (*Mus musculus*)

SKRIPSI

Oleh:

DIAN ROSALIA DIFITRI

NIM. 13640027

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 2017

Pembimbing I

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

Pembimbing II

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

Menyetujui,
Ketua Jurusan Fisika



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

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI TENTANG PENGARUH PAPARAN ASAP ROKOK DENGAN
BIOFILTER BERBAHAN CENGKEH (*Syzygium aromaticum*) DAN DAUN
KELOR (*Moringa oleifera*) TERHADAP TEKANAN DARAH DAN
HISTOLOGI JANTUNG MENCIT (*Mus musculus*)

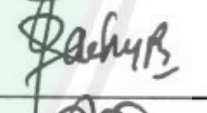
SKRIPSI

Oleh:

DIAN ROSALIA DIFITRI

NIM. 13640027

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

Penguji Utama :	<u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
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. Agus Mulyono, S.Pd, M.Kes</u> NIP. 19750808 199903 1 003	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika


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

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : DIAN ROSALIA DIFITRI
NIM : 13640027
Jurusan : FISIKA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Judul Penelitian : STUDI TENTANG PENGARUH PAPARAN ASAP
ROKOK DENGAN BIOFILTER BERBAHAN
CENGKEH (*Syzigium aromaticum*) DAN DAUN
KELOR (*Moringa oleifera*) TERHADAP TEKANAN
DARAH DAN HISTOLOGI JANTUNG MENCIT
(*Mus musculus*)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencamumkan sumber kutipan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 28 Juni 2017

Yang Membuat Pernyataan,



DIAN ROSALIA DIFITRI
NIM. 13640027

MOTTO

“Ilmu itu teman kental dalam kesendirian, sahabat dalam keterasingan, petunjuk ke arah yang benar, penolong di masa sulit, serta simpanan setelah kematian”

(Dr. Aidh Al-Qarni, 2005: 350)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahillobbil'amin...

Terimakasih kepada:

Allah Swt dan Nabi Muhammad Saw....

Karya ini aku persembahkan spesial untuk Ayahku yang aku cintai dan aku hormati Moh. Nur Hidayat dan Ibuku yang aku sayangi dan aku hormati Hari Utami yang telah memberikan dukungan moril maupun materi serta do'a yang tiada henti untuk kesuksesan aku, karena tiada kata seindah lantunan do'a dan tiada do'a yang paling khusuk selain do'a yang terucap dari orang tua. Selain itu aku persembahkan untuk Kakakku Dian Vitasari Agustin dan Calon Suamiku Alfian Nawaziru Zahara



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb

Alhamdulillahirabbil'aalamin, segala puji bagi Allah SWT yang senantiasa memberikan taufik, rahmat, dan hidayah-Nya pada kehidupan manusia, khususnya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan penulisan skripsi dengan judul “Studi tentang Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Berbahan Cengkeh (*Syzgium aromaticum*) dan Daun Kelor (*Moringa oleifera*) terhadap Histologi Jantung Mencit (*Mus musculus*)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si). Shalawat serta salam semoga tetap terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta pengikutnya sebagai penuntun umat seluruh alam kepada cahaya ilmu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari beberapa pihak yang terksit dalam skripsi ini. Oleh karena itu, di kesempatan ini penulis ucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penelitian maupun dalam penyusunan penulisan skripsi. Ucapan terimakasih penulis kepada:

1. Prof. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. dr. Avin Ainur Fitrianingsih, M.Biomed selaku Dosen Pembimbing I yang dengan sabar senantiasa membimbing dan mengarahkan penulisan skripsi ini.
5. Dr. Agus Mulyono, S.Pd, M.Kes selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan bimbingan integrasi pada penulisan skripsi ini.
6. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Penguji Utama yang telah memberikan saran dan tambahan terbaik dalam pembuatan skripsi.
7. Ahmad Abtokhi, M.Pd selaku Ketua Penguji dan Dosen Wali yang memberikan saran, tambahan, semangat, motivasi, dan pengarahan dalam pembuatan skripsi dan selama proses perkuliahan.

8. Seluruh Dosen Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
9. Seluruh Laboran Jurusan Fisika dan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang dan Laboran Biomedis Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Malang (UMM).
10. Orang Tua tercinta yang selalu mendoakan dan memberi dukungan moril maupun materil demi kelancaran pembuatan skripsi.
11. Seluruh Mahasiswa Fisika Angkatan 2013 yang selalu memberikan keceriaan dan motivasi pada jalannya pembuatan skripsi.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu dalam proses pembuatan skripsi.

Semoga Allah SWT yang Maha Pemurah memberikan balasan yang lebih kepada semua pihak yang telah membantu pembuatan skripsi ini, *Aamiin Yaa Robbal'Alamiin.*

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Malang, 28 Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Batasan Masalah	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II STUDI PUSTAKA	8
2.1 Rokok	9
2.2 Asap Rokok dan Bahan Pokok dalam Asap Rokok	9
2.3 Biofilter	12
2.4 Radikal Bebas	13
2.5 Antioksidan	18
2.6 Bahan Komposit	20
2.7 Jantung	21
2.7.1 Struktur Jantung	22
2.7.2 Histologi Otot Jantung	22
2.7.3 Kerja Jantung	24
2.7.4 Mekanisme Radikal Bebas dapat Merusak Jantung	26
2.7.5 Tekanan Darah	29
2.8 Tanaman Kelor (<i>Moringa oleifera lamk.</i>)	33
2.9 Tanaman Cengkeh (<i>Syzygium aromaticum</i>)	36
2.10 <i>Electro Spin Resonancy</i> (ESR)	39
2.11 Matriks Biofilter Polietilen Glikol	41
BAB III METODELOGI PENELITIAN	43
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	43
3.2 Variabel Penelitian	43
3.3 Jenis Penelitian	43
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian	43
3.5 Alat dan Bahan	44
3.5.1 Alat	44
3.5.2 Bahan	45
3.6 Rancangan Penelitian	46

3.6.1 Pembuatan Biofilter Berbahan Daun Kelor	46
3.6.2 Pembuatan Biofilter Berbahan Cengkeh	47
3.6.3 Pengecatan Arteri dengan HE	48
3.7 Pelaksanaan	49
3.8 Prosedur Penelitian	49
3.8.1 Pembuatan Komposit (Biofilter) Daun Kelor	49
3.8.2 Pembuatan Komposit (Biofilter) Cengkeh	50
3.8.3 Perlakuan	50
3.8.4 Pembuatan Preparat Histologi Organ Arteri Koroner Jantung Tikus ..	52
3.8.5 Cara Melihat Tekanan Darah Jantung Mencit	54
3.8.6 Teknik Penentuan Arteri Jantung	54
3.9 Pengambilan Data	55
3.10 Analisa Data	57
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Preparasi Sampel dan Obyek Penelitian	58
4.1.1 Pembuatan Biofilter	60
4.1.2 Preparasi Mencit	60
4.1.3 Perlakuan	60
4.2 Data Hasil Penelitian.....	61
4.2.1 Biofilter Berbahan Daun Kelor dan Cengkeh terhadap Tekanan Darah Mencit.....	61
4.2.2 Biofilter Daun Kelor dan Cengkeh terhadap Otot Jantung dan Arteri Koronaria Jantung Mencit.....	73
A. Pengaruh terhadap Otot Jantung Mencit	73
B. Pengaruh terhadap Arteri Koroner Jantung Mencit.....	80
4.3 Pembahasan	86
4.3.1 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Daun Kelor dan Cengkeh terhadap Tekanan Darah Mencit	86
4.3.2 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Berbahan Daun Kelor dan Cengkeh terhadap Otot Jantung dan Arteri Koroner Jantung Mencit	97
A. Pengaruh terhadap Otot Jantung Mencit	97
B. Pengaruh terhadap Arteri Koroner Jantung Mencit.....	101
4.4 Pro dan Kontra Rokok	108
4.4.1 Sebab Diharamkannya Rokok	108
4.4.2 Sebab Diboolehkannya Rokok	110
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	112
5.2 Saran	112
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pembentukan Radikal Bebas Mekanisme Kerja Antioksidan.....	14
Gambar 2.2	Bentuk Umum dari Penguat Serat.....	21
Gambar 2.3	Ruang-ruang jantung. Darah yang mengalir melalui atrium kanan dan ventrikel kanan mengandung hemoglobin tereduksi dan berwarna gelap. Darah yang mengalir melalui atrium kiri dan ventrikel kiri teroksigenasi dan berwarna merah terang. A.ka = Atrium Kanan, A.Ki = Atrium Kiri, V.Ka = Ventrikel Kanan, V.Ki = Ventrikel Kiri.....	22
Gambar 2.4	Histologi Normal Otot Jantung	24
Gambar 2.5	Daun, Buah, dan Bunga <i>Moringa aloifera</i>	34
Gambar 2.6	Cengkeh yang Dikeringkan	36
Gambar 3.1	Skema Pembuatan Biofilter Berbahan Daun Kelor.....	46
Gambar 3.2	Skema Pembuatan Biofilter Berbahan Bunga Cengkeh.....	47
Gambar 3.3	Skema Pengecatan Arteri dengan HE	48
Gambar 3.4	Skema Pelaksanaan	49
Gambar 3.5	Kandang Saat Pemaparan Asap Rokok.....	51
Gambar 4.1	Grafik Nilai Rata-Rata Tekanan Darah Sistolik Mencit. a= perlakuan kontrol (-), b=perlakuan kontrol (+), c=perlakuan biofilter cengkeh, d=perlakuan biofilter kelor	63
Gambar 4.2	Grafik Nilai Rata-Rata Tekanan Darah Diastolik Mencit. a= perlakuan kontrol (-), b=perlakuan kontrol (+), c=perlakuan biofilter cengkeh, d=perlakuan biofilter kelor	69
Gambar 4.3	Histologi Otot Jantung Mencit Pertama dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Inti Myosit Normal (IN), Inti Myosit Piknotik (IP), Myofibril (MF) dan Hipertrofi (H).....	75
Gambar 4.4	Histologi Otot Jantung Mencit Kedua dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Inti Myosit Normal (IN), Inti Myosit Piknotik (IP), Myofibril (MF) dan Hipertrofi (H)	76
Gambar 4.5	Histologi Otot Jantung Mencit Ketiga dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Inti Myosit Normal (IN), Inti Myosit Piknotik (IP), Myofibril (MF) dan Hipertrofi (H).....	77
Gambar 4.6	Histologi Otot Jantung Mencit Keempat dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Inti Myosit Normal (IN), Inti Myosit Piknotik (IP), Myofibril (MF) dan Hipertrofi (H).....	78
Gambar 4.7	Histologi Otot Jantung Mencit Kelima dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BK	

(Biofilter Kelor). Keterangan: Inti Myosit Normal (IN),
Inti Myosit Piknotik (IP), Myofibril (MF) dan Hipertrofi (H)..... 79

Gambar 4.8	Hispatologi Arteri Koronaria Jantung Mencit Pertama dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Hipertrofi Endotel (HE), Tidak Terjadi Hipertrofi Endotel (THE), Deskuamasi Endotel (DE), Tidak Terjadi Deskuamasi Endotel (TDE)	81
Gambar 4.9	Hispatologi Arteri Koronaria Jantung Mencit Kedua dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) ositif, (C) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Hipertrofi Endotel (HE), Tidak Terjadi Hipertrofi Endotel (THE), Deskuamasi Endotel (DE), Tidak Terjadi Deskuamasi Endotel (TDE)	82
Gambar 4.10	Hispatologi Arteri Koronaria Jantung Mencit Ketiga dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Terjadi Hipertrofi Endotel (THE), Deskuamasi Endotel (DE), Tidak Terjadi Deskuamasi Endotel (TDE).....	83
Gambar 4.11	Hispatologi Arteri Koronaria Jantung Mencit Keempat dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Endotel (HE), Deskuamasi Endotel (TDE)	84
Gambar 4.12	Hispatologi Arteri Koronaria Jantung Mencit Kelima dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Hipertrofi Endotel (HE), Tidak Terjadi Hipertrofi Endotel (THE), Deskuamasi Endotel (DE), Tidak Terjadi Deskuamasi Endotel (TDE).....	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Senyawa-Senyawa yang Terkandung dalam Asap Rokok	12
Tabel 2.2	Klasifikasi Hipertensi	22
Tabel 2.3	Komposisi Kimia Bunga Cengkeh	37
Tabel 2.4	Komponen Nutrisi 100 gr Bunga Cengkeh	37
Tabel 3.1	Klasifikasi Hipertensi	54
Tabel 3.2	Tabel Penilaian Tekanan Darah Jantung Mencit Sebelum Pemaparan Asap Rokok	55
Tabel 3.3	Tabel Penilaian Tekanan Darah Jantung Mencit Minggu Ke 1 Setelah Pemaparan Asap Rokok	55
Tabel 3.4	Tabel Penilaian Tekanan Darah Jantung Mencit Minggu Ke 2 Setelah Pemaparan Asap Rokok	55
Tabel 3.5	Tabel Penilaian Tekanan Darah Jantung Mencit Minggu Ke 3 Setelah Pemaparan Asap Rokok	55
Tabel 3.6	Tabel Penilaian Kerusakan Arteri Jantung Mencit Sebelum Pemaparan Asap Rokok	56
Tabel 3.7	Tabel Penilaian Kerusakan Arteri Jantung Mencit Minggu Ke 1 Setelah Pemaparan Asap Rokok	56
Tabel 3.8	Tabel Penilaian Kerusakan Arteri Jantung Mencit Minggu Ke 2 Setelah Pemaparan Asap Rokok	56
Tabel 3.9	Tabel Penilaian Kerusakan Arteri Jantung Mencit Minggu Ke 3 Setelah Pemaparan Asap Rokok	56
Tabel 4.1	Data Hasil Tekanan Darah Sistolik Mencit Sebelum Pemaparan Asap Rokok	65
Tabel 4.2	Data Hasil Tekanan Darah Sistolik Mencit Minggu ke 1 Setelah Pemaparan Asap Rokok	65
Tabel 4.3	Data Hasil Tekanan Darah Sistolik Mencit Minggu ke 2 Setelah Pemaparan Asap Rokok	65
Tabel 4.4	Data Hasil Tekanan Darah Sistolik Mencit Minggu ke 3 Setelah Pemaparan Asap Rokok	65
Tabel 4.5	Hasil Analisis Anova Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Kelor dan Cengkeh terhadap Tekanan Darah istolik Mencit	67
Tabel 4.6	Ringkasan Uji Duncan Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Kelor dan Cengkeh terhadap Tekanan Darah Sistolik Mencit	67
Tadel 4.7	Data Hasil Tekanan Darah Diastolik Mencit Sebelum Pemaparan Asap Rokok	68
Tabel 4.8	Data Hasil Tekanan Darah Diastolik Mencit Minggu ke 1 Setelah Pemaparan Asap Rokok	69
Tabel 4.9	Data Hasil Tekanan Darah Diastolik Mencit Minggu ke 2 Setelah Pemaparan Asap Rokok	69
Tabel 4.10	Data Hasil Tekanan Darah Diastolik Mencit Minggu ke 3	

	Setelah Pemaparan Asap Rokok	69
Tabel 4.11	Hasil Analisis Anova Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Kelor terhadap Tekanan Darah Diastolik Mencit.....	74
Tabel 4.12	Ringkasan Uji Duncan Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Kelor terhadap Tekanan Darah Diastolik Mencit	74



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pembuatan Biofilter Kelor

Lampiran 2 Pembuatan Biofilter Cengkeh

Lampiran 3 Perlakuan Setelah Pembuatan Biofilter



ABSTRAK

Difitri, Dian Rosalia. 2017. **Studi Tentang Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Berbahan Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan Daun Kelor (*Moringa oleifera*) terhadap Histologi Jantung Mencit (*Mus musculus*).** Skripsi. Jurusan Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing (I) dr. Avin Ainur Fitrianingsih, M.Biomed (II) Dr. Agus Mulyono, S.Pd, M.Kes

Kata kunci: Asap rokok, biofilter, cengkeh, kelor, histologi jantung, tekanan darah.

Radikal Bebas asap rokok dapat merusak sel dan jaringan tubuh. Industri rokok dapat menstabilkan perekonomian bangsa. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap gambaran histologis arteri koroner dan tekanan darah mencit. Penelitian ini dibagi dalam 4 kelompok yaitu kontrol(-) mencit normal, kontrol(+) mencit dipapari asap rokok tanpa biofilter, (BC) mencit dipapari asap rokok dengan biofilter cengkeh dan (BK) mencit dipapari asap rokok dengan biofilter kelor. Pengukuran tekanan darah dilakukan setiap minggu selama 3 minggu. Kemudian mencit didislokasi leher diambil organ jantung dan dibuat preparat histologi. Terdapat pengaruh yang nyata paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan kelor terhadap tekanan darah mencit seperti adanya penurunan tekanan darah sistolik mencit. Terdapat pengaruh yang nyata paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan kelor terhadap arteri koroner jantung mencit seperti terjadi penurunan warna inti myosit menjadi berwarna biru lebih muda dibandingkan dengan tanpa biofilter inti myosit menuju piknotik berwarna biru tua. Selain itu, struktur myofibril lebih teratur dan hampir tidak terjadi hipertrofi endotel.

ABSTRACT

Difitri, Dian Rosalia. 2017. **Study about the influence of Cigarette Smoke Exposure with Clove Bio-filter (*Syzygium aromaticum*) and Kelor Leaf (*Moringa oleifera*) against Mouse (*Mus Musculus*) Heart Histology**. Thesis. Physics department. Faculty of Science and Technology of the State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor (I) dr. Avin Ainur Fitrianingsih, M.Biomed (II) Dr. Agus Mulyono, S.Pd, M.Kes

Keywords: Cigarette smoke, bio-filter, cloves, moringa, cardiac histology, blood pressure

Free radicals of the cigarette smoke can damage cells and body tissues. However, the tobacco industry can stabilize the nation's economy. The purpose of this research was to determine the effect of exposure of the cigarette smoke with bio-filter that was made from cloves and kelor leaves against the histological picture of coronary artery and blood pressure of mice. The research was divided into 4 groups: control (-) normal mice, control (+) mice was exposed to cigarette smoke without bio-filter, (BC) mice was exposed to cigarette smoke with clove bio-filter and (BK) mice was exposed to cigarette smoke with moringa bio-filter. Blood pressure measurements were taken in every Sunday for 3 weeks. The mice was isolated the neck, took the heart organ and made histology preparations. There is a noticeable influence exposure to smoke cigarettes with clove and biofilter kelor against blood pressure such as the existence of a decrease in systolic blood pressure of mice. There is a noticeable influence exposure to smoke cigarettes with clove and biofilter kelor against cardiac coronary artery such as the decline of the core color blue myosit be younger compared to without myosit towards core biofilter piknotik dark blue. In addition, the structure of the myofibril more regularly and almost didn't happen endothelial hypertrophy.

مستخلص البحث

ذي فطري، ديان روساليا. ٢٠١٧. دراسة عن تأثير تعرض دخان السجائر بيولوجي المصنوع من القرنفل (*Syzygium aromaticum*) وأوراق المورينجا (*Moringa oleifera*) على فئر (*Mus musculus*) ان القلب الانسجة. البحث الجامعي. قسم الفيزياء كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفة الأولى: الطبيب أفين عي نور فطرية الماجستير، المشرف الثاني: الدكتور أغوس موليونو الماجستير.

الكلمات الأساسية: دخان السجائر، بيولوجي، القرنفل، المورينجا، انسجة القلب، ضغط الدم

يستطيع جذور حرة دخان السجائر أن يفسد الخلايا وأنسجة الجسم. بل يستقر صناعة السجائر اقتصاد البلاد. أما أهداف البحث فهي لمعرفة تأثير تعرض دخان السجائر وبيولوجي المصنوع من القرنفل وأوراق المورينجا على تصور النسيجية الشرايين التاجية وضغط الدم في الفئران. ينقسم هذا البحث إلى أربعة أقسام منها السيطرة (-) الفئران العادية، السيطرة (+) الفئران بتعرض دخان السجائر بدون بيولوجي، (BC) الفئران بتعرض دخان السجائر بيولوجي القرنفل و (BK) الفئران بتعرض دخان السجائر بيولوجي المورينجا. واقام مقياس ضغط الدم بكل الأسبوع لمدة ثلاثة أسابيع. ثم اخلاص الفئران الرقبة وأخذ القلب واستعداد الأنسجة. تدلّ نتائج البحث توجد تأثير تعرض دخان السجائر وبيولوجي المصنوع من القرنفل وأوراق المورينجا على استعداد الأنسجة. هناك تأثير ملحوظ التعرض للتدخين السجائر مع القرنفل والبيولوجيا كيانا ضد ضغط الدم الفئران مثل وجود انخفاض في ضغط الدم الانقباضي من الفئران. هناك تأثير ملحوظ التعرض لدخان السجائر مع القرنفل والبيولوجيا كيانا ضد الشرايين التاجية القلب الفئران مثل انخفاض اللون الاساسيه الزرقاء التي يكون الأصغر الصغرى بالمقارنة مع البيولوجيا الاساسيه من دون الجلوس نحو الاخطار الأزرق الداكن. الاضافة إلى ذلك ، فان هيكل الجهاز العضلي بشكل أكثر انتظاما وتقريبا لم يحدث الإفراط في الكاس

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gaya hidup masyarakat sekarang adalah merokok. Jumlah perokok terus bertambah dan sulit untuk dicegah meskipun sudah dilakukan kampanye anti rokok dan kenaikan cukai rokok. Menurut Widodo (2006), sekitar 20% murid SLTP di Jakarta adalah perokok. Banyak anak-anak yang sejak dini telah terpapar asap yang dapat merugikan kesehatannya. Saat ini sekitar 30% penduduk Indonesia adalah perokok, sedangkan berdasarkan jenis kelamin sekitar 60% laki-laki dan 5% wanita Indonesia merokok.

Tembakau yang diolah dengan menggunakan bahan tambahan atau tanpa bahan tambahan dinamakan rokok (Bindar, 2000). Rokok yang dibakar akan menghasilkan asap rokok yang melalui penyaringan atau *filter*. Terdapat kelemahan yang muncul dari beberapa penelitian yang menyatakan bahwa asap rokok menyebabkan gangguan kesehatan baik secara fisiologis maupun genetik. Kelemahan tersebut adalah asap rokok mengandung komponen-komponen kimia yang membentuk partikular dari 1-10.000 nm. Didapatkan jenis radikal bebas pada asap rokok kretek tanpa biofilter menunjukkan adanya 7 (tujuh) jenis radikal bebas yang mampu di deteksi oleh ESR, yaitu Hidroperoksida, CO_2^- , C, Peroxy, O_2^- , CuOx, CuGeO_3 (Yulia, 2013). Akan tetapi, 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).

Rokok kretek merupakan rokok khas Indonesia yang menjadi salah satu produk budaya lokal bangsa Indonesia. Komponen asap rokok dapat memicu terbentuknya radikal bebas. Komponen asap rokok tersebut adalah nikotin, tar, dan hidrokarbon. Satu kali hisapan rokok diperkirakan terdapat sebanyak 1.014 molekul radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh (Yueniwati dalam Intania, 2006).

Awalnya merokok merupakan suatu tradisi adat tertentu yaitu sebagai perlengkapan upacara adat sekarang menjadi kebiasaan umum di kalangan warga. Namun, hingga saat ini, isu pro dan kontra rokok masih menjadi perbincangan hangat di kalangan masyarakat.

Industri rokok dapat menstabilkan perekonomian bangsa diberbagai sektor khususnya sektor ekonomi. Salah satu pemasok devisa negara adalah cukai tembakau, selama tahun 1990-2008 telah menyumbang devisa sebanyak 87 Triliun Rupiah. Industri ini juga memacu pertumbuhan daerah karena kebijakan implementasi 10% pajak rokok daerah. Rokok menjadi bagian dalam kolektif budaya masyarakat karena rokok dapat meningkatkan tali silaturahmi dan meningkatkan solidaritas masyarakat. Sehingga, rokok mempunyai arti dari perspektif psikososial dan cultural, serta sebagai aroma jiwa masyarakat yang menyatu dalam kalbu Bangsa Indonesia. Jadi, rokok tidak hanya punya arti dari perspektif psikologis individual masyarakat Indonesia (Gretha Z dan Sutiman BS, 2011). Sementara, rokok yang terbuat dari tembakau jika dibakar akan menghasilkan berbagai reaksi kimia. Reaksi pirolisa (pembakaran suhu 400-800 °C) dalam rokok membentuk senyawa kompleks yang mudah berdifusi dalam darah dan berbahaya bagi tubuh. Selain itu juga terjadi reaksi penguapan air dan nikotin

terkondensasi. Nikotin terkondensasi mengalami kondensasi kembali dalam paru-paru sehingga menghasilkan deposit nikotin yang menyebabkan penyakit kanker.

Molekul yang kehilangan satu buah elektron dari pasangan elektron bebasnya, atau merupakan hasil pemisahan homolitik suatu ikatan kovalen disebut radikal bebas. Elektron memerlukan pasangan untuk menyeimbangkan nilai spinnya, sehingga molekul radikal menjadi tidak stabil dan mudah mereaksi dengan molekul lain sehingga membentuk radikal baru. Secara kimia molekulnya tidak lengkap, radikal bebas cenderung “mencuri” partikel dari molekul lain, yang kemudian menimbulkan senyawa tidak normal dan memulai reaksi berantai yang dapat merusak sel-sel penting di dalam tubuh. Radikal bebas dapat dihasilkan dari hasil metabolisme tubuh dan faktor eksternal seperti asap rokok. Radikal bebas inilah penyebab berbagai keadaan patologis seperti penyakit liver, jantung koroner, katarak, penyakit hati, dan dicurigai proses penuaan dini ikut berperan (Greta, 2011 ; Proctor PH, Reynolds ES, 1984).

Tumbuhan memiliki banyak manfaat salah satunya dapat membantu memproteksi tubuh dari radikal bebas karena secara alami tubuh manusia memiliki kemampuan proteksi terhadap radikal bebas melalui produksi enzim superperoksida dismutase, glutathione peroksidase, katalase, dan protein glutathione yang merupakan antioksidan endogen, cara kerja antioksidan ini dengan didukung oleh antioksidan eksogen dari luar tubuh seperti fenol, betakaroten, vitamin E, vitamin C, flavonoid yang banyak dihasilkan oleh tumbuhan (Minarno, 2008).

Cengkeh merupakan tanaman yang memiliki banyak manfaat karena cengkeh memiliki kandungan antioksidan alami yang tinggi. Menurut peneliti asal Spanyol, kandungan senyawa phenolic merupakan kunci dari tingginya antioksidan pada

cengkeh. Dari pengujian lima sifat antioksidan, cengkeh memiliki kemampuan tertinggi untuk menghilangkan hidrogen, mengurangi peroksidasi lipid, dan merupakan peredam zat besi terbaik. Studi-studi pada hewan menunjukkan, zat kimia ini menghambat COX-2, protein yang mengacu peradangan. Kombinasi anti peradangan dan antioksidan dalam cengkeh mempunyai sejumlah manfaat, mulai dari melindungi jantung dan membantu mencegah kanker, hingga memperlambat kerusakan tulang dan tulang rawan akibat radang sendi. Di samping itu, komponen dalam cengkeh (seperti yang terkandung dalam kulit manis) juga terlihat memperbaiki fungsi insulin (Andi Mu'nisa, 2008). Selain cengkeh, tanaman yang memiliki manfaat yang luar biasa adalah tanaman kelor. Kelor menjadi sumber antioksidan alami yang baik karena kandungan dari berbagai jenis senyawa antioksidan seperti askorbat acid, flavonoid, phenolic dan karotenoid (Anwar et al, 2005; Makkar dan Becker, 1996).

Menurut Ghina (2013), menyebutkan bahwa penyerapan radikal bebas asap rokok oleh biofilter dipengaruhi oleh komposisi bahan yang proposional dan kandungan dari bahan komposit. Pembuatan biofilter serbuk cangkang kepiting dan cengkeh (0,4 gr) dengan matriks PEG sebagai matriks mempunyai nilai kerapatan yang lebih tinggi daripada putih telur yaitu 1.004 g/cm^3 dan lebih efektif dalam menangkap radikal bebas yaitu mampu menangkap radikal bebas enam dari tujuh radikal bebas yang telah terdeteksi menggunakan uji ESR, dibandingkan variasi massa yang lain (0,2 gr, 0,3 gr, 0,5 gr). Cengkeh sebagai filter memiliki kandungan zat antioksidan yang tinggi dari pada jenis rempah-rempah lainnya. Sedangkan hasil penelitian oleh Erika, Nurun, dan Agus (2013) menyebutkan hasil semua membran

variasi massa serbuk daun kelor membuktikan bahwa radikal bebas pada asap rokok kretek dapat berkurang. Kemampuan terbaik dalam menangkap radikal bebas ditunjukkan pada membran dengan penambahan massa serbuk daun kelor 0,3-0,5 gr dimana tidak ada satu jenis pun radikal bebas yang tersisa dari 7 jenis dugaan radikal bebas yang ada pada asap rokok. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam Q.S. asy Syu'ara 7-8

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨﴾

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik? Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat suatu tanda kekuasaan Allah dan kebanyakan mereka tidak beriman”. (Q.S. asy Syu'ara 7-8).

Kata (زَوْجٍ كَرِيمٍ) bermakna tumbuh-tumbuhan yang baik. Menurut tafsir Jalalain kata tumbuh-tumbuhan yang baik berupa tanaman, buah-buahan dan hewan. Tanaman yang dimaksud dalam tafsir tersebut berupa tanaman yang bermanfaat bagi makhluk hidup dan tidak bersifat merugikan, termasuk di dalamnya adalah tanaman yang dimanfaatkan sebagai pengobatan. Sebagian besar tanaman mengandung ratusan jenis senyawa kimia, baik yang telah diketahui jenis dan khasiatnya ataupun yang belum diketahui jenis dan khasiatnya. Sehingga dengan memanfaatkan cengkeh (*Syzigium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai bahan dasar alami pada biofilter asap rokok diharapkan mampu mengurangi resiko radikal bebas dari kandungan kimiawi yang berlebih dan mengubahnya menjadi radikal bebas yang mengandung antioksidan alami diharapkan dapat mengurangi kerusakan pada jantung.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Fathurrahman (2015), menyebutkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap gambaran histologi organ hati mencit seperti adanya pelebaran dan peradangan vena sentralis dan diketahui bahwa antioksidan yang terkandung dalam biofilter cengkeh dan daun kelor cukup efektif menangkap radikal bebas yang terdapat pada rokok sehingga dapat mengurangi kerusakan pada hati akibat radikal bebas tersebut. Selain itu, terdapat pengaruh yang nyata paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap gambaran histologi organ paru-paru mencit seperti melebarnya lumen alveolus, dan hilangnya inti sel dari epitel membran alveolus dan diketahui bahwa antioksidan yang terkandung dalam biofilter cengkeh dan daun kelor cukup efektif menangkap radikal bebas yang terdapat pada rokok sehingga dapat mengurangi kerusakan pada paru-paru akibat radikal bebas tersebut.

Kebiasaan merokok merupakan suatu hal biasa tanpa memikirkan akibatnya. Penelitian ini berjudul Studi Tentang Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Berbahan Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan Daun Kelor (*Moringa oleifera*) terhadap Histologi Jantung Mencit, bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap gambaran histologis arteri koroner mencit (*Mus musculus*) dan untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh (*Szygium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap peningkatan tekanan darah dan detak jantung mencit (*Mus musculus*).

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap gambaran histologis arteri koroner mencit (*Mus musculus*)?
- b. Bagaimana pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap tekanan darah mencit (*Mus musculus*)?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap gambaran histologis arteri koroner mencit (*Mus musculus*).
- b. Untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap tekanan darah mencit (*Mus musculus*).

1.4 Batasan Masalah

- a. Penelitian ini menggunakan komposit biofilter dari daun kelor dan daun cengkeh dengan PEG sebagai matrik.
- b. Asap rokok berasal dari pembakaran rokok kretek tanpa variasi rokok.

1.5 Manfaat Penelitian

- a. Manfaat Teoritis

Manfaat dari penelitian ini adalah menambah pengetahuan tentang manfaat biofilter berbahan daun kelor dan daun cengkeh dalam menangkap radikal bebas dan pengaruhnya terhadap organ.

b. Manfaat Praktis

Penggunaan biofilter dapat dijadikan untuk meningkatkan kualitas asap rokok dan pengaruhnya terhadap kesehatan manusia.



BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Rokok

Pengolahan tembakau baik dengan cara modern atau sederhana dengan bahan tambahan atau tanpa bahan tambahan dinamakan rokok (Bindar, 2000). Sedangkan rokok yang menggunakan tembakau asli dengan proses pengeringan dinamakan rokok kretek. Jenis cerutu merupakan simbol rokok kretek yang luar biasa, semuanya alami tanpa ada campuran apapun, dan pembuatannya tidak menggunakan mesin tetapi memanfaatkan tangan pengrajin. Proses pembuatannya dengan cara digiling atau dilinting dengan menggunakan tangan atau menggunakan alat bantu sederhana (Marianti, 2009).

Rokok dengan bahan tambahan berupa cengkeh disebut rokok kretek. Rokok kretek dapat disebut rokok khas Indonesia yang berbeda dengan rokok dan cerutu yang sudah banyak diteliti di Barat. Komponen asap rokok seperti nikotin, tar, hidrokarbon dapat memicu terbentuknya radikal bebas. Satu kali hisapan rokok diperkirakan terdapat sebanyak 1.014 molekul radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh (Yueniwati, 2004).

2.2 Asap Rokok dan Bahan Pokok dalam Asap Rokok

Daun tembakau jika dilakukan pembakaran tidak sempurna akan menghasilkan asap rokok yang terdiri dari komponen gas, volatil, dan partikel. Komponen fase gas dari asap rokok sekitar 95%. Setiap satu hirupan asap rokok dikatakan mengandung 1017 molekul *Reactive Oxygen Spesies* (ROS). ROS

diproduksi secara endogen melalui pengaktifan sel-sel inflamasi, seperti neutrofil dan makrofag. Stress oksidatif yang disebabkan oleh asap rokok akan menginduksi terjadinya respons inflamasi yang menyebabkan destruksi septum alveolar paru (Sianturi, 2003).

Jumlah radikal bebas dalam asap rokok sangat tinggi. Satu kali hisapan rokok saja diperkirakan terdapat sebanyak 1.014 molekul radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh (Yueniwati dalam Intania, 2006). Selain mengandung radikal bebas, asap rokok juga memiliki satu atau lebih elektron bebas. Untuk menstabilkan susunan atomnya, elektron bebas ini akan mencari pasangan elektronnya. Jika asap rokok ini masuk ke dalam saluran nafas maka asap rokok ini akan mencari dan mengambil elektron yang berasal dari saluran nafas, misalnya dari epitel bronkus, akibatnya timbul proses inflamasi. Epitel yang rusak akan mengalami proses regenerasi, namun diganti dengan jaringan ikat sehingga terjadilah proses fibrosis (Guyatt, dalam Santoso *et al.*, 2004).

Jumlah bahan kimia dalam asap rokok sangat banyak, sekitar 4.000 bahan kimia antara lain nikotin, CO, NO, HCN, NH₄, acrolein, acetilen, benzaldehide, urethane, benzene, methanol, coumarin, etilkatehol-4, ortokresol, perilen, dan lain-lain. Selain komponen gas, terdapat pula komponen padat atau partikel yang terdiri dari nikotin dan tar (Aditama, dalam Intania, 2006).

Salah satu produk reaksi kimia dalam tubuh dinamakan radikal bebas, dimana senyawa kimia ini sangat reaktif dan mengandung *unpaired* elektron pada orbital luarnya sehingga sebagian besar radikal bebas bersifat tidak stabil. Beberapa komponen asap rokok seperti nikotin, tar, hidrokarbon dapat memicu terbentuknya

radikal bebas pada berbagai sel tubuh, dan dapat menyebabkan reaksi rantai yang dapat menyebar ke seluruh sel. (Setijowati *et al.*, dalam Intania, 2006).

Jumlah komponen kimia dalam asap rokok sangat banyak, jumlahnya sekitar puluhan ribu. Komponen-komponen kimia yang terdapat dalam asap rokok terbukti membentuk partikulasi antara 1-10.000 nanometer (nm). Partikel-partikel ini terbentuk dari gabungan senyawa-senyawa organik dalam asap. Senyawa-senyawa tersebut memiliki potensi gaya magnetik dan elektromagnetik, dengan demikian komponen-komponen kimia khususnya yang bersifat aromatik di ujung batang rokok yang bersuhu 400-600°C dapat membentuk partikel (polimer). Pembentukan polimer gabungan secara teoritis akan membentuk sifat gabungan yang berbeda dengan sifat masing-masing komponen (Albert *et al.*, 1996).

Asap rokok dibentuk oleh asap utama (*main stream smoke*) merupakan asap tembakau yang dihirup langsung oleh perokok. Selain asap utama juga ada asap samping. Asap samping (*side stream smoke*) merupakan asap tembakau yang disebarkan ke udara bebas, yang akan dihirup oleh orang lain atau perokok pasif (Tandra, 2003).

Asap rokok samping menyebabkan tembakau terbakar pada temperatur rendah ketika rokok sedang tidak dihisap, pembakaran menjadi kurang lengkap sehingga mengeluarkan lebih banyak bahan kimia. Oleh karena itu, komponen bahan kimia pada asap rokok samping lebih banyak daripada asap rokok utama (Rahmatullah, 2007).

Tabel 2.1 Senyawa-Senyawa yang Terkandung dalam Asap Rokok (Purnamasari, 2006).

I. FASE PARTIKEL	
a. Tar	Karsinogen
b. Hidro karbonaromatic polinuklear	Karsinogen
c. Nikotin	Stimulator, depressor ganglion, karsinogen
d. Fenol	Kokarsinogen dan iritan
e. Kresol	Kokarsinogen dan iritan
f. β -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
II. FASE GAS	
a. Karbonmonoksida	Pengurangan Transfer dan Pemakaian O ₂
b. Asam 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

2.3 Biofilter

Biofilter merupakan alat untuk menyaring bahan-bahan berbahaya sehingga menyebabkan terjadinya penetralan bahan-bahan racun sebagai hasil suatu proses. Adapun kelebihan dari teknologi biofilter adalah aman, efisien, konsumsi energi rendah, dan murah. Fokus keluaran teknologi biofilter lebih gampang dipantau sehingga tidak mengeluarkan produk sampingan. Desain yang sederhana dan mudah digunakan, membuat teknologi ini bersifat aman untuk diterapkan sehingga tidak membutuhkan peralatan-peralatan yang berbahaya (Yulia, 2013).

Hasil penelitian Gretha dan Sutiman tentang *divine cigarette* juga menyimpulkan bahwa rokok yang berpotensi sebagai penyebab kanker juga mempunyai potensi sebagai obat setelah menggunakan *filter* khusus (*filter* dengan tumbuhan scavenger). Peran aktif scavenger pada *divine* kretek mentransformasi asap rokok yang mengandung materi berbahaya dan radikal bebas menjadi tidak berbahaya bagi kesehatan (Gretha Z dan Sutiman, 2011).

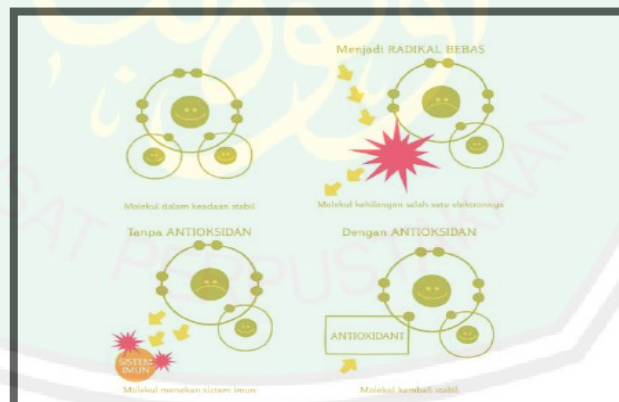
Asap rokok mengandung banyak radikal bebas. Sehingga dibutuhkan membran biofilter berfungsi sebagai *filter* untuk menangkap radikal bebas pada asap rokok dimana keberadaan radikal bebas tersebut merupakan pemicu berbagai penyakit degeneratif. Membran ini pemicu rusaknya sel oleh radikal bebas asap rokok dapat dihindari (Yulia, 2013).

2.4 Radikal Bebas

Radikal bebas merupakan atom atau molekul yang sifatnya sangat tidak stabil. Radikal bebas mempunyai satu elektron atau lebih tanpa pasangan, elektron radikal bebas sangat reaktif dalam mencari pasangan elektronnya sehingga dapat merusak jaringan. Terbentuknya senyawa radikal bebas akibat berbagai proses kimia kompleks dalam tubuh, berupa hasil sampingan dari proses oksidasi atau pembakaran sel yang berlangsung pada waktu bernafas, metabolisme sel, olahraga yang berlebihan, peradangan atau ketika tubuh terpapar polusi lingkungan seperti asap kendaraan bermotor, asap rokok, bahan pencemar, dan radiasi matahari atau radiasi kosmis. Secara kimia molekulnya tidak lengkap, radikal bebas cenderung “mencuri” partikel dari molekul lain, yang kemudian menimbulkan senyawa tidak normal dan memulai reaksi berantai yang dapat merusak sel-sel penting dalam

tubuh. Radikal bebas inilah yang menyebabkan berbagai penyakit berbahaya seperti penyakit lever, jantung koroner, katarak, penyakit hati dan dicurigai proses penuaan dini ikut berperan (Droge W. 2002).

Radikal bebas memiliki elektron yang tidak berpasangan pada orbital luarnya. Senyawa kimia ini sangat reaktif dalam mencari elektron pasangannya. Sehingga, sebagian besar radikal bebas bersifat tidak stabil (Aini, 2002). Radikal bebas yang memiliki elektron tanpa pasangan berusaha mencari reaksi-reaksi agar dapat memperoleh kembali elektron pasangannya. Dalam rangka mendapatkan stabilitas kimia, radikal bebas tidak dapat mempertahankan bentuk aslinya dalam waktu lama dan segera berikatan dengan bahan sekitarnya. Radikal bebas akan menyerang molekul stabil yang terdekat dan mengambil elektronnya, zat yang terambil elektronnya akan menjadi radikal bebas juga sehingga akan memulai suatu reaksi berantai yang akhirnya akan terjadi kerusakan pada sel tersebut (Arif, 2007).



Gambar 2.1 Pembentukan Radikal Bebas dan Mekanisme Kerja Antioksidan (Aprilia, 2015)

Jaringan yang awalnya tidak rusak apabila ada senyawa radikal bebas akan menyebabkan kerusakan pada jaringan tersebut yaitu akibat proses oksidasi pada lipoprotein membran sel. Jika diamati terlihat jelas kerusakan yang terjadi pada membran alveolus berupa hilangnya sel-sel endotelium yang normalnya terdapat di sekeliling alveolus, sehingga menyebabkan kematian sel. Selain itu hubungan antar alveolus juga merenggang akibat rusaknya jaringan ikat. Elastin dan kolagen terdegradasi. Lumen alveolus membesar (Marianti, 2009).

Salah satu proses terjadinya radikal bebas adalah proses fisiologis atau karena pengaruh spesies eksogen. Spesies eksogen tersebut dapat berbentuk senyawa yang muncul secara alami dalam biosfer. Senyawa-senyawa tersebut misalnya ozon, NO_2 , ethanol atau tetradecanoyl phorbol acetate/TPA, dan senyawa kimia industri seperti karbon tetraklorida atau xenobiotik yang muncul karena aktivitas kehidupan seperti benzo[a]pyrene. Superoksida merupakan radikal yang sering muncul dalam proses biologis yang selanjutnya mengalami dismutasi menjadi hidrogen peroksida (H_2O_2) atau mengalami potensi menjadi radikal hidroperoksil ($\text{HOO}\cdot$). Keberadaan superoksid dismutase yang merupakan enzim katalis proses pembentukan hidrogen peroksida, menjadi sarana untuk mendeteksi adanya proses yang melibatkan superoksida di dalam tubuh. Namun demikian, superoksida dapat ditemukan di semua sel yang mengalami metabolisme aerobik. Dalam hal ini radikal tersebut dapat menjadi sebab terjadinya ko-oksidasi xenobiotik atau memulai proses perubahan patologis. Sebagai tambahan, makrofag dan sel fagositik lainnya memproduksi superoksida dalam aktivitasnya. Penyebab peningkatan radikal bebas yang terpapar di lingkungan hidup manusia sekarang ini sebenarnya sangat

kompleks. Peningkatan radikal bebas itu, antara lain sebagai akibat dari pencemaran udara yang membuat lapisan ozon di stratosfer menipis, bahkan berlubang, sehingga terjadi peningkatan intensitas cahaya matahari dengan gelombang frekuensi tinggi memapar permukaan bumi. Akibat adanya lubang ozon, sinar ultraviolet bersama-sama dengan sinar X (*X-rays*), sinar gamma (*gamma-rays*) dan partikel-partikel berbahaya lainnya sebagai hasil proses peluruhan radioaktif matahari juga leluasa memapar permukaan bumi. Seiring dengan makin besarnya intensitas cahaya matahari, elemen-elemen logam berat yang bersifat relativistik terpicu berperilaku menjadi partikel reaktif dalam fase gas (bersifat sensitizer) dan mempengaruhi secara nyata sistem makhluk hidup atau kehidupan di biosfer (Sumitro, 2011).

Pengertian oksidan dan radikal bebas (*free radicals*) sering disamakan karena keduanya memiliki sifat-sifat yang mirip. Proses oksidan dan radikal bebas berbeda akan tetapi menghasilkan akibat yang sama. Meskipun oksidan dan radikal bebas berakibat sama, dipandang dari sudut ilmu kimia keduanya harus dibedakan. Oksidan dalam pengertian ilmu kimia adalah senyawa penerima elektron (*elektronacceptor*), yaitu senyawa-senyawa yang dapat menarik elektron. Ion ferri (Fe^{+++}), misalnya adalah suatu oksidan:



Sebaliknya, dalam pengertian ilmu kimia, radikal bebas adalah atom atau molekul (kumpulan atom) yang memiliki elektron yang tak berpasangan (*unpaired elektron*). Sebagai contoh marilah kita perhatikan molekul air (H_2O). Ikatan atom

oksigen dengan hidrogen merupakan ikatan kovalen, yaitu ikatan kimia yang timbul karena sepasang elektron dimiliki bersama (*share*) oleh dua atom:

Atom hidrogen: $\bullet\text{H}$

Atom oksigen: $\bullet\text{O}\bullet$ dan H_2O :



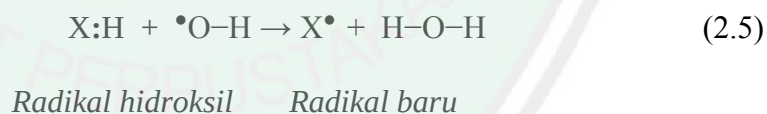
Molekul air dapat mengalami pembelahan homolitik (*homolytical cleavage*) apabila terdapat sumber energi seperti radiasi:



Atom H ($\bullet\text{H}$) dapat dianggap sebagai radikal karena memiliki elektron yang tak berpasangan. Molekul air dapat pula mengalami pembelahan jenis lain, yaitu pembelahan heterolitik (*heterolytical cleavage*):



Hal ini yang terbentuk bukanlah radikal tetapi ion-ion, sehingga proses tersebut dinamakan ionisasi. Elektron yang tak berpasangan cenderung untuk membentuk pasangan, dan ini terjadi dengan menarik elektron dari senyawa lain sehingga terbentuklah radikal baru:



Radikal bebas memiliki dua sifat, yaitu:

- a. Reaktivitas tinggi, karena kecenderungan menarik elektron.
- b. Dapat mengubah suatu molekul menjadi suatu radikal.

Reaktifitas radikal bebas yang tinggi membuat radikal bebas memiliki daya perusak jauh lebih besar dibandingkan dengan oksidan biasa. Radikal bebas sangat

tidak stabil dan berumur sangat pendek sehingga sulit dideteksi kecuali dengan metode-metode khusus seperti pengukuran EPR (*Elektron Paramagnetic Resonance*) (Kumalaningsih, 2006).

2.5 Antioksidan

Antioksidan memiliki fungsi sebagai donor elektron bagi radikal bebas. Contoh antioksidan adalah Vitamin E, α -tocopherol. Hidroksil radikal segera bereaksi dengan anion radikal superperoksida (Logam, 1998). Enzim superperoksida dismutase, glutathion peroksidase, katalase dan protein glutathion yang merupakan antioksidan endogen yang memiliki kemampuan proteksi terhadap radikal bebas, cara kerja antioksidan ini dengan didukung oleh antioksidan eksogen dari luar tubuh seperti fenol, betakaroten, vitamin E, vitamin C, flavonoid yang banyak dihasilkan oleh tumbuhan (Minarno, 2008).

Molekul yang menetralkan radikal bebas adalah antioksidan. Cara antioksidan menetralkan radikal bebas yaitu menerima atau memberikan elektron untuk mengeliminasi kondisi tidak berpasangan. Antioksidan menjadi radikal pada proses netralisasi molekul radikal bebas. Tetapi radikal bebas antioksidan lebih tidak reaktif dari pada radikal bebas yang akan dinetralisasi. Radikal bebas antioksidan ini dapat menetralkan antioksidan lain atau dengan mekanisme lain yang menghentikan radikal (Best, 2006).

Berdasarkan mekanisme kerjanya, antioksidan digolongkan menjadi tiga kelompok, yaitu antioksidan primer, sekunder, dan tersier (Winarsi, 2007):

a. Antioksidan Primer

Suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan primer, apabila dapat mendonorkan atom hidrogen secara cepat kepada senyawa radikal, kemudian senyawa radikal yang terbentuk segera berubah menjadi senyawa yang lebih stabil sedangkan radikal antioksidan yang terbentuk memiliki keadaan yang lebih stabil dibandingkan dengan radikal semula. Antioksidan primer meliputi enzim superoksida dismutase, katalase, dan glutathion peroksidase. Antioksidan primer disebut juga antioksidan enzimatis. Belleville-Nabert menyebutkan bahwa antioksidan primer bekerja dengan cara mencegah pembentukan senyawa radikal bebas baru, atau mengubah radikal bebas yang telah terbentuk menjadi molekul yang kurang reaktif. Sebagai antioksidan, enzim-enzim tersebut menghambat pembentukan radikal bebas, dengan memutuskan reaksi berantai (polimerisasi), kemudian mengubahnya menjadi bentuk yang lebih stabil. Antioksidan kelompok ini disebut juga *chain-breaking-antioxidant*.

b. Antioksidan sekunder

Antioksidan sekunder juga disebut sistem pertahanan preventif. Cara kerja sistem pertahanan ini, membentuk senyawa oksigen reaktif kemudian dihambat dengan cara penangkapan oksigen dan mengubah hidroperoksida menjadi spesies non radikal, pengkelatan metal, menyerap sinar ultraviolet dan mendeaktivasi oksigen singlet. Antioksidan non-enzimatis dapat berupa nonnutrisi dan komponen nutrisi dari sayuran dan buah-buahan. Kerja sistem antioksidan ini yaitu dengan memotong reaksi oksidasi berantai dari radikal

bebas atau dengan cara menangkapnya. Akibatnya, radikal bebas tidak akan bereaksi dengan komponen seluler.

c. Antioksidan tersier

Kelompok antioksidan tersier meliputi sistem enzim DNA-repair dan metionin sulfoksida reduktase. Enzim-enzim ini berfungsi dalam perbaikan biomolekuler yang rusak akibat reaktivitas radikal bebas

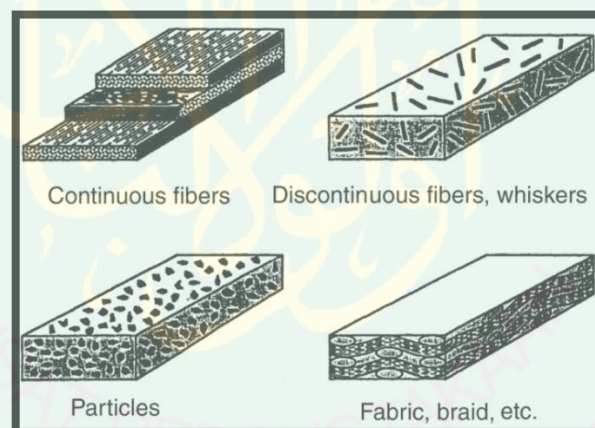
2.6 Bahan Komposit

Pencampuran dua atau lebih bahan yang berbeda secara makroskopis menjadi suatu bahan yang berguna dinamakan bahan komposit (Jones, 1975), Bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro, merupakan material yang tersusun dari campuran atau kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama berbeda di dalam bentuk dan komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984).

Suatu material rekayasa yang dibuat dari pencampuran dua atau lebih material untuk menciptakan sebuah kombinasi sifat material yang baru dan unik dinamakan material komposit. Contohnya paduan metal, *plastic copolymer*, bahan tambang dan kayu. Material komposit berpenguat serat berbeda dari material di atas, yang di dalamnya material pendukungnya berbeda pada tingkat molekuler dan dapat dipisahkan secara mekanika. Dalam bentuk *bulk*, material pendukung bekerja sama tetapi tetap dalam sifat aslinya. Sifat akhir dari material komposit lebih baik dari pada sifat material pendukungnya. Komposit didefinisikan sebagai sebuah kombinasi dari dua atau lebih komponen yang berbeda dalam bentuk atau komposisi pada skala makro, dengan dua atau lebih fasa yang berbeda yang

mempunyai ikatan antarmuka yang diketahui antara dua komponen tersebut (Mazundar, 2002).

Komposit umumnya dikelompokkan menjadi dua. Kelompok pertama dibuat berdasarkan pendukung matriksnya. Kelompok komposit utama meliputi komposit matriks organik, komposit matriks metal, dan komposit matriks keramik. Istilah “komposit matriks organik” umumnya dipahami meliputi dua kelompok yaitu: komposit matriks polimer dan komposit matriks karbon (umumnya ditunjukkan sebagai komposit karbon-karbon). Kelompok kedua merujuk pada bentuk penguatnya, misalnya penguat serbuk, penguat *whisker*, serat memanjang, komposit tenunan, seperti gambar 2.2 serat atau serbuk penguat bisa dalam bentuk serbuk jika dari semua dimensinya secara kasar sama.



Gambar 2.2 Bentuk Umum dari Penguat Serat (ASM, 2001)

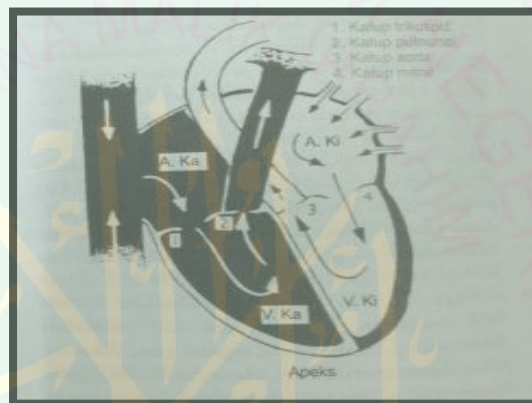
2.7 Jantung

2.7.1 Struktur Jantung

Jantung yang terletak di rongga dada, bentuknya menyerupai kerucut terbalik. Bagian atas jantung, tempat masuknya pembuluh-pembuluh darah, disebut basis jantung. Ujung kedua ventrikel disebut apeks jantung. Letak kedua atrium dan

kedua ventrikel jantung berdampingan (gambar 2.3). Kedua atrium akan menguncup bersama-sama ketika jantung berdenyut, kemudian setelah selang waktu yang singkat kedua ventrikel menguncup. Kemudian terdapat selang waktu yang lebih lama, saat seluruh jantung ada dalam keadaan relaksasi (Green, 2009).

Letak pintu masuk dan pintu keluar katup pada setiap ventrikel berdampingan. Keempat katup terletak pada satu bidang yang sama pada sekat fibrosa atau cincin fibrosa yang memisahkan atrium dari ventrikel (gambar 2.3).



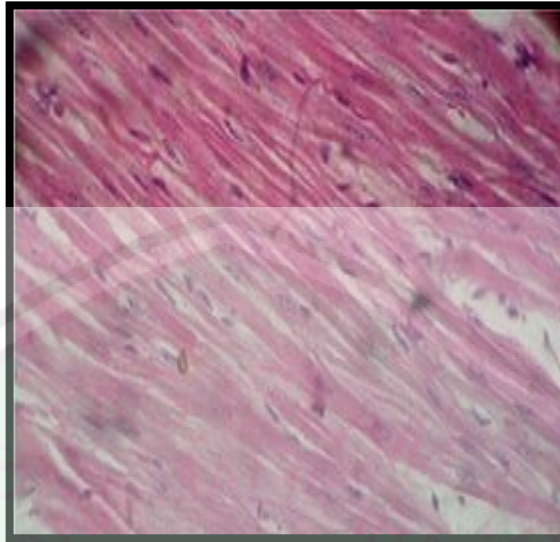
Gambar 2.3 Ruang-ruang jantung. Darah yang mengalir melalui atrium kanan dan ventrikel kanan mengandung hemoglobin tereduksi dan berwarna gelap. Darah yang mengalir melalui atrium kiri dan ventrikel kiri teroksigenasi dan berwarna merah terang. A.ka=Atrium Kanan, A.Ki=Atrium Kiri, V.Ka=Ventrikel Kanan, V.Ki=Ventrikel Kiri (Green, 2009).

2.7.2 Histologi Otot Jantung

Jantung terdiri atas tiga tipe otot jantung (miokardium) yang utama yakni: otot atrium, otot ventrikel, dan serat otot khusus penghantar dan pencetus rangsang. Otot atrium dan ventrikel berkontraksi dengan cara yang sama seperti otot rangka. Serat-serat otot khusus penghantar dan pencetus rangsangan berkontraksi dengan lemah sekali karena hanya mengandung sedikit serat kontraktif. Bahkan serat-serat ini bekerja sebagai sistem penetus rangsangan bagi jantung (Guyton dan Hall, 1997).

Serat otot jantung memiliki beberapa ciri yang juga terlihat pada otot rangka. Perbedaannya adalah otot-otot jantung terdiri atas sel-sel yang panjang, terdapat garis-garis melintang di dalamnya, bercabang tunggal, terletak paralel satu sama lain, dan memiliki satu atau dua inti yang terletak di tengah sel. Juga terletak myofibril jantung pada potongan melintang. Satu ciri khas untuk membedakan otot jantung adalah diskus interkalatus. Diskus ini adalah struktur berupa garis-garis gelap melintang yang melintasi rantai-rantai otot, yang terpulas gelap, ditemukan pada interval tak teratur pada otot jantung, dan merupakan kompleks tautan khusus antar serat-serat otot yang berdekatan (Eroschenko, 2003).

Struktur dan fungsi dari protein kontraktil dalam sel otot jantung pada dasarnya sama dengan otot rangka. Terdapat sedikit perbedaan dalam struktur antara otot atrium dan ventrikel (Junqueira dkk, 1997).



Gambar 2.4 Histologi Normal Otot Jantung (Pengecetan Hematoksilin Eosin, Perbesaran 400x) Dikutip dari CD praktikum Histologi 1 Bagian Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Universitas Diponegoro, editor: Neni Susilaningsih, tahun 2006

2.7.3 Kerja Jantung

Dilihat dari ukurannya, organ yang paling istimewa adalah jantung. Besarnya kira-kira sekepalan tangan, beratnya hanya 300 gr, dengan panjang 12 cm dari apeks ke basal dan garis tengah 8 cm pada bagian yang paling lebar, serta berjarak 6 cm antero-posterior. Jantung berdenyut 70 kali per menit selama sekitar 70 tahun dan setiap kali berdenyut jantung memompakan keluar 70 ml darah dari setiap ventrikel. Seperti diketahui, jantung beristirahat hanya selama setengah detik setelah setiap denyut. Selama hidup, jantung akan berdenyut 2.500.000.000 kali dan setiap ventrikel akan memompakan 170 juta liter darah. Maka tidak heran bahwa tidak ditemukan kesulitan teknik pada pembuatan jantung buatan, misalnya katup mekanis. Bahkan untuk menemukan kawat yang menghubungkan jantung dengan alat pacu jantung, yang dapat dilengkungkan berkali kali tanpa menjadi putus ternyata juga sulit (Green, 2009).

Energi potensial yang diberikan ketika jantung setiap kali berdenyut yaitu jantung meneruskan energi ke darah yang dipompakan, ditentukan dari hasil volume dan tekanan. Energi kinetik yang diteruskan setara dengan 0,5 dikalikan dengan jumlah darah yang dipompakan dikalikan dengan kuadrat kecepatan (Green, 2009):

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \quad (2.6)$$

Kecepatan dalam arteri $\frac{1}{2}$ meter per detik. Tapi, energi potensial jauh lebih besar daripada energi kinetik. Pada setiap denyut, ventrikel kiri memompakan 70 ml darah dengan tekanan 120 mmHg. Tekanan itu setara dengan mengangkat darah dengan tegak lurus di udara setinggi 150 cm (1,5 m) (Green, 2009):

$$E_p = m.g.h \quad (2.7)$$

Energi potensial yang diperoleh darah adalah massa darah dalam kilogram dikalikan dengan 9,81 dikalikan dengan tingginya = $0,070 \times 9,81 \times 1,5 = 1,03 \text{ Nm}$ = 1,03 joule ($9,81 \text{ m.per detik}^2$ merupakan percepatan yang dipengaruhi oleh gaya tarik). Energi kinetik = $\frac{1}{2} \times 0,070 \times (0,5)^2$ dapat diabaikan. Ventrikel kanan meneruskan seperlima dari energi itu ke darah di arteri pulmonalis. Energi yang dibawa itu merupakan kerja jantung, bila efisiensi jantung adalah 100% dan jantung harus mengeluarkan energi tiga kali lipat karena efisiensinya hanya 33% (Green, 2009).

Sepanjang hidup, kerja jantung melebihi 90.000.000 kg.m, yang setara dengan mengangkat 1 cwt.(51 kg) darah setinggi 1.200 mil ($1 \text{ kg.m} = 9,81 \text{ Nm} = 9,81 \text{ joule}$ atau sekitar 10 joule) enam kali menjadi 30 liter per menit per ventrikel dan mengalirkan darah itu dengan tekanan yang sama atau bahkan lebih tinggi.

Pengaliran keluar yang simultan dari kedua ventrikel itu adalah 60 liter per menit. Bila darah tidak beredar dalam sirkulasi, jumlah itu akan sama dengan 26 galon darah setiap dua menit (Green, 2009).

2.7.3 Mekanisme Radikal Bebas dapat Merusak Jantung

Merokok sigaret beresiko sangat besar salah satunya dapat merusak jantung karena ketika merokok radikal bebas dalam asap rokok terserap ke dalam aliran darah dari paru-paru menuju jantung dan beredar keseluruh tubuh. Zat-zat kimia berbahaya dalam asap rokok membuat pembuluh darah menyempit dan membuat sel-sel darah yang disebut platelet menjadi lebih lengket, sehingga mudah membentuk gumpalan dan menimbulkan plak pada pembuluh darah dan menyumbat arteri (Davidson, 2003). Pada setiap saat, kecukupan aliran darah koroner adalah relatif terhadap kebutuhan O_2 jantung. Pada jantung normal, aliran darah koroner meningkat seiring dengan peningkatan kebutuhan O_2 . Namun, ketika radikal bebas menuju jantung, aliran darah koroner mungkin tidak dapat memenuhi peningkatan kebutuhan O_2 (Rahmatina, 2011). Spasme vaskuler adalah suatu konstriksi spastik abnormal yang secara sementara menyebabkan penyempitan pembuluh-pembuluh koroner. Keadaan ini bersifat reversibel dan biasanya tidak cukup lama untuk menimbulkan kerusakan otot jantung. Bukti-bukti terakhir mengisyaratkan bahwa penurunan ketersediaan O_2 di pembuluh-pembuluh koroner menyebabkan pengeluaran *Platelet Activating Factor* (PAF) dari endotel (lapisan dalam) pembuluh. PAF yang memiliki beragam efek biologis, diberi nama sesuai dengan efeknya yang pertama kali ditemukan. Di antara efeknya selain mengaktifkan trombosit PAF setelah dikeluarkan dari endotel, berdifusi ke otot

polos vaskuler di bawahnya dan menyebabkan otot itu berkontraksi sehingga terjadi spasme vaskuler (Rahmatina, 2011).

Gangguan kesetimbangan antara produksi oksidan dan antioksidan seperti *Reactive Oxygen Species* (ROS) seperti anion superoksida, radikal hidroksil, hydrogen peroksida (H_2O_2), radikal nitrit oksida dan periksonitrit (ONOO) disebut stres oksidatif. Ketidakseimbangan antioksidan dan oksidan ini, dapat menyebabkan oksidasi makromolekul yang meliputi, lipid, karbohidrat, asam amino, protein dan DNA, yang diikuti dengan kerusakan sel dan jaringan. Reaktivitas oksigen mempunyai peranan penting, karena oksigen tersebut yang melandasi kekuatan merusak (*destruction*) adalah radikal bebas. Seperti diketahui, oksigen terpapar luas di lingkungan sehingga tubuh manusia akan mengkonsumsi sekitar 250 gram oksigen setiap hari. Dari jumlah tersebut hanya sekitar 3-5% dikonversi menjadi anion peroksida dan bahan reaktif lainnya (Halliwell, 1998).

Arteri koronaria mengalami penyempitan lebih dari 70 % dan peredaran darah ke otot jantung mulai terganggu karena masuknya radikal bebas ke jantung. Sehingga jantung membuat pembuluh darah baru yang disebut kolateral karena proses tersebut sangat lambat. Arteri koronaria juga membentuk jaringan pembuluh darah di sekeliling jantung. Ketika ada pembuluh yang menyempit, salah satu cabang lain akan mengembang untuk membantu bagian otot jantung yang terganggu. Meskipun pembentukan ateroma koronaria lambat, penggumpalan darah bisa terjadi sewaktu-waktu. (Davidson, 2003).

Aterosklerosis merupakan radang pada pembuluh darah manusia. Aterosklerosis menyebabkan oklusi (sumbatan gradual) pembuluh yang terkena, sehingga aliran darah melalui pembuluh tersebut berkurang. Sel-sel ini bermigrasi dari lapisan otot pada pembuluh ke posisi tepat di bawah lapisan endotel, tempat sel-sel tersebut terus membelah diri dan membesar. Kemudian, kolesterol dan lemak lain menumpuk di sel-sel otot polos abnormal ini dan membentuk plak. Plak menonjol ke dalam lumen pembuluh seiring dengan pertumbuhannya (Gambar 2.6). Plak yang menebal mengganggu pertukaran nutrisi di sel-sel dinding arteri yang terkena, sehingga terjadi degenerasi dinding di sekitar plak. Bagian yang rusak tersebut dimasuki oleh fibroblas, dan pada tahap penyakit lebih lanjut, sering terjadi pengendapan Ca^{++} di plak. Pembuluh yang terkena parah menjadi keras dan sulit teregang, suatu keadaan yang disebut sebagai “pengerasan arteri” (Rahmatina, 2011).

Secara umum, rangsang yang meningkatkan frekuensi denyut jantung juga meningkatkan tekanan darah, sedangkan yang mengurangi frekuensi denyut jantung menurunkan tekanan darah, sedangkan yang mengurangi frekuensi denyut jantung menurunkan tekanan darah. Namun terdapat pengecualian seperti terjadinya hipotensi akibat rangsang pada reseptor regang atrium dan terjadinya hipertensi dan bradikardia akibat peningkatan tekanan intrakranial.

Refleks paling utama dalam menentukan kontrol regulasi pada denyut jantung dan tekanan darah adalah reflek baroreseptor. Baroreseptor sensitif terhadap perubahan tekanan dan regangan arteri. Baroreseptor menerima rangsangan dari peregangan atau tekanan yang berlokasi di arkus aorta atau arteri karotis. Pada saat

tekanan darah arteri meningkat dan arteri meregang, reseptor-reseptor ini dengan cepat mengirim impulsnya ke pusat vasomotor untuk menghambat pusat vasomotor mengakibatkan vasodilatasi pada arteriol dan vena dan menurunkan tekanan darah. Dilatasi arteriol menurunkan tahanan perifer dan dilatasi vena menyebabkan darah menumpuk pada vena sehingga mengurangi aliran balik vena dan dengan demikian menurunkan curah jantung. Impuls aferen suatu baroreseptor yang mencapai jantung akan merangsang aktivitas parasimpatis dan menghambat pusat simpatis (kardioaselerator) sehingga menyebabkan penurunan denyut jantung dan daya kontraksi jantung. Sebaliknya penurunan tekanan arteri rata-rata menyebabkan refleks vasokonstriksi dan meningkatkan curah jantung, dengan demikian meningkatkan tekanan darah (Muttaqin, 2009).

Efek langsung akibat kerusakan otot jantung selain rasa nyeri adalah jantung tidak memompa darah secara efektif seperti biasanya, dan tekanan darah bisa turun yang bisa menyebabkan pingsan dan berkeringat atau mual. Masalah besar lain yang timbul pada tahap-tahap awal adalah kerusakan pada otot jantung yang menyebabkan denyut jantung tidak teratur atau aritmia jantung (Davidson, 2003).

2.7.4 Tekanan Darah

Ketika berkontraksi, ventrikel harus menghasilkan cukup tekanan untuk mengatasi tekanan darah di arteri-arteri besar agar katup-katup semilunaris dapat terbuka. Tekanan darah arteri disebut sebagai *afterload* karena merupakan beban kerja yang ditimpakan ke jantung setelah kontraksi dimulai. Apabila tekanan darah arteri secara kronis meningkat (tekanan darah tinggi) atau apabila katup keluar mengalami stenosis, ventrikel harus menghasilkan tekanan lebih besar untuk

menyemprotkan darah. Sebagai contoh, ventrikel mungkin harus menghasilkan tekanan sampai 400 mmHg, bukan seperti biasanya 120 mmHg, untuk mendorong darah melalui katup aorta yang menyempit (Rahmatina, 2011).

Jantung mungkin dapat mengkompensasi peningkatan berkepanjangan *afterload* dengan memperbesar diri (melalui hipertrofi serat-serat otot jantung). Hal ini memungkinkan jantung berkontraksi lebih kuat dan mempertahankan volume secukupnya walaupun terjadi tahanan terhadap ejeksi. Namun, jantung yang sakit atau melemah akibat usia mungkin tidak dapat melakukan kompensasi sempurna, dalam hal ini timbul gagal jantung. Bahkan apabila jantung mula-mula melakukan kompensasi terhadap peningkatan kronik *afterload*, penambahan beban kerja yang terus menerus terhadap jantung kemudian akan menyebabkan perubahan-perubahan patologis pada jantung yang akhirnya menyebabkan gagal jantung. Pada kenyataannya peningkatan *afterload* yang kronik adalah salah satu dari dua faktor utama penyebab gagal jantung (Rahmatina, 2011).

Hipertensi adalah desakan darah yang berlebihan dan hampir konstan pada arteri. Tekanan dihasilkan oleh kekuatan jantung ketika memompa darah. Hipertensi merupakan faktor risiko primer untuk timbulnya penyakit jantung dan stroke. Hipertensi disebut sebagai *the silent killer* karena tidak ditemukan tanda-tanda fisik dari tekanan darah tinggi (Hull, 1996).

Tekanan sistolik berkaitan dengan tingginya tekanan pada arteri bila jantung berkontraksi (denyut jantung). Ini adalah tekanan maksimum dalam arteri pada suatu saat dan tercermin pada hasil pembacaan tekanan darah sebagai tekanan atas yang nilainya lebih besar. Sedangkan tekanan darah diastolik berkaitan dengan

tekanan dalam arteri bila jantung berada dalam keadaan relaksasi diantara dua denyutan. Ini adalah tekanan minimum dalam arteri pada suatu saat dan ini tercermin dari hasil pemeriksaan tekanan darah sebagai tekanan bawah yang nilainya lebih kecil (Hull, 1996).

Tabel 2.2 Klasifikasi Hipertensi (Consensus Ina SH dan JNC VII, 2003)

BP Classification	SBP mmHg	DBP mmHg
Normal	< 120	<80
Prehypertension	120-139	80-89
Stage 1 hypertension	140-159	90-99
Stage 2 hypertension	≥ 160	≥ 100

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

Perubahan hipertensi khususnya pada jantung menurut T. Bahri Anwar (2004) disebabkan oleh:

1. Meningkatnya tekanan darah

Peningkatan tekanan darah merupakan beban yang berat untuk jantung, sehingga menyebabkan hipertrofi ventrikel kiri (faktor miokard). Keadaan ini tergantung dari berat dan lamanya hipertensi.

2. Mempercepat timbulnya aterosklerosis

Jika tekanan darah tetap diatas 160/95 mmHg memiliki risiko 2-3 kali lebih besar untuk timbulnya penyakit jantung dan tiga kali lebih besar untuk terkena stroke daripada individu dengan tekanan darah normal. Bila seseorang menderita tekanan darah tinggi, lapisan dari dinding pembuluh-pembuluh darah menebal sebagai usaha untuk melakukan kompensasi terhadap tekanan darah tinggi. Hal ini menyebabkan penyempitan lumen untuk aliran darah yang mengalir di dalam arteri dengan tekanan darah meningkat. Akibatnya adalah kerusakan lanjut pada

arteri dan tekanan darah makin meningkat. Jika hal tersebut dibiarkan tanpa perawatan yang tepat, maka dapat menimbulkan komplikasi yang berbahaya. Penderita sering tidak menyadari selama bertahun-tahun sampai terjadi komplikasi besar seperti stroke, serangan jantung, atau kegagalan jantung (Hull, 1996).

Dasar pengukuran tekanan darah adalah Kecepatan aliran (*velocity*) suatu cairan dalam pembuluh akan bergantung kepada isi aliran (*flow*) dan luas penampang pembuluh (*area*). Dalam hal ini, kecepatan yang dimaksud adalah kecepatan linier yang mempunyai rumus (Singgih, 1989):

$$V = \frac{Q}{A} \quad (2.8)$$

V adalah kecepatan, Q adalah aliran, dan A adalah luas penampang. Berdasarkan rumus di atas, dapat diketahui bahwa perubahan pada luas penampang, misalnya penyempitan pembuluh akan sangat mempengaruhi kecepatan aliran (Singgih, 1989).

Apabila dikaji lebih jauh, kecepatan aliran berpengaruh pada tekanan sisi (*lateral pressure*) pembuluh. Tekanan dalam pipa merupakan jumlah tekanan sisi ditambah energi kinetik. Energi ini dapat dihitung berdasarkan viskositas cairan dan kecepatan aliran (Singgih, 1989):

$$\frac{1}{2} PV^2 \quad (2.9)$$

P adalah viskositas cairan dan V adalah kecepatan aliran. Kecepatan aliran yang berubah akan mempengaruhi tekanan sisi pembuluh. Hal ini dikemukakan karena pada hakikatnya yang diukur pada pengukuran tekanan darah secara tidak langsung adalah tekanan sisi pembuluh darah (Singgih, 1989).

Beberapa pusat yang mengawasi dan mengatur perubahan tekanan darah, yaitu (Mas'ud, 1996):

1. Sistem syaraf yang terdiri dari pusat-pusat yang terdapat di batang otak, misalnya pusat vasomotor dan di luar susunan syaraf pusat, misalnya baroreseptor dan kemoreseptor.
2. Sistem humoral atau kimia yang dapat berlangsung lokal atau sistemik, misalnya renin-angiotensin, vasopressin, epinefrin, norepinefrin, asetilkolin, serotonin, adenosin dan kalsium, magnesium, hidrogen, kalium, dan sebagainya.
3. Sistem hemodinamik yang lebih banyak dipengaruhi oleh volume darah, susunan kapiler, serta perubahan tekanan osmotik dan hidrostatik di bagian dalam dan di luar sistem vaskuler.

Berbagai faktor yang mempengaruhi curah jantung dan tahanan perifer akan mempengaruhi tekanan darah. Tekanan darah membutuhkan aliran darah melalui pembuluh darah yang ditentukan oleh kekuatan pompa jantung dan tahanan perifer dipengaruhi oleh faktor-faktor yang saling berinteraksi (asupan natrium, stres, obesitas, genetik dan lain-lain. Hipertensi terjadi jika terdapat abnormalitas faktor-faktor tersebut (Kaplan, 2002).

2.8 Tanaman Kelor (*Moringa oleifera lamk.*)

Nama tanaman kelor berbeda-beda di wilayah Indonesia. Masyarakat Sulawesi menyebutnya *kero*, *wori*, *kelo*, atau *keloro*. Orang-orang Madura menyebutnya *maronggi*. Di Sunda dan Melayu disebut Kelor. Di Aceh disebut *murong*. Di Ternate dikenal sebagai *kelo*. Di Sumbawa disebut *kawona*. Sedangkan orang-orang Minang mengenalnya dengan nama *munggai* (Dudi, 2015).

Kelor mengandung 46 senyawa antioksidan yang dapat membuat radikal bebas yang semula tidak stabil menjadi lebih stabil dan dapat menetralkan radikal bebas yang merusak sel-sel dalam tubuh selain. Senyawa antioksidan kuat atau senyawa-senyawa dengan karakteristik antioksidan. (Dudi, 2015).



Gambar 2.5 Daun, Buah, dan Bunga *Moringa oleifera* (Dudi, 2015)

Kelor mempunyai beberapa kandungan yang bermanfaat bagi tubuh diantaranya *Moringaceae* kaya kandungan gula sederhana, rhamnose, dan senyawa unik yaitu glukosinolat dan isotiotianat (Bennet dkk dan Fahey dkk dalam Fahey, 2005). Daun *Moringa oleifera* memiliki banyak manfaat yaitu dapat digunakan sebagai obat infeksi, antibakteri, infeksi saluran urin, luka eksternal, anti-hipersensitif, anti-anemik, diabetes, colitis, diare, disentri, rematik, dan lain-lain. Senyawa glukosinolat dan isotiotianat diketahui sebagai hipotensif, anti kanker dan aktivitas antibakteri (Fahey, 2005 dan Hsu *et al*, 2006).

Kelor memiliki kandungan berbagai jenis senyawa antioksidan seperti askorbat acid, flavonoid, phenolic dan karotenoid sehingga membuat kelor menjadi senyawa antioksidan yang baik (Anwar et al, 2005: Makkar dan Becker, 1996). Senyawa antioksidan yang terkandung dalam kelor adalah Vitamin A, Vitamin C, Vitamin E, Vitamin K, Vitamin B (Choline), Vitamin B1 (Thiamin), Vitamin B2 (Riboflavin), Vitamin B3 (Niacin), Vitamin B6, Alanine, Alpha-Carotene, Arginine, Beta-carotene, Beta-sitosterol, Caffeoylquinic Acid, Campesterol, Carotenoids, Chlorophyll, Chromium, Delta-5-Avenasterol, Delta-7-Avenasterol, Glutathione, Histidine, Indole Acetic Acid, Indoleacetonitrile, Kaempferal, Leucine, Lutein, Methionone, Myristic-Acid, Palmitic-Acid, Prolamine, Proline, Quercetine, Rutin, Selenium, Threonine, Tryptophan, Xanthins, Xanthophyll, Zeatin, Zeaxanthin, Zinc.

Daun kelor memiliki banyak manfaat salah satunya dapat menurunkan kadar kolesterol jahat dalam tubuh yang menjadi faktor utama penumpukan plak pada pembuluh darah yang menyebabkan terblokirnya aliran darah di pembuluh darah (Rajalakshmi, 2000).

Kelor memiliki kandungan nutrisi yang cukup kompleks, menurut Yulianti (2008) dan Etowadi dalam Adeyemi (2014) Potensi yang terkandung dalam daun kelor diantaranya adalah tinggi kandungan protein, β -karoten, vitamin C, mineral terutama zat besi dan kalsium, bahkan dalam beberapa literatur dijelaskan kelor mempunyai kadar protein 3 kali dari protein telur, 25 kali zat besi serta 3 kali vitamin C bayam, 12 kali kalsium serta 2 kali protein susu.

2.9 Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum*)

Jenis tanaman perdu yang dapat memiliki batang pohon besar dan berkayu keras dinamakan Cengkeh (*Syzygium aromaticum*). Cengkeh merupakan tanaman yang hidupnya mampu bertahan puluhan bahkan sampai ratusan tahun, tingginya dapat mencapai 20-30 meter dan cabang-cabangnya cukup lebat (Thomas, 2007).



Gambar 2.6 Cengkeh yang Dikeringkan (Anang, 2015)

Tempat munculnya bunga dan buah cengkeh adalah pada ujung ranting daun dengan tangkai pendek serta bertandan. Bunga cengkeh berwarna keungu-unguan ketika bunga cengkeh masih muda. Kemudian berubah menjadi kuning kehijauan dan berubah lagi menjadi merah muda apabila sudah tua. Bunga cengkeh mengandung minyak atsiri yaitu berwarna coklat kehitaman dan berasa pedas (Thomas, 2007).

Kandungan euganol yang cukup tinggi membuat cengkeh memiliki aktivitas oksidan yang tinggi. Minyak esensial pada kancup bunga cengkeh digunakan sebagai anastesia lokal. Cengkeh mengandung beberapa komponen fenol, yaitu euganol ($C_{10}H_{12}O_2$), asetil euganol, kariofelin, eugenia (isomer euganol), vanillin,

dan asam galotanin. Euganol memiliki aktivitas antioksidan yang efeknya sama dengan tokoferol α -dalam menghambat lipid peroksidasi dan lipoprotein berkepadatan sangat rendah (Rajalakshmi, 2000).

Bagian utama dari tanaman cengkeh yang bernilai komersial adalah bunganya yang sebagian besar digunakan dalam industri rokok dan hanya sedikit dalam industri makanan. Namun demikian, dengan adanya penemuan-penemuan baru bagian tanaman lain dari cengkeh yaitu daun dan tangkai bunganya telah pula dimanfaatkan sebagai sumber minyak cengkeh yang digunakan dalam industri farmasi, kosmetik dan lain-lain. Pemakaian cengkeh dalam industri tersebut karena cengkeh memiliki aroma yang enak yang berasal dari minyak atsiri yang terdapat dalam jumlah yang cukup besar, baik dalam bunga (10-20%), tangkai (5-10%) maupun daun (1-4%). Selain itu, minyak cengkeh mempunyai komponen eugenol dalam jumlah besar (70-80%) yang mempunyai sifat sebagai stimulan, anestesik lokal, karminatif, antiemetik, antiseptik dan antispasmodik (Ferdinanti, E, 2001).

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) merupakan salah satu jenis tanaman rempah khas Indonesia yang memiliki banyak manfaat. Cengkeh sebagai rempah-rempah super karena dianggap memiliki kandungan antioksidan alami yang tinggi dan antioksidan sangat penting untuk menjaga makanan tetap segar dan bermanfaat bagi kesehatan. Diungkap peneliti asal Spanyol, kandungan senyawa phenolic merupakan kunci dari tingginya antioksidan pada cengkeh. Penelitian itu disebut juga sebagai salah satu alasan positif untuk mendorong semakin banyaknya produk alami seperti cengkeh yang dapat digunakan untuk mengganti antioksidan sintesis yang banyak digunakan pabrikan untuk pengawet makanan. Profesor Fernandez

Lopez mengatakan, hasil penelitian itu menunjukkan kandungan oksidan alami dalam rempah-rempah yang biasa digunakan dalam diet Mediterania, merupakan salah satu pilihan untuk industri makanan selama karakteristik dari makanan tak terpengaruh, dimana setiap bagian dari cengkeh baik pada bunga, tangkai, maupun daun mengandung komponen bioaktif fenol, yaitu eugenol, asetil eugenol, kariofelin, eugenia, venillin, dan asam galotanin (Andi Mu'nisa, 2008).

Banyak kandungan di dalam bunga cengkeh kering diantaranya adalah mengandung minyak atsiri, *fixed oil* (lemak), resin, tannin, protein, selulosa, pentosan dan mineral. Karbohidrat terdapat dalam jumlah dua per tiga dari berat bunga. Komponen lain yang paling banyak adalah minyak atsiri yang jumlahnya bervariasi tergantung dari banyak faktor diantaranya jenis tanaman tempat tumbuh dan cara pengolahan. Untuk menghindari kehilangan komponen-komponen berharga yang mudah menguap, proses penggilingan dilakukan pada temperatur rendah (25-35°C). Komposisi kimia bunga cengkeh dapat dilihat pada tabel 2.3:

Tabel 2.3 Komposisi Kimia Bunga Cengkeh (Sumber: Salim, 1975)

Komponen	Bunga Cengkeh Basah Eks. Indonesia %	Bunga Cengkeh Kering Eks. Zanzibar %
Kadar air	75,1	5-8,3
Kadar abu	1,6	5,3-7,6
Kadar minyak atsiri	5,2	14-21
Kadar <i>fixed oil</i> dan resin	0,8	5-10
Kadar protein	0,2	5-7
Kadar serat kasar	7,6	6-9
Kadar tannin	-	10-18

Cengkeh juga mengandung unsur-unsur nutrisi lain seperti: protein, vitamin dan mineral seperti terlihat pada tabel 2.4 bahwa cengkeh mengandung lemak, karbohidrat, dan “*food energy*” yang cukup tinggi.

Tabel 2.4 Komponen Nutrisi 100 gr Bunga Cengkeh (Tainter dan Grenis, 1993)

Komponen	USDA (bubuk)	ASTA
Air (gr)	6,68	5
Food energy (Kcal)	323	430
Protein (gr)	5,98	6,0
Lemak (gr)	20,06	14,5
Karbohidrat (gr)	61,22	68,8
Abu (gr)	5,88	5,0
Ca (gr)	0,646	0,7
P (gr)	105	110
Na (mg)	243	250
K (mg)	1,102	1200
Fe (mg)	8,68	9,5
Thilamin (mg)	0,115	0,11
Riboflanin (mg)	0,267	-
Niacin (mg)	1,458	1,5
Asam askoriat	80,81	81
Vit. A (RE)	53	53

Pemisahan kandungan kimia dari serbuk bunga, tangkai bunga dan daun cengkeh menunjukkan bahwa serbuk bunga dan daun cengkeh mengandung saponin, tannin, alkaloid, glikosida dan flavonoid, sedangkan tangkai bunga cengkeh mengandung saponin, tannin, glikosida dan flavonoid (Arifiyanti, 2010).

2.10 *Electro Spin Resonancy (ESR)*

Hasil dari pengujian ESR adalah nilai faktor g dari radikal atau kompleks, pemisahan hiperhalus dari spektrum akibat interaksi spin magnet dalam radikal serta bentuk pita yang diamati. ESR secara umum dapat digunakan untuk mendeteksi atom atau molekul atau ion dengan konsentrasi yang sangat kecil sekalipun yaitu 1×10^{-2} mol/liter karena dibuat dengan standar frekuensi 10 GHz dengan medan magnet sebesar 0,3-0,4 T. ESR dalam skala eksperimen yang

dikeluarkan oleh Leybold dapat digunakan pada jangkauan frekuensi antara 13-130 MHz dengan arus maksimum yang dapat dialirkan pada tiap kumparan yang dapat menghasilkan medan magnet adalah 2 Ampere. (Cristensen, 1994).

Jenis Radikal bebas yang mampu dideteksi oleh ESR (*Electron Spin Resonance*) Leybold Heracus, yaitu Hidroperoxida, CO_2^- , C, Peroxy, O_2^- , CuOx, CuGeO_3 (Yulia, 2013). Akan tetapi, tidak semua komponen-komponen berbahaya bagi kesehatan karena pada dasarnya senyawa dalam asap rokok adalah senyawa aromatis (Albert et al, 1996).

Hasil penelitian oleh Erika, Nurun, dan Agus (2013) menyebutkan hasil semua membran variasi massa serbuk daun kelor membuktikan bahwa radikal bebas pada asap rokok kretek dapat berkurang. Kemampuan terbaik dalam menangkap radikal bebas ditunjukkan pada membran dengan penambahan massa serbuk daun kelor 0.3-0.5 gram dimana tidak ada satu jenis pun radikal bebas yang tersisa dari 7 jenis dugaan radikal bebas yang ada pada asap rokok. Menurut Ghina (2013), menyebutkan bahwa penyerapan radikal bebas asap rokok oleh biofilter dipengaruhi oleh komposisi bahan yang proposional dan kandungan dari bahan komposit. Pembuatan biofilter serbuk cangkang kepiting dan cengkeh (0,4 gr) dengan matriks PEG sebagai matriks mempunyai nilai kerapatan yang lebih tinggi daripada putih telur yaitu 1.004 g/cm^3 dan lebih efektif dalam menangkap radikal bebas yaitu mampu menangkap radikal bebas enam dari tujuh radikal bebas yang telah terdeteksi menggunakan uji ESR, dibandingkan variasi massa yang lain (0,2 gr, 0,3 gr, 0,5 gr).

2.11 Matriks Biofilter Polietilen Glikol (PEG)

Senyawa hasil kondensasi dari oksietilen dan air dengan ruus molekul $H(OCH_2CH_2)_nOH$ dinamakan Polietilen Glikol (PEG), dimana n merupakan bilangan (jumlah) rata-rata pengulangan grup oksietilen mulai dari 4 sampai 180. Bilangan yang mengiringi di belakang PEG menunjukkan berat molekul rata-rata daripada PEG, seperti PEG dengan $n=80$ akan mempunyai berat molekul rata-rata sekitar 3500 Dalton dan dicantumkan sebagai PEG 3500, sedangkan senyawa dengan berat molekul rendah terdiri dari $n=2$ sampai $n=4$ seperti diethylene glycol, triethylene glucol, dan tetraethylene glycol, merupakan senyawa-senyawa murni. Senyawa dengan berat molekul rendah sampai 700 bersifat cairan kental, tidak berwarna, tidak berbau dengan titik beku $-10^\circ C$ (diethylene glycol), sementara senyawa-senyawa hasil polimerisasi dengan berat molekul yang lebih tinggi yaitu sampai 1000 berbentuk padat seperti lilin dengan titik didih mencapai $67^\circ C$ untuk $n=180$.

PEG memiliki banyak keistimewaan salah satunya adalah bersifat larut dalam air (Chou et al., 2007). PEG juga larut dalam berbagai pelarut organik dari golongan hidrokarbon aromatik, seperti metanol, benzen, dichloromatane dan tidak larut dalam dietil eter dan heksan. Sifat-sifat lain daripada PEG adalah merupakan senyawa yang tidak beracun, netral, tidak mudah menguap dan tidak iritasi. Pelarut PEG banyak digunakan sebagai emulsifier dan detergen, humectants, dan pada bidang farmasi. Menurut Ghina (2013) dengan matriks PEG sebagai matriks mempunyai nilai kerapatan yang lebih tinggi daripada putih telur yaitu 1.004 g/cm^3 .



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Maret-Juni 2017 di Laboratorium Fisiologi Hewan Jurusan Biologi dan Laboratorium Riset Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan di Laboratorium Biomedis Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Malang.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel bebas adalah rokok dengan biofilter daun kelor dan biofilter cengkeh. Sedangkan variabel terganggunanya adalah tekanan darah dan gambaran histologi sel arteri jantung. Variabel kendalanya adalah usia tikus, pakan tikus, lama pemaparan 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 daun kelor dan cengkeh terhadap performa jantung mencit.

3.4 Populasi dan Sample Penelitian

Hewan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencit yang berumur sekitar 2-3 minggu dengan berat badan 18-20 gram. Mencit yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20 ekor. Tikus dibagi dalam 4 kelompok yaitu kelompok kontrol (-), kelompok kontrol (+), kelompok perlakuan I, dan kelompok perlakuan II, masing-masing kelompok berjumlah 5 ekor.

Kelompok kontrol (-) tanpa dipapari asap rokok kretek, kelompok kontrol (+) dipapari asap rokok kretek tanpa biofilter. Kelompok perlakuan I dipapari asap rokok kretek dengan biofilter berbahan cengkeh dan kelompok perlakuan II dipapari asap rokok dengan biofilter daun kelor. Pemaparan asap rokok dilakukan selama 3 minggu 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. Pengaduk
3. Pipet ukur 1 ml
4. Beaker glass 50 ml
5. Ayakan 100 mesh dan 250 mesh
6. Spatula
7. Neraca Analitik
8. Korek Api
9. Suntikan 10 ml
10. Suntikan 1 ml
11. Selang bening
12. Kandang hewan coba (P=35 cm, L=11 cm, dan V=10.780 cm³)
13. Tempat makan dan minum
14. Sekam
15. Kaos tangan

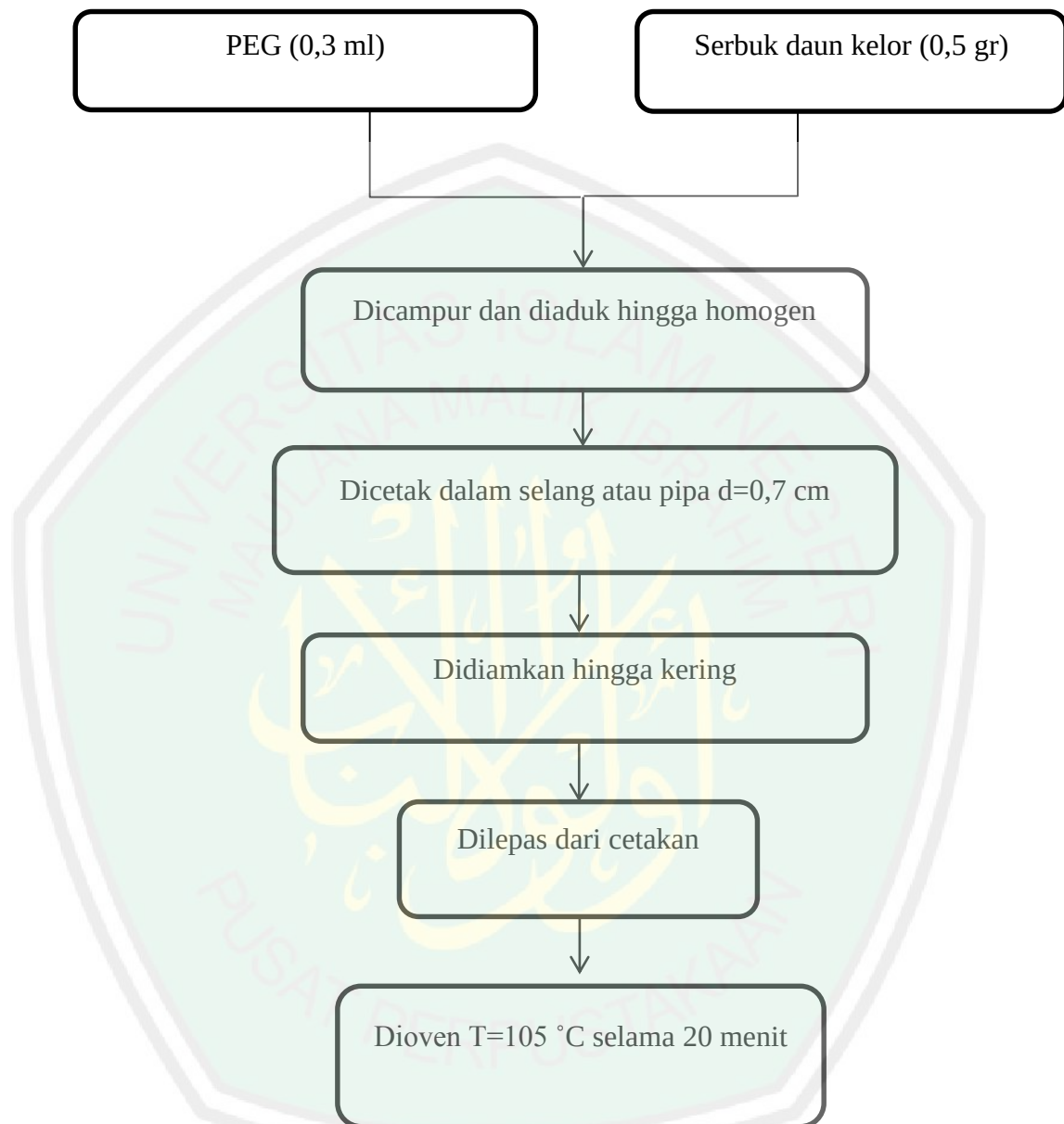
16. Masker
17. Seperangkat alat bedah
18. Mikroskop komputer
19. Botol flacon
20. Appendorf

3.5.2 Bahan

1. Rokok kretek
2. Serbuk cangkang kepiting 0,25 gram
3. Serbuk daun kelor
4. Serbuk cengkeh
5. PEG 0,3 ml
6. Aquades 99%
7. Pakan dan minum tikus
8. Formalin 10%
9. Alkohol 70%, 80%, 90%, 96%
10. Xylol
11. NaCl fisiologis
12. Eosin
13. Hematoxilin
14. Paraffin
15. Pengecetan HE (Hematoxyline, alkohol, amonium air, counter staining)

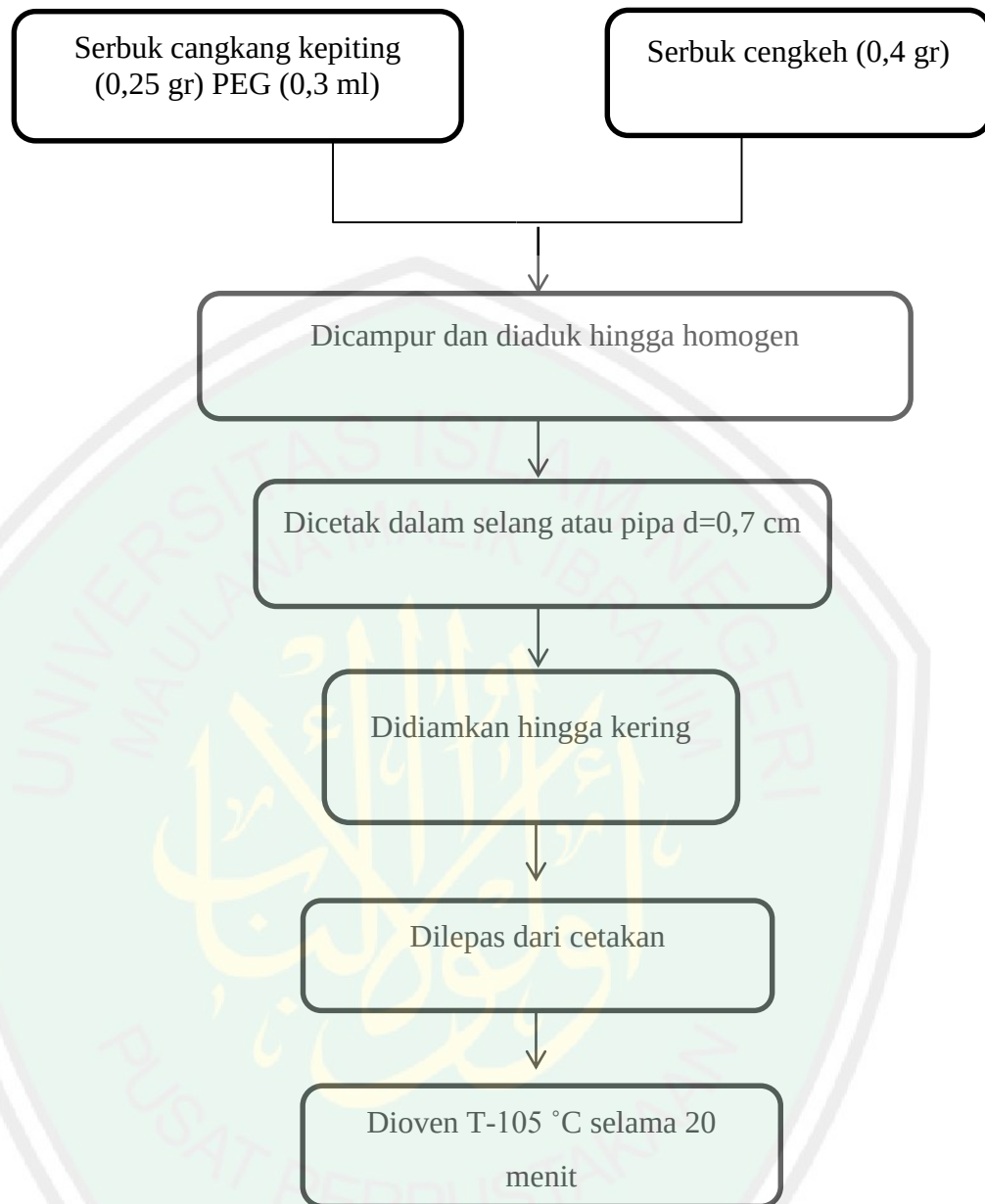
3.6 Rancangan Penelitian

3.6.1 Pembuatan Biofilter Berbahan Daun Kelor



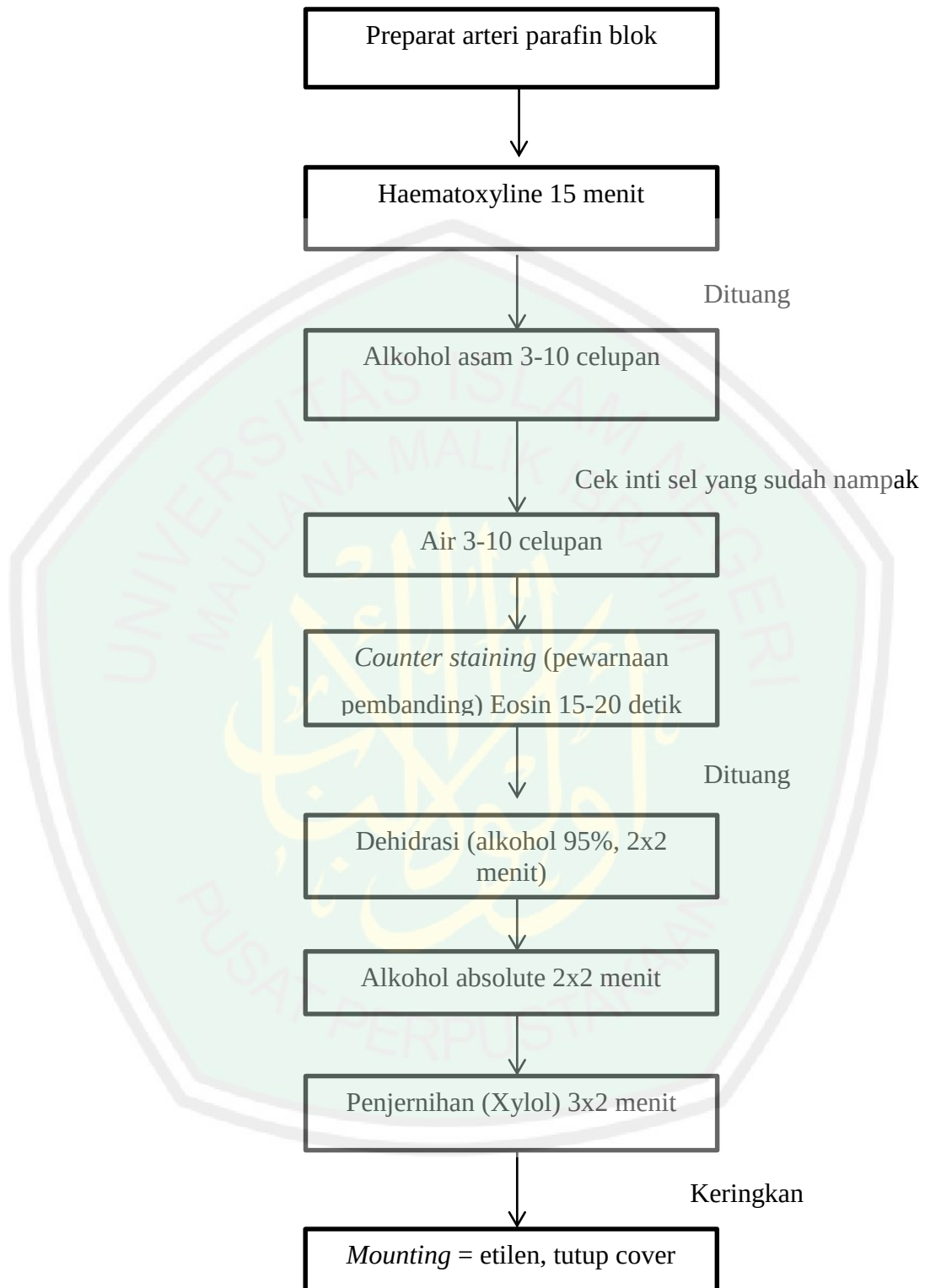
Gambar 3.1 Skema Pembuatan Biofilter Berbahan Daun Kelor

3.6.2 Pembuatan Biofilter Berbahan Bunga Cengkeh



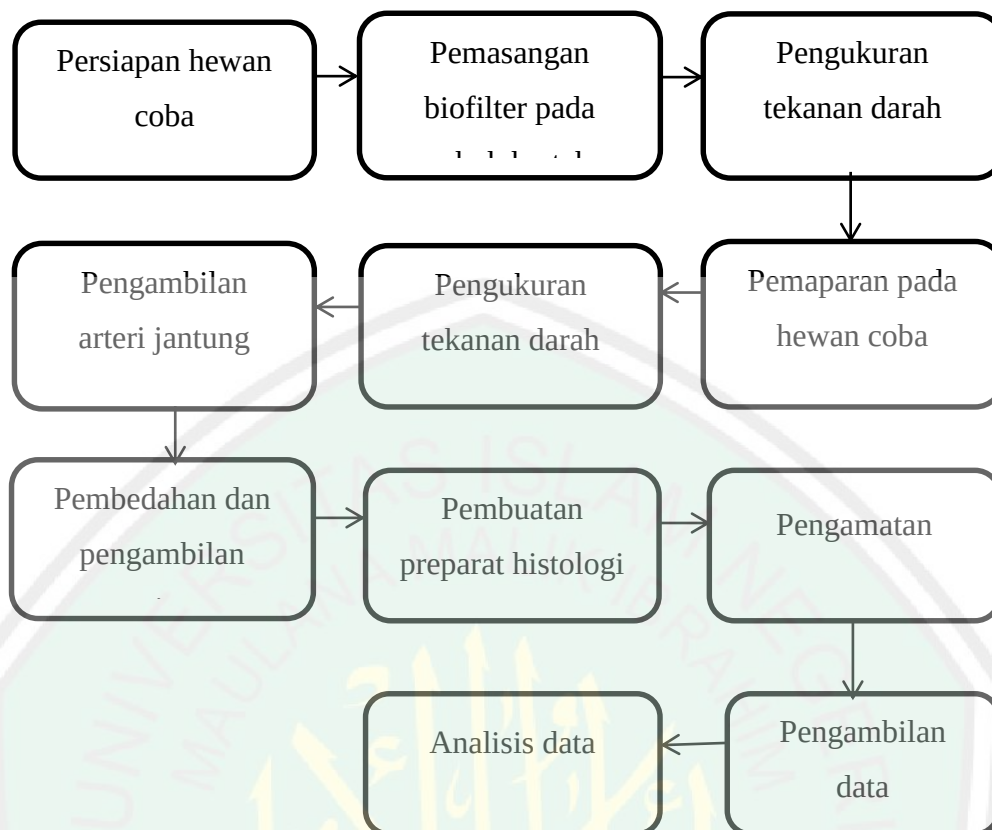
Gambar 3.2 Skema Pembuatan Biofilter Berbahan Bunga Cengkeh

3.6.3 Pengecatan Arteri dengan HE



Gambar 3.3 Skema Pengecatan Arteri dengan HE

3.7 Pelaksanaan



Gambar 3.4 Skema Pelaksanaan

3.8 Prosedur Penelitian

3.8.1 Pembuatan Komposit (Biofilter) Daun Kelor

1. Daun kelor dijemur kemudian ditumbuk hingga halus.
2. Diayak dengan ayakan 100 mesh dan 250 mesh.
3. Serbuk daun kelor ditimbang 0,5 gram.
4. Dicampur dengan PEG 0,3 ml.
5. PEG dicampur dengan daun kelor diaduk 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 dengan suhu 105 °C selama 20 menit.

9. Membran biofilter berbahan daun kelor sebanyak 28 buah.

3.8.2 Pembuatan Komposit (Biofilter) Bunga Cengkeh

1. Bunga cengkeh dijemur kemudian ditumbuk hingga halus.
2. Diayak dengan ayakan 100 mesh dan 250 mesh.
3. Serbuk cengkeh ditimbang 0,4 gram.
4. Cangkan kepiting ditumbuk hingga halus dan ditimbang 0,25 gram.
5. Serbuk cangkang kepiting dicampur dengan 0,3 ml.
6. Serbuk cangkang kepiting + PEG dicampur dengan serbuk cengkeh diaduk hingga homogen.
7. Dicetak dalam selang atau pipa berdiameter 0,7 cm dan panjang 1,5 cm.
8. Komposit didiamkan hingga kering kemudian dilepas dari cetakan.
9. Komposit dioven dengan suhu 105°C selama 20 menit.
10. Membran biofilter berbahan bunga cengkeh sebanyak 28 buah.

3.8.3 Perlakuan

1. Persiapan hewan coba. sebelum penelitian dilakukan, terlebih dahulu mempersiapkan tempat pemeliharaan hewan coba yang meliputi kandang, sekam, tempat makan dan minum mencit, pakan dan minum mencit.
2. Pemasangan biofilter berbahan daun kelor dan bunga cengkeh pada rokok kretek, dengan cara menempelkan biofilter pada salah satu ujung rokok kretek.

3. Pembakaran rokok kretek dan penghisapan asap. Rokok kretek non biofilter dan berbiofilter dibakar dan dihisap menggunakan suntikan 10 ml secara berkala hingga 15 kali hisapan.
4. Pemaparan asap rokok pada hewan coba. Pada saat pemaparan, mencit di pindahkan ke dalam kandang tertutup dengan 2 lubang di bagian bawah kandang. Lubang pertama berfungsi untuk memasukkan asap rokok ke dalam kandang dan lubang kedua berfungsi untuk ventilasi udara.



Gambar 3.5 Kandang Saat Pemaparan Asap Rokok

5. Pemaparan asap rokok dilakukan secara rutin selama 4 minggu, dengan dosis satu hari yaitu 15 kali hisapan pada masing-masing perlakuan.
6. Mencit dipuasakan sehari sebelum pembedahan. Selanjutnya mencit didiskolasi leher, kemudian dilakukan pembedahan, diambil organ hati, paru-paru dan sampel darah. Sampel organ jantung yang telah diambil kemudian disimpan di dalam botol yang telah diisi formalin 10 %, kemudian diambil dan dibuat preparat histologis dengan pewarnaan Hematoxilin dan Eosin (HE) (Winaya et al, 2005). Sedangkan sampel darah digunakan untuk pemeriksaan viskositas darah.

3.8.4 Pembuatan Preparat Histologi Organ Arteri Koroner Jantung Tikus

Tikus kelompok KN, KP, BK, dan BT diambil organ jantung dan dilakukan pembuatan preparat sebagai berikut:

1. Tahap pertama adalah *Coating*, dimulai dengan menandai object glass yang akan digunakan dengan kikir kaca pada area tepi, kemudian direndam dengan alkohol 70% minimal selama semalam, kemudian *object glass* 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 telah disimpan didalam larutan formalin 10% dicuci dengan alkohol selama 2 jam. Kemudian dilanjutkan dengan pencucian secara bertingkat dengan alkohol yaitu 90%, 95% etanol absolut (3 kali), xylol (3 kali) masing-masing selama 20 menit.
3. Tahap ketiga adalah proses *Infiltrasi* yaitu dengan penambahan paraffin 3 kali 30 menit.
4. Tahap keempat *Embedding*, bahan beserta paraffin dituangkan dalam wadah yang telah dipersiapkan dan diatur sehingga tidak ada udara yang terperangkap di dekat bahan. Blok paraffin dibiarkan semalam 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 μm , kemudian 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 *coating* kemudian dikeringkan di atas *hot plate*.

6. Tahap *Deparafisasi* yaitu preparat dimasukkan ke dalam 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 *Dehidrasi* yaitu 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 etillen. Hasil diamati di bawah mikroskop dan di foto, kemudian diamati dan dicatat tingkat kerusakan jantung dari masing-masing kelompok perlakuan.

3.8.5 Cara Melihat Tekanan Darah Jantung Mencit

1. Di ukur menggunakan alat pengukur tekanan darah non invasif CODA.
2. Digunakan metode dengan menggunakan menset ekor mencit uji dan pengukuran tipe *volume pressure recording*.
3. Ditempatkan pada suhu ruang yang tidak kurang dari 26 °C dan dalam keadaan tenang pada hewan uji.
4. Diketahui tekanan darah rata-rata, kecepatan denyut jantung, volume darah ekor, dan aliran darah ekor.

Tabel 3.1 Klasifikasi Hipertensi Menurut Consensus Ina SH dan JNC VII

BP Classification	SBP mmHg	DBP mmHg
Normal	< 120	<80
Prehypertension	120-139	80-89
Stage 1 hypertension	140-159	90-99
Stage 2 hypertension	≥ 160	≥ 100

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

3.8.6 Teknik Penentuan Kerusakan Arteri Jantung

Untuk mengetahui paparan asap rokok dengan menggunakan biofilter daun kelor dan daun cengkeh terhadap histologi jantung, dilakukan pemeriksaan gambaran histologi jantung sebagai berikut:

1. Dibuat preparat jaringan jantung dari setiap mencit.
2. Preparat dibaca di bawah mikroskop komputer dengan perbesaran 400x dalam lima lapang pandang.
3. Dilakukan perhitungan jumlah dan penilaian kondisi sel jantung yang berpusat pada arteri koroner jantung dalam setiap lapang pandang.

4. Diamati secara umum terhadap kondisi jantung baik yang masih dalam keadaan normal maupun yang mengalami kerusakan.

Jenis kerusakan jantung yang diamati yaitu arteri koroner jantung. Dalam setiap preparat diambil skor tingkat kerusakan organ jantung dari 5 lapang pandang. Untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter daun kelor dan bunga cengkeh terhadap performa jantung. Dilakukan pemeriksaan gambaran performa jantung, diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400 kali kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif.

3.9 Pengambilan Data

Tabel 3.2 Tabel Penilaian Tekanan Jantung Mencit Sebelum Pemaparan Asap Rokok

Kelompok	Ulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol (-)					
Kontrol (+)					
BC					
BK					

Tabel 3.3 Tabel Penilaian Tekanan Darah Jantung Mencit Minggu Ke 1 Setelah Pemaparan Asap Rokok

Kelompok	Ulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol (-)					
Kontrol (+)					
BC					
BK					

Tabel 3.4 Tabel Penilaian Tekanan Darah Jantung Mencit Minggu Ke 2 Setelah Pemaparan Asap Rokok

Kelompok	Ulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol (-)					
Kontrol (+)					
BC					
BK					

Tabel 3.5 Tabel Penilaian Tekanan Darah Jantung Mencit Minggu Ke 3 Setelah Pemaparan Asap Rokok

Kelompok	Ulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol (-)					
Kontrol (+)					
BC					
BK					

Tabel 3.6 Tabel Penilaian Kerusakan Arteri Jantung Mencit Sebelum Pemaparan Asap Rokok

Kelompok	Ulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol (-)					
Kontrol (+)					
BC					
BK					

Tabel 3.7 Tabel Penilaian Kerusakan Arteri Jantung Mencit Minggu Ke 1 Setelah Pemaparan Asap Rokok

Kelompok	Ulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol (-)					
Kontrol (+)					
BC					
BK					

Tabel 3.8 Tabel Penilaian Kerusakan Arteri Jantung Mencit Minggu Ke 2 Setelah Paparan Asap Rokok

Kelompok	Ulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol (-)					
Kontrol (+)					
BC					
BK					

Tabel 3.9 Tabel Penilaian Kerusakan Arteri Jantung Mencit Minggu Ke 3 Setelah Paparan Asap Rokok

Kelompok	Ulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol (-)					
Kontrol (+)					
BC					
BK					

3.10 Analisis Data

Data tentang gambaran jantung tikus digunakan untuk melihat apakah ada perbedaan antara perlakuan dan dianalisis menggunakan One Way Anova dengan software SPSS Version 16 for windows. Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Data kuantitatif yang diperoleh rata-rata tekanan darah dan denyut jantung kerusakan arteri koroner. Setelah itu dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA one way. Terdapat 3 ulangan pada masing- masing kelompok.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Sampel dan Obyek Penelitian

4.1.1 Pembuatan Biofilter

Pembuatan komposit biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor dilakukan di Laboratorium Riset Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Membran biofilter yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari bahan komposit serbuk daun kelor dan serbuk cengkeh. Kelor mengandung senyawa unik yaitu glukosinolat dan isotiosianat yang diketahui sebagai hipotensif, anti kanker dan aktivitas anti bakteri. Sedangkan cengkeh mengandung senyawa phenolic yang merupakan kunci dari tingginya anti oksidan pada cengkeh. Kombinasi anti peradangan dan anti oksidan dalam cengkeh mempunyai sejumlah manfaat, antara lain melindungi jantung dan membantu mencegah kanker.

Pembuatan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor dilakukan melalui beberapa tahap. Tahap pertama, yaitu menjemur cangkang kepiting, cengkeh dan daun kelor, setelah kering kemudian dihaluskan dan diayak dengan ukuran 100 mesh dan 250 mesh kemudian tahap selanjutnya ditimbang dengan massa 0,4 gram cengkeh, 0,25 gram cangkang kepiting dan 0,5 gram kelor. Komposisi ini berdasarkan hasil penelitian yaitu massa 0,5 gram tidak ada satu jenis pun radikal bebas yang tersisa dari tujuh jenis radikal bebas yang ada pada asap rokok (Erika, Nurun, dan Agus). Pada penelitian terdahulu setelah uji ESR dapat terdeteksi 7 dugaan jenis radikal bebas pada rokok kretek non filter, diantaranya yaitu

Hidroperoxida, CO_2^- , C, Peroxy, O_2^- , CuOx, dan CuGeO_3 . Sedangkan menurut Ghina (2013), komposisi cengkeh sebesar 0,4 gram dan serbuk cangkang kepiting 0,25 gram dengan matriks PEG lebih efektif dalam menangkap radikal bebas dibandingkan dengan variasi massa yang lain (0,2 gram, 0,3 gram, 0,5 gram). Massa cengkeh 0,4 gram mampu menangkap radikal bebas enam dari tujuh radikal bebas yang telah terdeteksi menggunakan uji ESR.

Serbuk cangkang kepiting dicampur dengan perekat *polietilen glikol* (PEG) dan dicampur dengan serbuk cengkeh, kemudian diaduk dengan spatula hingga homogen. Menurut Ghina (2013) dengan matriks PEG sebagai matriks mempunyai nilai kerapatan yang lebih tinggi daripada putih telur yaitu 1.004 g/cm^3 . Selanjutnya komposit dicetak dengan selang berdiameter 0,7 mm dan tinggi 3 cm, kemudian komposit didiamkan hingga kering, komposit biofilter dilepas dari cetakan dan dioven pada suhu 105°C selama 20 menit setelah itu didiamkan sejenak untuk menghindari *shocking termal* pada membran. Pengovenan dilakukan dengan tujuan agar kadar air dalam membran hilang sehingga membran tidak mudah rapuh untuk dilakukan tahap pengujian. Selain itu, dengan pengovenan dapat meminimalisir tumbuhnya jamur pada membran biofilter. Selanjutnya dilakukan langkah yang sama untuk pembuatan biofilter daun kelor tetapi pembuatan biofilter daun kelor tidak menggunakan cangkang kepiting. Jumlah biofilter masing-masing bahan adalah 21 buah, jadi jumlah keseluruhan adalah 42 buah.

4.1.2 Preparasi Mencit

Obyek penelitian yang digunakan sebagai hewan coba untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok yang telah diberi biofilter cengkeh dan daun kelor adalah Mencit (*Mus musculus*) berjenis kelamin jantan B6B1b/C yang berumur sekitar 2-3 bulan, berjumlah 20 ekor. Mencit yang akan dipapari dengan asap rokok dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan, yaitu kontrol negatif, kontrol positif, kelompok yang dipapari asap rokok menggunakan biofilter berbahan cengkeh, dan kelompok yang dipapari asap rokok menggunakan biofilter berbahan daun kelor. Sebelum dipapari asap rokok baik dengan biofilter atau tanpa menggunakan biofilter, mencit didiamkan terlebih dahulu selama 1 minggu untuk beradaptasi dengan lingkungannya.

4.1.3 Perlakuan

Hewan coba yang sudah diadaptasi selama 1 minggu diukur tekanan darahnya. Pengukuran awal tekanan darah mencit sebelum dipapari asap rokok dengan biofilter atau tanpa biofilter ini bertujuan untuk memastikan bahwa mencit dalam keadaan normal dan agar dapat membandingkan bagaimana hasil tekanan darah mencit sebelum dipapari asap rokok dan sesudah dipapari asap rokok baik menggunakan biofilter atau tanpa menggunakan biofilter. Hewan coba yang sudah disiapkan dan sudah diukur tekanan darah awal kemudian dilakukan pemaparan, yakni terlebih dahulu memasang biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor pada rokok kretek dengan menempelkan biofilter pada bagian belakang rokok kretek, setelah itu rokok dibakar dan dilakukan penghisapan asap rokok dengan menggunakan alat hisap secara berkala untuk dipaparkan ke dalam tempat

pemaparan mencit. Pada saat pemaparan mencit dipindahkan ke dalam suatu tempat berbentuk balok tertutup dengan ventilasi udara terbatas.

Pemaparan asap rokok dilakukan secara rutin selama 3 minggu dengan dosis 1 hari 15 kali hisapan secara berkala pada masing-masing kelompok perlakuan dan setiap minggu melakukan pengukuran tekanan darah mencit. Setelah 3 minggu pemaparan, kemudian dilakukan pembedahan pada mencit untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok terhadap organ jantung, yang diawali dengan dislokasi leher dan perobekan pada bagian perut mencit untuk diambil organ yang diperlukan. Organ jantung yang sudah diambil kemudian di simpan terlebih dahulu dalam pot tutup kuning yang telah diisi formalin 10% kurang lebih sebanyak setengah dari pot tutup kuning. Kemudian organ jantung di buat preparat untuk diamati di bawah mikroskop.

4.2 Data Hasil Penelitian

4.2.1 Data Hasil Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Berbahan Cengkeh dan Daun Kelor terhadap Tekanan Darah Mencit

Data hasil tekanan darah sistolik mencit dengan perlakuan Kontrol (-), Kontrol (+), BC, BK selama 4 minggu adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 Data Hasil Tekanan Darah Sistolik Mencit Sebelum Pemaparan Asap Rokok

Kelompok Perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Kontrol (-)	141	141	86	111	141	124
Kontrol (+)	87	141	141	84	140	118,6
BC	101	140	141	127	103	122,4
BK	140	141	139	141	140	140,2

Tabel 4.2 Data Hasil Tekanan Darah Sistolik Mencit Minggu ke 1 Setelah Pemaparan Asap Rokok

Kelompok Perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Kontrol (-)	102	110	103	83	114	102,4
Kontrol (+)	204	155	164	165	165	170,6
BC	168	92	137	146	135	135,6
BK	192	104	115	114	114	127,8

Tabel 4.3 Data Hasil Tekanan Darah Sistolik Mencit Minggu ke 2 Setelah Pemaparan Asap Rokok

Kelompok Perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Kontrol (-)	94	109	103	84	125	103
Kontrol (+)	206	161	202	198	200	193,4
BC	169	112	150	153	140	144,8
BK	174	88	143	152	163	144

Tabel 4.4 Data Hasil Tekanan Darah Sistolik Mencit Minggu ke 3 Setelah Pemaparan Asap Rokok

Kelompok Perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Kontrol (-)	96	118	104	86	126	106
Kontrol (+)	233	202	204	200	204	208,6
BC	193	103	176	186	193	170,2
BK	169	120	152	153	141	147

Rata-rata data hasil tekanan darah sistolik mencit setelah perlakuan dengan pemaparan asap rokok selama 3 minggu dapat dilihat hasilnya pada Grafik Kemiringan Persamaan Gradien di bawah ini:

Berdasarkan gambar 4.1 A hasil tekanan darah sistolik dengan perlakuan Kontrol (-) mulai dari sebelum dipapari asap rokok sampai 3 minggu dipapari asap rokok. Perlakuan kontrol (-) menunjukkan bahwa adanya perbedaan tekanan darah sistolik setiap minggunya. Kelompok perlakuan kontrol (-) sebelum dipapari asap rokok adalah 124 mmHg, minggu ke 1 setelah pemaparan asap rokok rata-ratanya adalah 102,4 mmHg, 103 mmHg rata-rata pada minggu ke 2 setelah pemaparan asap rokok, 106 mmHg rata-rata pada minggu ke 3 setelah pemaparan asap rokok.

Grafik 4.1 B Perlakuan kontrol (+) menunjukkan bahwa adanya perbedaan tekanan darah sistolik setiap minggunya. Kelompok perlakuan kontrol (+) sebelum dipapari asap rokok adalah 118,6 mmHg, minggu ke 1 setelah pemaparan asap rokok rata-ratanya adalah 170,6 mmHg, 193,4 mmHg rata-rata pada minggu ke 2 setelah pemaparan asap rokok, 208,6 mmHg rata-rata pada minggu ke 3 setelah pemaparan asap rokok.

Gambar 4.1 C merupakan hasil tekanan darah sistolik dengan perlakuan biofilter cengkeh mulai dari sebelum dipapari asap rokok sampai 3 minggu dipapari asap rokok. Perlakuan biofilter cengkeh menunjukkan bahwa adanya perbedaan tekanan darah sistolik setiap minggunya. Kelompok perlakuan biofilter cengkeh sebelum dipapari asap rokok adalah 122,4 mmHg, minggu ke 1 setelah pemaparan asap rokok rata-ratanya adalah 135,6 mmHg, 144,8 mmHg rata-rata pada minggu ke 2 setelah pemaparan asap rokok, 170,2 mmHg rata-rata pada minggu ke 3 setelah pemaparan asap rokok.

Gambar 4.1 D adalah hasil tekanan darah sistolik dengan perlakuan Biofilter kelor mulai dari sebelum dipapari asap rokok sampai 3 minggu dipapari asap rokok.

Perlakuan biofilter kelor menunjukkan bahwa adanya perbedaan tekanan darah sistolik setiap minggunya. Kelompok perlakuan biofilter kelor sebelum dipapari asap rokok adalah 140,2 mmHg, minggu ke 1 setelah pemaparan asap rokok rata-ratanya adalah 127,8 mmHg, 144 mmHg rata-rata pada minggu ke 2 setelah pemaparan asap rokok, 147 mmHg rata-rata pada minggu ke 3 setelah pemaparan asap rokok.

Nilai tekanan darah sistolik setelah dipapari asap rokok dari minggu ke minggu dengan perlakuan tanpa biofilter mengalami peningkatan yang drastis. Sedangkan dengan perlakuan biofilter cengkeh dan kelor hanya mengalami sedikit peningkatan. Terlihat pada nilai gradien kemiringan perlakuan pemaparan asap rokok tanpa biofilter adalah 29,28 dari persamaan $y = 29,28x + 99,6$ dengan nilai $R^2 = 0,9221$. Nilai gradien menggunakan biofilter cengkeh adalah 15,26 dari persamaan $y = 15,26x + 105,1$ dengan nilai $R^2 = 0,9529$. Sedangkan nilai gradien kemiringan menggunakan biofilter kelor adalah 3,66 dari persamaan $y = 3,66x + 130,6$ dengan nilai $R^2 = 0,3135$. Nilai gradien perlakuan pemaparan asap rokok tanpa biofilter memiliki nilai gradien 29,28 lebih besar daripada nilai gradien perlakuan biofilter cengkeh yaitu 15,26. Sehingga pengaruh yang besar terhadap tekanan darah sistolik mencit ketika perlakuan tanpa biofilter dibandingkan dengan menggunakan biofilter cengkeh. Nilai gradien menggunakan biofilter kelor adalah 3,66 dari persamaan $y = 3,66x + 130,6$ dengan nilai $R^2 = 0,3135$. Nilai gradien kemiringan perlakuan pemaparan asap rokok tanpa biofilter adalah 29,28 dari persamaan $y = 29,28x + 99,6$ $R^2 = 0,9221$. Sehingga pengaruh yang besar terhadap tekanan darah sistolik mencit ketika perlakuan tanpa biofilter dibandingkan

perlakuan biofilter kelor karena pada biofilter kelor dan cengkeh terdapat antioksidan yang dapat menetralkan radikal bebas. Menurut Logam (1998). Antioksidan memiliki fungsi sebagai donor elektron bagi radikal bebas. Contoh antioksidan adalah Vitamin E, α -tocopherol. Hidroksil radikal segera bereaksi dengan anion radikal superperoksida.

Hasil uji statistik dengan menggunakan One Way Anova menunjukkan nilai $p=0.000$, nilai signifikan yang dihasilkan lebih kecil dari 0.050 ($p<0.050$) sehingga H_0 ditolak, artinya ada pengaruh yang nyata antara paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap tekanan darah sistolik mencit dari masing-masing pemaparan. Sebagaimana yang terlihat pada tabel 4.5:

Tabel 4.5 Hasil Analisis Anova Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Kelor terhadap Tekanan Darah Sistolik Mencit

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	41027.638	3	13675.879	15.405	.000
Within Groups	67469.250	76	887.753		
Total	108496.888	79			

Nilai tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh asap rokok terhadap tekanan darah sistolik mencit pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.6:

Tabel 4.6 Ringkasan Uji Duncan Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Kelor terhadap Tekanan Darah Sistolik Mencit

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.005		
		1	2	3

Kontrol (-)	20	108.85		
BK	20		139.75	
BC	20		143.25	
Kontrol (+)	20			172.80
Sig.		1.000	.711	1.000

Hasil data analisis menggunakan uji duncan tabel pada 4.6 terdapat beberapa perbedaan antara kontrol (-), kontrol (+), BC (biofilter cengkeh), BK (biofilter kelor). Perlakuan kontrol (-) tidak terpapar asap rokok sehingga tekanan darah sistolik cenderung normal. Berdasarkan nilai kontrol (+) tanpa biofilter yaitu 172.80, menunjukkan tingkat tekanan paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap tekanan darah sistolik jantung mencit. Sedangkan biofilter cengkeh dan biofilter daun kelor memiliki nilai yang tidak jauh berbeda yaitu 139.75 untuk cengkeh dan 143.25 untuk daun kelor, namun tetap lebih kecil dibanding nilai kerusakan kontrol (+) tanpa biofilter. Penggunaan biofilter serbuk daun kelor memiliki pengaruh yang lebih baik dibanding biofilter cengkeh terlihat dari nilai subset biofilter daun kelor yang lebih kecil daripada biofilter cengkeh. Sehingga dapat dikatakan bahwa pemberian biofilter cengkeh dan daun kelor masih cukup efektif dalam menangkap radikal bebas yang terdapat pada asap rokok.

Data hasil tekanan darah diastolik mencit dengan perlakuan Kontrol (-), Kontrol (+), BC, BK adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7 Data Hasil Tekanan Darah Diastolik Mencit Sebelum Pemaparan Asap Rokok

Kelompok Perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Kontrol (-)	55	51	50	51	52	51,8

Kontrol (+)	51	55	62	50	99	63,4
BC	123	77	123	63	138	104,8
BK	53	52	51	51	51	51,6

Tabel 4.8 Data Hasil Tekanan Darah Diastolik Mencit Minggu ke 1 Setelah Pemaparan Asap Rokok

Kelompok Perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Kontrol (-)	50	52	54	51	80	57,4
Kontrol (+)	80	51	81	81	80	74,6
BC	50	92	52	82	51	65,4
BK	50	82	80	82	66	72

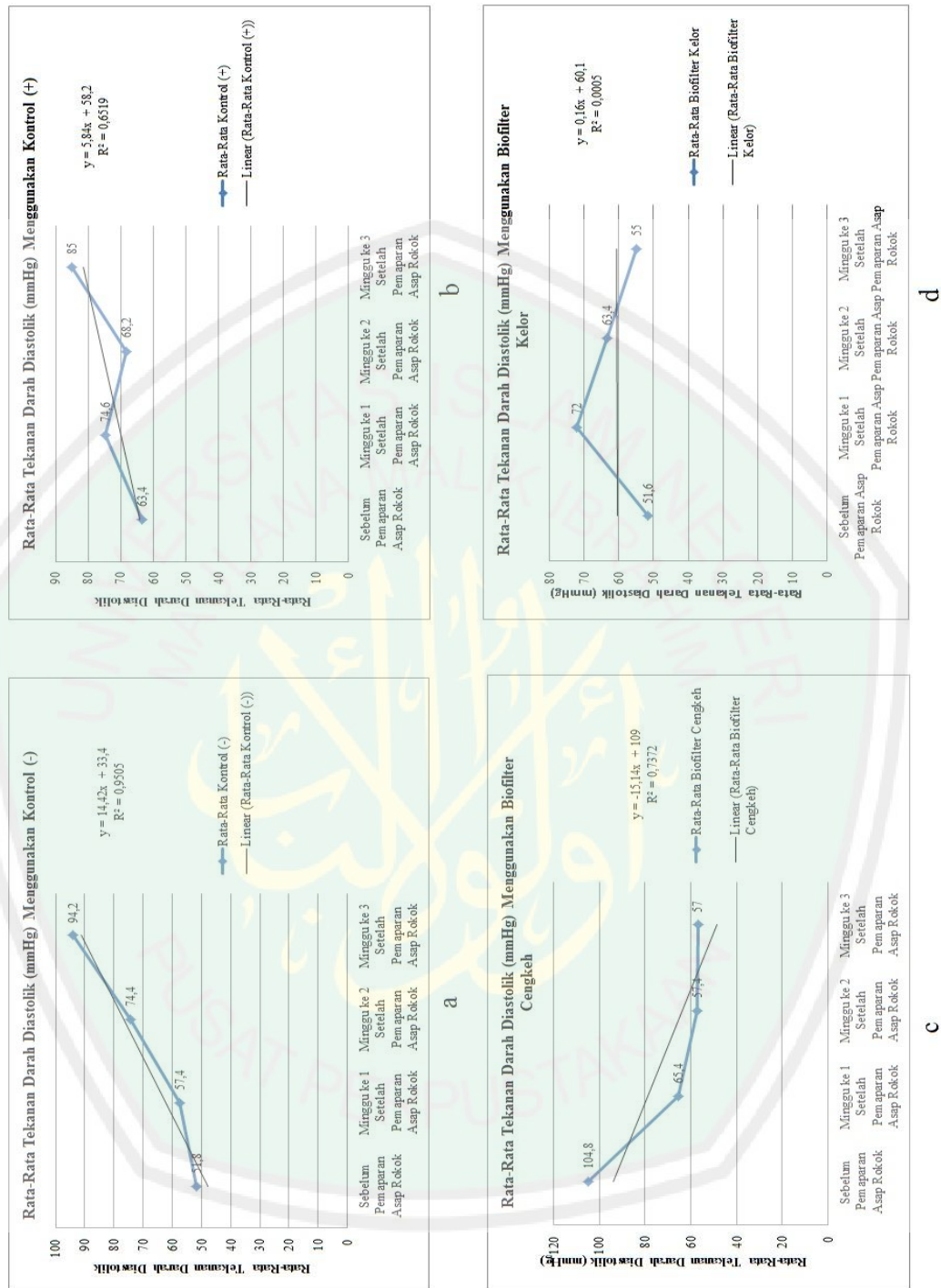
Tabel 4.9 Data Hasil Tekanan Darah Diastolik Mencit Minggu ke 2 Setelah Pemaparan Asap Rokok

Kelompok Perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Kontrol (-)	82	48	81	80	81	74,4
Kontrol (+)	76	104	63	47	51	68,2
Cengkeh	51	52	54	80	50	57,4
Kelor	83	51	51	51	81	63,4

Tabel 4.10 Data Hasil Tekanan Darah Diastolik Mencit Minggu ke 3 Setelah Pemaparan Asap Rokok

Kelompok Perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Kontrol (-)	81	82	81	79	148	94,2
Kontrol (+)	64	128	94	76	63	85
BC	50	52	52	80	51	57
BK	52	66	52	53	52	55

Rata-rata data hasil tekanan darah diastolik mencit setelah perlakuan dengan pemaparan asap rokok selama 3 minggu dapat dilihat hasilnya pada grafik kemiringan persamaan gradien di bawah ini.



Gambar 4.2 Grafik Nilai Rata-Rata Tekanan Darah Diastolik Mencit
a= perlakuan kontrol (-), b=perlakuan kontrol (+), c=perlakuan biofilter cengkeh,
dan d=perlakuan biofilter kelor

Grafik 4.2 A Perlakuan kontrol (-) menunjukkan bahwa adanya perbedaan tekanan darah diastolik setiap minggunya. Kelompok perlakuan kontrol (-) sebelum dipapari asap rokok adalah 51,8 mmHg, minggu ke 1 setelah pemaparan asap rokok rata-ratanya adalah 57,4 mmHg, 74,4 mmHg rata-rata pada minggu ke 2 setelah pemaparan asap rokok, 94,2 mmHg rata-rata pada minggu ke 3 setelah pemaparan asap rokok.

Gambar 4.2 B Hasil tekanan darah diastolik dengan perlakuan Kontrol (+) mulai dari sebelum dipapari asap rokok sampai 3 minggu dipapari asap rokok. Perlakuan kontrol (+) menunjukkan bahwa adanya perbedaan tekanan darah sistolik setiap minggunya. Kelompok perlakuan kontrol (+) sebelum dipapari asap rokok adalah 63,4 mmHg, minggu ke 1 setelah pemaparan asap rokok rata-ratanya adalah 74,6 mmHg, 68,2 mmHg rata-rata pada minggu ke 2 setelah pemaparan asap rokok, 85 mmHg rata-rata pada minggu ke 3 setelah pemaparan asap rokok.

Gambar 4.2 C merupakan hasil tekanan darah diastolik dengan perlakuan Biofilter cengkeh mulai dari sebelum dipapari asap rokok sampai 3 minggu dipapari asap rokok. Perlakuan biofilter cengkeh menunjukkan bahwa adanya perbedaan tekanan darah sistolik setiap minggunya. Kelompok perlakuan biofilter cengkeh sebelum dipapari asap rokok adalah 104,8 mmHg, minggu ke 1 setelah pemaparan asap rokok rata-ratanya adalah 65,4 mmHg, 57,4 mmHg rata-rata pada minggu ke 2 setelah pemaparan asap rokok, 57 mmHg rata-rata pada minggu ke 3 setelah pemaparan asap rokok.

Gambar 4.2 D merupakan hasil tekanan darah diastolik dengan perlakuan Biofilter kelor mulai dari sebelum dipapari asap rokok sampai 3 minggu dipapari

asap rokok. Perlakuan biofilter kelor menunjukkan bahwa adanya perbedaan tekanan darah diastolik setiap minggunya. Kelompok perlakuan biofilter kelor sebelum dipapari asap rokok adalah 51,6 mmHg, minggu ke 1 setelah pemaparan asap rokok rata-ratanya adalah 72 mmHg, 63,4 mmHg rata-rata pada minggu ke 2 setelah pemaparan asap rokok, 55 mmHg rata-rata pada minggu ke 3 setelah pemaparan asap rokok. Pengaruh terhadap tekanan darah diastolik terbesar adalah ketika menggunakan biofilter kelor. Karena menurut penelitian terdahulu bahwa kelor memiliki antioksidan yang tinggi yang dapat menetralkan radikal bebas.

Nilai tekanan darah diastolik setelah dipapari asap rokok dari minggu ke minggu dengan perlakuan tanpa biofilter mengalami peningkatan yang drastis. Sedangkan dengan perlakuan biofilter cengkeh dan kelor hanya mengalami sedikit peningkatan. Terlihat pada nilai gradien kemiringan perlakuan pemaparan asap rokok tanpa biofilter adalah 5,84 dari persamaan $y = 5,84x + 58,2$ dengan nilai $R^2 = 0,6519$. Nilai gradien menggunakan biofilter cengkeh adalah -15,14 dari persamaan $y = -15,14x + 109$ dengan nilai $R^2 = 0,7372$. Sedangkan nilai gradien kemiringan menggunakan biofilter kelor adalah 0,16 dari persamaan $y = 0,16x + 60,1$ dengan nilai $R^2 = 0,0005$. Nilai gradien perlakuan pemaparan asap rokok tanpa biofilter memiliki nilai gradien 5,84 lebih besar daripada nilai gradien perlakuan biofilter cengkeh yaitu -15,14. Sehingga pengaruh yang besar terhadap tekanan darah diastolik mencit ketika perlakuan tanpa biofilter dibandingkan dengan menggunakan biofilter cengkeh. Nilai gradien menggunakan biofilter kelor adalah 0,16 dari persamaan $y = 0,16x + 60,1$ dengan nilai $R^2 = 0,0005$. Nilai gradien kemiringan perlakuan pemaparan asap rokok tanpa biofilter adalah 5,84 dari

persamaan $y = 5,84x + 58,2$ dengan nilai $R^2 = 0,6519$. Sehingga pengaruh yang besar terhadap tekanan darah diastolik mencit ketika perlakuan tanpa biofilter dibandingkan perlakuan biofilter kelor karena pada biofilter kelor dan cengkeh terdapat antioksidan yang dapat menetralkan radikal bebas.

Hasil uji statistik dengan menggunakan One Way Anova menunjukkan nilai $p=0$, nilai signifikan yang dihasilkan lebih besar dari 0.050 ($p>0.050$) sehingga H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh yang nyata antara paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap tekanan darah diastolik mencit dari masing-masing perlakuan. Sebagaimana yang terlihat pada tabel 4.11:

Tabel 4.11 Hasil Analisis Anova Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Kelor terhadap Tekanan Darah Diastolik Mencit

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1808.250	3	602.750	1.216	.310
Within Groups	37677.700	76	495.759		
Total	39485.950	79			

Nilai tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh asap rokok terhadap tekanan darah diastolik mencit pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.12:

Tabel 4.12 Ringkasan Uji Duncan Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Kelor terhadap Tekanan Darah Diastolik Mencit

Perlakuan	N	Subset for $\alpha = 0.005$
		1
BK	20	60.50
Kontrol (-)	20	69.45

BC	20	71.15
Kontrol (+)	20	72.80
Sig.		.115

Hasil analisis menggunakan uji duncan (tabel 4.12) dapat dilihat beberapa perbedaan antara kontrol (-), kontrol (+), BC (biofilter cengkeh), BK (biofilter kelor). Hasil uji statistik dengan menggunakan One Way Anova menunjukkan nilai $p=0.310$, nilai signifikan yang dihasilkan lebih besar dari 0.050 ($p>0.050$) sehingga H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh yang nyata antara paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap tekanan darah diastolik mencit dari masing-masing perlakuan akan tetapi menurut hasil uji Duncan ketika menggunakan perlakuan tanpa biofilter menghasilkan nilai lebih tinggi daripada dengan menggunakan biofilter cengkeh dan kelor. Menurut hasil Duncan nilai yang diperoleh dengan perlakuan tanpa biofilter adalah 72.80, sedangkan menggunakan biofilter cengkeh adalah 71.15, dan biofilter kelor 60.50.

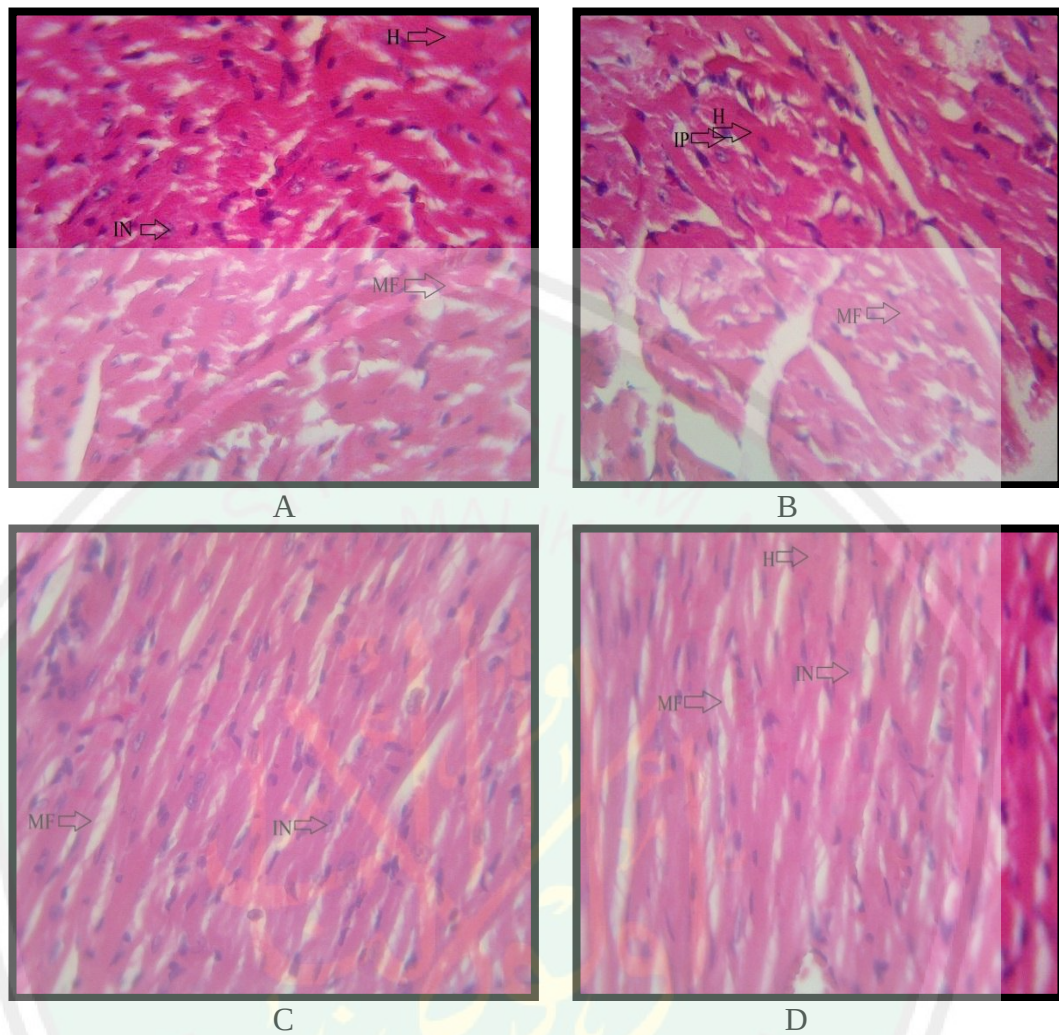
4.2.2 Data Hasil Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Berbahan Cengkeh dan Daun Kelor terhadap Otot Jantung dan Arteri Koronaria Jantung Mencit

A. Pengaruh terhadap Otot Jantung Mencit

Penelitian studi tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap histologi jantung mencit, dilakukan pengamatan terhadap gambaran histologi jantung yaitu otot jantung dan arteri koronaria jantung pada setiap perlakuan. Preparat jantung mencit diamati di bawah mikroskop komputer dengan menggunakan perbesaran 400 kali.

Hasil gambar 4.3 (A) kontrol negatif dengan perlakuan tanpa pemaparan asap rokok dengan pemotongan melintang menunjukkan bentuk inti myosit normal dan myofibril tersusun teratur akan tetapi terjadi hipertrofi. Pada kontrol negatif mencit pertama ini terjadi hipertrofi peningkatan ukuran sel-sel otot. Pada gambar 4.3 (B) kontrol positif dengan perlakuan pemaparan asap rokok tanpa biofilter terdapat sedikit kerusakan myosit kerusakan struktur myofibril yang sedikit tidak teratur dan terjadi hipertrofi.

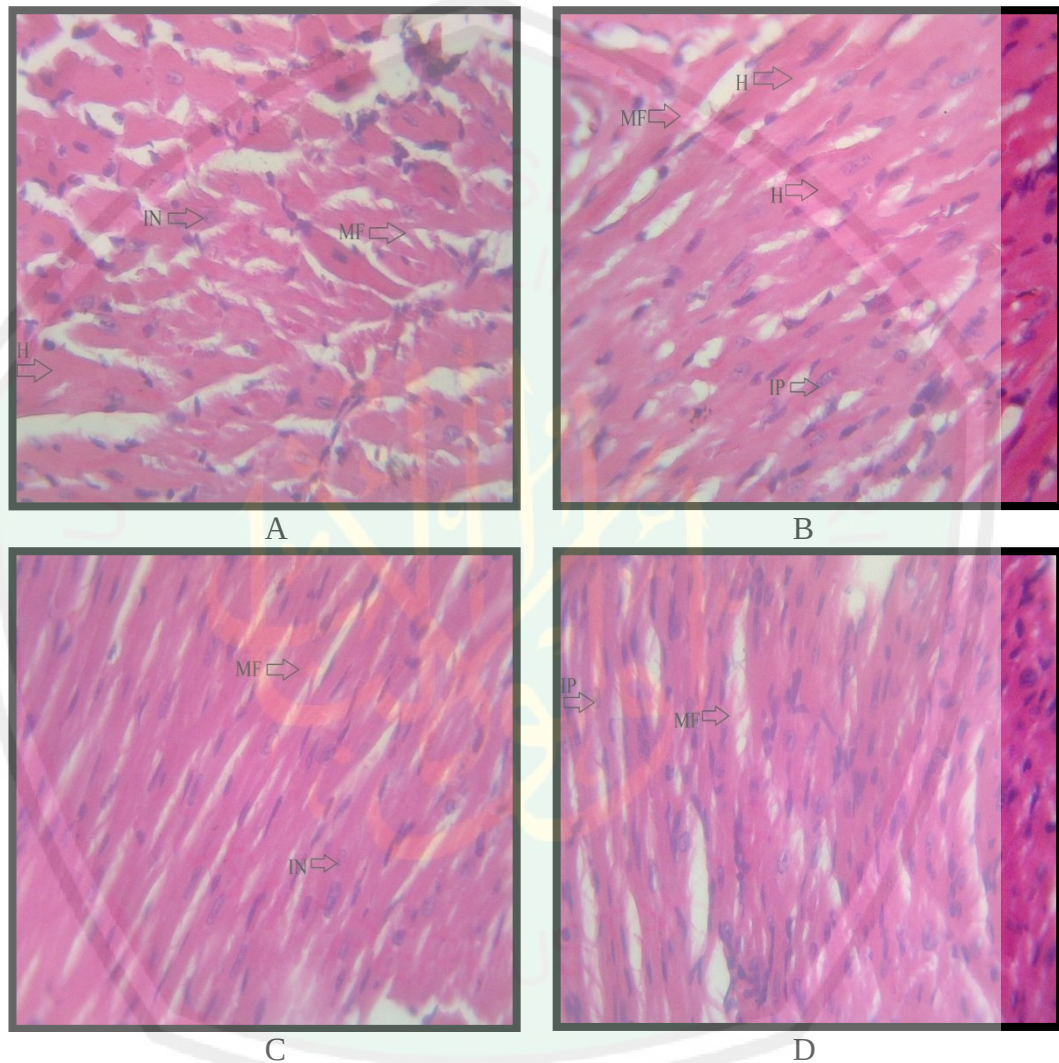
Gambar 4.3 (C) menggunakan biofilter cengkeh dan gambar 4.3 (D) menggunakan biofilter daun kelor. Pada biofilter cengkeh menunjukkan inti myosit normal dan myofibril lumayan teratur dibandingkan tanpa biofilter dan pada biofilter cengkeh ini tidak terjadi hipertrofi myosit. Dari gambar 4.3 lebih terlihat kerusakan otot jantung tanpa biofilter (B) dibandingkan dengan biofilter cengkeh. Sedangkan pada gambar 4.3 (D) dengan biofilter kelor menunjukkan inti myosit normal, myofibril lebih teratur dibandingkan tanpa biofilter. Akan tetapi, biofilter kelor mengalami hipertrofi.



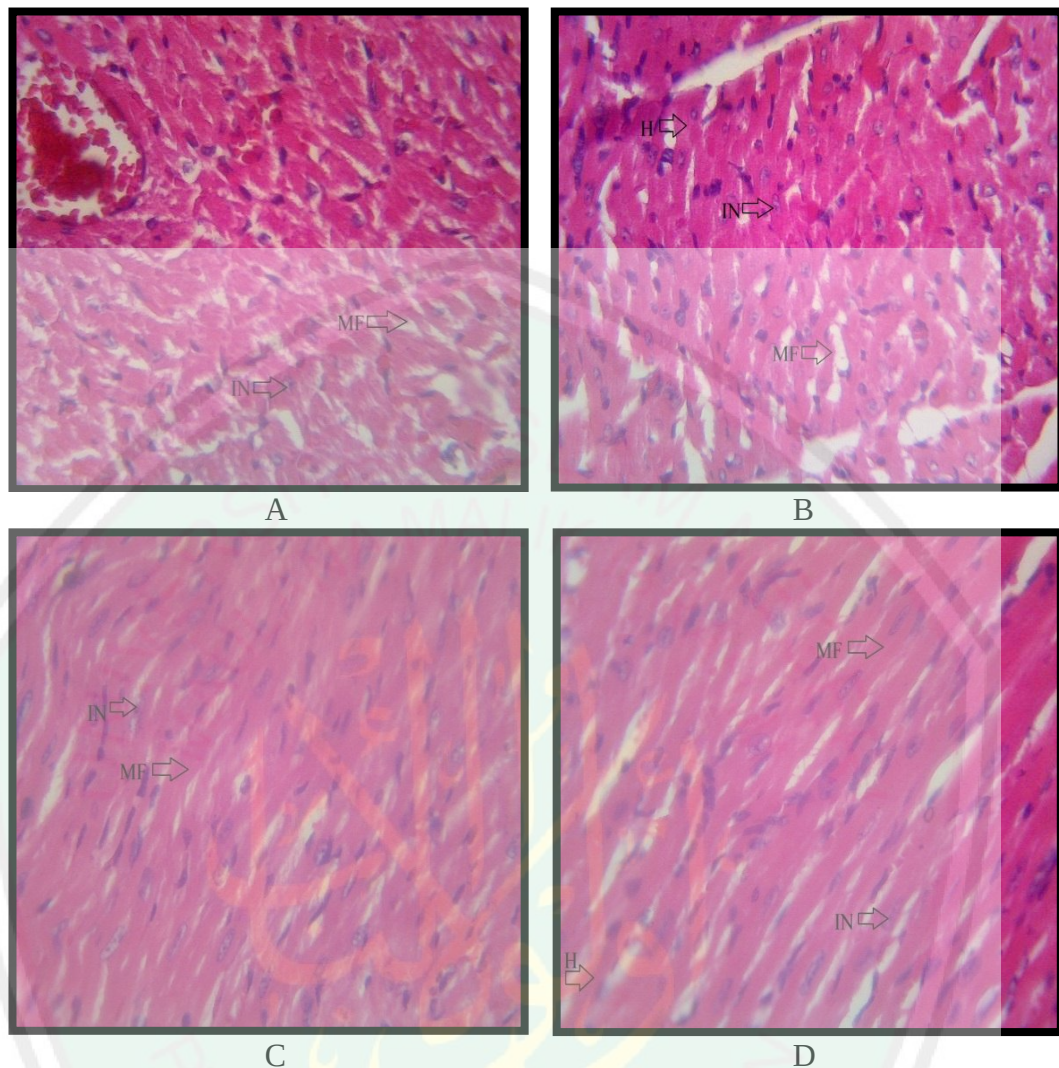
Gambar 4.3 Histologi Otot Jantung Mencit Pertama dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BC (Biofilter Cengkeh), (D) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Inti Myosit Normal (IN), Inti Myosit Piknotik (IP), Myofibril (MF) dan Hipertrofi (H)

Gambar 4.4 (A) kontrol negatif dengan perlakuan tanpa pemaparan asap rokok dengan pemotongan melintang menunjukkan bentuk inti myosit normal. Struktur myofibril teratur dan tidak terjadi hipertrofi. Gambar 4.4 (B) dengan perlakuan pemaparan asap rokok tanpa biofilter dengan pemotongan membujur tidak terjadi hipertrofi. Inti myosit menuju piknotik dan struktur miofibril sedikit tidak teratur. Gambar 4.4 (C) dengan biofilter cengkeh dan gambar 4.4 (D) dengan

biofilter kelor. Ketika menggunakan biofilter cengkeh inti myosit normal, struktur myofibril juga teratur dan tidak terjadi hipertrofi. Ketika menggunakan biofilter kelor inti myosit normal, terjadi hipertrofi, struktur myofibril sedikit tidak teratur.



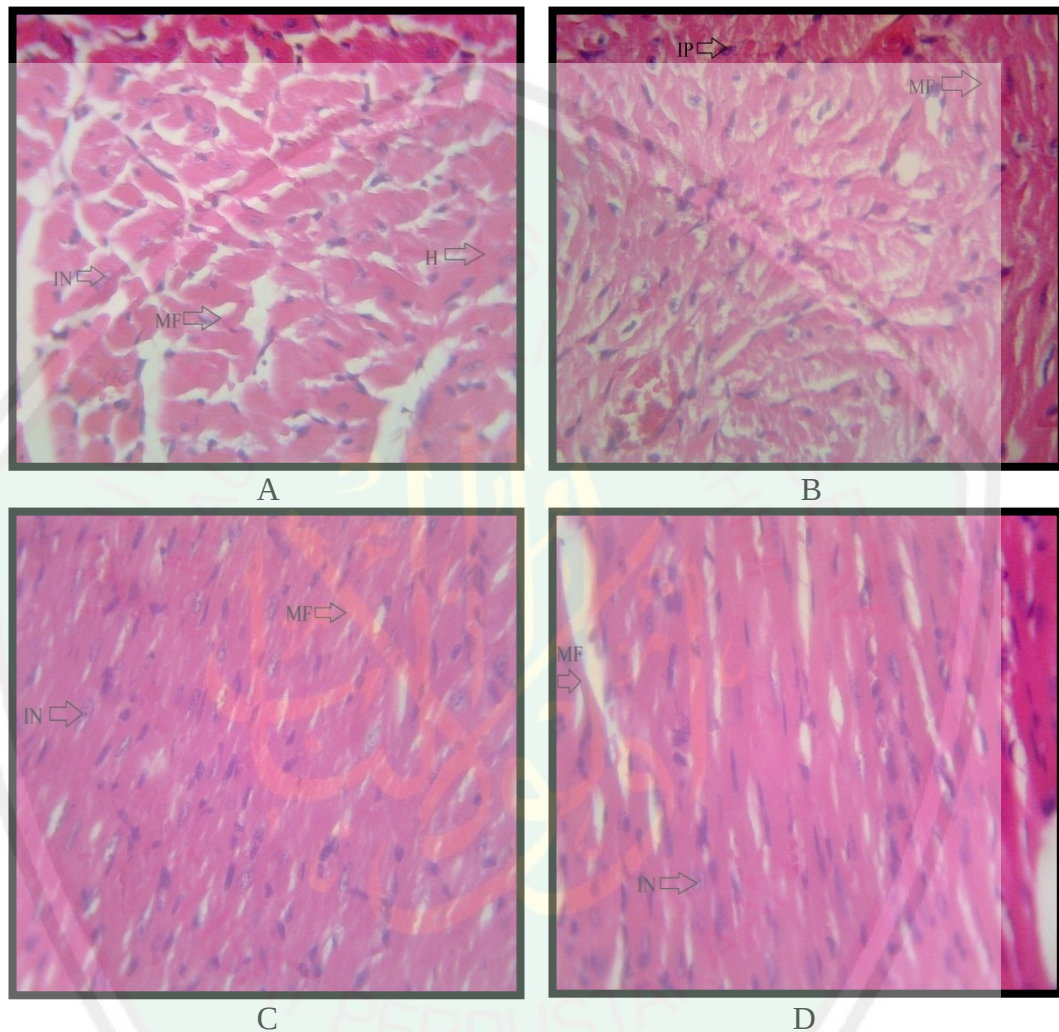
Gambar 4.4 Histologi Otot Jantung Mencit Kedua dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BC (Biofilter Cengkeh), (D) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Inti Myosit Normal (IN), Inti Myosit Piknotik (IP), Myofibril (MF) dan Hipertrofi (H)



Gambar 4.5 Histologi Otot Jantung Mencit Ketiga dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BC (Biofilter Cengkeh), (D) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Inti Myosit Normal (IN), Inti Myosit Piknotik (IP), Myofibril (MF) dan Hipertrofi (H)

Gambar 4.5 (A) kontrol negatif dengan perlakuan tanpa pemaparan asap rokok pemotongan melintang menunjukkan bentuk inti myosit normal. Tidak terjadi hipertrofi dan struktur myofibril teratur. Terlihat pada gambar 4.5 (B) perlakuan tanpa biofilter dengan pemotongan membujur inti myosit normal, terjadi hipertrofi dan struktur myofibril kurang teratur. Akan tetapi ketika menggunakan

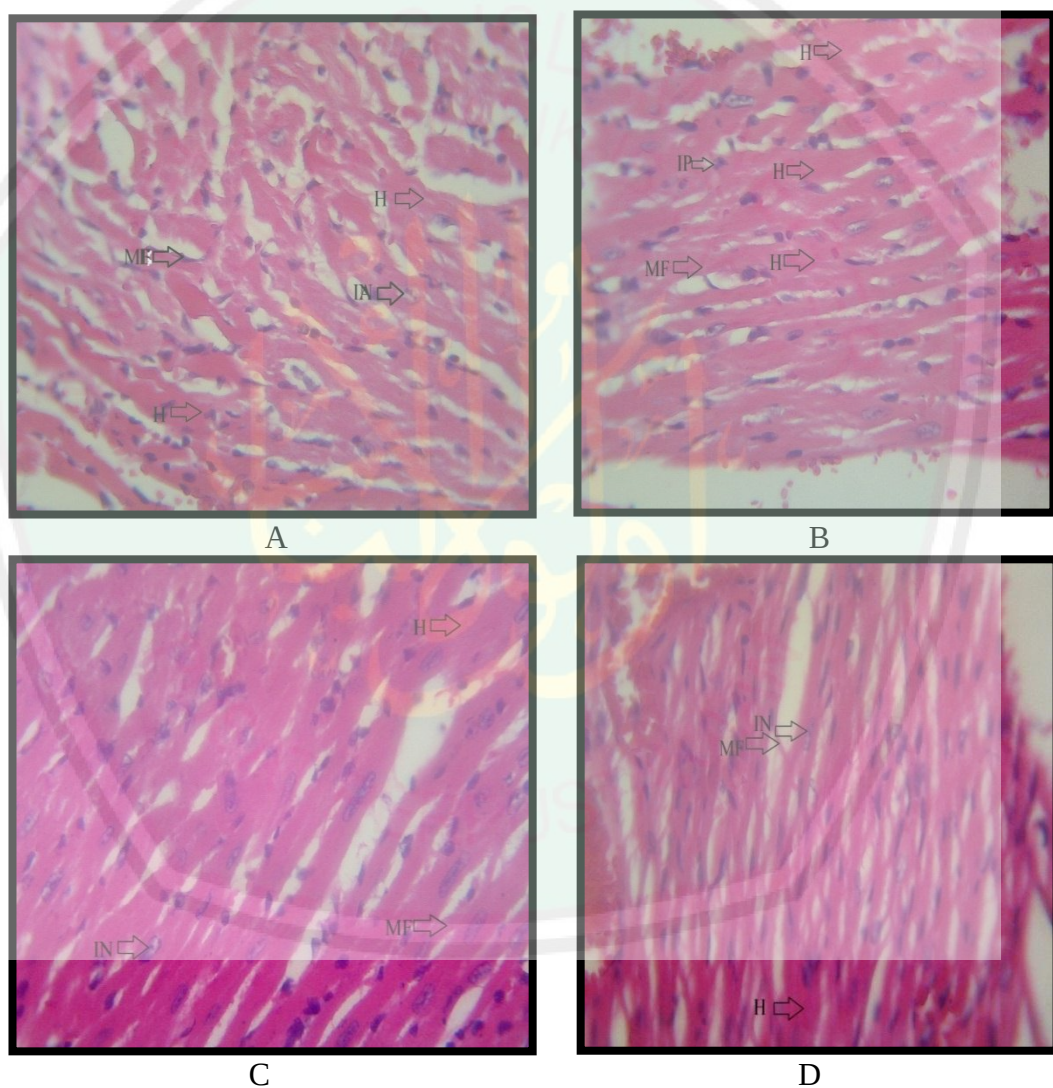
biofilter cengkeh dan kelor pada gambar 4.5 (C) dan (D) inti myosit normal dan struktur myofibril teratur akan tetapi, pada biofilter kelor terjadi hipertrofi.



Gambar 4.6 Histologi Otot Jantung Mencit Keempat dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BC (Biofilter Cengkeh), (D) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Inti Myosit Normal (IN), Inti Myosit Piknotik (IP), Myofibril (MF) dan Hipertrofi (H)

Gambar 4.6 (A) kontrol negatif dengan perlakuan tanpa pemaparan asap rokok dengan pemotongan melintang menunjukkan bentuk inti myosit normal. Myofibril teratur dan terjadi hipertrofi. Gambar 4.6 (B) kontrol positif pemaparan asap rokok tanpa biofilter dengan pemotongan membujur terlihat pada gambar

struktur myofibril tidak teratur akan tetapi inti myosit menuju piknotik, tidak terjadi hipertrofi dan Sedangkan gambar 4.6 (C) pemaparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan gambar 4.6 (D) pemaparan asap rokok dengan biofilter kelor. Terlihat pada gambar histopalogi otot jantung dengan menggunakan biofilter cengkeh dan kelor inti myosit normal dan struktur myofibril teratur dan tidak terjadi hipertrofi.



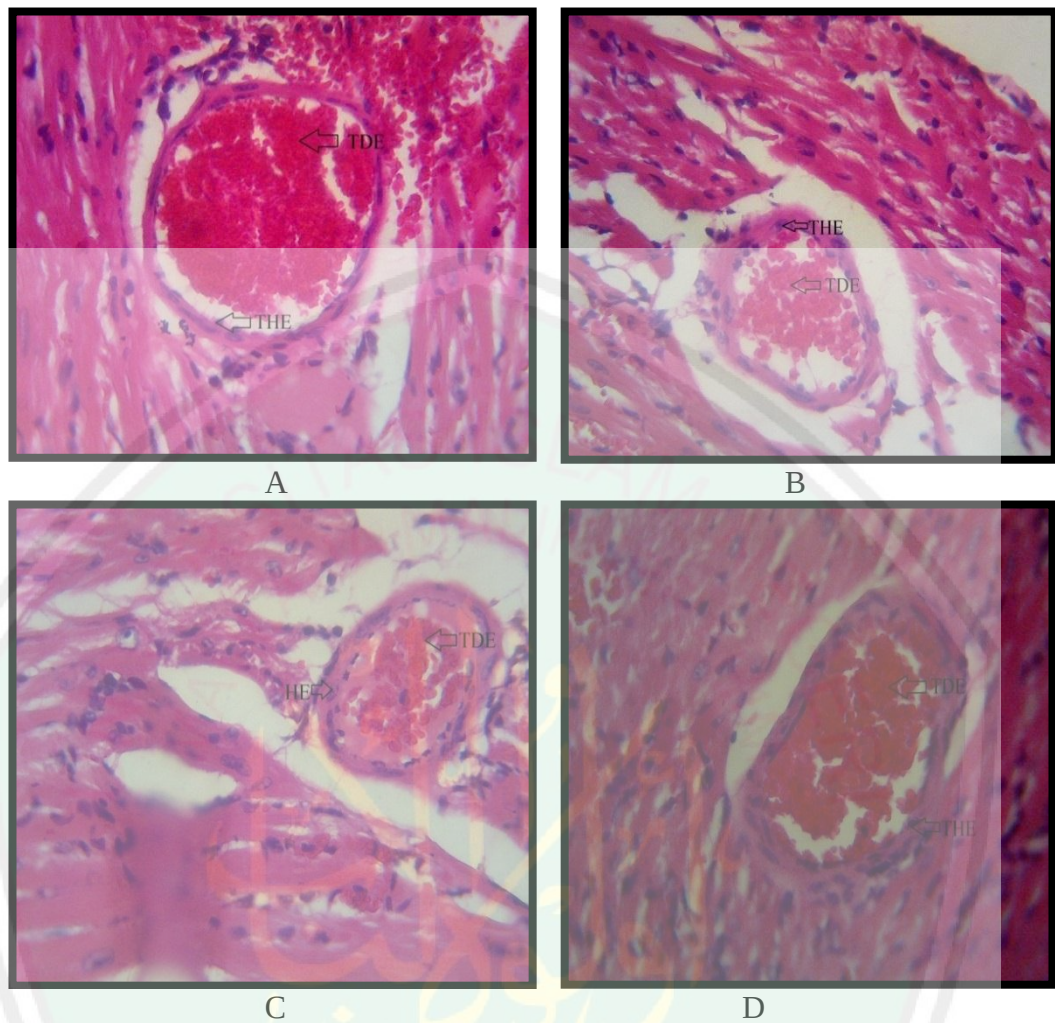
Gambar 4.7 Histologi Otot Jantung Mencit Kelima dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BC (Biofilter Cengkeh), (D) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Inti Myosit Normal (IN), Inti Myosit Piknotik (IP), Myofibril (MF) dan Hipertrofi (H)

Gambar 4.7 (A) inti myosit normal, struktur myofibril teratur, akan tetapi terjadi banyak hipertrofi. Gambar 4.7 (B) perlakuan tanpa biofilter menyebabkan banyak hipertrofi dan struktur myofibril tidak teratur akan tetapi inti myosit normal. Sedangkan pada gambar 4.7 (C) dengan biofilter cengkeh dan gambar 4.7 (D) dengan biofilter kelor inti myosit normal akan tetapi masih terjadi hipertrofi. Struktur myofibril mengalami ketidakaturan.

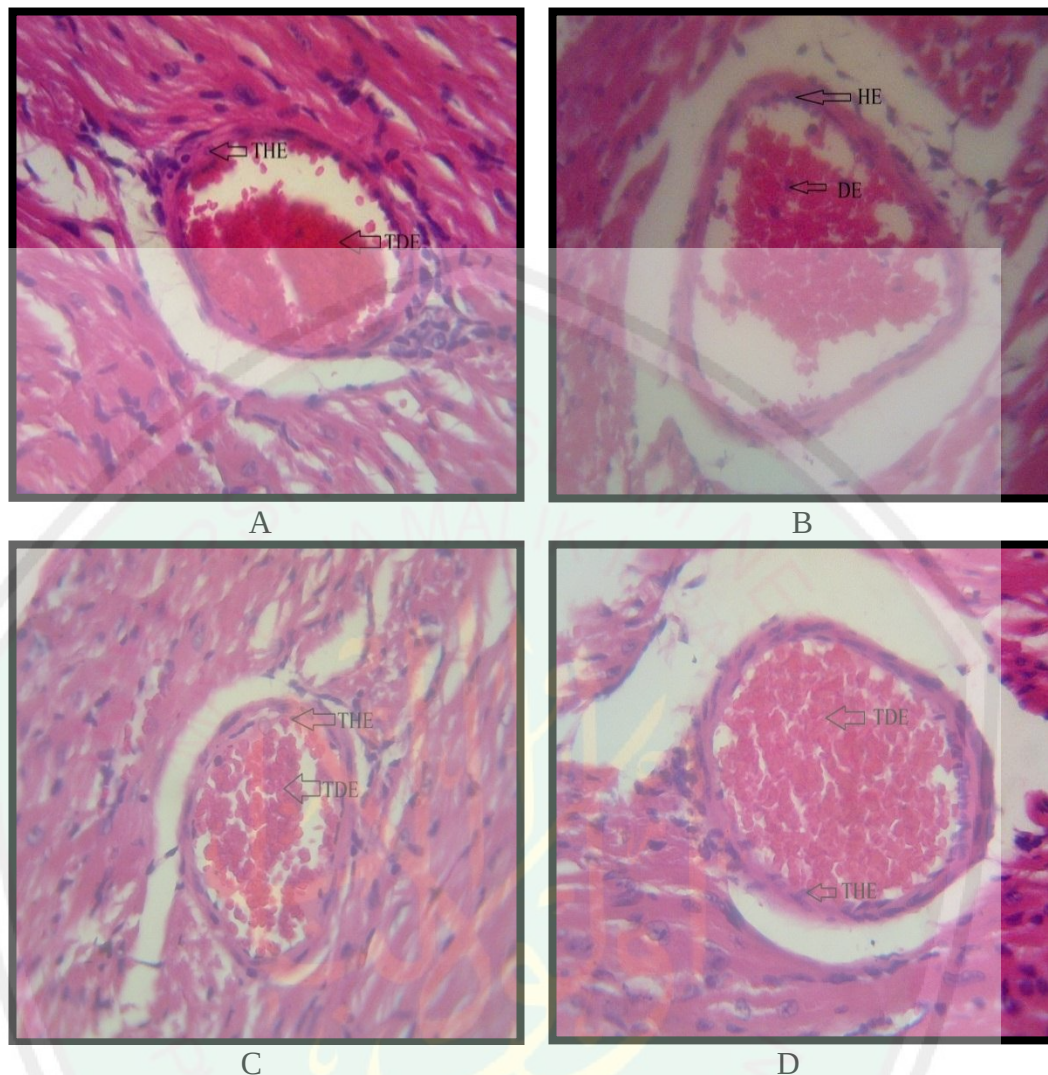
B. Pengaruh terhadap Arteri Koroner Jantung Mencit

Hasil histologi arteri koroner jantung mencit setelah diwarnai hematoxyline adalah sebagai berikut:

Gambar 4.8 (A) kontrol negatif tanpa pemaparan asap rokok tidak terjadi hipertrofi endotel, dan tidak terjadi deskuamasi endotel. Sedangkan gambar 4.8 (B) pemaparan asap rokok tanpa biofilter tidak terjadi hipertrofi endotel dan tidak terjadi deskuamasi endotel. Pada gambar 4.8 (C) menggunakan biofilter cengkeh dan gambar 4.8 (D) menggunakan biofilter kelor. Ketika menggunakan biofilter cengkeh dan kelor tidak terjadi deskuamasi endotel dan ketika menggunakan biofilter kelor tidak terjadi hipertrofi endotel akan tetapi ketika menggunakan biofilter cengkeh terjadi hipertrofi endotel.



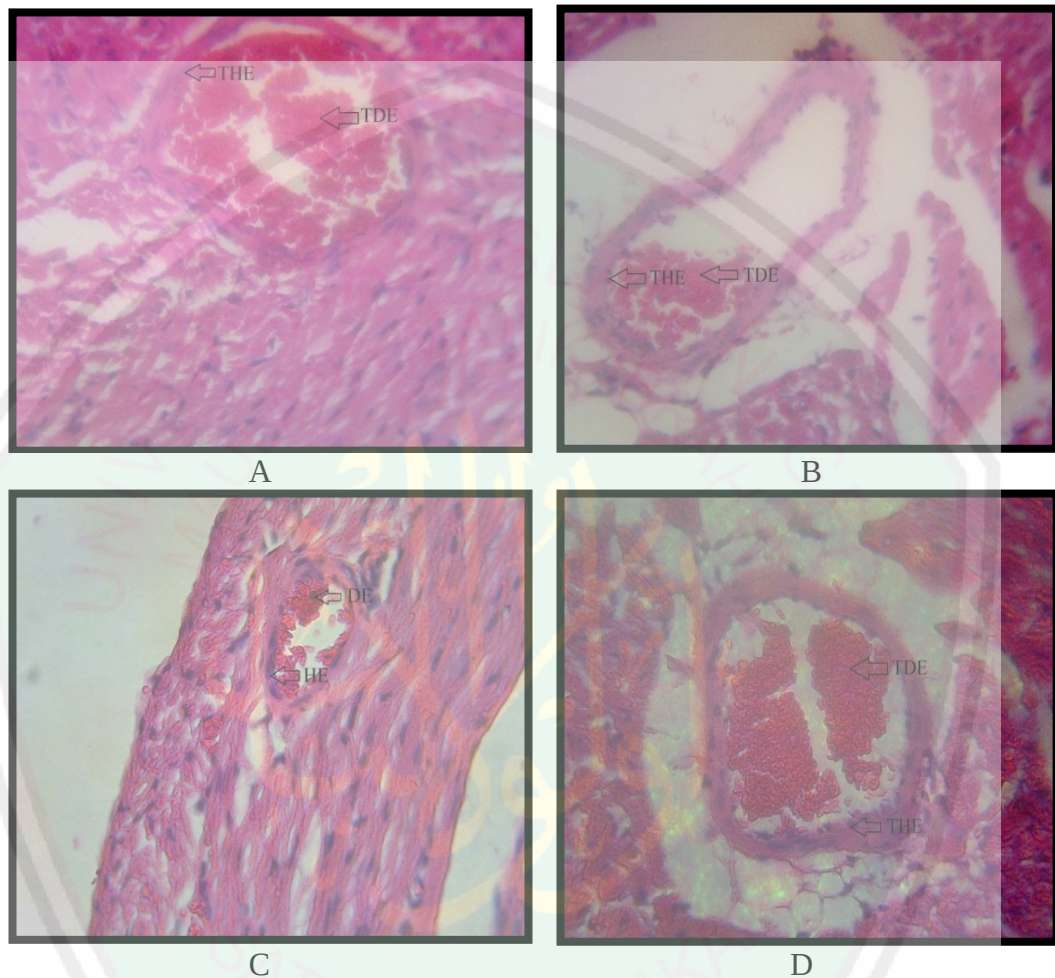
Gambar 4.8 Histologi Arteri Koronaria Jantung Mencit Pertama dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BC (Biofilter Cengkeh), (D) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Hipertrofi Endotel (HE), Tidak Terjadi Hipertrofi Endotel (THE), Deskuamasi Endotel (DE), Tidak Terjadi Deskuamasi Endotel (TDE)



Gambar 4.9 Histologi Arteri Koronaria Jantung Mencit Kedua dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BC (Biofilter Cengkeh), (D) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Hipertrofi Endotel (HE), Tidak Terjadi Hipertrofi Endotel (THE), Deskuamasi Endotel (DE), Tidak Terjadi Deskuamasi Endotel (TDE)

Gambar 4.9 (A) kontrol negatif tanpa pemaparan asap rokok tidak terjadi hipertrofi endotel, dan tidak terjadi deskuamasi endotel. Sedangkan gambar 4.9 (B) pemaparan asap rokok tanpa biofilter terjadi hipertrofi endotel dan terjadi deskuamasi endotel. Pada gambar 4.9 (C) menggunakan biofilter cengkeh dan gambar 4.9 (D) menggunakan biofilter kelor. Ketika menggunakan biofilter cengkeh

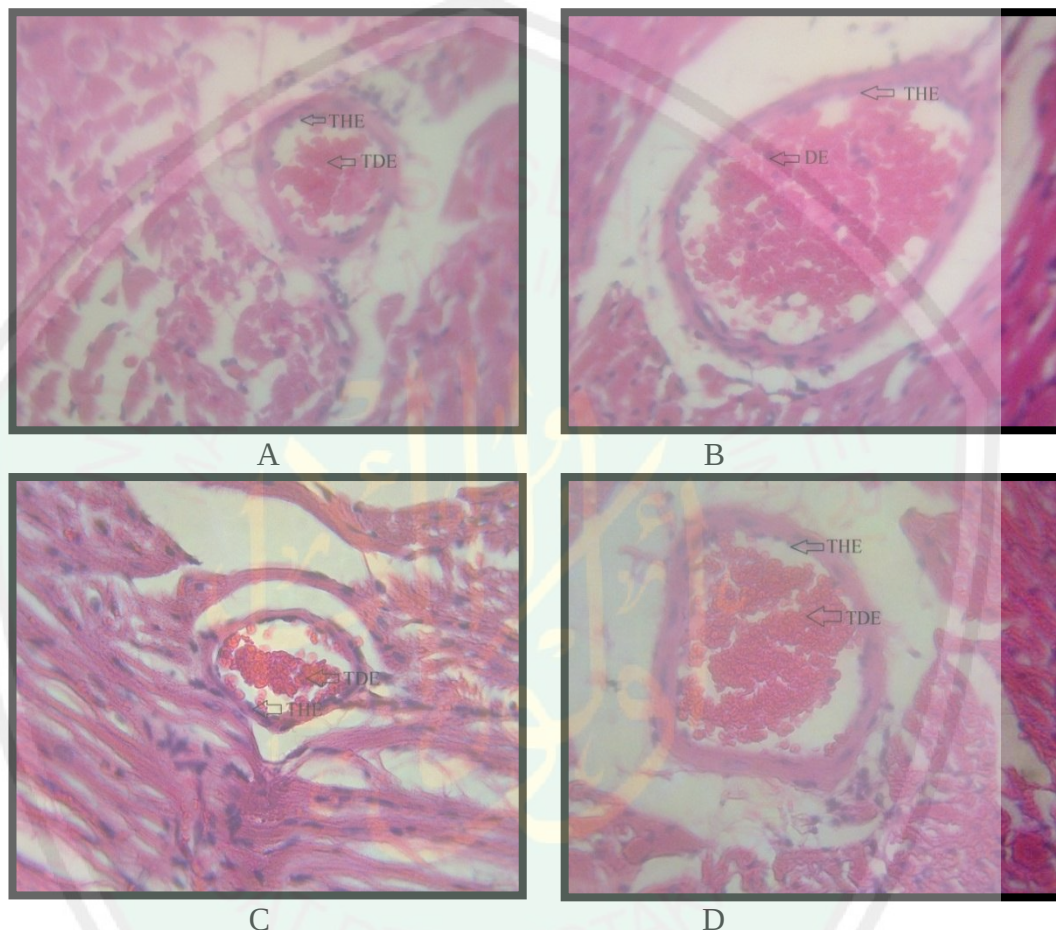
dan kelor tidak terjadi deskuamasi endotel dan ketika menggunakan biofilter kelor tidak terjadi hipertrofi endotel dan tidak terjadi deskuamasi endotel.



Gambar 4.10 Histologi Arteri Koronaria Jantung Mencit Ketiga dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BC (Biofilter Cengkeh), (D) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Hipertrofi Endotel (HE), Tidak Terjadi Hipertrofi Endotel (THE), Deskuamasi Endotel (DE), Tidak Terjadi Deskuamasi Endotel (TDE)

Gambar 4.10 (A) kontrol negatif tanpa pemaparan asap rokok tidak terjadi hipertrofi endotel, dan tidak terjadi deskuamasi endotel. Sedangkan gambar 4.10 (B) pemaparan asap rokok tanpa biofilter tidak terjadi hipertrofi endotel dan tidak terjadi deskuamasi endotel. Pada gambar 4.10 (C) menggunakan biofilter cengkeh

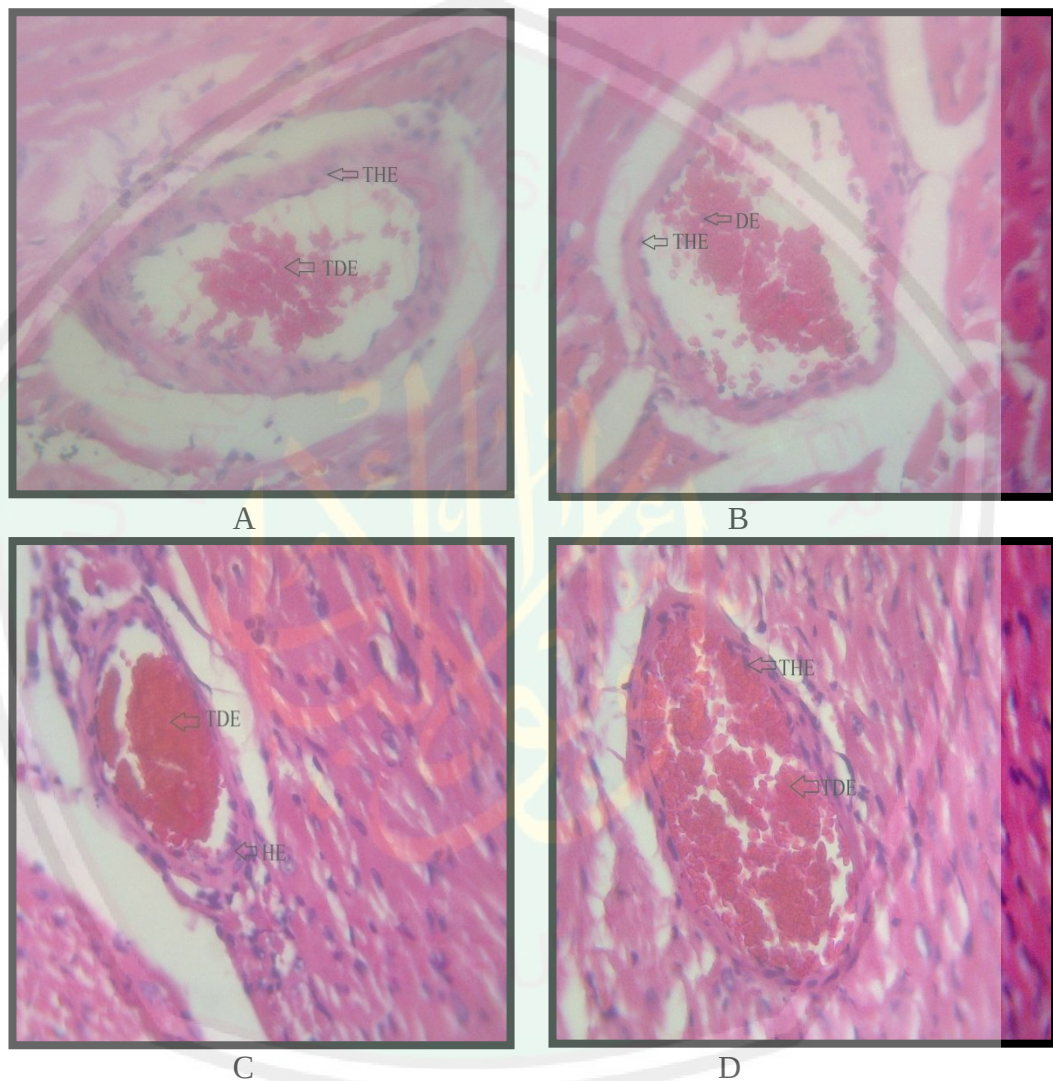
dan gambar 4.10 (D) menggunakan biofilter kelor. Ketika menggunakan biofilter cengkeh terjadi deskuamasi endotel dan hipertrofi endotel. Ketika menggunakan biofilter kelor tidak terjadi hipertrofi endotel dan tidak terjadi deskuamasi endotel.



Gambar 4.11 Histologi Arteri Koronaria Jantung Mencit Keempat dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BC (Biofilter Cengkeh), (D) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Hipertrofi Endotel (HE), Tidak Terjadi Hipertrofi Endotel (THE), Deskuamasi Endotel (DE), Tidak Terjadi Deskuamasi Endotel (TDE)

Gambar 4.11 (A) kontrol negatif tanpa paparan asap rokok tidak terjadi hipertrofi endotel, dan tidak terjadi deskuamasi endotel. Sedangkan gambar 4.11 (B) paparan asap rokok tanpa biofilter tidak terjadi hipertrofi endotel dan terjadi deskuamasi endotel. Pada gambar 4.11 (C) menggunakan biofilter cengkeh dan

gambar 4.11 (D) menggunakan biofilter kelor. Ketika menggunakan biofilter cengkeh dan kelor tidak terjadi deskuamasi endotel dan tidak terjadi hipertrofi endotel.



Gambar 4.12 Histologi Arteri Koronaria Jantung Mencit Kelima dengan Perbesaran 400x. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BC (Biofilter Cengkeh), (D) BK (Biofilter Kelor). Keterangan: Hipertrofi Endotel (HE), Tidak Terjadi Hipertrofi Endotel (THE), Deskuamasi Endotel (DE), Tidak Terjadi Deskuamasi Endotel (TDE)

Gambar 4.12 (A) kontrol negatif tanpa pemaparan asap rokok tidak terjadi hipertrofi endotel, dan tidak terjadi deskuamasi endotel. Sedangkan gambar 4.12

(B) pemaparan asap rokok tanpa biofilter tidak terjadi hipertrofi endotel dan terjadi deskuamasi endotel. Pada gambar 4.12 (C) menggunakan biofilter cengkeh dan gambar 4.12 (D) menggunakan biofilter kelor. Ketika menggunakan biofilter cengkeh tidak terjadi deskuamasi endotel akan tetapi terjadi hipertrofi endotel. Sedangkan menggunakan biofilter kelor tidak terjadi hipertrofi endotel dan tidak terjadi deskuamasi endotel.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Berbahan Cengkeh dan Daun Kelor terhadap Tekanan Darah Mencit.

Pengukuran tekanan darah tikus dengan cara metode *tail cuff* menggunakan alat *blood pressure analyzer*. Pengukuran tekanan darah pada tikus yaitu tikus dimasukkan ke dalam holder dengan memegang ekornya, hewan coba harus dalam keadaan tenang dalam holder sebelum pengukuran dilakukan dan tanpa stres karena dingin maupun panas, ekor dimasukkan ke lubang ekor pada manset, manset dikencangkan dan tikus siap diukur (Prahlatan et al., 2012). Pada penelitian pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap performa jantung mencit dengan melihat tekanan darah mencit yaitu tekanan sistolik pada kontrol (-) mencit tanpa dipapari asap rokok atau dalam keadaan normal. Jantung memompa darah secara kontinyu ke dalam aorta, sehingga tekanan rata-rata di aorta menjadi tinggi, rata-rata sekitar 100 mmHg. Demikian juga, karena pemompaan oleh jantung bersifat pulsatil, sebagai akibat pengosongan ritmik ventrikel kiri, tekanan arteri berganti-ganti antara lain tekanan sistolik ± 120 mmHg dan nilai tekanan diastolik ± 80 mmHg (Guyton dkk, 2007). Hasil uji kontrol

(+) nilai tekanan darah sistolik cenderung tinggi karena pada asap rokok menurut Aditama (2001 dalam Intania, 2006) mengandung sekitar 4.000 bahan kimia antara lain nikotin, CO, HCN, NH₄, acrolein, acetilen, benzaldehyde, urethane, benzena, methanol, coumarin, etilkatehol-4, ortokresol, *perilen*, dan lain-lain. Selain komponen gas ada juga komponen padat atau partikel yang terdiri dari nikotin dan tar.

Merokok merupakan salah satu faktor resiko terjadinya hipertensi. Nikotin dalam rokok merupakan penyebab meningkatnya tekanan darah setelah hisapan pertama. Seperti zat-zat kimia lain dalam asap rokok, nikotin diserap oleh pembuluh-pembuluh darah sangat kecil di dalam paru-paru dan diedarkan ke aliran darah. Hanya dalam beberapa detik nikotin sudah mencapai otak. Otak bereaksi terhadap nikotin dengan memberi sinyal terhadap kelenjar adrenal untuk melepas epinefrin (adrenalin). Hormon yang kuat ini akan menyempitkan pembuluh darah dan memaksa jantung untuk bekerja lebih berat karena tekanan yang lebih tinggi serta peran karbonmonoksida yang dapat menggantikan oksigen dalam darah dan memaksa jantung untuk memenuhi kebutuhan oksigen dalam tubuh. Nikotin yang ada di dalam rokok dapat mempengaruhi tekanan darah seseorang melalui pembentukan aterosklerosis pada seluruh pembuluh darah yang dapat menyebabkan hipertensi (Dalimatha, 2008). Dengan menghisap sebatang rokok akan memberikan pengaruh besar terhadap naiknya tekanan darah. Jumlah radikal bebas dalam asap rokok sangat tinggi. Satu kali hisapan rokok saja diperkirakan terdapat sebanyak 1.014 molekul radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh (Yueniwati dalam Intania, 2006).

Radikal bebas dalam asap rokok menyebabkan kerusakan jaringan serta menyebabkan disfungsi sel endotel yang ditunjukkan dengan peningkatan pelepasan endotel pada sirkulasi yang menyebabkan ketidakseimbangan antara pembentukan radikal bebas dengan sistem *scavenger* akan timbul suatu keadaan yang disebut stress oksidatif dan hal ini dapat menyebabkan kerusakan sel. Adanya disfungsi sel endotel dapat mengganggu keseimbangan antara faktor relaksasi dan kontraksi dari otot polos pembuluh darah. Gangguan pada endotel untuk melepaskan mediator vasodilatasi (NO) dapat disebabkan karena penurunan pembentukan, peningkatan degradasi, dan penurunan sensitivitasnya untuk membentuk NO. Adanya gangguan keseimbangan produksi NO dan peningkatan produksi radikal bebas seperti superoksida akan menyebabkan gangguan pada spasme pembuluh darah. Superoksida dapat menginaktivasi NO dan menghambat sintesis prostasikilin sehingga dapat mengganggu keseimbangan antara faktor relaksasi dan kontraksi yang dilepaskan dari endotel dan dapat menyebabkan spasme arterial. Hal ini menunjukkan bahwa endotel mempunyai peran yang sangat penting sebagai pengatur vaskular, sebagai target dari peningkatan tekanan darah (Sozmen *et al.*, 1998).

Hipertensi merupakan suatu gangguan pada pembuluh darah yang mengakibatkan suplai oksigen dan nutrisi yang dibawa oleh darah terhambat sampai ke jaringan tubuh yang membutuhkannya. Tubuh akan bereaksi lapar, yang mengakibatkan jantung harus bekerja lebih keras untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Bila kondisi tersebut berlangsung lama dan menetap timbullah gejala yang disebut sebagai tekanan darah tinggi (Lanny Sustrani, 2006:12).

Reaksi radikal bebas yang menyebabkan hipertensi dan membuat gangguan pada jantung akan terus berlangsung secara berantai dan berakhir apabila bertemu dengan antioksidan. Antioksidan mampu mengubah oksidan menjadi molekul yang tidak berbahaya. Antioksidan juga mampu mencegah pembentukan radikal bebas dan memperbaiki kerusakan yang ditimbulkannya (Widjaja, 1997).

Pada grafik terlihat nilai gradien kemiringan menggunakan biofilter cengkeh adalah 15,26. Sedangkan perlakuan kontrol (+) tanpa biofilter adalah 29,28. Nilai gradien kemiringan menggunakan biofilter kelor adalah 3,66. Dilihat dari nilai gradien, pengaruh yang lebih besar adalah pada biofilter cengkeh. Ini dikarenakan pengaruh pemberian biofilter berbahan cengkeh memiliki kandungan antioksidan sehingga dapat menetralkan radikal bebas yang terkandung pada asap rokok kretek. Menurut Logam (1998), kelor memiliki kandungan berbagai jenis senyawa antioksidan seperti askorbat acid, flavonoid, phenolic dan karotenoid sehingga membuat kelor menjadi senyawa antioksidan yang baik (Anwar et al, 2005; Makkar dan Becker, 1996). Menurut Krisnadi (1920) quercetin yang terkandung dalam daun kelor adalah flavonoid vital dengan sifat antioksidan.

Antioksidan pada cengkeh adalah euganol. Euganol memiliki aktivitas antioksidan yang efeknya sama dengan tokoferol α dalam menghambat lipid peroksidasi dan lipoprotein berkepadatan sangat rendah (Rajalakshmi, 2000). Sedangkan menurut Andi Mu'nisa (2008) kandungan senyawa phenolic merupakan kunci dari tingginya antioksidan pada cengkeh.

Senyawa phenolic merupakan antioksidan yang mampu menstabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas, dan

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

Radikal bebas pada asap rokok yang melalui biofilter akan tersaring, tertangkap dan terkendali ketika asap melewati filter. Dengan sendirinya reaksi penangkalan dan pengendali radikal bebas dengan sendirinya berlangsung saat rokok disulut api. Sementara ukuran partikel dan struktur-struktur kompleks senyawa non-kimiawi yang dihasilkan dari proses pembakaran kretek lebih kecil yaitu terbukti pada perlakuan kontrol tanpa biofilter warna asapnya lebih keruh dibandingkan dengan asap rokok menggunakan biofilter yang lebih transparan. Hal ini sejalan dengan penelitian Gretha dan Sutiman yaitu ukuran partikel dan struktur-struktur kompleks senyawa non-kimiawi yang dihasilkan dari proses pembakaran *divine* kretek lebih kecil yaitu 30 nm dibanding proses pembakaran rokok pada umumnya yaitu >80 nm.

Dilihat dari grafik persamaan garis kemiringan biofilter kelor pada tekanan diastolik adalah $y = 0,16x + 60,1$ dan nilai $R^2 = 0,0005$. Sehingga terlihat nilai gradiennya adalah 0,16. Dan nilai gradien ketika menggunakan biofilter cengkeh adalah -15,14. Pengaruh terhadap tekanan darah diastolik terbesar adalah ketika menggunakan biofilter kelor karena pada biofilter kelor mengandung antioksidan yang lebih efektif dari biofilter cengkeh. Menurut penelitian terdahulu oleh Erika, Nurun, dan Agus (2013) menyebutkan hasil semua membran variasi massa serbuk daun kelor membuktikan bahwa radikal bebas pada asap rokok kretek dapat berkurang. Kemampuan terbaik dalam menangkap radikal bebas ditunjukkan pada membran dengan penambahan massa serbuk daun kelor 0,3-0,5 gram dimana tidak ada satu jenis pun radikal bebas yang tersisa dari 7 jenis dugaan radikal bebas yang ada pada asap rokok. Kelor memiliki antioksidan yang tinggi yang dapat menetralkan radikal bebas.

Hasil tekanan darah diastolik dengan menggunakan One Way Anova yaitu nilai $p > 0,005$ sehingga H_0 diterima. Jadi, tidak ada pengaruh biofilter kelor dan cengkeh terhadap tekanan diastolik mencit karena pada saat mengukur tekanan diastolik, mencit mengalami stress sehingga tekanan darah diastolik menjadi tinggi. Menurut (Kaplan, 2002) Berbagai faktor yang mempengaruhi curah jantung dan tahanan perifer akan mempengaruhi tekanan darah. Tekanan darah membutuhkan aliran darah melalui pembuluh darah yang ditentukan oleh kekuatan pompa jantung dan tahanan perifer dipengaruhi oleh faktor-faktor yang saling berinteraksi (asupan natrium, stres, obesitas, genetik dan lain-lain. Hipertensi terjadi jika terdapat abnormalitas faktor-faktor tersebut.

Tekanan darah berarti daya yang dihasilkan oleh darah terhadap setiap satuan luas dinding pembuluh darah yang hampir selalu dinyatakan dalam milimeter air raksa (Guyton, 2007). Tekanan darah merupakan faktor yang amat penting pada sistem sirkulasi. Peningkatan atau penurunan tekanan darah akan mempengaruhi homeostatis di dalam tubuh. Tekanan darah selalu diperlukan untuk daya dorong mengalirnya darah di dalam arteri, arteriola, kapiler, dan sistem vena, sehingga terbentuklah suatu aliran darah yang menetap (Adiwibowo, 2009). Tekanan darah diatur melalui beberapa mekanisme fisiologis untuk menjamin aliran darah ke jaringan yang memadai. Tekanan darah ditentukan oleh curah jantung (*cardiac output*, CO) dan resistensi pembuluh darah terhadap darah. Curah jantung adalah volume darah yang dipompa melalui jantung per menit, yaitu isi sekuncup (*stroke volume*, SV) x laju denyut jantung (*heart rate*, HR). Resistensi diproduksi terutama di arteriol dan dikenal sebagai resistensi vaskular sistemik (Lionakis, 2012).

Resistensi merupakan hambatan aliran darah dalam pembuluh. Resistensi harus dihitung dari pengukuran aliran darah dan perbedaan tekanan antara dua titik di dalam pembuluh (Lionakis, 2012). Resistensi bergantung pada 3 faktor yaitu, viskositas (kekentalan) darah, panjang pembuluh, dan jari-jari pembuluh (Yusman, 2011).

Kecepatan aliran darah yang melalui seluruh sistem sirkulasi sama dengan kecepatan pompa darah oleh jantung yakni, sama dengan curah jantung (7). Isi sekuncup jantung dipengaruhi oleh tekanan pengisian (*preload*), kekuatan yang dihasilkan oleh otot jantung, dan tekanan yang harus dilawan oleh jantung saat memompa (*afterload*). Normalnya *afterload* berhubungan dengan tekanan aorta

untuk ventrikel kiri, dan tekanan arteri untuk ventrikel kanan. *Afterload* meningkat bila tekanan darah meningkat, atau bila terdapat stenosis (penyempitan) katup arteri keluar. Peningkatan *afterload* akan menurunkan curah jantung jika kekuatan jantung tidak meningkat. Baik denyut jantung maupun pembentukan kekuatan, diatur oleh sistem otonom (SSO/*autonomic nervous system*, ANS) (Aaronson, 2008).

Hubungan antara tekanan, resistensi, 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 kardiovaskuler:

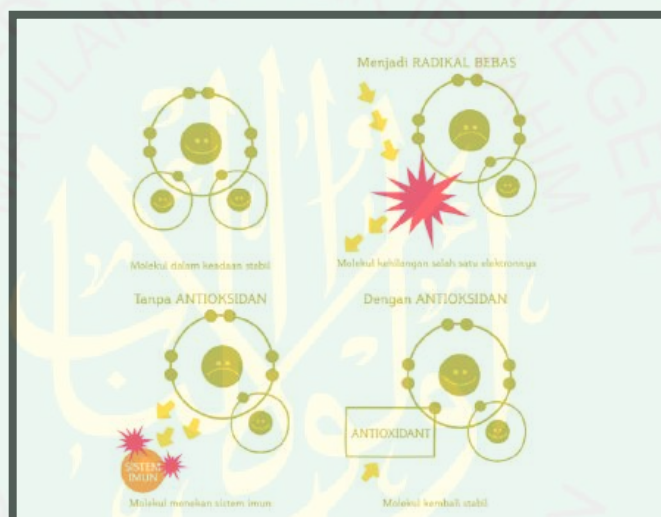
$$CO = \frac{(MABP - CVP)}{TPR} \quad (4.1)$$

Keterangan rumus tersebut adalah CO merupakan curah jantung. MABP adalah tekanan darah arteri rata-rata. TPR adalah perifer total, CPV adalah tekanan vena sentral. Karena CVP biasanya mendekati nol, maka MABP sama dengan CO x TPR (Aaronson, 2008).

Salah satu penyebab tekanan darah tinggi adalah penyempitan pembuluh darah karena pengendapan kolesterol di dinding pembuluh darah. Hubungannya penyempitan pembuluh darah dengan tekanan darah adalah Hukum Poiseuille. Hukum Poiseuille dalam fisika menjelaskan hubungan antara debit cairan Q , yaitu volume cairan yang mengalir tiap detik, kekentalan cairan η , panjang saluran l , radius saluran r dan beda tekanan ujung-ujung saluran adalah P . Hukum Poiseuille adalah sebagai berikut (Burns dan MacDonald, 1975):

$$Q = \frac{\pi P r^4}{8 \eta l} \quad (4.2)$$

Jika kekentalan darah η tidak berubah, demikian juga panjang pembuluh darah l maka ketika radius pembuluh darah r mengecil karena mengalami penyempitan, dari rumus tadi kelihatan bahwa tekanan darah P akan naik. Sehingga ketika kita menghirup asap rokok tanpa biofilter tekanan darah akan naik karena zat-zat kimia dalam rokok dapat menyempitkan pembuluh darah. Sedangkan ketika menghirup asap rokok menggunakan biofilter cengkeh dan kelor pembuluh darah akan menyempit yang menyebabkan tekanan darah rendah.



Gambar 4.1 Pembentukan Radikal Bebas dan Mekanisme Kerja Antioksidan (Aprilia, 2015)

Radikal bebas dalam asap rokok menyebabkan kerusakan jaringan serta menyebabkan disfungsi sel endotel yang ditunjukkan dengan peningkatan pelepasan endotel pada sirkulasi yang menyebabkan ketidakseimbangan antara pembentukan radikal bebas dengan sistem *scavenger* akan timbul suatu keadaan yang disebut stress oksidatif dan hal ini dapat menyebabkan kerusakan sel. Adanya disfungsi sel endotel dapat mengganggu keseimbangan antara faktor relaksasi dan kontraksi dari otot polos pembuluh darah. Gangguan pada endotel untuk

melepaskan mediator vasodilatasi (NO) dapat disebabkan karena penurunan pembentukan, peningkatan degradasi, dan penurunan sensitivitasnya untuk membentuk NO. Adanya gangguan keseimbangan produksi NO dan peningkatan produksi radikal bebas seperti superoksida akan menyebabkan gangguan pada spasme pembuluh darah. Sehingga menyebabkan pembuluh darah mengecil ketika radius pembuluh darah r mengecil karena mengalami penyempitan, dari rumus 4.2 kelihatan bahwa tekanan darah P akan naik. Superoksida dapat menginaktivasi NO dan menghambat sintesis prostasikilin sehingga dapat mengganggu keseimbangan antara faktor relaksasi dan kontraksi yang dilepaskan dari endotel dan dapat menyebabkan spasme arterial. Hal ini menunjukkan bahwa endotel mempunyai peran yang sangat penting sebagai pengatur vaskular, sebagai target dari peningkatan tekanan darah. Sehingga ketika kita menghirup asap rokok tanpa biofilter tekanan darah akan naik karena zat-zat kimia dalam rokok dapat menyempitkan pembuluh darah. Menurut Sozmen *et al.*, (1998). Penelitian ini menggunakan pemaparan asap rokok kretek. Menurut Marianti (2009) Rokok kretek merupakan rokok yang menggunakan tembakau asli. Menurut Hariana (2000) Tembakau kaya kandungan kimia seperti alkaloid, flavonoid, saponin, polifenol, dan minyak terbang. Rokok kretek dibakar akan menghasilkan asap rokok yang mengandung radikal bebas. Menurut Gretha dan Sutiman, menyatakan bahwa pembakaran rokok dari bahan tembakau tercemar oleh radikal bebas dengan unsur merkuri (Hg). Elemen nikotin-gold (Au) pada tembakau yang diselubungi Hg^* sehingga rokok harus dibersihkan Hg^* -nya. Menurut Yulia (2013) Asap rokok mengandung banyak radikal bebas. Sehingga dibutuhkan membran biofilter

berfungsi sebagai *filter* untuk menangkap radikal bebas pada asap rokok dimana keberadaan radikal bebas tersebut merupakan pemicu rusaknya sel. Sehingga pada penelitian ini menggunakan biofilter berbahan cengkeh dan kelor yang mengandung antioksidan. Kelor memiliki kandungan berbagai jenis senyawa antioksidan seperti askorbat acid, flavonoid, phenolic dan karotenoid. Sedangkan kandungan senyawa phenolic merupakan kunci dari tingginya antioksidan pada cengkeh. Antioksidan memiliki fungsi yaitu menetralkan radikal bebas. Cara antioksidan menetralkan radikal bebas yaitu menerima atau memberikan elektron untuk mengeliminasi kondisi tak berpasangan. Sehingga radikal bebas pada asap rokok menjadi netral. Zat flavonoid pada tembakau rokok kretek berfungsi sebagai diuretik, yang bekerja dengan cara membuang kelebihan air dan natrium melalui pengeluaran urine (Widharto, 2007). Dengan berkurangnya jumlah air dan garam dalam tubuh maka pembuluh darah akan longgar sehingga tekanan darah perlahan-lahan menurun (Utami dalam Faridah 2014). Ketika r membesar karena pembuluh darah longgar, dari rumus 4.2 kelihatan bahwa tekanan darah P akan turun. Flavonoid akan memengaruhi kerja dari *Angiotensin Converting Enzym* (ACE) (Mills & Bone, 2000 dalam Ariestha, 2010). Penghambatan ACE akan menghambat perubahan angiotensin I menjadi angiotensin II yang menyebabkan vasodilatasi sehingga TPR turun dan dapat menurunkan tekanan darah (Mills & Bone, 2000; Saseen, & Carter, 2005 dalam Ariestha, 2010).

4.3.2 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Berbahan Cengkeh dan Daun Kelor terhadap Otot Jantung dan Arteri Koroner Jantung Mencit

A. Pengaruh terhadap Otot Jantung Mencit

Gambaran histologi otot jantung mencit didapatkan hasil gambar 4.3 (A) Inti myosit normal, myosit memiliki satu inti yang terletak di tengah dengan warna biru muda tidak piknotik. Myofibril teratur dan terjadi hipertrofi ini disebabkan pengaruh dari metabolisme mencit yang setiap waktu bisa berubah-ubah, 4.3 (B) kontrol positif pemaparan asap rokok tanpa biofilter terlihat pada gambar struktur myofibril lumayan teratur akan tetapi inti myosit menuju piknotik dan terjadi banyak hipertrofi otot. Menurut Setijowati *et al.*, dalam Intania (2006) Salah satu produk reaksi kimia dalam tubuh dinamakan radikal bebas, dimana senyawa kimia ini sangat reaktif dan mengandung *unpaired* elektron pada orbital luarnya sehingga sebagian besar radikal bebas bersifat tidak stabil. Beberapa komponen asap rokok seperti nikotin, tar, hidrokarbon dapat memicu terbentuknya radikal bebas pada berbagai sel tubuh, dan dapat menyebabkan reaksi rantai yang dapat menyebar ke seluruh sel. Sehingga membuat inti myosit menuju piknotik akan tetapi struktur myofibril lumayan teratur karena pemaparan asap rokok cuma 3 minggu. Waktu 3 minggu adalah waktu yang belum cukup membuat otot jantung menjadi rusak keseluruhan. Sedangkan gambar 4.3 (C) pemaparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan gambar 4.3 (D) pemaparan asap rokok dengan biofilter kelor. Terlihat pada gambar histologi otot jantung dengan menggunakan biofilter cengkeh dan kelor inti myosit normal dan struktur myofibril teratur akan tetapi pada biofilter kelor terjadi. Ini karena antioksidan dalam cengkeh dan kelor mampu menetralkan radikal bebas sehingga mengurangi kerusakan sel. Menurut Best (2006) molekul yang menetralkan radikal bebas adalah antioksidan. Antioksidan menjadi radikal pada proses netralisasi molekul radikal bebas. Tetapi radikal bebas antioksidan

lebih tidak reaktif dari pada radikal bebas yang akan dinetralisasi. Radikal bebas antioksidan ini dapat menetralkan antioksidan lain atau dengan mekanisme lain yang menghentikan radikal.

Hasil gambar 4.4 (A) histologi otot jantung kontrol negatif dengan perlakuan tanpa pemaparan asap rokok menunjukkan bentuk inti myosit normal dan myofibril tersusun teratur. Gambaran ini sesuai dengan Kuehnel (2003) dan Mescher (2010) bahwa gambaran histologi organ jantung adalah batas antara sel-sel jelas, myosit memiliki satu inti yang terletak di tengah dan myofibril atau serabut otot jantung yang teratur. Akan tetapi, pada kontrol negatif mencit pertama ini terjadi hipertrofi peningkatan ukuran sel-sel otot karena mencit stres yaitu terganggunya metabolisme mencit sehingga membuat terjadinya hipertrofi otot jantung. Hasil histologi otot jantung gambar 4.4 (B) kontrol positif dengan perlakuan pemaparan asap rokok tanpa biofilter terdapat sedikit kerusakan myosit yang ditandai dengan perubahan inti myosit menjadi inti sedikit piknotik yang ditandai dengan inti myosit berwarna biru, warna birunya belum terlalu gelap sehingga disebut inti sedikit piknotik dan inti sedikit mengalami pengerutan atau disebut proses menuju piknosis yang merupakan tahapan awal nekrosis, kerusakan struktur myofibril yang sedikit tidak teratur dan banyak terjadi hipertrofi. Hal ini sesuai dengan penelitian Rocha *et al.* (2000) bahwa terjadi piknosis pada tikus induksi aldosteron, hasil penelitian Yudomustopo (2006) & Martinez *et al.* (2002) bahwa terjadi nekrosis miokardium yang ditandai dengan myofibril yang tidak teratur akibat radikal bebas dan penelitian Khorshid *et al.* (2012) bahwa terjadi hipertrofi miokardium yang ditandai dengan penebalan myosit. Mekanisme hipertrofi menurut Fenning *et al.*

(2010) yaitu terjadinya inaktivasi NO yang disebabkan remodeling ventrikel dengan kompensasi hipertrofi dalam mempertahankan perfusi jaringan akibat beban jantung yang meningkat karena peningkatan tekanan darah (Fantinelli *et al.*, 2012).

Hasil histologi otot jantung mencit gambar 4.4 (C) menggunakan biofilter cengkeh dan gambar 4.4 (D) menggunakan biofilter daun kelor. Pada biofilter cengkeh menunjukkan inti myosit normal dan myofibril lebih teratur dibandingkan tanpa biofilter dan pada biofilter cengkeh ini tidak terjadi hipertrofi myosit. Otot jantung dengan biofilter cengkeh mendekati normal karena adanya antioksidan. Menurut Widjaja (1997) antioksidan juga mampu mencegah pembentukan radikal bebas dan memperbaiki kerusakan yang ditimbulkannya. Dari gambar 4.10 lebih terlihat kerusakan otot jantung tanpa biofilter (B) dibandingkan dengan biofilter cengkeh. Sedangkan pada gambar 4.4 (D) dengan biofilter kelor menunjukkan inti myosit normal, myofibril mengalami perbaikan struktur menjadi lebih teratur karena adanya antioksidan pada biofilter kelor. Akan tetapi, biofilter kelor mengalami hipertrofi karena aktivitas antioksidan pada daun kelor kurang efektif dalam perbaikan histologi.

Gambaran histologi otot jantung mencit 4.5 (A) Inti myosit normal, Myosit memiliki satu inti yang terletak di tengah dengan warna biru muda tidak piknotik. myofibril teratur dan tidak terjadi hipertrofi. Menurut Arif (2007) Radikal bebas memiliki elektron yang tidak stabil. Radikal bebas akan menyerang molekul stabil terdekat dan mengambil elektronnya, zat yang terambil elektronnya akan menjadi radikal bebas juga sehingga akan memulai suatu reaksi berantai yang akhirnya

terjadi kerusakan pada sel tersebut. Terlihat pada gambar 4.5 (B) perlakuan tanpa biofilter inti myosit normal, terjadi hipertrofi dan struktur myofibril tidak teratur. Ini karena pengaruh dari radikal bebas yang membuat sel akan rusak. Akan tetapi ketika menggunakan biofilter cengkeh dan kelor pada gambar 4.5 (C) dan (D) inti myosit normal struktur myofibril teratur akan tetapi pada biofilter kelor terjadi hipertrofi.

Hasil histologi otot jantung mencit pada gambar 4.6 (A) adalah kontrol negatif dengan perlakuan tanpa pemaparan asap rokok menunjukkan bentuk inti myosit normal. Myosit memiliki satu inti yang terletak di tengah dengan warna biru muda tidak piknotik. Myofibril teratur dan terjadi hipertrofi otot. Gambar 4.6 (B) dengan perlakuan pemaparan asap rokok tanpa biofilter tidak terjadi hipertrofi. Akan tetapi, terlihat inti myosit berwarna biru menuju piknotik dan struktur myofibril tidak teratur karena pengaruh radikal bebas asap rokok. Menurut Marianti (2009) Jaringan yang awalnya tidak rusak apabila ada senyawa radikal bebas akan menyebabkan kerusakan pada jaringan tersebut akibat oksidasi lipoprotein membran sel. Gambar 4.6 (C) dengan biofilter cengkeh dan gambar 4.6 (D) dengan biofilter kelor. Ketika menggunakan biofilter cengkeh dan kelor inti myosit normal, struktur myofibril teratur.

Hasil histologi otot jantung mencit pada gambar 4.7 (A) inti myosit normal, struktur myofibril teratur, akan tetapi terjadi banyak hipertrofi. Gambar 4.7 (B) perlakuan tanpa biofilter menyebabkan hipertrofi dan struktur myofibril tidak teratur dan inti myosit menuju piknotik. Terjadinya hipertrofi dan struktur myofibril tidak teratur karena pengaruh senyawa kimia radikal bebas yang sangat reaktif dan

bersifat tidak stabil dan menyebabkan reaksi rantai yang dapat merusak jaringan. Sedangkan pada gambar 4.7 (C) dengan biofilter cengkeh dan gambar 4.7 (B) dengan biofilter kelor, ketika menggunakan biofilter cengkeh dan kelor inti myosit normal akan tetapi masih terjadi hipertrofi. Struktur myofibril mengalami perbaikan dibandingkan tanpa biofilter terlihat struktur myofibril lebih teratur.

B. Pengaruh terhadap Arteri Koroner Jantung Mencit

Pada penelitian tentang pengaruh asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap performa jantung mencit, dilakukan pengamatan arteri koroner jantung mencit. Preparat arteri koroner jantung mencit diamati di bawah mikroskop komputer dengan menggunakan perbesaran 400 kali.

Arteri mempunyai dinding yang lebih tebal dibandingkan dengan vena yang setingkat karena mengandung tunika media yang lebih tebal, namun diameter vena pada umumnya lebih besar. Arteri pada susunan saraf pusat menyerupai vena dalam hal ketebalan dindingnya, namun mempunyai lamina elastica interna yang lebih tebal (Schlant, 1994).

Gambaran histologi arteri koroner mencit didapatkan hasil yaitu gambar 4.8 (A) kontrol negatif tanpa pemaparan asap rokok tidak terjadi hipertrofi endotel, dan tidak terjadi deskuamasi endotel. Sedangkan gambar 4.8 (B) pemaparan asap rokok tanpa biofilter tidak terjadi hipertrofi endotel dan tidak terjadi deskuamasi endotel. Pada gambar 4.8 (C) menggunakan biofilter cengkeh dan gambar 4.8 (D) menggunakan biofilter kelor. Ketika menggunakan biofilter cengkeh dan kelor tidak terjadi deskuamasi endotel dan ketika menggunakan biofilter kelor tidak terjadi hipertrofi endotel akan tetapi ketika menggunakan biofilter cengkeh sedikit terjadi

hipertrofi endotel. Kelompok perlakuan ini arteri terlihat normal baik menggunakan perlakuan kontrol negatif, kontrol positif maupun biofilter cengkeh dan kelor.

Hasil histologi arteri koroner jantung mencit pada gambar 4.9 (A) kontrol negatif tanpa pemaparan asap rokok tidak terjadi hipertrofi endotel, dan tidak terjadi deskuamasi endotel. Sedangkan gambar 4.9 (B) pemaparan asap rokok tanpa biofilter terjadi hipertrofi endotel dan terjadi deskuamasi endotel ini merupakan akibat dari radikal bebas dari asap rokok. Menurut Droge W. (2002) Radikal bebas merupakan atom atau molekul yang sifatnya sangat tidak stabil. Radikal bebas mempunyai satu elektron atau lebih tanpa pasangan, elektron radikal bebas sangat reaktif dalam mencari pasangan elektronnya sehingga dapat merusak jaringan. Gambar 4.9 (C) menggunakan biofilter cengkeh dan gambar 4.9 (D) menggunakan biofilter kelor. Ketika menggunakan biofilter cengkeh dan kelor tidak terjadi deskuamasi endotel dan ketika menggunakan biofilter kelor tidak terjadi hipertrofi endotel dan tidak terjadi deskuamasi endotel dalam perlakuan biofilter cengkeh dan kelor arteri mengalami penurunan kerusakan.

Gambaran histologi arteri koroner mencit pada gambar 4.10 (A) kontrol negatif tanpa pemaparan asap rokok tidak terjadi hipertrofi endotel, dan tidak terjadi deskuamasi endotel. Sedangkan gambar 4.10 (B) pemaparan asap rokok tanpa biofilter tidak terjadi hipertrofi endotel dan tidak terjadi deskuamasi endotel. Pada gambar 4.10 (C) menggunakan biofilter cengkeh dan gambar 4.10 (D) menggunakan biofilter kelor. Ketika menggunakan biofilter cengkeh terjadi deskuamasi endotel dan hipertrofi endotel. Ketika menggunakan biofilter kelor tidak terjadi hipertrofi endotel dan tidak terjadi deskuamasi endotel.

Hasil histologi arteri jantung mencit pada gambar 4.11 (A) kontrol negatif tanpa pemaparan asap rokok tidak terjadi hipertrofi endotel, dan tidak terjadi deskuamasi endotel. Sedangkan gambar 4.11 (B) pemaparan asap rokok tanpa biofilter tidak terjadi hipertrofi endotel dan terjadi deskuamasi endotel. Radikal bebas mencari reaksi-reaksi agar dapat memperoleh kembali elektron pasangannya. Dalam rangka mendapatkan stabilitas kimia, radikal bebas tidak dapat memperhatikan bentuk aslinya dalam waktu lama dan segera berikatan dengan bahan sekitarnya. Radikal bebas akan menyerang molekul stabil yang terdekat dan mengambil elektronnya, zat yang terambil elektronnya akan menjadi radikal bebas juga sehingga akan memulai suatu reaksi berantai yang akhirnya akan terjadi kerusakan pada sel tersebut (Arif, 2007). Senyawa radikal bebas asap rokok kretek radikal nitrit oksida dan nitrit dioksida (NO , NO_2) akan mengubah oksigen menjadi radikal superoksida yang akan membentuk hidrogen peroksida dan selanjutnya membentuk radikal hidroksil yang sangat merusak melalui proses reduksi oksigen. Radikal hidroksil (OH^*), radikal superoksida (O_2^{*-}) dan hidrogen peroksida (H_2O_2) di dalam tubuh dapat merusak asam lemak tak jenuh ganda pada membran sel dan juga berpotensi merusak basa DNA sehingga mengacaukan sistem informasi genetik (Halliwell & Gutteridge, 1991).

Gambaran histologi arteri koroner mencit pada gambar 4.11 (C) menggunakan biofilter cengkeh dan gambar 4.11 (D) menggunakan biofilter kelor. Ketika menggunakan biofilter cengkeh dan kelor tidak terjadi deskuamasi endotel dan tidak terjadi hipertrofi endotel.

Hasil histologi arteri koroner jantung mencit pada gambar 4.12 (A) kontrol negatif tanpa pemaparan asap rokok tidak terjadi hipertrofi endotel, dan tidak terjadi deskuamasi endotel. Sedangkan gambar 4.12 (B) pemaparan asap rokok tanpa biofilter tidak terjadi hipertrofi endotel dan terjadi deskuamasi endotel. Menurut Irawan (2009) merokok sangat berbahaya, antara lain dapat merusak lapisan dalam pembuluh darah, memekatkan darah sehingga mudah menggumpal, mengganggu irama jantung, kandungan dalam rokok seperti nikotin dapat mempercepat proses penyempitan dan penyumbatan pembuluh darah. Penyumbatan dan penyempitan ini bisa terjadi pada pembuluh darah koroner, yang bertugas membawa oksigen ke jantung. Nikotin, merupakan alkaloid yang bersifat stimulant dan beracun pada dosis tinggi. Kandungan nikotin, gas CO, radikal bebas dan zat-zat tersebut dapat merusak lapisan endotel dalam pembuluh darah. Gambar 4.12 (C) menggunakan biofilter cengkeh dan gambar 4.12 (D) menggunakan biofilter kelor. Ketika menggunakan biofilter cengkeh tidak terjadi deskuamasi endotel akan tetapi terjadi hipertrofi endotel. Sedangkan menggunakan biofilter kelor tidak terjadi hipertrofi endotel dan tidak terjadi deskuamasi endotel.

Kandungan serbuk daun kelor yang dapat menangkap radikal bebas adalah tokoferol (vitamin E). Vitamin E sebagai vitamin larut lemak dimanfaatkan sebagai basis dari pertahanan terhadap proses peroksidase asam lemak tidak jenuh ganda yang terdapat dalam lemak dan mudah memberikan hidrogen dari gugus hidroksil (OH) pada struktur cincin ke radikal bebas (Sunita, 2002). Dalam menjalankan fungsinya vitamin E yang telah teroksidasi mengalami regenerasi kembali dibantu oleh vitamin C. Vitamin C dan vitamin E mempunyai kemampuan antioksidan

karena mampu bereaksi dengan radikal bebas dengan cara melepas elektronnya (Suryohudoyo, 200).

Menurut Sumarno, kandungan dalam serbuk daun kelor terdapat beta karoten yang merupakan zat yang di dalam tubuh akan diubah menjadi vitamin A dan berfungsi sebagai antioksidan. Beta karoten diketahui berfungsi sebagai *scavenger* (pemungut) radikal bebas. Beta karoten melindungi lipid dari peroksidasi, dan sekaligus menghentikan reaksi rantai dari radikal bebas.

Setiap jenis tumbuh-tumbuhan memiliki morfologi berupa bentuk, ukuran dan warna yang berbeda-beda. Allah SWT telah menjelaskan dalam Q.S al-An'am(6):99 sebagai berikut:

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 مُتَشَبِهٍ أَنْظِرُوا 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).

Secara eksplisit ayat tersebut tidak menyebutkan kata morfologi secara langsung, tetapi ayat tersebut cukup menjelaskan karakteristik dari aspek morfologi

suatu tambahan. Hal tersebut dijelaskan dengan adanya kata (حَبًّا) “hijau” (خَضِرًا) “biji-bijian” yang banyak dan (قُنُونٌ) tangkai-tangkai yang menjulang. Kata (خَضِرًا) “hijau”, pada ayat tersebut secara morfologi menunjukkan 15 warna daun yang mayoritas berwarna hijau (Al-Mahally, 1990).

Penjelasan ayat di atas salah satu contoh daun yang berwarna hijau yang menunjukkan adanya klorofil yang berperan dalam proses fotosintesis adalah daun kelor. Meskipun mayoritas daun berwarna hijau, tetapi secara morfologi masing-masing daun berbeda baik itu dalam bentuk, bagian-bagian daun, susunan tulang daun, warna maupun susunan daun itu sendiri (Tjitrosoepomo, 1992).

Kelor mengandung 46 senyawa antioksidan yang dapat membuat radikal bebas yang semula tidak stabil menjadi lebih stabil dan dapat menetralkan radikal bebas yang merusak sel-sel dalam tubuh selain. Senyawa antioksidan kuat atau senyawa-senyawa dengan karakteristik antioksidan. (Dudi, 2015).

Cengkeh diyakini sebagai rempah-rempah yang memiliki kandungan antioksidan alami tinggi untuk menghilangkan hidrogen, mengurangi peroksida lipid, dan merupakan peredam zat besi terbaik dan memperbaiki fungsi insulin (Andi Mu'nisa, 2008) dimana serbuk bunga dan daun cengkeh mengandung saponin, tannin, alkaloid, glikosida dan flavonoid (Ariyanti, 2010). Pada umumnya manfaat senyawa flavonoid dan semua jenisnya adalah untuk mengusir radikal bebas.

Allah SWT telah menciptakan berbagai macam tumbuhan yang bermanfaat sebagaimana disebutkan dalam Q.S Thaha (20): 53 sebagai berikut:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً
فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾

“Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuhan-tumbuhan yang bermacam-macam” (Q.S Thaha: 53).

Makna أَزْوَاجًا (berjenis-jenis) adalah berbagai macam dan berbagai jenis tumbuhan (Qurthubi, 2009). Menurut tafsir Al-Maraghi (1987), memafsirkan bahwa Allah SWT yang menurunkan air hujan dari langit, lalu dengan air hujan itu Allah SWT mengeluarkan berbagai jenis tumbuh-tumbuhan juga mengeluarkannya dengan berbagai manfaat, warna, aroma, dan bentuk, sebagainya cocok untuk manusia dan sebagainya cocok untuk hewan. Disini terdapat hikmah-hikmah Allah Swt yang dilimpahkan kepada makhluk-Nya melalui hujan yang melahirkan manfaat itu.

4.4 Pro dan Kontra Rokok

Pro dan Kontra tentang hukum merokok anti atau “merokok dilarang” masih sedang dibahas di negara. Masalahnya bukanlah hal baru. Hanya sebagian kecil dari gelombang anti-merokok yang telah dipromosikan selama lebih dari 50 tahun.

Dari segi ekonomi, sudah bukan rahasia lagi bila separuh perekonomian negara bergantung pada industri rokok. Tidak heran, banyak pihak-pihak yang saling berlomba untuk bersaing di bisnis rokok ini. Akibatnya, mulai bermunculan berbagai jenis merkrokok dengan rasa dan sensasi yang berbeda. Ironisnya, selain yang pro, ada pihak-pihak yang kontra dengan keberadaan rokok ini. Dengan

berpanutan pada berbagai aturan, penelitian, dan referensi kesehatan, rokok dijadikan barang yang seharusnya di jauhi kandungan berbahaya yang ada di dalamnya. Memang sudah ada beberapa merk yang mengurangi kadar zat berbahaya di dalam rokok produksi mereka, namun tetap saja masih ditentang karena jumlah zat berbahaya yang begitu besar dalam rokok (Winarto, 2012).

4.4.1 Sebab Diharamkannya Rokok

Adapun dalil dari i'tibar (logika) yang benar menunjukkan keharaman rokok adalah karena dengan perbuatan itu perokok mencampakkan dirinya ke dalam hal yang menimbulkan bahaya, rasa cemas, dan keletihan jiwa. Alangkah tragisnya kondisinya, dan demikian sesaknya dada si perokok bila tidak menghisapnya. Alangkah berat ia melakukan puasa dan ibadah-ibadah lainnya karena hal itu menghalangi dirinya dari merokok.

Ada tiga alasan yang mendukung pengharaman merokok pertama, mempertimbangkan berbagai efek negative berupa kerusakan yang di timbulkan oleh merokok penulis berpendapat rokok dapat dikategorikan sebagai al-khabits. Kedua alasan sebagai muftir dan ketiga pengharaman dengan pertimbangan *maqashid asy-syari'ah*. Pertama, sebagaimana disebutkan dalam Surah ayat al-A'raf (7) ayat 157:

الَّذِينَ يَتَّبِعُونَ الرَّسُولَ النَّبِيَّ الْأُمِّيَّ الَّذِي يَجِدُونَهُ مَكْتُوبًا عِنْدَهُمْ فِي التَّوْرَةِ وَالْإِنْجِيلِ يَأْمُرُهُمْ بِالْمَعْرُوفِ وَيَنْهَاهُمْ عَنِ الْمُنْكَرِ وَيُحِلُّ لَهُمُ الطَّيِّبَاتِ وَيُحَرِّمُ عَلَيْهِمُ الْخَبَائِثَ وَيَضَعُ عَنْهُمْ إِصْرَهُمْ وَالْأَغْلَالَ الَّتِي كَانَتْ عَلَيْهِمْ ۚ فَالَّذِينَ ءَامَنُوا بِهِ وَعَزَّرُوهُ وَنَصَرُوهُ وَاتَّبَعُوا النُّورَ الَّذِي أُنْزِلَ مَعَهُ ۖ أُولَٰئِكَ هُمُ الْمُفْلِحُونَ ﴿١٥٧﴾

“(yaitu) orang-orang yang mengikut rasul, nabi yang ummi yang (namanya) mereka dapati tertulis di dalam Taurat dan Injil yang ada di sisi mereka, yang menyuruh mereka mengerjakan yang ma'ruf dan melarang mereka dari mengerjakan yang mungkar dan menghalalkan bagi mereka segala yang baik dan mengharamkan bagi mereka segala yang buruk dan membuang dari mereka beban-beban dan belenggu-belenggu yang ada pada mereka[574]. Maka orang-orang yang beriman kepadanya, memuliakannya, menolongnya dan mengikuti cahaya yang terang yang diturunkan kepadanya (Al Quran), mereka Itulah orang-orang yang beruntung” (Q.S. al-A'raf: 157).

Kata al-Khabits asal bahasnya Khabutsa bermakna kaana syirriran awmaakiran “bermaksud jelek dan berniat jahat”. Dengan mufrad Khabutsun secara bahasa bernakna kaunu asy-asyay'i mu'dziyan aw kariihan, keadaan sesuatu menyakiti dan tidak diinginkan. Kata ini ditafsirkan oleh para ulama secara beragam. Ketika menafsirkan kata ath-thayyibat wa al-khabaits, Abul Fida Isma'il Ibnu Katsir menyatakan “qaala ba'dlul ulama fakullu maa ahallallaahu ta'aala minal ma-aakili fahuwa thayyibun nafi'un fil badani waddiini wa kulhu maa harramahu fahuwa khabiiitsun dlaarun fil badani waddiini.” (1986,II: 255). Setiap makanan yang dihalalkan oleh Allah baik untuk badan dan baik menurut agama dan setiap yang diharamkan Allah adalah kotor serta jelek untuk badan dan menurut agama”.

4.4.2 Sebab Dibolehkannya Rokok

Nahdlatul Ulama' (NU) menganggap bahwa hukum rokok cukup hanya sebatas makruh saja dan tidak sampai haram. Hal ini dikarenakan memang baik di dalam Al-Qur'an maupun hadits tidak ada yang mengharamkan tentang masalah rokok. Diamana rokok merupakan hal baru yang tidak ada pada Rasulullah, maka baik nass Al-Qur'an maupun Hadis juga tidak ada yang menyinggungnya secara

jelas tentang masalah rokok. Oleh karena itu sangat sulit sekali untuk mencari solusi dan menentukan bagaimana hukum kepastiannya.

Namun demikian, Islam ada beberapa kaidah yang umum dan bisa mengikat untuk dijadikan pegangan seperti sabda Rasulullah SAW yang menjelaskan bahwa yang halal dan yang haram merupakan hak prerogatif Allah, jadi tidak ada yang boleh ikut campur untuk memasukinya. Dengan begitu maka akan menjadi kesalahan jika kemudian meletakkan rokok pada sesuatu yang halal maupun yang haram. Sebab hukum halal dan haram manusia tidak bisa menentukan. Sesuatu yang membahayakan akan tetapi tidak memabukkan sedangkan hukum halal dan haramnya tidak dijelaskan di dalam Al-Quran maupun hadits.

Menurut beberapa ulama berpendapat bahwa hukum rokok tergantung pada orang yang sedang melakukannya. Jika sudah banyak mudhorotnya dan membahayakan tubuh maka jelas haram hukumnya, namun jika masih belum terlihat maka dihukumi makruh dan harus di jauhi karena dikhawatirkan akan berdampak negatif. Sedangkan merokok menggunakan biofilter cengkeh dan kelor ini dapat mengurangi tekanan darah dan mengurangi kerusakan arteri koroner. Sedangkan menggunakan biofilter cengkeh dan kelor ini lebih banyak manfaatnya daripada mudhorotnya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap performa jantung dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat pengaruh yang nyata paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan kelor terhadap tekanan darah mencit seperti adanya penurunan tekanan darah sistolik mencit. Dan diketahui bahwa antioksidan yang terkandung dalam biofilter cengkeh dan kelor cukup efektif menangkap radikal bebas yang terdapat pada asap rokok sehingga dapat menurunkan tekanan darah.
2. Terdapat pengaruh yang nyata paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan kelor terhadap arteri koroner jantung mencit seperti terjadi penurunan warna inti myosit menjadi berwarna biru lebih muda dibandingkan dengan tanpa biofilter inti myosit menuju piknotik berwarna biru tua. Selain itu, struktur myofibril lebih teratur dan hampir tidak terjadi hipertrofi endotel.

5.2 Saran

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan pemberian tekanan yang sama dalam proses pembuatan biofilter cengkeh dan biofilter kelor. Sehingga diharapkan diperoleh biofilter dengan kerapatan yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwibowo. 2009. *Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kondisi Tekanan Darah Sopir*. Semarang: Studi Prevalensi pada Paguyuban Rukun Sentosa Semarang.
- Adeyemi, O.S, Elebiyo, T.C. 2014. *Moringa Oleifera Supplemented Diets Prefented Nickel-Induced Nephrotocicity in Wistar Rate*. Journal of Nutrition and Metabolism Vol 4 (2):1-8. Nigeria: Landmark University.
- Albert, B., D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Robert, J.D. Watson, 1994. *Molecular Biology of the Cell*, 3rd ed. New York: Garland Publish., Inc.
- Aini, Maslihatul. 2002. *Efek Ekstrak Meniran (Phyllanthus niruri) terhadap Gambaran Stetosis Sel Hepar Tikus (Rattus norvegicus) Strain Wistar yang Diinduksi Karbon Tetraklorida*. Skripsi. Malang: Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
- Andi Mu'nisa, et al. 2008. *Perbaikan Aktifitas Antioksidan pada Jaringan Kelinci Hiperkolesterolemia dengan Pemberian Ekstrak daun Cengkeh*. Vol. 9, pp.4, 182-187, 1411-8237. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Arif, Syamsul. 2007. *Radikal Bebas*. Surabaya: Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga.
- Arifiyanti. 2010. *Uji Afrodisiaka Minyak Atsiri Kuncup Bunga Cengkeh (Syzygium aromaticum (L) Merr&Perry) terhadap Libido Tikus Jantan*. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Aaronson PI, Ward, JPT. 2008. *At a Glance Sistem Kardiovaskular Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga Medical Series.
- ASM. 2001. *Composites*. ASM Handbook Vol 21. New York: Mc Graw-Hill.
- Bindar, Y. 2000. *Ekonomi Rokok dan Konsekuensinya*. Bandung: Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung.
- Christensen, L. 1994. *Experimental Methodology*. London: Allyn and Bacon, Inc.
- Dalimatha S. 2008. *Care Your Self Hypertension*. Jakarta: Pebar Plus.
- Davidson.2013. *Seri Kesehatan Bimbingan Dokter pada Penyakit Jantung Koroner*. Jakarta: Dian Rakyat.

Droge W. 2002. *Free Radicals In The Physiological Control Of Cell Function*. Physiol Rev. 82;47-95. Germany: Huseunberg.

Dudi, Krisnadi A. 2015. *Kelor Super Nutrisi*. Blora Jawa Tengah: Keloria.

Eroschenko VP. 2003. *Atlas Histologi di Fiore dengan Korelasi Fungsional Edisi 9*. Jakarta: EGC.

Fathurrahman, Anang. 2015. *Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor terhadap Gambaran Histologi Organ Paru, Hati, dan Viskositas Darah Mencit (Mus musculus)*. Skripsi: Malang.

Ferdinanti, E, 2001. *Uji Aktivitas Anti Bakteri Obat Kumur Minyak Cengkeh (Syzygium aromaticum) Asal bunga, Tangkai Bunga, dan Daun Cengkeh terhadap Bakteri*. Skripsi. Jakarta: Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Institut Sains dan Teknologi Nasional.

Geriatri. 2012. *Hipertensi dan Stroke pada Lansia*. Tarumanegara: Fakultas Kedokteran Tarumanegara.

Ghina. 2012. *Analisis Fisis Komposit Biofilter Berbahan Serbuk Cangkang Kepiting dan Cengkeh untuk Menangkap Radikal Bebas Asap Rokok*. Skripsi. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Gibson F, Ronald. 1994. *Principle Composit Of Technical Material*. New York: McGraw-Hill, Inc.

Green. 2009. *Pengantar Fisiologi Tubuh Manusia*. Tangerang: Bina Putra Aksara Publisier.

Gretha Z, Sutiman BS. 2011. *Kretek Rokok Sehat Masyarakat Bangsa Produk Indonesian (MBPI)*. Malang: Universitas Brawijaya.

Guyton AC, Hall, John E. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edisi 11*. Rachman LY, et al, editor. Jakarta: EGC Medical Publisher.

Guyton AC, Hall, John E. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edisi 9*. Jakarta: EGC Medical Publisher.

Hembing Wijayakusuma dan Setiawan Dalimarta. 2004. *Ramuan Tradisional untuk Pengobatan Darah Tinggi*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Irawan, S. D. 2009. *Pengaruh Kebiasaan Merokok terhadap Daya Tahan Jantung Paru*. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- John, S.A.A. 1995. *Using Moringa Seeds of Coagulants In Countries*. Journal of The Water Works Association. Vol 2. Ferancis: Pergamon Press.
- Jones P M. *Mechanics Of Composite Materials, Institute Of Technology, Southem Methodist University*. 1975. Dallas: Mc Graw-Hill.
- Junqueira LC, Carneiro J, Kelly RO. 1997. *Histologi Dasar Edisi 8*. Jakarta: EGC.
- Kaplan. 2002. *Kaplan's Clinical Hypertension*. Philadelphia: Lippincott Williams dan Wilkins.
- Kardinan, A. 2007. *Tanaman Pengusir dan Pembasmi Nyamuk*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Kumalaningsih, Sri. 2006. *Antioksidan Alami-Pnangkal Radikal Bebas: Sumber, Manfaat, Cara Penyediaan dan Pengolahan*. Surabaya: Trubus Agrisarana.
- Kozier et al. 2010. *Buku Ajar Fundamental Of Nursing Consepts Proces, and Practice*. New Jersey: Pearson Prentise Hall.
- Krisnadi, Dudi A. 1920. *Kelor Super Nutrisi*. Blora: Lembaga Swadaya Masyarakat-Media Peduli Lingkungan.
- Lanny Sustrani, dkk, 2004, *Hipertensi*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Lionakis N, Mendrinos, Demitrios, Sanidas, Elias, Favatas. 2012. *Hypertension in the elderly*. World Journal of Cardiology. 4(5):135-47.
- Makkar, H.P.S. and Becker, K. 1996. *Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted, Moringa oleifera leaves*, Ferancis: Feed Sci. Techn.
- Marianti, Aditya. 2009. *Aktifitas Antioksidan Jus Tomat pada Pencegahan Kerusakan Jaringan Paru-Paru Mencit yang Dipapar Asap Rokok*. Jurnal Biosaintifika 1:1-10. Malang: Universitas Brawijaya.
- Mas'ud, I. 1996. *Dasar-dasar Fisiologi Kardiovaskuler*. Jakarta: EGC.
- Maulidiana dkk. 2009. *Pemanfaatan Serbuk Biji Daun Kelor untuk Penurunan Kadar Nikotin pada Tembakau Trowono*. Jurnal Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA Fakultas MIPA. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Minarno, Eko Budi dan Liliek Hariani. 2008. *Gizi dan Kesehatan Perspektif Al-Qur'an dan Sains*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang Press.

- Mutia, L., dan Zulkarnaen, E. 2011. *Gambaran Tekanan Darah Tikus Wistar Jantan dan Betina Setelah Pemberian Diet Tinggi Garam*. Skripsi. Padang: Universitas Andalas.
- Muttaqin, Afif. 2009. *Pengantar Asuhan Keperawatan Klien dengan Gangguan Sistem Kardiovaskuler*. Jakarta: Salemba Medika.
- Rani, Erika. Dkk. 2013. *Peningkatan Kualitas Asap Rokok melalui Pembuatan Komposit Biofilter Berbahan Tembakau dan Daun Kelor (Usaha Mempertahankan Eksistensi Tembakau dari Bumi Indonesia)*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Salim, F, 1975. *Pengaruh Pelayuan dan Pengeringan terhadap Sifat Fisika Kimia Cengkeh*. Tesis. Bandung: Institut Pertanian Bogor.
- Santosa, S., J. Purwito dan J. T. Widjaja. 2004. *Perbandingan Nilai Arus Puncak Ekspirasi antara Perokok dan Bukan Perokok*. Jurnal Kesehatan Masyarakat 3 (2): 59-70. Surabaya: Erlangga.
- Schwartz M M. 1984. *Composite Materials Handbook*. New York: Mc Graw-Hill.
- Susilaningsih, Neni. *CD Praktikum Histologi 1 Bagian Histologi*. Semarang: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Suwahyono, Untung. (2008). *Khasiat Si Pohon Ajaib*. Yogyakarta: Jurusan Kimia Universitas Negeri Yogyakarta.
- Tandra Doroti, 2010. *Pengaruh Pemberian Jus Mangga (Mangifera indica L.) terhadap Kerusakan Struktur Histologis Paru Mencit yang Dipapar Asap Rokok*. Skripsi. Surakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Thomas, A.N.S. 2007. *Tanaman Obat Tradisional*. Yogyakarta: Kanisus.
- Thomas D.J. 1995. *Stroke dan Pencegahannya*. Jakarta: Arcan.
- Widodo, E. 2006. *Pajanan Asap Rokok Kretek pada Tikus Putih sebagai Model untuk Manusia: Perhatian Khusus pada Perubahan Histopatologi dan Ultrastruktur Saluran Napas*. Disertasi. Bogor: Institusi Pertanian Bogor.
- Winarsi, Hery. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius.
- Yulia. 2013. *Karakteristik Fisis Komposit Biofilter Berbahan Serbuk Cangkang Kepiting dan Kopi untuk Menangkap Radikal Bebas Asap Rokok*. Skripsi. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Yulianti, R. 2008. *Pembuatan Minuman Jeli Daun Kelor (Moringa Oleifera Lamk) Sebagai Sumber Vitamin C dan β -Karoten*. Skripsi: Bogor: Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Yusman. 2011. *Hubungan Pengetahuan dan Perilaku Beresiko Hipertensi dengan Kejadian Hipertensi pada Pasien yang Berkunjung ke Puskesmas Kecamatan Jagakarsa*. Jakarta: UPN Veteran.





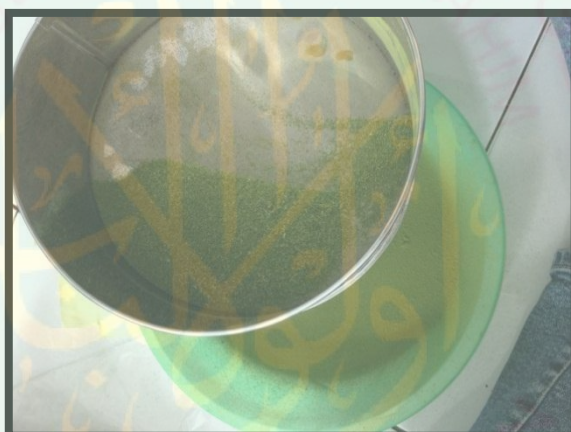
LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

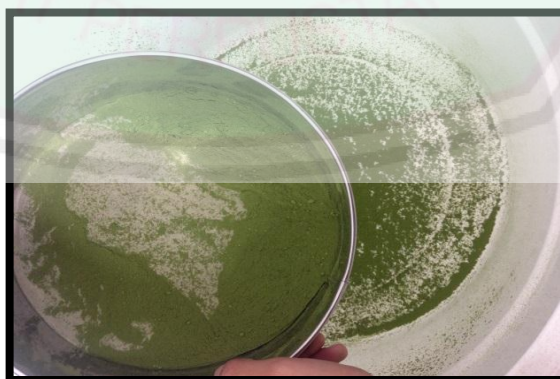
Pembuatan Biofilter Kelor



Menghaluskan daun kelor yang sudah dikeringkan dengan blender untuk pembuatan biofilter



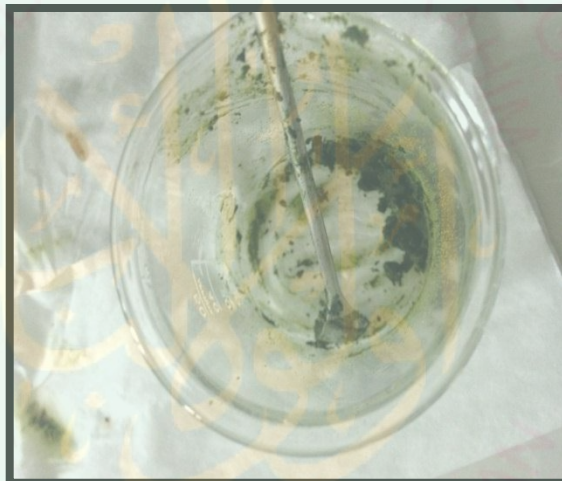
Memisahkan bagian yang tidak diinginkan pada daun kelor dengan ayakan 100 mesh



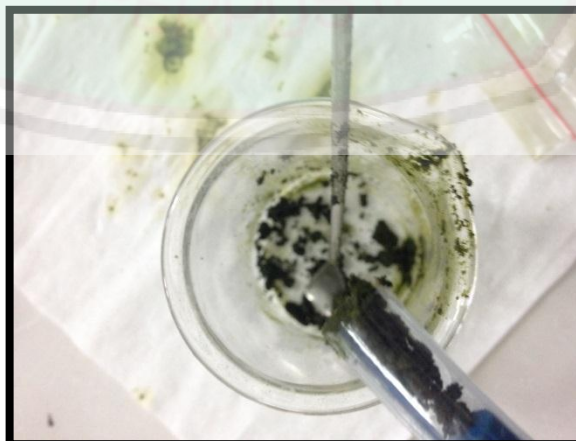
Memisahkan bagian yang tidak diinginkan pada daun kelor dengan ayakan 250 mesh



Menimbang serbuk daun kelor



Mencampur serbuk daun kelor dengan PEG dan diaduk hingga homogen



Mencetak dalam selang dengan diameter 0,7 cm



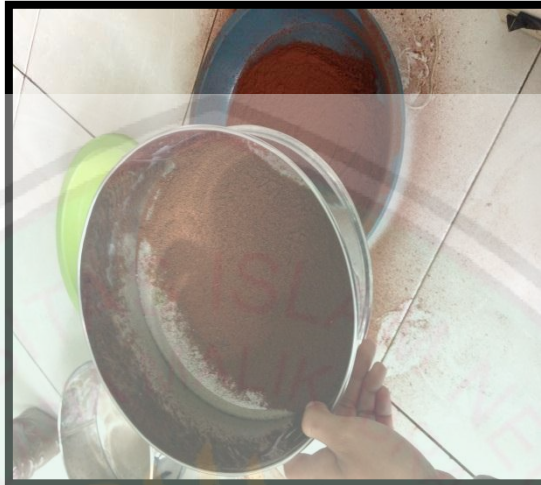
Serbuk daun kelor yang sudah dicetak dalam selang



Biofilter berbahan daun kelor setelah dioven

LAMPIRAN 2

Pembuatan Biofilter Cengkeh



Memisahkan bagian yang tidak diinginkan pada daun kelor dengan ayakan 100 mesh



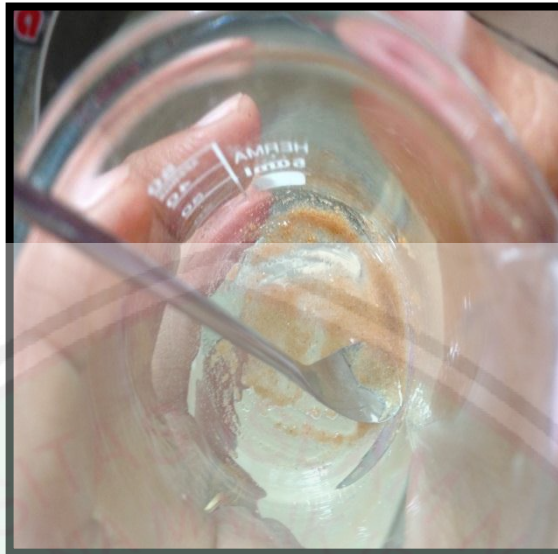
Memisahkan bagian yang tidak diinginkan pada daun kelor dengan ayakan 250 mesh



Menimbang Serbuk Cangkrang Kepiting Seberat 0,25 gr



Serbuk Cangkrang Kepiting 0,25 gr ditaruh di beaker glass



Menghomogenkan Serbuk Cangkang Kepiting 0,25gr dengan PEG 0,3 ml



Menghomogenkan Serbuk Cngkang Kepiting 0,25 gr dengan PEG 0,3 ml dengan serbuk cengkeh 0,4 gr

LAMPIRAN 3

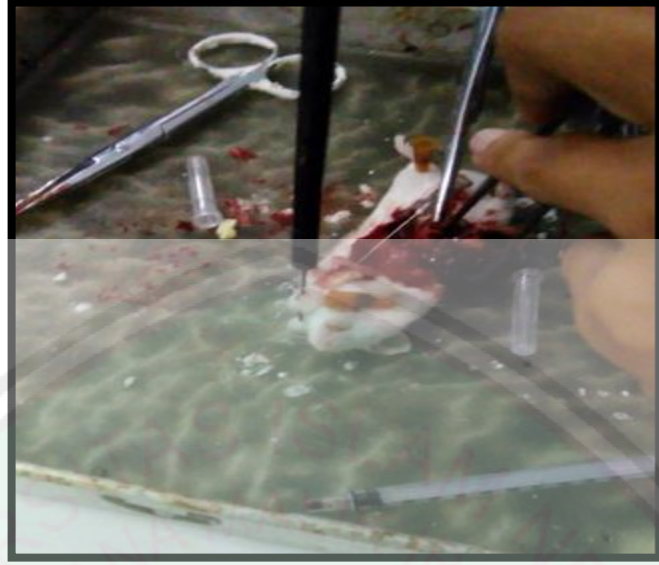
Perlakuan Setelah Pembuatan Biofilter



Memapari mencit dengan asap rokok



Mengukur tekanan darah mencit



Membedah mencit dan mengambil organ jantung mencit



**KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang (0341) 551345 Fax. (0341) 572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Dian Rosalia Difitri
NIM : 13640027
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Fisika
Judul Skripsi : Studi tentang Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Berbahan Cengkeh dan Kelor terhadap Histologi Jantung Mencit
Pembimbing I : dr. Avin Alnur Fitrianingalih, M.Biomed
Pembimbing II : Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes.

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	5 Desember 2017	Konsultasi Bab I dan II	
2	15 Desember 2017	Konsultasi Bab I, II dan III	
3	17 Juli 2017	Konsultasi Data	
4	17 Juli 2017	Konsultasi Agama	
5	24 Juli 2017	Konsultasi Data	
6	14 Agustus 2017	Konsultasi Bab IV dan Bab V	
7	21 Agustus 2017	Konsultasi Agama	
8	26 Oktober 2017	Konsultasi Bab I, II, III, IV, V dan Acc	
9	6 November 2017	Konsultasi Agama dan Acc	

Malang, Oktober 2017
Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika,

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