

**PENGARUH PAPARAN ASAP ROKOK DENGAN BIOFILTER
CENGKEH DAN DAUN KELOR TERHADAP GAMBARAN
HISTOLOGI ORGAN PARU, HATI, DAN VISKOSITAS DARAH
MENCIT (*Mus musculus*)**

SKRIPSI

Oleh:

ANANG FATHUR RAHMAN

NIM. 10640081



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

**PENGARUH PAPAN ASAP ROKOK DENGAN BIOFILTER
CENGEH DAN DAUN KELOR TERHADAP GAMBARAN
HISTOLOGI ORGAN PARU, HATI, DAN VISKOSITAS DARAH
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:
ANANG FATHUR RAHMAN
NIM. 10640081**

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

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PAPARAN ASAP ROKOK DENGAN BIOFILTER CENGKEH
DAN DAUN KELOR TERHADAP GAMBARAN HISTOLOGI ORGAN
PARU, HATI, DAN VISKOSITAS DARAH MENCIT (*Mus musculus*)

SKRIPSI

Oleh:

ANANG FATHUR RAHMAN

NIM. 10640081

Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diuji:
Tanggal: 29 Desember 2015

Pembimbing I

Pembimbing II

DR. H. Agus Mulyono, S.pd, M.Kes
NIP. 19750808 199903 1 003

Erika Rani, M.Si
NIP. 19810613 200604 2 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

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

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PAPARAN ASAP ROKOK DENGAN BIOFILTER CENGKEH
DAN DAUN KELOR TERHADAP GAMBARAN HISTOLOGI ORGAN
PARU, HATI, DAN VISKOSITAS DARAH MENCIT (*Mus musculus*)

SKRIPSI

Oleh:

ANANG FATHUR RAHMAN

NIM. 10640081

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 13 Januari 2016

Penguji Utama	:	<u>Drs. M. Tirono M.Si</u> NIP.19641211 199111 1 001	
Ketua Penguji	:	<u>dr. Avin Ainur Fitrianingsih</u> NIP.19800203 200912 2 002	
Sekretaris Penguji	:	<u>DR. Agus Mulyono, M.Kes</u> NIP. 19750808 199903 1 003	
Anggota Penguji	:	<u>Erika Rani, M.Si</u> NIP. 19810613 200604 2 002	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika

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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ANANG FATHUR RAHMAN
NIM : 10640081
Jurusan : FISIKA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Judul Penelitian : Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Cengkeh Dan Daun Kelor Terhadap Gambaran Histologi Organ Paru, Hati, Dan Viskositas Darah Mencit (*Mus Musculus*)

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

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

Malang, 13 Januari 2016
Yang Membuat Pernyataan,

Anang Fathur Rahman
NIM. 10640081

MOTTO

“Anda tidak akan mengetahui apa itu kesuksesan sebelum merasakan kegagalan”

“Pedang terbaik yang kamu miliki adalah kesabaran yang tanpa batas”

“Belajarlh dari masa lalu, hiduplah di masa sekarang dan rencanakan untuk hari esok”



HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim..

Alhamdulillahirobbil'alamin..

Sujud syukur ku persembahkan padaMu sang penggendang langit dan bumi, tuhan yang maha agung, maha adil dan maha penyayang, dengan kehendakMu telah engkau ciptakan aku sebagai manusia yang senantiasa berpikir, berilmu, beriman dan terus bersabar dalam menjalani liku-liku kehidupan. Waktu demi waktu yang sudah ku lalui hingga saat ini, dengan jalan yang sudah engkau takdirkan untukku, aku bertemu dengan orang-orang hebat yang memberiku banyak pengalaman dan pengetahuan, serta telah memberi warna – warni dalam diriku. Segala puji yang tiada terkira bagi Mu ya Allah, engkau berikan aku kesempatan untuk bisa sampai di penghujung awal perjuanganku. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal bagiku untuk meraih cita-cita besarku.

Dengan kerendahan hati yang tulus, bersama keridhaan-Mu ya Allah kupersempahkan sebuah karya kecil ini untuk ayah dan ibuku tercinta. Ayah, Ibu, terimalah bukti kecil ini sebagai kado keseriusanku untuk membalas semua pengorbananmu, demi hidupku kalian ikhlas mengorbankan segala perasaan tanpa kenal lelah. Terimakasih, dengan tanpa henti-hentinya kalian memberiku semangat, doa, nasehat, dan kasih sayang serta pengorbanan yang tak tergantikan sehingga aku selalu kuat untuk menjalani setiap ujian yang sedang ku hadapi. Tiada cinta dan kasih sayang yang paling suci selain cinta dan kasih sayang kalian. Maafkan anakmu Ayah, ibu, masih saja ananda menyusahkan mu.

Terimakasih Ya Allah, ya Rahman, ya Rahim,, engkau telah menempatkan aku di antara kedua malaikat Mu yang senantiasa dengan ikhlas memberikan waktu dan tenaganya untuk selalu menjagaku, mendidikku, membimbingku dengan sangat baik. Ya Allah, ya tuhan ku, atas segala yang mereka berikan kepada ku, berikanlah balasan yang setimpal untuk mereka surga firdaus, dan jauhkan lah mereka dari panas nya api nerakaMu. Untukmu Ayah (Sapenan) Ibu (Umi Nafi'atin) Terimakasih.

Terimakasih Untuk Keluarga besar ku Bapak shohib, bapak Ali asikin,ibu Musaroh, abang Ainun Na'im, mbak Siswatin, adikku Vito Khoiruddin Bariq serta untuk seseorang yang tersayang dan semuanya yang telah memberi motivasi semangat dan segala bentuk dukungan kepadaku hingga saat ini aku bisa menuntaskan kuliahku.

Tanpa kalian semua aku tak pernah berarti, tanpa kalian semua aku bukan siapa-siapa dan tak akan menjadi apa-apa.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Swt. Yang senantiasa melimpahkan rahmat, hidayah serta kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Gambaran Histologi Organ Paru, Hati dan Viskositas Darah Mencit (*Mus musculus*)** ini. Tak lupa sholawat beserta salam penulis panjatkan kepada baginda Rasulullah Muhammad Saw, yang mana karena beliau kita sebagai manusia dapat mengetahui mana yang baik dan mana yang buruk, beliau yang telah menuntun manusia dari zaman yang biadab menuju zaman yang beradab, yang penuh dengan ilmu pengetahuan yang luar biasa, dengan datangnya agama islam.

Skripsi yang telah penulis susun dibuat untuk diajukan kepada Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana sains (S.Si) serta untuk perkembangan ilmu pengetahuan terutama di negeri tercinta, Indonesia.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari beberapa pihak yang terkait. 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 ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang selalu memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Erna Hastuti, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. DR. H. Agus Mulyono, S.pd, M.Kes dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan banyak waktu dan ilmu dalam membimbing penulis agar skripsi ini tersusun dengan baik dan benar.
5. Erika Rani, M.Si selaku dosen pembimbing agama, yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan bidang integrasi Sains dan al-Qur'an serta Hadits.
6. Segenap Dosen, Laboran, dan Admin Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan dan pengarahan.
7. Kedua orang tua, dan keluarga yang selalu mendoakan, memberi semangat dan nasehat serta memberi dukungan yang luar biasa.
8. Teman-teman fisika angkatan 2010 yang selalu menemani dan memberikan banyak pengalaman, pengetahuan dan motivasi yang berharga.
9. Keluarga UNIOR yang menjadi wadah untuk belajar, banyak sekali ilmu dan pengalaman yang saya dapat disana bukan hanya dari segi olahraga saja namun juga dalam berorganisasi.

10. Brotherhood Twenty-Two Photography, disini juga tempat ku mendapatkan sodara, tentunya banyak ilmu dan pengalaman dari para master photography 22.
11. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan motivasi dalam penulisan skripsi ini.
12. The Biofilter Club's Hanif, Diah, dan Hanik yang selalu kompak, hingga kita dapat menyelesaikan amanah ini dengan baik.

Dalam penyusunan skripsi, penulis menyadari masih ada kekurangan karena keterbatasan kemampuan. Dengan kerendahan hati, segala kritik dan saran yang bersifat membangun amat sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Dan terakhir, semoga skripsi ini dapat menambah khasanah ilmu dan bermanfaat bagi oranglain.

Malang, 13 Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Asap Rokok	7
2.1.1 Bahan Pokok Dalam Asap Rokok	7
2.2 Asap Rokok dan Kesehatan	14
2.3 Radikal Bebas	16
2.4 Bahan Komposit	18
2.4.1 Definisi Bahan Komposit	18
2.4.2 Klasifikasi Komposit	19
2.4.3 Pengertian membran Komposit	20
2.4.4 Klasifikasi Membran	21
2.4.5 Material Membran	22
2.5 Biofilter	23
2.5.1 Definisi Biofilter	23
2.6 Tanaman Cengkeh	24
2.7 Daun Kelor	29
2.8 Organ Hati	31
2.8.1 Fungsi Utama Hati	32
2.9 Organ Paru	32
2.10 Viskositas Darah	35
BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	37
3.2 Variabel Penelitian	37
3.3 Jenis Penelitian	37
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian	37
3.5 Alat dan Bahan	38
3.5.1 Alat	38

3.5.2	Bahan	39
3.6	Rancangan Penelitian	40
3.6.1	Pembuatan Biofilter berbahan cengkeh + PEG	40
3.6.2	Pembuatan Biofilter Berbahan Daun Kelor + PEG	41
3.7	Perlakuan	42
3.8	Prosedur Penelitian	42
3.8.1	Pembuatan komposit (Biofilter)	42
3.8.2	Perlakuan	43
3.8.2.1	Pembuatan Preparat Hitologis Organ Hati dan Paru Mencit (<i>Musmuculus</i>)	44
3.8.2.2	Pengamatan Struktur Histologis Hati dan Paru-paru Mencit (<i>Mus muculus</i>).....	46
3.8.2.3	Teknik Penentuan Kerusakan Hati Mencit (<i>Mus muculus</i>)	47
3.8.2.4	Teknik Penentuan Kerusakan Paru Mencit (<i>Mus muculus</i>)	48
3.8.3	Pemeriksaan Viskositas Darah	48
3.9	Pengambilan Data	49
3.10	Analisa Data	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Preparasi Sampel dan Obyek Penelitian	51
4.1.1	Pembuatan Membran Biofilter	51
4.1.2	Preparasi Mencit	52
4.1.3	Perlakuan	53
4.2	Data Hasil Penelitian	54
4.2.1	Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Kelor Terhadap Organ Hati Mencit	54
4.2.2	Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Kelor Terhadap Organ Paru-paru Mencit	56
4.2.3	Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Kelor Terhadap Viskositas Darah Mencit	59
4.3	Pembahasan Hasil Penelitian	60
4.3.1	Pembahasan Hasil Penelitian Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Organ Hati Mencit	60
4.3.2	Pembahasan Hasil Penelitian Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Organ Paru-Paru Mencit	66
4.3.3	Pembahasan Hasil Penelitian Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Viskositas Darah Mencit	70
4.3.4	Menjaga Kesehatan dari Radikal Bebas dalam Islam	72
BAB V PENUTUP		75
5.1	Kesimpulan	75
5.2	Saran	76
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kandungan kimia pada rokok	8
Gambar 2.2 Tanaman Cengkeh	25
Gambar 2.3 Cengkeh yang sudah dikeringkan	27
Gambar 2.4 Daun, buah, dan bunga <i>moringa aloifera</i>	30
Gambar 2.5 Gambaran makroskopik hati manusia dari anterior	31
Gambar 2.6 Anatomi paru-paru	33
Gambar 3.1 Kandang pada saat pemaparan asap rokok	43
Gambar 4.1 Pengaruh Paparan Asap rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Viskositas Darah Mencit	56
Gambar 4.2 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Organ Paru-Paru Mencit	58
Gambar 4.3 Pengaruh Paparan Asap rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Viskositas Darah Mencit	60
Gambar 4.4 Gambaran Histologi Hati Mencit. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) K I (Biofilter Cengkeh), (D) K 2 (Biofilter Daun Kelor)	61
Gambar 4.5 Pembentukan Radikal Bebas dan Mekanisme Kerja Antioksidan .	62
Gambar 4.6 Gambaran Histologi Paru-paru Mencit (<i>Mus musculus</i>). (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) K I (Biofilter Cengkeh), (D) K 2 (Biofilter Daun Kelor)	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi kimia bunga cengkeh	27
Tabel 2.2 Komponen nutrisi 100 g bunga cengkeh	28
Tabel 3.1 Acuan Penilaian atau Skoring Gambaran histologi Hepar	47
Tabel 3.2 Skor derajat kerusakan jaringan paru-paru mencit akibat paparan asap rokok antara kelompok kontrol, kelompok 1 , kelompok II , dan kelompok III	48
Tabel 3.3 Hasil Penilaian Kerusakan Hati Mencit (<i>Mus musculus</i>)	49
Tabel 3.4 Hasil Penilaian Kerusakan Paru Mencit (<i>Mus musculus</i>)	49
Tabel 3.5 Hasil Nilai Laju Endap Darah Mencit (<i>Mus musculus</i>)	50
Tabel 4.1 Hasil Skoring Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh Dan Daun Kelor Terhadap Organ Hati Mencit	54
Tabel 4.2 Hasil Analisis ANOVA Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh Dan Daun Kelor Terhadap Organ Hati Mencit	54
Tabel 4.3 Ringkasan Uji Duncan Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Organ Hati Mencit	55
Tabel 4.4 Hasil Skoring Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan biofilter Cengkeh dan Kelor Terhadap Organ Paru-Paru Mencit	56
Tabel 4.5 Hasil Analisis ANOVA Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Organ Paru-Paru Mencit	57
Tabel 4.6 Ringkasan Uji Duncan Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Organ Paru-Paru Mencit	57
Tabel 4.7 Hasil Skoring Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Bioilter Cengkeh dan Kelor Terhadap Viskositas Darah Mencit	59
Tabel 4.8 Hasil Analisis ANOVA Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Viskositas Darah Mencit	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Penelitian

Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian

Lampiran 3 Gambaran Histologi Hari Mencit

Lampiran 4 Gambaran Histologi Paru-Paru Mencit



ABSTRAK

Rahman, Anang Fathur. 2015. **Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Organ Paru, Hati dan Viskositas Darah Mencit**. Skripsi. Jurusan Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing (I) DR. H. Agus Mulyono, S.pd, M.Kes (II) Erika Rani M.Si

Kata kunci: Cengkeh, Daun Kelor, Biofilter, Histologi Paru, Histologi Hati, Viskositas Darah

Kesehatan merupakan kebutuhan yang mendasar bagi makhluk hidup. Kesehatan seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor yakni, faktor internal misalnya genetik, umur, dan jenis kelamin, sedangkan faktor eksternal diantaranya aktivitas fisik, lingkungan dan kebiasaan merokok. Rokok menghasilkan radikal bebas yang berbahaya bagi kesehatan, sehingga dibutuhkan filter yang memiliki kandungan antioksidan yang berguna untuk menangkal radikal bebas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap organ paru-paru, hati, dan viskositas darah mencit. Pembuatan biofilter menggunakan bahan serbuk cengkeh dengan takaran 0.4 gr dan serbuk daun kelor 0.5 gr dengan campuran matriks *Poli Etilen Glikol* (PEG) yang di bentuk dalam sebuah selang. Pengujian biofilter dilakukan dengan memaparkan asap dari rokok yang telah melewati filter ke hewan coba selama waktu yang ditentukan, kemudian mencit di bedah dan diambil organ paru-paru, hati, dan sampel darah untuk diamati. Hasil dari pengujian bahwa dengan penggunaan filter cengkeh dan daun kelor cukup efektif dalam menangkap radikal bebas, tingkat kerusakan hati dan paru-paru lebih kecil dibandingkan dengan rokok tanpa filter, namun untuk viskositas darah tidak ada perbedaan.

ABSTRACT

Rahman, Anang Fathur. 2015. **Effects of Exposure to Tobacco Smoke With Cloves Biofilter and Moringa Leaves Against Lung Organ, Liver and Blood Viscosity Mice.**

Essay. Department of Physics, Faculty of Science and Technology of The State Islamic University of Mulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor (I) Dr. H. Agus Mulyono, S.pd, M.Kes (II) Erika Rani M.si

Keywords: Clove, Moringa Leaves, Biofilter, Lung Histology, Liver Histology, Blood Viscosity

Health is a fundamental need for living things. Health is influenced by various factors, namely internal factors such as genetics, age, sex, and external factors such as physical activity, environmental and smoking. Cigarette produces free radicals that are harmful to health. Therefore it is needed a filter with antioxidants to avoid free radicals from cigarette smoke. The purpose of this study is to find the effect of cigarette smoke with biofilters toward lungs, liver, and blood viscosity of white mouse. Biofilter from 0.4 grams of clove powder and 0.5 grams of Moringa leaf powder mixed with matrix poly ethylene glycol (PEG) then formed in a hose. Biofilter test was done by spreading smoke over the white mouse both using filter and without filter at a certain time. The next step, the lungs, liver and blood sample of white mouse were observed. It is yielded that the clove and moringa leaves were efectively in capturing free radicals. The level of damage to the heart and the lungs were smaller comparing with cigarettes without filters, but for the viscosity of blood there was no difference.

مستخلص البحث

رحمن، أنانق فتحور. 2015. تأثير التعرض دخان الشجائر مع القرنفل مرشح بيولوجي و أوراق المورينغا إلى جهاز الرئة، الكبد، و الفئران الدم اللزوجة. البحث. الكلية العلمية والتكنولوجيا. الجامعة الحكومية الإسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف (1) دكتور الحج أكوس موليانا الماجستير (2) إيريك راني الماجستير

الكلمات الرئيسية: الجذور الحرة، مرشح بيولوجي، الأنسجة الرئة، الأنسجة الكبد، الزوجة في الدم

الصحة هو الشرط الأساسي للكائنات الحية. و يتأثر صحة الشخص بعوامل مختلفة و هي عوامل داخلية مثل علم الوراثة، و العمر، و الجنس، بينما العوامل الخارجية بما في ذلك النشاط البدني، و بيئة، و عادات التدخين. التدخين تنتج الجذور الحرة التي تضر بالصحة، فلذلك يأخذ فلتر التي تحتوي على المحتوى مضادات الأكسدة مفيدة ليدرك الجذور الحرة. و كان الهدف من هذه الدراسة هو تحديد تأثير التعرض دخان الشجائر مع القرنفل مرشح بيولوجي و أوراق المورينغا إلى جهاز الرئة، الكبد، و الفئران الدم اللزوجة. صناعة مرشح بيولوجي باستخدام المواد المسحوق القرنفل مع جرعة 0.4 غرام و مسحوق الأوراق المورينغا 0.5 غرام مع مزيج من مصفوفة البولي ايثيلين جلايكول (PEG) شكلت في خرطوم. اختبار مرشح بيولوجي ينطوي على تعريض دخان الشجائر التي مرت من فلتر في حيوانات التجارب خلال الوقت المحدد، ثم تم تشريح الفئران و اتخذت الرئتين، و الكبد، و عينة الدم التي يتعين مراعاتها. نتائج الإختبار أن باستخدام الفلتر القرنفل و أوراق المورينغا مع حجم محدد سلفا فعالة للغاية في درء الجذور الحرة، مستوى الأضرار التي لحقت الكبد و الرئتين هي أصغر بالمقارنة مع الشجائر إلا فلتر، و لكن لا اختلاف في لزوجة الدم.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan merupakan kebutuhan yang mendasar bagi makhluk hidup. Dalam islam, kesehatan biasanya memiliki dua pengertian, yaitu sehat jasmani yang kemudian diistilahkan dengan kata *as-shihah* (baik pada seluruh badan serta bagian-bagiannya bebas dari penyakit), dan kesehatan rohani yang diistilahkan dengan kata *afiat* (sehat dan kuat). Kesehatan seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor yakni, faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah sesuatu yang sudah terdapat dalam tubuh seseorang yang bersifat menetap misalnya genetik, umur, jenis kelamin. Faktor eksternal diantaranya aktivitas fisik, lingkungan dan kebiasaan merokok.

Dalam era dunia modern saat ini, merokok merupakan gaya hidup yang banyak dianut oleh masyarakat. Usaha kampanye anti rokok telah lama dilakukan dengan gencar, termasuk kenaikan cukai rokok, namun jumlah perokok terus saja bertambah dan sulit untuk dicegah. Widodo (2006), menyebutkan sekitar 20% murid SLTP di Jakarta adalah perokok. Mereka ini adalah anak-anak yang sejak dini telah terpapar asap yang dapat merugikan kesehatannya. Saat ini sekitar 30 persen penduduk Indonesia adalah perokok, sedangkan berdasarkan jenis kelamin sekitar 60 persen laki-laki dan 5 persen wanita Indonesia merokok.

Rokok adalah salah satu hasil olahan tembakau dengan menggunakan bahan ataupun tanpa bahan tambahan (Bindar, 2000). Menurut pandangan Abdul Wahhab bin Abdul Salam Tawilah, beliau mendefinisikan bahwa kalimah rokok

dari segi bahasa adalah berdasarkan kata terbitan dari perkataan (dukhon) yang bermaksud asap tembakau yang dihembus dan berkepul-kepul setelah dinyalakan (Abdul Wahhab. 1986), hal ini menunjukkan rokok adalah suatu bahan yang terhasil dari tembakau yang diracik halus dan digulung atau dibungkus dengan mengandung unsur-unsur racun.

Rokok dengan bahan tambahan berupa cengkeh disebut rokok kretek. Rokok kretek adalah rokok khas Indonesia yang berbeda dengan rokok dan cerutu yang sudah banyak diteliti di Barat. Belum pernah ada penelitian yang komprehensif secara khusus ditujukan untuk menakar dampak rokok kretek ini. Penelitian yang ada umumnya bersifat parsial, sektorial dan belum memberikan nuansa secara holistik. Dampak rokok ini perlu diukur dan ditakar dengan memperhatikan aspek secara keseluruhan baik dari aspek kesehatan, ekonomi, sosial, budaya sampai dengan dampaknya di aspek psikologi sosial maupun individual (Pusat Studi Nano Biologi, Universitas Brawijaya). Komponen asap rokok seperti nikotin, tar, hidrokarbon dapat memicu terbentuknya radikal bebas. Dalam satu kali hisapan rokok saja diperkirakan terdapat sebanyak 1.014 molekul radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh (Yueniwati & Ali, 2004 *dalam* Intania, 2006).

Radikal bebas adalah molekul yang kehilangan satu buah elektron dari pasangan elektron bebasnya, atau merupakan hasil pemisahan homolitik suatu ikatan kovalen. 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 lenglap, 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 dapat dihasilkan dari hasil metabolisme tubuh dan faktor eksternal seperti asap rokok. Radikal bebas ini lah biang keladi berbagai keadaan patologis seperti penyakit liver, jantung koroner, katarak, penyakit hati, dan di curigai proses penuaan dini ikut berperan (Greta, 2011 ; Proctor PH, Reynolds ES, 1984).

Menurut Ghina (2013), Menyebutkan bahwa Penyerapan radikal bebas asap rokok oleh biofilter dipengaruhi oleh komposisi bahan yang proporsional dan kandungan dari bahan komposit. Pembuatan biofilter serbuk cangkang kepiting dan cengkeh (0,4 gr) dengan matriks PEG lebih efektif dalam menangkap radikal bebas dibandingkan dengan variasi massa yang lain (0,2 gr, 0,3 gr, 0,5 gr). Cengkeh sebagai *filler* memiliki kandungan zat antioksidan yang tinggi dari pada jenis rempah-rempah lainnya. Sedangkan hasil penelitian oleh Erika, Nurun, dan Agus 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.

Rokok yang berpotensi sebagai penyebab kanker juga mempunyai potensi sebagai obat setelah menggunakan filter khusus (filter dengan tambahan *scavenger*). Peran aktif *scavenger* pada divine kretek mentransformasi asap rokok

yang mengandung materi berbahaya dan radikal bebas menjadi tidak berbahaya bagi kesehatan (Gretha Z, Sutiman BS, 2011). Hal ini sesuai dengan Firman Allah SWT dalam surat ali imran ayat 191 :

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ
وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

“Orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka”. (QS. ali imran: 191)

Ayat di atas dapat menjelaskan bahwa rokok yang pada mulanya dianggap berbahaya bagi kesehatan tapi di sisi lain terdapat partikel dalam rokok yang bermanfaat atau bisa dimanfaatkan dengan penambahan Biofilter.

Banyak penelitian mengenai filter-filter khusus yang dibuat dari bahan-bahan alami yang telah terbukti dapat menangkap radikal bebas dalam rokok. Antara lain, biofilter dari serbuk cengkeh yang diolah sedemikian rupa sehingga berbentuk membran komposit biofilter yang memiliki kandungan zat anti oksidan yang tinggi daripada jenis rempah yang lain. Menurut Ghina (2012), komposisi cengkeh sebesar 0.4 gram mampu menangkap radikal bebas enam dari tujuh radikal bebas yang telah terdeteksi menggunakan uji ESR. Sedangkan untuk penelitian mengenai daun kelor oleh Erika, Nurun, dan Agus dengan komposisi 0.5 gram didapat hasil yang paling efektif dimana tidak ada satu jenispun radikal bebas yang tersisa dari tujuh jenis dugaan radikal bebas yang ada pada asap rokok.

Jadi dapat disimpulkan bahwa bahan-bahan alami dengan komposisi tertentu terbukti dapat menangkap radikal bebas tetapi belum ada penelitian yang meneliti pengaruh asap rokok dengan biofilter terhadap histologi paru, hati, dan viskositas darah mencit (*Mus musculus*). Penelitian ini dilakukan dalam rangka mengembangkan penelitian tentang komposit biofilter asap rokok dengan bahan cengkeh dan daun kelor.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap kerusakan hati mencit (*Mus musculus*) ?
2. Bagaimana pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap kerusakan paru-paru mencit (*Mus musculus*) ?
3. Bagaimana pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap viskositas darah mencit (*Mus musculus*) ?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap kerusakan hati mencit (*Mus musculus*).
2. Mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap kerusakan paru-paru mencit (*Mus musculus*).

3. Mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor terhadap viskositas darah mencit (*Mus musculus*).

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini menggunakan komposit biofilter dari serbuk cengkeh serta serbuk daun kelor dengan PEG sebagai matrik.
2. Asap rokok berasal dari pembakaran rokok kretek tanpa variasi merk.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat Teoritis : Menambah khasanah keilmuan tentang manfaat biofilter berbahan cengkeh dan kelor dalam menangkap radikal bebas dan pengaruh terhadap organ.

Manfaat Praktis : Penggunaan Biofilter dapat dijadikan untuk meningkatkan kualitas asap rokok dan pengaruhnya terhadap kesehatan manusia.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Asap Rokok

Asap rokok termasuk Kretek mengandung komponen kimiawi yang jenisnya dapat mencapai puluhan ribu komponen. Komponen-komponen kimia yang terdapat dalam asap rokok terbukti membentuk partikulasi antara 1 sampai 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).

2.1.1 Bahan Pokok dalam Asap Rokok

Asap rokok mengandung radikal bebas dalam jumlah yang tinggi. Dalam satu kali hisapan rokok saja diperkirakan terdapat sebanyak 1.014 molekul radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh (Yueniwati & Ali, 2004 *dalam* Intania, 2006). Selain mengandung radikal bebas, asap rokok juga memiliki satu atau lebih elektron bebas. Elektron bebas ini akan mencari pasangan elektronnya supaya susunan atomnya stabil, jika asap rokok ini masuk ke dalam saluran napas maka asap rokok ini akan mencari dan mengambil elektron yang berasal dari saluran napas, 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, 1970 dalam Santoso *et al.*, 2004).

Asap rokok mengandung sekitar 4.000 bahan kimia antara lain nikotin, CO, NO, HCN, NH₄, *acrolein*, *acetilen*, *benzaldehyde*, *urethane*, *benzene*, *methanol*, *coumarin*, *etilcatehol-4*, *ortokresol*, *perilen*, dan lain-lain. Selain komponen gas, terdapat pula komponen padat atau partikel yang terdiri dari nikotin dan tar (Aditama, 2001 dalam Intania, 2006). Komponen asap rokok seperti nikotin, tar, hidrokarbon dapat memicu terbentuknya radikal bebas pada berbagai sel tubuh, dan dapat menyebabkan terjadinya reaksi rantai yang dapat menyebar ke seluruh sel. Radikal bebas adalah salah satu produk reaksi kimia dalam tubuh, dimana senyawa kimia ini sangat reaktif dan mengandung *unpaired* elektron pada orbital luarnya sehingga sebagian besar radikal bebas bersifat tidak stabil (Setijowati *et al.*, 1998 dalam Intania, 2006).



Gambar 2.1 Kandungan kimia pada rokok
(Sumber: <https://teyhirafarm.wordpress.com/2009/02/02/kandungan-kimia-rokok-dan-bahayanya/>)

Beberapa bahan kimia yang berbahaya dalam rokok, seperti (Fowles and Bates, 2000) :

1. Tar

Tar adalah sejenis cairan berwarna coklat tua atau hitam yang merupakan substansi hidrokarbon yang bersifat lengket. Tar berasal dari pembakaran tembakau atau tanaman lainnya dalam rokok. Kadar tar dalam rokok antara 0.5–35 mg/batang. Tar menyebabkan gigi dan gusi perokok berwarna kehitaman, juga mengurangi sensitifitas indera pengecap. Tar bersifat karsinogenik, sehingga dapat merusak saluran napas dan paru-paru

2. Nikotin

Nikotin merupakan alkaloid parasimpatetik yang terkandung dalam daun tembakau. Nikotin yang masuk dalam peredaran darah, akan melewati sawar darah otak dan menimbulkan efek euphoria dan relaksasi. Nikotin juga merangsang hormone adrenalin yang dapat memacu kerja jantung sehingga terjadi peningkatan tekanan darah. Kandungan nikotin dalam rokok mulai dari 0.5 – 3 ng, dan semuanya diserap kedalam darah, jadi setiap 1 ml darah perokok, terdapat 40-50 ng nikotin. Hasil pembusukan panas dari nikotin seperti dibensakridin, dibensokarbasol, dan nitrosamine bersifat karsinogenik.

3. Nitrosamina

Pembakaran bahan-bahan organik dalam rokok akan menyebabkan nitrosisasi amina sehingga terbentuk N-nitrosamina. Asap rokok mengandung 3 jenis N-nitrosamina, yaitu: *Volatile N-nitrosamina* (VNA), *Non Volatile N-nitrosamina* dan *Tobacco Specific N-nitrosamina*. VNA akan bertahan dalam system

pernafasan saat asap rokok terhirup oleh kita. *Tobacco Specific N-nitrosamina* (TSNA) terbagi dalam 4 senyawa, *N-nitrosoanabasine* (NAB), *N-nitrosoanabatine* (NAT), *4-(methylnitrosamin) 1-(3-pyridil)-1 butanone* (NNK), dan *Nitrosornicotine* (NNN).

4. PAH (*Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*)

PAH disebut juga *Fused Ring System*, merupakan senyawa hidrokarbon aromatic yang memiliki cincin. Asap rokok mengandung beberapa PAH, yaitu : *Benzo (a)Pyrene (BaP)*, *Dibenz (a,h)anthracene* dan *Benz (a) anthracane*. PAH bersifat reaktif dan cenderung membentuk epoksida yang metabolitnya bersifat genotoksik sehingga dapat menyebabkan tumor. PAH dikategorikan sebagai karsinogen kelompok 1 oleh IACR (*International Agency for Research on Cancer*). PAH juga dapat berasal dari pembakaran arang, pembakaran sampah rumah tangga dan asap kendaraan bermotor.

5. Nitrogen Oxides (NO)

NO terbentuk saat proses pembakaran materi yang mengandung nitrogen dalam rokok, pada suhu tinggi. Asap rokok mengandung sekitar 100-900 µg NO. NO merupakan gas yang tidak berwarna, bila terhirup dalam banyak dapat menghilangkan rasa nyeri. NO dahulu digunakan sebagai obat bius saat melakukan operasi. NO menyebabkan perokok rentan terhadap infeksi saluran nafas, sehingga mudah terkena iritasi hidung dan tenggorokan, juga bronchitis. NO dapat menghambat transfer oksigen dalam darah dan bersifat karsinogenik dalam jumlah yang berlebih.

6. Kadnium

Kadnium merupakan logam berat yang sering digunakan untuk mencegah karatan pada industri kendaraan bermotor, baterai, dan kuningan. Satu batang rokok mengandung 1-2 μg kadnium dan sekitar 10 % dari jumlah tersebut terhirup oleh perokok. Kadnium dapat menyebabkan kerusakan organ tubuh seperti ginjal dan paru-paru, juga dapat merusak tulang.

7. Amonia

Amonia merupakan senyawa yang terbentuk dari nitrogen dan hydrogen. Amonia pada suhu ruang, berbentuk gas yang tidak berwarna serta berbau tajam yang khas. Ammonia menyebabkan peningkatan akut pH, sehingga menghambat forforilasi oksidatif dan memicu glikolisis anaerob. Ammonia yang terhirup dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti kerusakan paru-paru hingga penurunan kesadaran.

8. Hidrogen Sianida (HCN)

HCN merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak memiliki rasa, sangat ringan, dan mudah terbakar. HCN sangat beracun dan mudah merusak saluran pernafasan dan kardiovaskular. Sifat-sifat inilah yang membuat gas ini digunakan sebagai senjata genosida pada perang dunia kedua. HCN merupakan senyawa kimia yang digunakan dalam industri tekstil, kertas dan plastik, juga digunakan sebagai pestisida.

9. Formaldehida atau Formalin

Formaldehida merupakan senyawa tak berwarna, mudah terbakar dan berbau tajam. Formaldehida digunakan dalam bahan bangunan, campuran lem,

pengeras kertas, pengawet kosmetik, pengeras kuku, campuran parfum dan pengawet mayat. Formaldehida juga digunakan sebagai insektisida, fungisida dan desinfektan. Formaldehida berbahaya bagi tubuh karena dapat mengganggu ekspresi genetik yang normal dan bersifat karsinogenik.

10. Fenol

Fenol merupakan zat kristal tak berwarna yang memiliki bau khas. Industri menggunakan fenol dalam pembuatan obat, germisida dan desinfektan. Fenol berbahaya karena dapat terikat pada protein sehingga menghalangi aktivitas enzim. Fenol dapat merusak paru-paru dan sistem saraf pusat.

11. Aseton

Aseton merupakan zat yang tidak berwarna dan berbentuk cair pada suhu ruang. Umumnya aseton digunakan sebagai pembersih cat kuku dan pembersih lem super. Aseton yang terhirup dapat menyebabkan iritasi paru-paru aseton dalam dosis tinggi dapat menimbulkan sakit kepala, pusing, merusak hati dan ginjal.

12. Hidrogen Sulfida (H_2S)

Hidrogen sulfida merupakan gas beracun, tidak berwarna, mudah terbakar dan berbau seperti telur busuk. Zat ini dapat menghalangi oksidasi enzim. Paparan oleh gas H_2S dapat menyebabkan iritasi mata, hidung dan tenggorokan, juga dapat memicu serangan asma.

13. Piridin

Piridin merupakan cairan berwarna dengan bau tajam. Zat ini digunakan sebagai baha untuk membuat pelarut pestisida. Piridin dapat menyebabkan

iritasi mata dan saluran nafas atas, juga meningkatkan produksi *platelet* darah. Paparan paridin dalam waktu lama dapat menimbulkan gejala mual, sakit kepala, insomnia, gelisah dan rasa tidak nyaman dalam perut.

14. Metil Klorida

Gas metil klorida terbentuk dari pembakaran bahan organik dalam rokok. Pembakaran kayu dan batu bara juga dapat menghasilkan gas ini. Jumlah metil klorida yang berlebihan dalam tubuh, dapat menjadikannya bersifat karsinogenik.

15. Metanol

Metanol disebut juga metil alkohol atau sepiritus. Pada keadaan atmosfer terbentuk cairan ringan yang mudah menguap dan terbakar, tidak berwarna, beracun dan berbau khas. Metanol banyak digunakan sebagai bahan kimia dalam industri plastik, cat, tekstil dan peledak, juga digunakan sebagai bahan bakar roket. Asap rokok merupakan penyumbang terbanyak metanol dalam bentuk gas. Paparan terhadap metanol dalam waktu singkat akan menimbulkan iritasi mata, pusing dan sakit kepala. Paparan dalam waktu lama dapat mengganggu sistem saraf pusat.

16. Karbon Monoksida

CO merupakan gas tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa, berasal dari pembakaran senyawa karbon yang tidak sempurna. Sekitar 3-6% dalam asap rokok, mengandung gas CO. Gas CO yang terhirup dan masuk ke paru-paru, dengan cepat akan masuk ke dalam aliran darah. CO terikat pada hemoglobin dalam darah, dan kemampuannya mengikat hemoglobin 200 kali lebih kuat

dibanding oksigen. Akibatnya sel-sel dalam tubuh menjadi kekurangan oksigen, yang berdampak pada kerusakan organ dan jaringan tubuh.

2.2 Asap Rokok dan Kesehatan

Merokok sangat disadari dapat mengganggu kesehatan. Banyak penyakit yang timbul akibat kebiasaan merokok, baik secara langsung maupun tidak langsung (Tandra, 2003). Kebiasaan merokok bukan saja merugikan perokok, tetapi juga bagi orang di sekitarnya yang menghisap asap rokok (Yapri, 2001 *dalam* Intania, 2006). Kini semakin banyak yang diteliti dan dilaporkan tentang pengaruh buruk rokok antara lain mengakibatkan impotensi, menurunnya daya tahan tubuh individu, mudah mengidap penyakit virus hepatitis, kanker saluran cerna, dan lain-lain (Dahuri, 2005 *dalam* Intania, 2006). Negara Indonesia pada saat sekarang ini akan terlihat bahwa makin banyak orang yang merokok. Pada saat ini saja Indonesia termasuk lima besar konsumen rokok di dunia (Tandra, 2003).

Irawan (2009), mendefinisikan kebiasaan merokok sebagai perilaku penggunaan tembakau yang menetap, biasanya lebih dari setengah bungkus rokok per hari, dengan tambahan adanya distress yang disebabkan oleh kebutuhan akan tembakau secara berulang-ulang. Dampak yang ditimbulkan akibat kebiasaan merokok dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran napas dan jaringan paru-paru. Pada saluran nafas besar, sel mukosa membesar (*hyperthropy*) dan kelenjar mukus bertambah banyak (*hyperplasia*) sehingga terjadi penyempitan saluran napas.

Pada jaringan paru-paru terjadi peningkatan jumlah sel radang dan kerusakan alveoli. Akibat perubahan struktur dan fungsi saluran napas dan jaringan paru-paru pada perokok akan timbul permasalahan fungsi paru dengan segala macam gejala klinisnya. Hal ini menjadi unsur utama terjadinya penyakit obstruksi paru menahun (PPOM) termasuk emfisema paru-paru, bronkitis kronis, dan asma (Hans, 2003 *dalam* Irawan 2009). Penurunan fungsi paru akan mulai terlihat pada lama pernapasan yang terjadi pada 2 tahun dan seterusnya akibat debu dan kebiasaan merokok (Hermianto, 1998 *dalam* Irawan 2009).

Merokok juga dapat merusak lapisan dalam pembuluh darah, memekatkan darah sehingga mudah menggumpal, mengganggu irama jantung. Nikotin dalam rokok 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. Apabila terbentuk suatu plak dalam pembuluh darah, dapat menjadi suatu proses awal terjadinya arterosklerosis yang dapat menyebabkan berbagai penyakit kardiovaskuler. Sehingga dalam diri perokok tidak hanya saja beresiko terjadi gangguan paru-paru tetapi juga beresiko terhadap gangguan jantung dan pembuluh darah, di mana hal ini akan berakibat pada penurunan kinerja jantung paru. Penurunan daya tahan jantung paru akan berakibat pada penurunan kebugaran jasmani. Daya tahan kardiorespirasi atau *aerobic capacity* merupakan komponen terpenting dari kebugaran jasmani. Seseorang dengan kapasitas aerobik

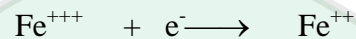
yang baik, memiliki jantung yang efisien, paru-paru yang efektif, peredaran darah yang baik pula, yang dapat mensuplai otot-otot sehingga yang bersangkutan mampu bekerja secara terus-menerus tanpa mengalami kelelahan yang berlebihan (Irawan, 2009).

2.3 Radikal Bebas

Radikal bebas merupakan atom atau molekul yang sifatnya sangat tidak stabil (mempunyai satu elektron atau lebih yang tanpa pasangan), sehingga untuk memperoleh pasangan elektron senyawa ini sangat reaktif dan merusak jaringan. Senyawa radikal bebas tersebut timbul akibat berbagai proses kimia kompleks dalam tubuh, berupa hasil sampingan dari proses oksidasi atau pembakaran sel yang berlangsung pada waktu bernapas, 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. Karena 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 biang keladi berbagai keadaan patologis seperti penyakit lever, jantung koroner, katarak, penyakit hati dan dicurigai proses penuaan dini ikut berperan (Droge W. 2002).

Dalam kepustakaan kedokteran pengertian oksidan dan radikal bebas (*free radicals*) sering dibaurkan karena keduanya memiliki sifat-sifat yang mirip. Aktivitas kedua jenis senyawa ini sering menghasilkan akibat yang sama walaupun prosesnya berbeda. Walaupun ada kemiripan dalam sifat-sifatnya namun

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 :

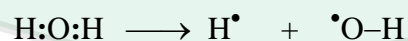


Sebaliknya, dalam pengertian ilmu kimia, radikal bebas adalah atom atau molekul (kumpulan atom) yang memiliki elektron yang tak berpasangan (*unpaired elektron*). Sebagai contoh marilah kita perhatikan molekul air (H_2O). Ikatan atom oksigen dengan hidrogen merupakan ikatan kovalen, yaitu ikatan kimia 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 : $\text{H}:\text{O}:\text{H}$ atau $\text{H}-\text{O}-\text{H}$

Bila terdapat sumber energi yang cukup besar, misalnya radiasi, molekul air dapat mengalami pembelahan homolitik (*homolytical cleavage*) :

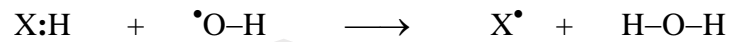


Atom H ($\bullet\text{H}$) memiliki elektron yang tak berpasangan sehingga dapat pula dianggap sebagai radikal. Molekul air dapat pula mengalami pembelahan jenis lain, yaitu pembelahan heterolitik (*heterolytical cleavage*)



Dalam 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 terbentuk radikal baru :



radikal hidroksilradikal baru

Dari contoh diatas jelaslah bahwa radikal bebas memiliki dua sifat, yaitu :

1. Reaktivitas tinggi, karena kecenderungan menarik elektron.
2. Dapat mengubah suatu molekul menjadi suatu radikal

Daya perusak radikal bebas dengan demikian jauh lebih besar dibandingkan dengan oksidan biasa. Karena reaktifitasnya yang tinggi, radikal bebas tak stabil dan berumur sangat pendek sehingga sulit dideteksi kecuali dengan metoda-metoda khusus seperti pengukuran EPR (*Elektron Paramagnetic Resonance*) (Kumalaningsih, 2006).

2.4 Bahan Komposit

2.4.1 Definisi Bahan Komposit

Bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis menjadi suatu bahan yang berguna (Jones, 1975), karena bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro, maka bahan komposit dapat didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran/kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984). Bahan komposit secara umum terdiri

dari penguat dan matrik. Penguat komposit pada umumnya mempunyai sifat kurang ulet tetapi lebih kaku serta lebih kuat.

Fungsi utama dari penguat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari penguat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada penguat, sehingga penguat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu penguat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit.

Bahan komposit dapat dikelompokkan kedalam empat bagian utama yaitu:

1. Matriks merupakan penyusun dasar komposit yang memiliki jumlah besar. Matriks dapat berupa logam, keramik atau polimer.
2. Bahan penguat (*Reinforcement*) merupakan penyusun komposit yang memperkuat dan meningkatkan sifat-sifat mekanik matriks.
3. Bahan pengisi (*Filler*) merupakan bahan untuk meningkatkan sifat dan jumlah bahan komposit sehingga mengurangi biaya produksi.
4. Bahan penambah (*Additive*) merupakan bahan untuk meningkatkan rekatannya antar matriks dan penguat.

2.4.2 Klasifikasi Komposit

Berdasarkan matrik, komposit dapat diklasifikasikan kedalam tiga kelompok besar yaitu:

1. Komposit matrik logam (KML), logam sebagai matrik
2. Komposit matrik polimer (KMP), polimer sebagai matrik

3. Komposit matrik keramik (KMK), keramik sebagai matrik

Komposit berdasarkan jenis penguatnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. *Particulate composite*, penguatnya berbentuk partikel
2. *Fibre composite*, penguatnya berbentuk serat
3. *Structural composite*, cara penggabungan material komposit

2.4.3 Pengertian Membran Komposit

Membran ialah sebuah penghalang selektif antara dua fasa. Membran memiliki ketebalan yang berbeda-beda, ada yang tebal dan ada juga yang tipis serta ada yang homogen dan yang heterogen. Ditinjau dari bahannya membran terdiri dari bahan alami dan bahan sintetis. Bahan alami adalah bahan yang berasal dari alam misalnya *pulp* dan kapas, sedangkan bahan sintetis dibuat dari bahan kimia, misalnya polimer. Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil. Larutan yang mengandung komponen yang tertahan disebut konsentrat dan larutan yang mengalir disebut permeat. Filtrasi dengan menggunakan membran selain berfungsi sebagai sarana pemisahan juga berfungsi sebagai sarana pemekatan dan pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan pada membran tersebut (Agustina dkk, 2006: 47).

Membran merupakan alat pemisah yang memisahkan dua fase sebagai transportasi pembatas selektivitas berbagai campuran kimia. Campuran tersebut dapat bersifat homogen atau heterogen, berstruktur simetrik atau asimetrik, padatan atau cairan, memiliki muatan positif atau negatif, dan bersifat polar atau

netral. Transportasi pada membran terjadi karena adanya driving force yang dapat berupa konveksi atau difusi dari masing-masing molekul, adanya tarik menarik antar muatan komponen atau konsentrasi larutan, dan perbedaan suhu atau tekanan. Membran mempunyai ketebalan yang bervariasi dari 100 μm sampai beberapa milimeter (Pabby dkk., 2009).

2.4.4 Klasifikasi Membran

Menurut Mulder (1996), klasifikasi membran berdasarkan strukturnya dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Membran berpori (porous membrane)

Prinsip pemisahan membran berpori didasarkan pada perbedaan ukuran partikel dengan ukuran pori membran. Ukuran pori membran memegang peranan penting dalam pemisahan. Membran dengan jenis ini biasanya digunakan untuk:

- a. Mikrofiltrasi (melewatkan air, menahan mikroba)
- b. Ultrafiltrasi (melewatkan air menahan garam mineral)

2. Membran non pori (non-porous membrane)

Pada membran tidak berpori ini prinsip pemisahannya didasarkan pada perbedaan kelarutan dan kemampuan berdifusi. Sifat intrinsik polimer membran mempengaruhi tingkat selektivitas dan permeabilitas. Membran dengan jenis ini digunakan untuk proses:

- a. Permeasi Gas
- b. Pervaporasi
- c. Dialisis

2.4.5 Material Membran

Menurut Mulder (1996), material membran dapat diklasifikasikan menjadi 3 antara lain:

1. Organik (Polimer)

Jenis polimer yang dapat dijadikan sebagai material membran yaitu:

- a. Membran berpori (porous membrane)
- b. Contoh material: polycarbonate, polyamide, polysulfone, cellulose ester, polyvinyl edenefluoride, polytetra fluoroethylene, dll.
- c. Material membran dapat digunakan untuk aplikasi mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Membran tidak berpori (non-porous membrane)
- d. Contoh material: polyoxadiazoles, polytriazole.
- e. Material ini bisa digunakan untuk aplikasi separasi gas dan uap dan pervaporasi.

2. Anorganik

Tipe material anorganik membran ada 4 yaitu:

- a. Membran keramik
- b. Merupakan kombinasi dari logam (aluminium, titanium, silicium atau zirconium) dan non-logam (oxide, nitride atau carbide).
- c. Membran gelas
- d. berupa silikon oksida / silika (SiO_2)
- e. Membran logam (termasuk karbon)
- f. Membran zeolite

3. Biologi

Merupakan material membran yang berasal dari makhluk hidup misalnya lipida (phospholipid). Struktur membran dari material ini sangat kompleks. Tiap molekul lipid terdapat bagian yang hidrofilik dan hidrofobik.

2.5 Biofilter

2.5.1 Definisi Biofilter

Filter artinya alat untuk menyaring; penyaring; penapis. Biofilter merupakan komponen system peredaran ulang tertutup yang menyebabkan terjadinya penetralan bahan-bahan racun sebagai hasil suatu proses. Adapun kelebihan dari teknologi biofilter adalah aman, efisien, konsumsi energi rendah, dan murah. Teknologi biofilter ini juga tidak mengeluarkan produk sampingan sehingga fokus keluaran lebih gampang dipantau. Selain itu, teknologi biofilter ini juga tidak melibatkan perlatan-peralatan berbahaya. Dengan desain yang sederhana dan mudah digunakan, membuat teknologi ini bersifat aman untuk diterapkan.

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

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

berbagai penyakit degeneratif. Dengan membran ini lah pemicu rusaknya sel oleh radikal bebas asap rokok dapat dihindari (Istna, 2013).

2.6 Tanaman Cengkeh

Cengkeh adalah tanaman asli Indonesia, banyak digunakan sebagai bumbu masakan pedas di negara-negara Eropa, dan sebagai bahan utama rokok kretek khas Indonesia. Dalam Q.S Asy Syu'araa' (26): 7, Allah SWT berfirman:

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

“ Dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik? ” (Q.S Asy Syu'araa' (26): 7).

Dalam firman Allah di atas memiliki arti bahwa segala macam tumbuh-tumbuhan yang ada di bumi ini memiliki manfaat, fungsi, dan khasiat masing-masing. Tumbuh-tumbuhan itu akan sangat bermanfaat jika kita menggunakannya dengan baik. Dari banyaknya tumbuh-tumbuhan yang ada, cengkeh adalah salah satunya. Cengkeh (*Syzygium aromaticum*, syn. *Eugenia aromaticum*), dalam bahasa Inggris disebut *cloves*, adalah tangkai bunga kering beraroma dari suku *Myrtaceae*. Cengkeh ditanam terutama di Indonesia (Kepulauan Banda) dan Madagaskar, juga tumbuh subur di Zanzibar, India dan Srilanka (Aksan, 2008).

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 di atas terutama 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, anestetik lokal, karminatif, antiemetik, antiseptik dan antispasmodik (Ferdinanti, E, 2001).



Gambar 2.2 Tanaman Cengkeh
(<http://epetani.deptan.go.id/taxonomy>)

Cengkeh (*Syzygium Aromaticum*) merupakan salah satu jenis tanaman rempah khas Indonesia. Bagi masyarakat Indonesia, cengkeh merupakan salah satu bumbu rempah yang biasa digunakan di dapur. Namun, sebenarnya masih banyak manfaat dibalik tampilan sederhana cengkeh. Cengkeh kini diyakini sebagai rempah-rempah super karena dianggap memiliki kandungan antioksidan alami yang tinggi. Demikian diungkap peneliti asal Spanyol. Kandungan senyawa *phenolic* merupakan kunci dari tingginya antioksidan pada cengkeh. Antioksidan sangat penting untuk menjaga makanan tetap segar dan penemuan itu dapat

berimplikasi luas terhadap industri makanan sekaligus bermanfaat bagi kesehatan. Penelitian itu disebut sebagai salah satu alasan positif untuk mendorong semakin banyaknya produk alami seperti cengkeh yang dapat digunakan untuk mengganti antioksidan sintetis 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, venilllin, dan asam galotanin.

Cengkeh kini diyakini sebagai rempah-rempah yang memiliki kandungan antioksidan alami yang tinggi. Demikian diungkap 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 memacu peradangan. Kombinasi antiperadangan 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).



Gambar 2.3 Cengkeh yang sudah dikeringkan
(<http://sinjaikab.go.id>)

Bunga cengkeh kering juga 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 menghindarkan kehilangan komponen-komponen berharga yang mudah menguap, proses penggilingan dilakukan pada temperature rendah (25-35⁰C). Komposisi kimia bunga cengkeh dapat dilihat pada Tabel 2.1:

Tabel 2.1 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> & resin	0,8	5-10
Kadar protein	0,2	5-7
Kadar serat kasar	7,6	6-9
Kadar tannin	-	10-18

Disamping sebagai sumber *flavor* alami, cengkeh juga mengandung unsur-unsur nutrisi lain seperti: protein, vitamin dan mineral seperti terlihat pada Tabel 2.2 Pada tabel tersebut terlihat bahwa cengkeh mengandung lemak, karbohidrat, dan “*food energy*” yang cukup tinggi.

Tabel 2.2 Komponen nutrisi 100 g 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 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).

2.7 Daun Kelor

Tanaman kelor merupakan perdu dengan ketinggian sampai 10 m, berbatang lunak dan rapuh dengan daun yang sebesar ujung jari berbentuk bulat telur dan tersusun majemuk. Kelor dalam al-qur'an disebutkan secara tersirat dalam Q.S al-an'am (6): 99, Allah SWT berfirman:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا.....

“ 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. . . . ” (Q.S al-an'am (6): 99).

Kalimat “ Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau....” Memiliki arti bahwa allah menumbuhkan segala macam tumbuh-tumbuhan, dan salah satunya adalah tumbuhan yang berwarna hijau. Salah satu tumbuhan hijau yang kaya manfaat adalah kelor. Kelor (*Moringa aloifera Lamk*) diyakini berasal dari India dan Arab kemudian menyebar di berbagai wilayah. Di berbagai komunitas di daerah tropis kelor dimanfaatkan untuk berbagai penggunaan seperti pengobatan tradisional, desinfektan, pelumas dan kosmetik. Kelor dapat berbunga sepanjang tahun berwarna putih, buah bersisi segitiga dengan panjang sekitar 30 cm, tumbuh subur mulai dari dataran rendah ketinggian 700 mdpl. Biji kelor mengandung 35-40% dari berat kering. Kulit bijinya yang terbuang mengandung protein cukup tinggi, mendekati 60% sehingga cocok untuk makan hewan ternak (Rama Prihandana, Roy: 2008).



Gambar 2.4 Daun, buah, dan bunga *Moringa oleifera*
(Sumber Hsu *et al*,2006)

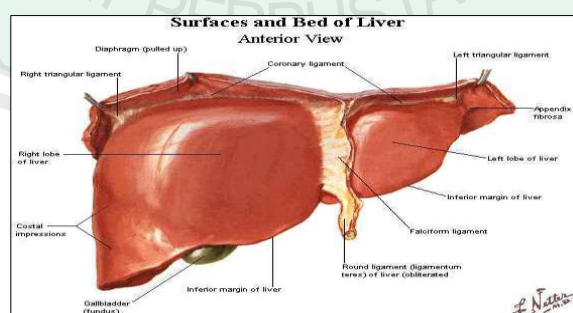
Moringaceae kaya kandungan gula sederhana, rhamnose, dan senyawa unik yaitu glukosinolat dan isotiotianat (Bennet dkk dan Fahey dkk dalam Fahey, 2005). Daun *Moringa oleifera* digunakan sebagai obat infeksi, antibakteri, infeksi saluran urin, luka eksternal, anti-hipersensitif, anti-anemik, diabetes, 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 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). 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, Kaempferol, Leucine, Lutein, Methionine, Myristic-Acid, Palmitic-Acid, Prolamine, Proline, Quercetin, Rutin, Selenium, Threonine, Tryptophan, Xanthins, Xanthophyll, Zeatin, Zeaxanthin, Zinc.

2.8 Organ Hati

Hati adalah organ yang terbesar yang terletak di sebelah kanan atas rongga perut di bawah diafragma. Beratnya 1.500 gr atau 2,5 % dari berat badan orang dewasa normal. Pada kondisi hidup berwarna merah tua karena kaya akan persediaan darah. Hati terbagi menjadi lobus kiri dan lobus kanan yang dipisahkan oleh *ligamentum falciforme*. Lobus kanan hati lebih besar dari lobus kirinya dan mempunyai 3 bagian utama yaitu : lobus kanan atas, lobus *caudatus*, dan lobus *quadratus*.



Gambar 2.5 Gambaran makroskopik hati manusia dari anterior (Putz & Pabst, 2007).

Koeman (1987) menyebutkan kelebihan radikal bebas di dalam hepar menyebabkan peroksida lemak dalam membrane sel, mitokondria terserang dan

melepaskan ribosom dari reticulum endoplasmic sehingga pemasokan energi yang di perlukan untuk memelihara fungsi dan struktur reticulum endoplasmatik terhenti, akibatnya sintesis protein menjadi menurun, sel kehilangan daya untuk mengeluarkan trigleserida dan akan terjadi degenerasi berlemak sel hepar dan menyebabkan sel hepar kehilangan fungsinya.

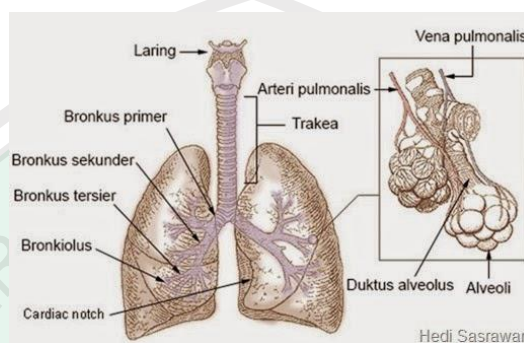
2.8.1 Fungsi utama hati.

- a. Untuk metabolisme protein, lemak, dan karbohidrat. Bergantung kepada kebutuhan tubuh, ketiganya dapat saling dibentuk.
- b. Untuk tempat penyimpanan berbagai zat seperti mineral (Cu, Fe) serta vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A,D,E, dan K), glikogen dan berbagai racun yang tidak dapat dikeluarkan dari tubuh (contohnya : pestisida DDT).
- c. Untuk detoksifikasi dimana hati melakukan inaktivasi hormon dan detoksifikasi toksin dan obat.
- d. Untuk fagositosis mikroorganisme, eritrosit, dan leukosit yang sudah tua atau rusak.
- e. Untuk sekresi, dimana hati memproduksi empedu yang berperan dalam emulsifikasi dan absorpsi lemak.

2.9 Organ Paru

Pulmo (paru-paru) adalah salah satu organ yang berbentuk kantung dan merupakan kumpulan banyak rongga udara yang kecil. Fungsi utama organ ini adalah untuk mencukupi kebutuhan oksigen yang digunakan di dalam tubuh dan

untuk mengeluarkan karbondioksida, yang merupakan sisa pembakaran tubuh. (Akoso, 2000 *dalam* Anindyajati, 2007).



Gambar 2.6 Anatomi paru-paru
(<http://hedisasrawan.blogspot.co.id/2015/04/anatomi-paru-paru-artikel-lengkap.html>)

Tiap paru-paru melekat pada jantung dan trakhea melalui radix pulmonis dan ligamentum pulmonale. Paru-paru sehat selalu berisi udara dan akan mengapung bila dimasukkan ke dalam air. Paru-paru dari fetus atau bayi baru lahir berwarna agak kemerahan dan lunak. Bila bayi belum bernapas maka paru-paru tidak akan mengapung di dalam air tetapi akan tenggelam. Paru-paru orang dewasa mempunyai permukaan yang berwarna lebih gelap dan sering ada bercak-bercak yang disebabkan oleh penimbunan partikel debu yang terisap (Wibowo & Paryana, 2009). Semakin berusia lanjut bercak ini menjadi hitam, karena granul dengan kandungan bahan karbon yang dihirup, tersimpan pada jaringan penyambung dekat permukaan. Biasanya, apex pulmonis dan tepi belakang paru yang kurang dapat bergerak, berwarna lebih gelap (Gunardi, 2007). Dibandingkan dengan paru-paru kiri, maka paru-paru kanan lebih besar dan lebih berat, tetapi lebih pendek karena kubah diafragma kanan letaknya lebih tinggi. Juga lebih lebar

karena adanya jantung yang letaknya lebih ke kiri dalam rongga thorax (Wibowo & Paryana, 2009).

Sebuah lobulus paru terdiri atas bronkiolus, bronkiolus terminal, bronkiolus respiratori dan alveoli. Alveoli merupakan bagian dari paru-paru, yang merupakan evaginasi (penonjolan) kecil seperti kantung, pada manusia bergaris tengah $\pm 200 \mu\text{m}$, dari bronkiolus respiratori, duktus alveolaris, dan sakus alveolaris. Alveoli merupakan bagian terminal cabang-cabang bronkus dan bagian yang paling banyak terdapat struktur paru yang menyerupai busa (struktur spons). Secara struktural, alveolus menyerupai kantung kecil yang terbuka pada satu sisinya, mirip sarang lebah. Di dalam struktur mirip mangkuk ini berlangsung pertukaran oksigen dan CO_2 antara udara dan darah. Struktur dinding alveoli dikhususkan untuk difusi antara lingkungan eksternal dan internal. Oksigen dalam alveoli masuk ke dalam kapiler darah melalui membran dan CO_2 berdifusi dengan arah berlawanan (Junqueira *et al.*, 1998).

Paru-paru dapat dibagi menjadi sistem penyalur udara intrapulmonar, parenkim/sistem respirasi, dan pleura. Sistem penyalur udara intrapulmonar (bronchus dan bronkiolus), menempati sekitar 6% dari paru-paru. Parenkim (sistem respirasi atau daerah pertukaran gas, terdiri dari duktus alveolaris, sakus alveolaris dan alveoli) mencakup 85% dari seluruh paru-paru. Paru-paru dibalut oleh jaringan ikat dan sel-sel mesotel membentuk pleura viseral. Pleura, pembuluh darah, syaraf dan bronkiolus menempati sekitar 9%-10% dari total paru-paru. Pada paru-paru yang mengembang, (parenkim menempati 85%), terdapat 70% rongga udara dan 30% merupakan jaringan tempat pertukaran gas yang

mengelilingi rongga udara. Jaringan ini mencakup epitel, beberapa jaringan ikat, arteriola dan venula, serta jalinan kapiler paru-paru (Irvin, 2003).

Tempat terjadinya pertukaran gas disebut *barier* darah-udara (*air-blood barrier*), yang merupakan permukaan luas dengan jalinan kapiler di satu sisi dan udara pada sisi lain. Pertukaran gas umumnya terjadi pada kedua belah sisi septa jaringan yang memisahkan alveolus/septa interalveolaris. Saluran udara dalam parenkim diatur dalam unit asinus/unit respiratori terminalis merupakan unit fungsional dari daerah pertukaran gas (Vanwye, 1993 *dalam* Widodo, 2006).

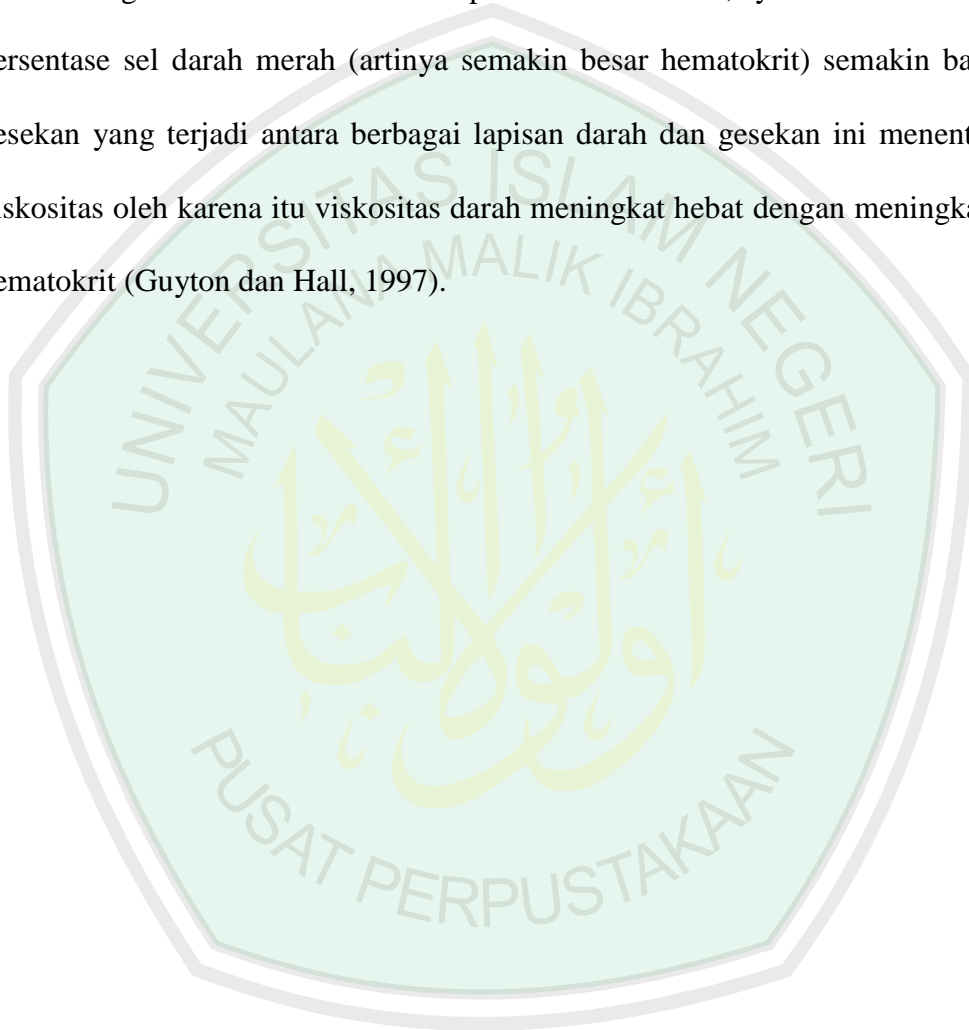
2.10 Viskositas Darah

Hematokrit merupakan indikasi dari proporsi sel dan cairan dalam darah. Hematokrit yang rendah dapat mengindikasikan beberapa factor kelainan antara lain anemia, hemoragi, kerusakan sumsum tulang, kerusakan sel darah merah, malnutrisi, myeloma, rheumatoid arthritis, sebaliknya jika nilai hematokrit yang tinggi mengindikasikan dehidrasi eritrositis, polisimia vena (Scahalm, *et al.*, 1975).

Untuk mencit angka eritrosit yang diperoleh berada pada ring normal yaitu 6,86 -11,7 jt/mm³ dan jika dibandingkan dengan jumlah eritrosit pada manusia berada jauh diatas rentang normal yaitu 4,5 jt/mm³- 5,9 jt/mm³. Pada manusia apabila ditemukan jumlah eritrosit yang lebih besar dari angka yang ada pada ring diatas, keadaan ini disebut polisitemia sekunder, jenis ini umumnya disebut polisitemia fisiologis, kapan pun jaringan mengalami hipoksia akibat terlalu sedikitnya oksigen dalam atmosfer atau akibat gagalnya pengiriman oksigen ke jaringan, seperti yang terjadi pada gagal jantung maka organ-organ pembentuk

darah secara otomatis akan memproduksi sejumlah besar eritrosit (Metha & Hoffbrand, 2006).

Pengaruh hematokrit terhadap viskositas darah, yaitu semakin besar persentase sel darah merah (artinya semakin besar hematokrit) semakin banyak gesekan yang terjadi antara berbagai lapisan darah dan gesekan ini menentukan viskositas oleh karena itu viskositas darah meningkat hebat dengan meningkatnya hematokrit (Guyton dan Hall, 1997).



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2015 – selesai di Laboratorium Riset Kimia-Fisika, Laboratorium Fisika Modern, Laboratorium Fisiologi Hewan, Laboratorium Biosistem Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas : Rokok dengan Biofilter cengkeh dan Biofilter daun kelor
2. Variabel tergantung : Derajat kerusakan hati, derajat kerusakan paru-paru dan viskositas darah
3. Variabel kendali : Usia mencit, pakan mencit, lama pemaparan dan jumlah penghisapan asap rokok

3.3 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh asap rokok melalui biofilter berbahan cengkeh dan kelor terhadap paru-paru, hati dan viskositas darah mencit (*Mus musculus*).

3.4 Populasi dan Sample Penelitian

Hewan yang di gunakan dalam penelitian ini adalah mencit (*Mus musculus*) yang berumur sekitr 3-4 minggu dengan berat sekitar 18-20 gram. Mencit yang di gunakan dalam penelitian ini berjumlah 20 ekor. Mencit dibagi dalam 4 kelompok

yaitu: Kelompok kontrol (-), Kelompok kontrol (+), Kelompok perlakuan I, dan Kelompok perlakuan II, dan Masing-masing kelompok berjumlah 5 ekor.

Kelompok kontrol (-) tanpa di papari asap rokok kretek, kelompok kontrol (+) di papari asap rokok kretek tanpa biofilter, kelompok perlakuan I di papari asap rokok kretek dengan biofilter berbahan cengkeh dan Kelompok perlakuan II di papari asap rokok dengan biofilter daun kelor. Pemaparan asap rokok dilakukan selama 4 minggu, dengan 15 kali hisapan per hari selama 15 menit. Pemaparan dilakukan setiap pukul 08.00 WIB pada suhu ruangan (20°C sampai 25°C).

3.5 Alat dan Bahan

3.5.1 Alat

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

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. Sduit 10 ml
10. Cetakan (Selang bening diameter 0.7 cm)
11. Kandang hewan coba (P=35 cm, L=11 cm, dan $V= 10780\text{ cm}^3$)
12. Tempat makan dan minum hewan coba

13. Kaca berbentuk kubus
14. Sekam
15. Kaos tangan
16. Masker
17. Papan bedah
18. Seperangkat alat bedah
19. Kapas
20. Mikroskop Digital
21. Pipet Westergreen
22. Rak standar Westergreen
23. Botol kering dan bersih

3.5.2 Bahan

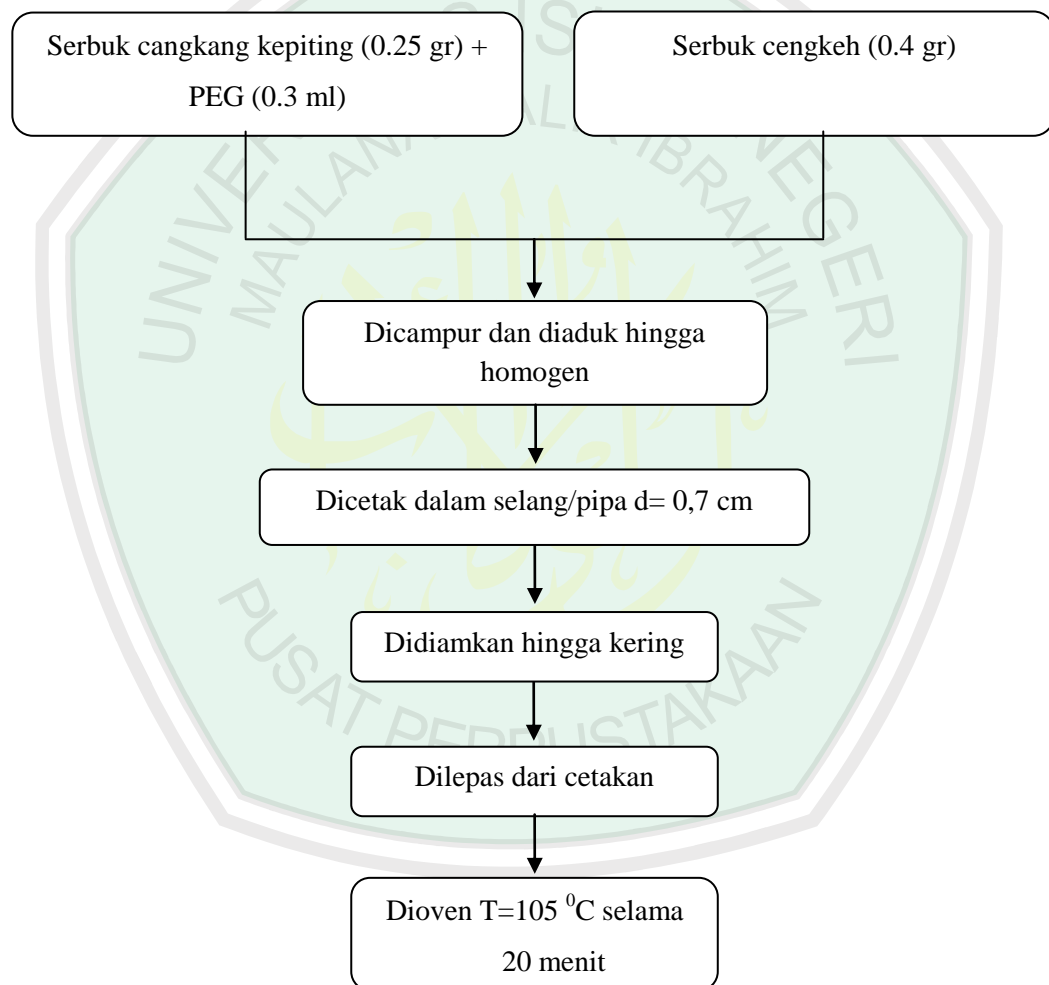
1. Rokok kretek
2. Serbuk cangkang kepiting 0,25 gr
3. Serbuk cengkeh 0.4 g
4. Serbuk daun kelor 0,5 gr
5. Polietilen Glikol (PEG) 0.3 ml.
6. Aquades 99%
7. Pakan dan minum mencit
8. Botol
9. Formalin 10%
10. Alkohol
11. Etanol absolut 95%

12. Xylol

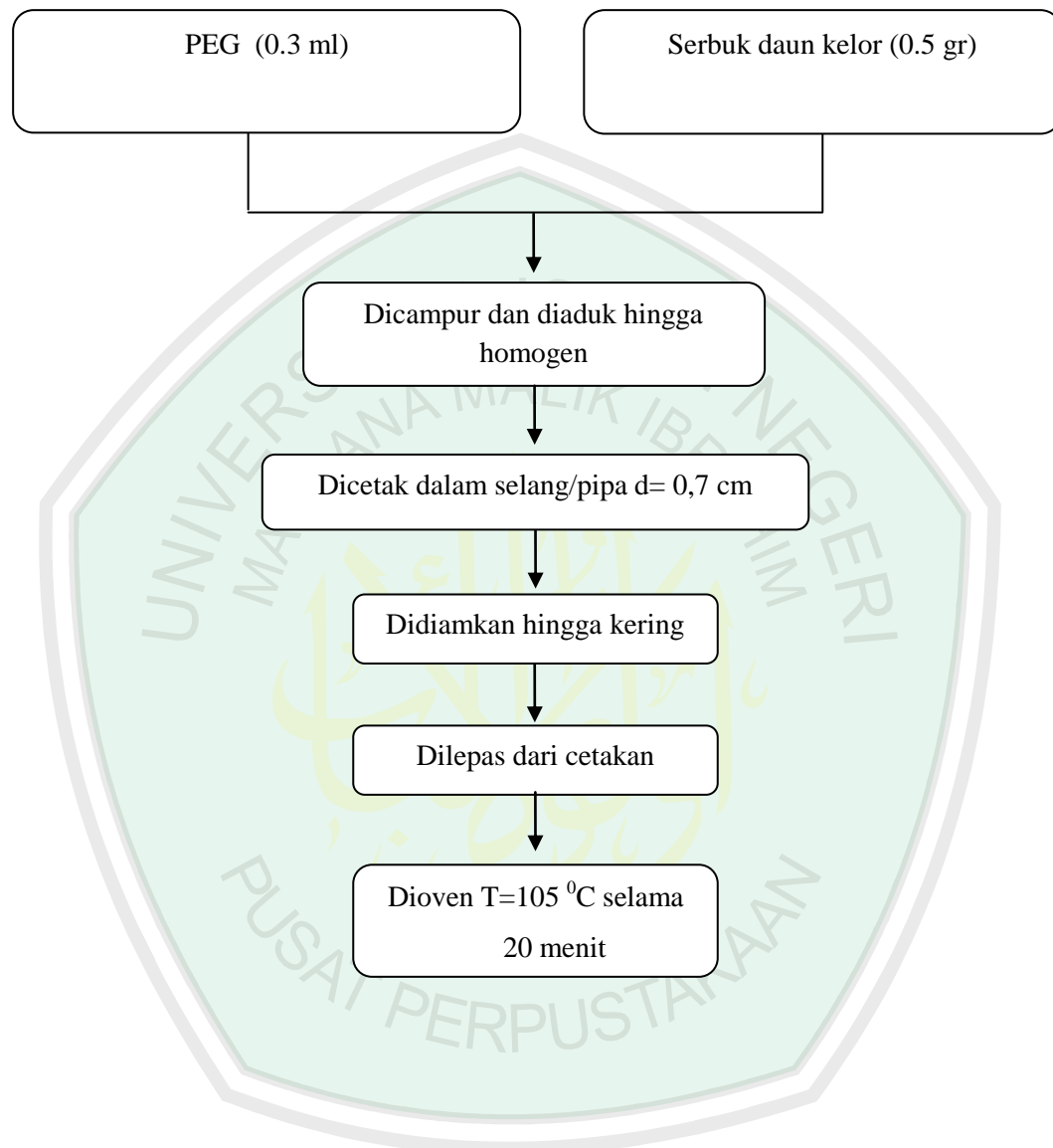
13. NaCl fisiologis

3.6 Rancangan Penelitian

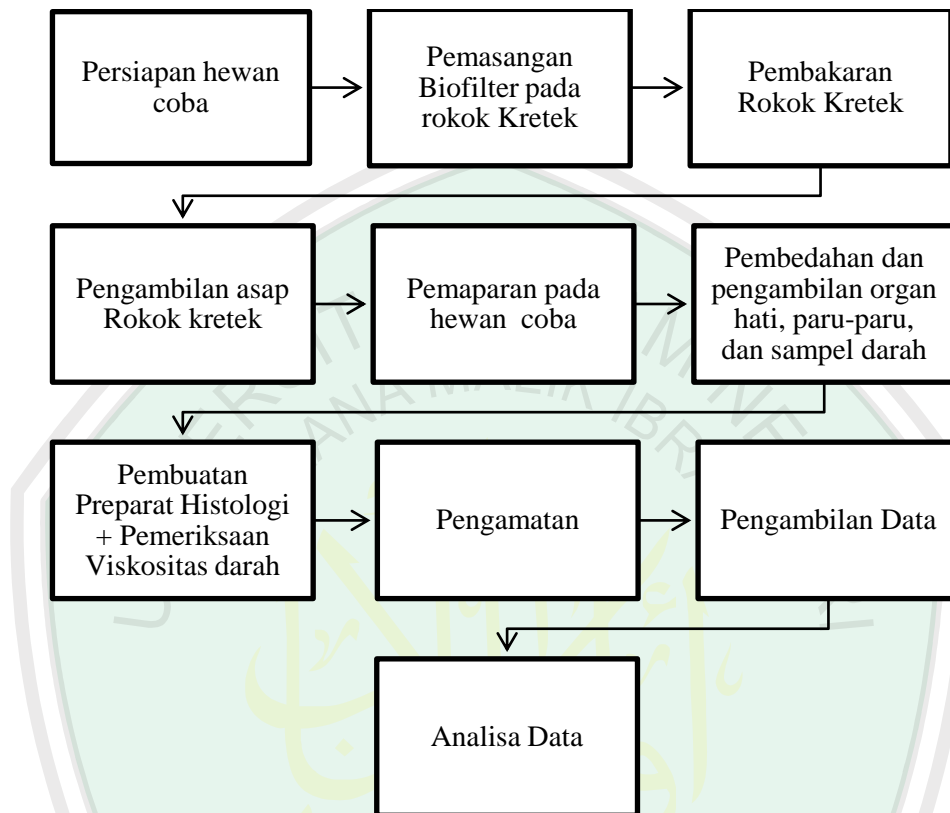
3.6.1 Pembuatan Biofilter Berbahan Cengkeh + PEG



3.6.2 Pembuatan Biofilter Berbahan Daun Kelor + PEG



3.7 Perlakuan



3.8 Prosedur Penelitian

3.8.1 Pembuatan komposit (Biofilter)

1. Cengkeh dijemur kemudian ditumbuk hingga halus.
2. Diayak dengan ayakan 100 mesh dan 250 mesh.
3. Serbuk cengkeh ditimbang 0.4 gr.
4. Cangkang kepiting ditumbuk hingga halus dan ditimbang 0.25 gr.
5. Serbuk cangkang kepiting dicampur dengan Polietilen Glikol (PEG) 0,3 ml.
6. Serbuk cangkang kepiting + PEG dicampur dengan serbuk cengkeh hingga homogen.
7. Dicetak dalam selang/pipa berdiameter 0,7 cm dan panjang 1.5 cm.

8. Komposit didiamkan hingga kering kemudian dilepas dari cetakan.
9. Komposit dioven dengan suhu 105 °C selama 20 menit.
10. Dilakukan langkah yang sama pembuatan membran biofilter berbahan kelor 0,5 gr.
11. Membran biofilter berbahan cengkeh dan kelor disetiap perlakuan masing-masing di buat 30 buah, jadi jumlah keseluruhan biofilter yaitu 60 buah.

3.8.2 Perlakuan

1. Persiapan hewan coba. Sebelum penelitian dilakukan, terlebih dahulu mempersiapkan tempat pemeliharaan hewan coba yang meliputi kandang, tempat makan dan minum mencit, pakan dan minum mencit.
2. Pemasangan biofilter berbahan cengkeh dan daun kelor pada rokok kretek, dengan cara menempelkan biofilter pada salah satu ujung rokok kretek.
3. Pembakaran rokok kretek dan penghisapan asap. Rokok kretek non biofilter dan berbiofilter dibakar dan di hisap dengan menggunakan suntikan atau alat hisap secara berkala hingga 15 kali hisapan.
4. Pemaparan asap rokok pada hewan coba. Pada saat pemaparan, mencit di pindahkan kedalam kaca berbentuk kubus yang tertutup dengan ventilasi udara terbatas.



Gambar 3.1 Kandang pada saat pemaparan asap rokok

5. Pemaparan asap rokok dilakukan secara rutin selama 4 minggu, dengan dosis satu hari pemaparan yaitu 15 kali hisapan pada masing-masing kelompok perlakuan.
6. Selanjutnya mencit didislokasi leher, kemudian dilakukan pembedahan, diambil organ hati, paru-paru dan sample darah. Sampel organ hati dan paru-paru yang telah diambil disimpan di dalam botol yang telah di isi formalin 10%, kemudian diambil dan di buat preparat histologis dengan pewarnaan hematoksik dan eosin (HE) (Winaya et al, 2005). Sedangkan sample darah digunakan untuk pemeriksaan viskositas darah.

3.8.2.1 Pembuatan Preparat Hitologis Organ Hati dan Paru Mencit (*Mus musculus*)

Mencit kelompok Kontrol (-) dan Kontrol (+) dan hasil perlakuan pemaparan asap rokok biofilter cengkeh dan daun kelor selama 4 minggu yang telah di bedah diambil organ hati dan organ paru-paru serta dilakukan pembuatan preparat sebagai berikut:

1. Tahap pertama adalah *Coating*, dimulai dengan menandai object glass yang akan di gunakan dengan kikir kaca pada area tepi, lalu di rendam dengan alcohol 70% minimal selama semalam, kemudian objek glass di keringkan dengan tissue dan di lakukan perendaman dalam larutan gelatin 0,5 % slama 30-40 detik per slide, lalu di keringkan dengan posisi di sandarkan sehingga gelatin yang melapisi kaca dapat merata.
2. Tahap kedua, organ hati dan paru-paru yang telah di simpan di dalam larutan formalin 10% dicuci dengan alcohol selama 2 jam, kemudian dilanjutkan

dengan pencucian secara bertingkat dengan alcohol yaitu dengan 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 parafin di tuangkan dalam wadah yang telah di persiapkan dan diatur sehingga tidak ada udara yang terperangkap di dekat bahan. Blok Paraffin di biarkan semalaman dalam suhu ruangan, kemudian di inkubasi dalam freezer sehingga blok benar-benar keras.
5. Tahap pemotongan dengan mikrotom, cutter di panakan dan di tempelkan pada blok sehingga paraffin sedikit meleleh. Holder di jepit pada mikrotom putar dan di tata dengan mengatur ketebalan irisan, kemudian hati dan paru-paru di potong dengan ukuran 6 μm , lalu pita hasil irisan diambil dengan menggunakan kuas dan di masukkan dalam air dingin untuk membuka lipatan, selanjutnya di masukkan ke air hangat dan di lakukan pemulihan irisan yang terbaik. Irisan yang di pilih diambil dengan gelas object yang telah di coating lalu di keringkan diatas hot plate.
6. Tahap Deparafiasi yaitu preparat di masukkan kedalam xylol sebanyak 2 kali 5 menit.
7. Tahap Rehidrasi, preparat di masukkan 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 di dapatkan hail warna yang terbaik, selanjutnya di cuci dengan air mengalir selama 30 menit dan di bilas dengan aquades selama 5 menit, setelah itu preparat di masukkan kedalam pewarna eosin akohol selama 30 menit dan di bilas dengan aquades selama 30 menit.
9. Tahap berikutnya adalah Dehidrasi dengan memasukkan preparat pada seri etanol bertingkat dari 80%, 90%, 95% hingga etanol absolut (2 kali).
10. Tahap Clearing dilakukan dengan memasukkan preparat pada xylol 2 kali selama 5 menit dan di keringkan.
11. Tahap terakhir pengeleman dengan etelen. Hasil di amati di bawah mikroskop dan di foto, kemudian di amati dan dicatat tingkat kerusakan organ hati dan paru ,dari masing-masing kelompok perlakuan.

3.8.2.2 Pengamatan Struktur Histologis Hati dan Paru-paru Mencit (*Mus musculus*)

Histologis hati dan paru-paru mencit selanjutnya di amati di bawah mikroskop dengan menggunakan pembesaran 400x. Struktur mikroskopik hati yang diamati meliputi kondisi sel hati, vena sentralis, dan sinusoid. Sedangkan untuk paru yaitu membrane alveolus, lumen alveolus dan hubungan antar alveolus.

Setiap preparat hati dan paru diambil 5 lapang pandang kemudian struktur mikroanatomi hati dan paru-paru dianalisis secara deskriptif kualitatif dan dibuat skor derajat kerusakan hati dan paru.

3.8.2.3 Teknik Penentuan Kerusakan Hati Mencit (*Mus musculus*)

Untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap hati mencit, dilakukan pemeriksaan gambaran hispatologi hati sebagai berikut:

1. Dibuat preparat jaringan hepar dari setiap mencit.
2. Preparat dibaca di bawah mikroskop computer dengan perbesaran 400x dalam 5 lapang pandang.
3. Dilakukan perhitungan jumlah dan penilaian kondisi sel hepar yang berpusat pada vena sentralis dalam setiap lapang pandang.
4. Diamati secara umum terhadap kondisi sel hati, vena sentralis, dan sinusoid baik yang masih dalam keadaan normal maupun yang mengalami kerusakan. Jenis kerusakan hepar yang diamati meliputi degenerasi parenkimatososa, degenerasi hidropik, nekrosis dan sel menghilang.
5. Hasil pengamatan histologi hepar diskoring menggunakan acuan penilaian dengan metode *Manja Roenigk* sesuai pada tabel 3.1.

Tabel. 3.1 Acuan Penilaian atau Skoring Gambaran histologi Hepar

Organ Hati	Skor
Normal (tampak sel polygonal, sitoplasma berwarna merah homogeny, dinding sel berbatas tegas)	1
Kerusakan pada tahap degenerasi parenkimatososa, degenerasi hidropik, nekrosis mencapai $\leq \frac{1}{2}$ luas lapang pandang	2
Kerusakan pada tahap degenerasi parenkimatososa, degenerasi hidropik, nekrosis mencapai $\geq \frac{1}{2}$ luas lapang pandang	3
Kerusakan pada tahap jumlah sel menghilang	4

mencapai $\leq \frac{1}{2}$ luas lapang pandang	5
Kerusakan pada tahap jumlah sel menghilang	
mencapai $\geq \frac{1}{2}$ luas lapang pandang	

6. Dalam setiap preparat diambil skor tingkat kerusakan organ hati dari 5 lapang pandang, kemudian data tersebut dijumlah.

3.8.2.4 Teknik Penentuan Kerusakan Paru Mencit (*Mus musculus*)

Struktur mikroanatomi paru-paru dianalisis secara deskriptif kualitatif dan dibuat skor derajat kerusakan seperti tercantum dalam tabel 1 (Marianti, 2009).

Tabel 3.2 Skor derajat kerusakan jaringan paru-paru mencit akibat paparan asap rokok antara kelompok kontrol (-), kontrol (+), perlakuan I, dan Perlakuan II

Gambaran histologis	Skor		
	1	2	3
Membran Alveolus	Membran Alveolus utuh, berinti dan lengkap dengan sel-sel Endotelium >75%	Membran Alveolus utuh, berinti dan lengkap dengan sel-sel Endotelium 25-75%	Membran Alveolus utuh, berinti dan lengkap dengan sel-sel Endotelium <25%
Lumen Alveolus	Membulat ukuran Proporsional >75%	Membulat ukuran Proporsional 25-75%	Membulat ukuran Proporsional <25%
Hubungan antar Alveolus	Rapat >75%	Rapat 25-75%	Rapat <25%

3.8.3 Pemeriksaan Viskositas Darah

Mencit dibedah secara vertikal dari daerah abdomen posterior menuju anterior dengan membuka daerah rongga perut dan rongga dada, kemudian diambil darah mencit dengan menggunakan spuit 1 ml pada daerah jantung (Mila, 2014). Darah kemudian ditampung di tabung appendorf dan di sentrifuse selama 15 menit dengan kecepatan 3000 rpm.

Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur panjang masing-masing lapisan dengan menggunakan penggaris. Level hematokrit ditentukan dengan cara hasil pengukuran panjang pada bagian sel darah merah dibagi dengan total panjang darah kemudian dikalikan 100%, sehingga didapatkan level hematokrit dalam bentuk persen.

3.9 Pengambilan Data

Proses pengambilan data dilakukan dengan mengamati gambaran morfologis hati dan paru serta menilai struktur mikroanatomi hati dan paru-paru yang dianalisis secara deskriptif kualitatif dan berdasarkan skor derajat kerusakan hati dan paru. Pengambilan data Viskositas darah dilakukan dengan menentukan nilai viskositas darah berdasarkan nilai yang terbaca dalam tabung appendorf.

Tabel 3.3 Hasil Penilaian Kerusakan Hati Mencit (*Mus musculus*)

Kelompok Uji	Ulangan				
	1	2	3	4	5
Kelompok Kontrol (-)					
Kelompok Kontrol (+)					
Kelompok I					
Kelompok II					

Tabel 3.4 Hasil Penilaian Kerusakan Paru Mencit (*Mus musculus*)

Kelompok Uji	Ulangan				
	1	2	3	4	5
Kelompok Kontrol (-)					
Kelompok Kontrol (+)					
Kelompok I					
Kelompok II					

Tabel 3.5 Hasil Nilai Viskositas Darah Mencit (*Mus musculus*)

Kelompok Uji	Ulangan				
	1	2	3	4	5
Kelompok Kontrol (-)					
Kelompok Kontrol (+)					
Kelompok I					
Kelompok II					

3.10 Analisis Data

Data tentang gambaran histologis hati dan paru serta viskositas darah mencit (*Mus musculus*) digunakan untuk melihat apakah ada perbedaan antar perlakuan dan dianalisis menggunakan One Way ANOVA dengan software *SPSS Version 16 for windows*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Sampel dan Obyek Penelitian

4.1.1 Pembuatan Membran Biofilter

Pembuatan membran biofilter ini dilakukan di Laboratorium Riset Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pada penelitian ini membran biofilter yang digunakan terbuat dari bahan komposit serbuk daun kelor dan serbuk cengkeh. Cengkeh mengandung senyawa phenolic yang merupakan kunci dari tingginya anti oksidan pada cengkeh. Study-study pada hewan menunjukkan zat kimia ini dapat menghambat COX-2, protein yang memacu peradangan. Kombinasi anti peradangan dan anti oksidan dalam cengkeh mempunyai sejumlah manfaat, antara lain melindungi jantung dan membantu mencegah kanker. Sedangkan Kelor mengandung senyawa unik yaitu glukosinolat dan isotiotianat yang diketahui sebagai hipotensif, anti kanker dan aktivitas anti bakteri. Sehingga daun kelor dan serbuk cengkeh sangat efektif apabila digunakan sebagai membran biofilter.

Membran biofilter dibuat dengan melalui beberapa tahap. Yakni pada tahap awal mencampurkan komposit serbuk cengkeh dengan serbuk cangkang kepiting, dan serbuk daun kelor dengan serbuk tembakau, yang kemudian masing-masing bahan ditambah dengan *Poly Etilen Glikol* (PEG) sebagai matriksnya. Komposisi PEG yang digunakan sebanyak 0.3 ml, sedangkan komposisi serbuk cangkang kepiting adalah 0.25 gr, serbuk cengkeh 0.4 gr, serbuk tembakau 0.25 gr dan serbuk daun kelor 0.5 gr, yang sebelumnya diayak dengan menggunakan ayakan

100 mesh dan 250 mesh untuk mendapatkan partikel yang sama. Biofilter pertama, memakai serbuk cengkeh dan serbuk cangkang kepiting dengan PEG sebagai matriksnya dibuat dengan tahap semua bahan di campur dan diaduk secara manual dalam cawan kecil hingga homogen, kemudian campuran tersebut di masukkan dalam cetakan berupa pipa berdiameter 0.7 cm dan memapatkannya dengan tekanan secukupnya hingga benar-benar terlihat padat dan rapat. Pembuatan yang kedua yakni memakai serbuk daun kelor dan serbuk tembakau dengan PEG sebagai matriksnya. Tahap-tahapan yang dilakukan sama seperti pembuatan biofilter yang pertama. Setelah membran komposit biofilter kering, kemudian dilepaskan dari cetakan dan di oven menggunakan suhu 105 °C selama 20 menit setelah itu didiamkan sejenak untuk menghindari *shocking thermal* pada membran. Pengovenan dilakukan dengan tujuan agar kadar air dalam membran hilang sehingga membran tidak mudah rapuh untuk dilakukan tahap pengujian. Keseluruhan yang didapatkan yakni sebanyak 60 membran yang terdiri dari 30 membran dari masing-masing komposit.

4.1.2 Preparasi Mencit

Obyek penelitian yang digunakan sebagai hewan coba untuk mengetahui pengaruh asap rokok yang telah diberi biofilter cengkeh dan biofilter kelor adalah Mencit (*Mus musculus*) berjenis kelamin jantan Balb/C yang telah berumur sekitar 3-4 minggu, berjumlah 20 ekor yang didapat dari Laboratorium Jurusan Biologi UIN MALIKI Malang. Mencit yang akan di papari dengan asap rokok dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan, yaitu kontrol negatif, kontrol positif, kelompok yang dipapari asap rokok menggunakan biofilter berbahan cengkeh, serta

kelompok yang dipapari asap rokok menggunakan biofilter berbahan daun kelor. Sebelumnya, mencit didiamkan terlebih dahulu selama 2 hari untuk beradaptasi dengan lingkungannya.

4.1.3 Perlakuan

Hewan coba yang sudah di siapkan 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 suntikan atau alat hisap secara berkala untuk di paparkan ke dalam tempat pemaparan mencit. Pada saat pemaparan, mencit dipindahkan ke dalam kaca berbentuk kubus yang tertutup rapat dengan ventilasi udara terbatas. Pemaparan asap rokok dilakukan secara rutin selama 4 minggu dengan dosis satu hari satu batang rokok atau setara 15 kali hisapan pada masing-masing kelompok perlakuan.

Setelah 4 minggu pemaparan, kemudian dilakukan pembedahan pada mencit untuk mengetahui pengaruh paparan asap rokok terhadap histologi hati, paru-paru serta viskositas darah mencit, yang diawali dengan dislokasi leher dan perobekan pada bagian perut mencit untuk diambil organ-organ yang diperlukan. Organ hati dan paru-paru yang telah di ambil kemudian di simpan terlebih dahulu dalam pot tutup merah yang telah diisi formalin 10% kurang lebih sebanyak setengah dari pot tutup merah, selanjutnya organ hati dan paru-paru di buat preparat untuk di amati di bawah mikroskop. Sedangkan sampel darah di simpan dalam tabung ependorf untuk pemeriksaan viskositas darah mencit.

4.2 Data Hasil Penelitian

4.2.1 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Kelor Terhadap Organ Hati Mencit.

Tabel 4.1 Hasil Skoring Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh Dan Daun Kelor Terhadap Organ Hati Mencit

Kelompok perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Kontrol (-)	5	5	7	6	6	5.8
Kontrol (+)	20	21	22	23	23	21.8
Cengkeh	7	8	8	7	8	7.6
Kelor	8	9	7	6	7	7.4

Berdasarkan data hasil penelitian tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap organ hati mencit dilihat dari uji ANOVA – One way 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 histologi hati mencit dari masing-masing kelompok pemaparan. Sebagaimana yang terlihat pada tabel 4.1:

Tabel 4.2 Hasil Analisis ANOVA Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh Dan Daun Kelor Terhadap Organ Hati Mencit

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	838.550	3	279.517	279.517	.000
Within Groups	16.000	16	1.000		
Total	854.550	19			

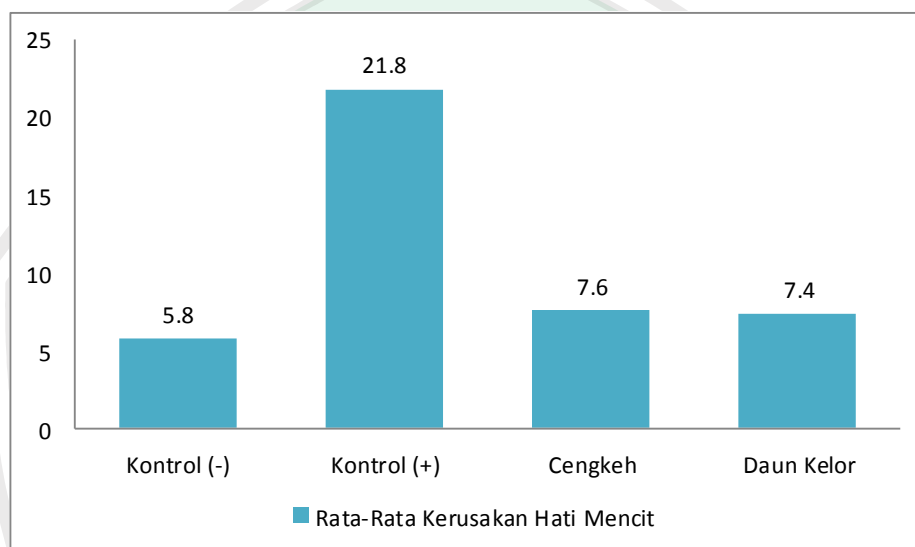
Untuk mengetahui nilai tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh asap rokok terhadap histologi hati mencit pada masing-masing kelompok perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.2:

Tabel 4.3 Ringkasan Uji Duncan Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Organ Hati Mencit.

kelompok perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
kontrol (-)	5	5.80		
Serbuk daun kelor	5		7.40	
Serbuk cengkeh	5		7.60	
kontrol (+)	5			21.80
Sig.		1.000	.756	1.000

Dari hasil analisis menggunakan uji duncan (tabel 4.2) dapat dilihat beberapa perbedaan antara K- (kontrol negatif), K+ (kontrol positif), BC (biofilter cengkeh) dan BK (biofilter daun kelor). Perlakuan K- tidak terpapar asap rokok sehingga sel hepatosit masih utuh lengkap dengan inti sel, vena sentralis tidak terjadi pelebaran dan peradangan,serta sinusoid tidak melebar. Berdasarkan nilai subset K+ yaitu 21,80, menunjukkan tingkat kerusakan paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap histologi hati mencit. Sedangkan biofilter cengkeh dan biofilter daun kelor memiliki nilai yang hampir sama yaitu 7,40 untuk daun kelor dan 7,60 untuk cengkeh, namun tetap lebih kecil dibanding nilai kerusakan K+. 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. Secara grafik dapat dilihat perbedaan dari beberapa perlakuan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Organ Hati Mencit.

4.2.2 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Kelor Terhadap Organ Paru-Paru Mencit

Tabel 4.4 Hasil Skoring Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan biofilter Cengkeh dan Kelor Terhadap Organ Paru-Paru Mencit

Kelompok perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Kontrol (-)	5	5	5	5	5	5
Kontrol (+)	14	11	11	15	11	12.4
Cengkeh	8	11	9	8	9	9
Kelor	8	7	9	8	11	8.6

Berdasarkan data hasil penelitian tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap organ paru-paru mencit dilahat

dari uji ANOVA – One way menunjukkan nilai $p = 0.000$, nilai signifikan yang dihasilkan kurang dari 0.050 ($p < 0.050$) sehingga H_0 ditolak, artinya ada pengaruh yang nyata paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor dari masing-masing kelompok pemaparan terhadap gambaran histologi paru-paru mencit. Sebagaimana terlihat pada tabel 4.3:

Tabel 4.5 Hasil Analisis ANOVA Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Organ Paru-Paru Mencit

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	137.350	3	45.783	24.096	.000
Within Groups	30.400	16	1.900		
Total	167.750	19			

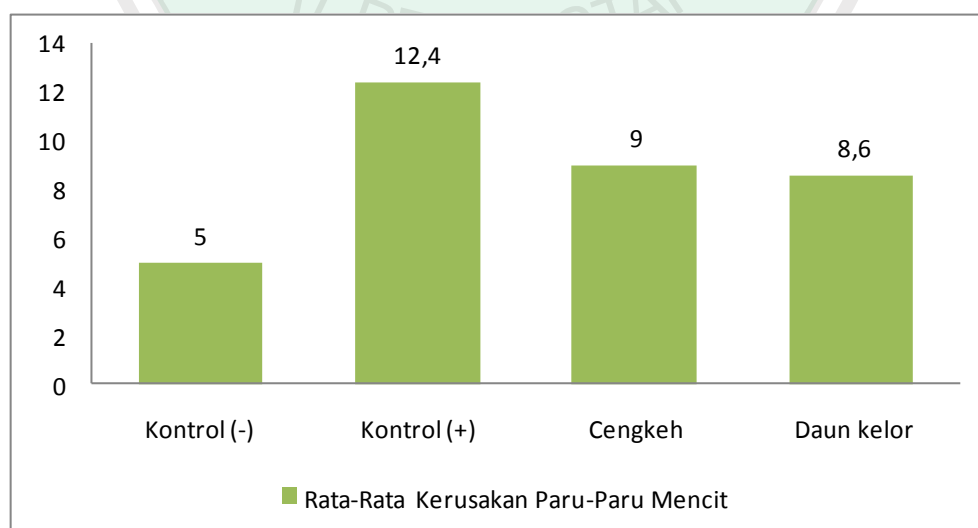
Untuk mengetahui nilai tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh asap rokok terhadap gambaran histologi paru-paru mencit pada setiap kelompok perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.4:

Tabel 4.6 Ringkasan Uji Duncan Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Organ Paru-Paru Mencit

kelompok perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
kontrol (-)	5	5.00		
serbuk daun kelor	5		8.60	
serbuk cengkeh	5		9.00	
kontrol (+)	5			12.40
Sig.		1.000	.653	1.000

Dari hasil analisis menggunakan uji duncan dapat dilihat beberapa perbedaan antara K- (kontrol negatif), K+ (kontrol positif), biofilter cengkeh dan

daun kelor. Perlakuan K- tidak terpapar asap rokok kretek sehingga membran alveolus utuh berinti dan lengkap dengan sel-sel endothelium, lumen alveolus membulat ukuran proporsional dan hubungan antar alveolus rapat. Berdasarkan nilai subset K+ 12,40 memiliki tingkat kerusakan paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan biofilter cengkeh dan daun kelor. Sedangkan biofilter cengkeh dan biofilter daun kelor memiliki nilai yang hampir sama 8,60 untuk daun kelor dan 9,00 untuk cengkeh. Angka ini menunjukkan bahwa biofilter dengan menggunakan daun kelor memiliki pengaruh yang lebih baik terhadap gambaran histologi paru-paru mencit daripada biofilter dengan bahan serbuk cengkeh. Tetapi nilai ini masih lebih kecil dibanding nilai kerusakan pada K+. Sehingga dapat diketahui bahwa pemberian filter cengkeh dan daun kelor cukup efektif dalam menangkap radikal bebas yang terdapat pada asap rokok. Secara grafik dapat dilihat perbedaan dari beberapa perlakuan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Organ Paru-Paru Mencit

4.2.3 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Kelor Terhadap Viskositas Darah Mencit.

Tabel 4.7 Hasil Skoring Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Bioilter Cengkeh dan Kelor Terhadap Viskositas Darah Mencit.

Kelompok perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Kontrol (-)	75	73	75	55	64	68.4
Kontrol (+)	76	76	50	66	82	70
Cengkeh	73	75	68	70	68	70.8
Kelor	81	66	80	85	80	78.8

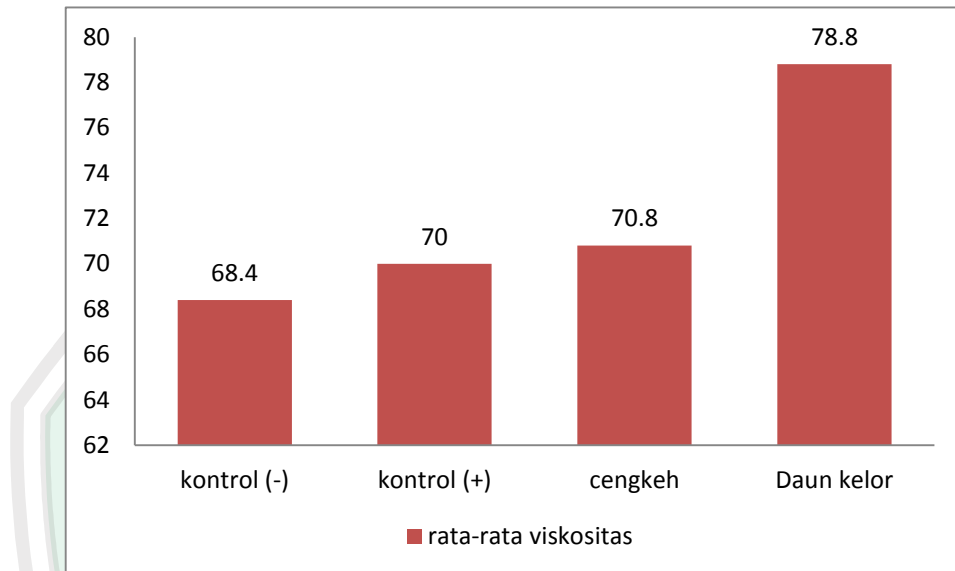
Data hasil penelitian tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap viskositas darah mencit dilahat dari uji ANOVA – One way menunjukkan nilai $p = 0.320$, nilai signifikasi yang dihasilkan > 0.050 sehingga H_0 diterima, artinya tidak ada perbedaan pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor dari masing-masing kelompok perlakuan terhadap viskositas darah mencit. Terlihat pada tabel 4.5:

Tabel 4.8 Hasil Analisis ANOVA Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Viskositas Darah Mencit.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	335.350	3	111.783	1.266	.320
Within Groups	1413.200	16	88.325		
Total	1748.550	19			

Berdasarkan hasil statistik menunjukkan tidak ada pengaruh paparan asap rokok kretek terhadap viskositas darah pada masing-masing perlakuan, tetapi secara grafik rata-rata viskositas darah menunjukkan ada perbedaan nilai

viskositas pada masing-masing perlakuan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.3.

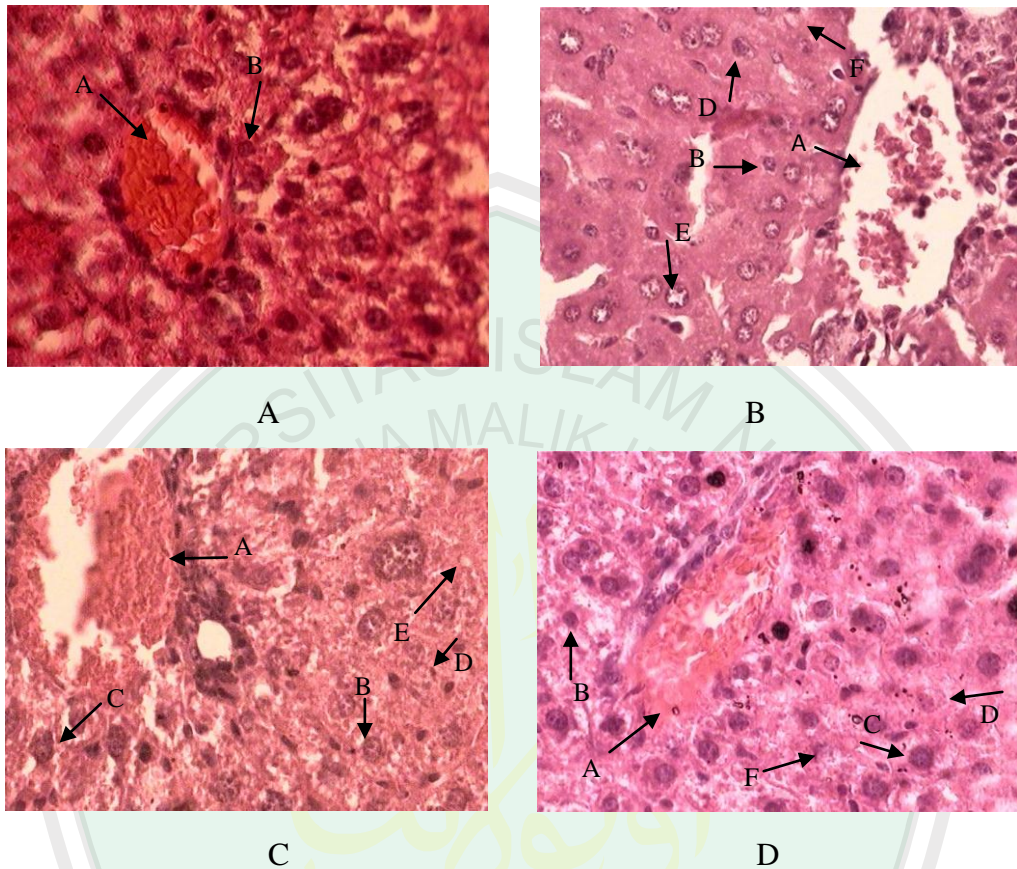


Gambar 4.3 Pengaruh Paparan Asap rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Viskositas Darah Mencit.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Organ Hati Mencit

Pada penelitian tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap organ hati mencit, dilakukan pengamatan terhadap gambaran histologi hati pada setiap perlakuan. Preparat hati mencit di amati di bawah mikroskop komputer dengan menggunakan perbesaran 400 kali. Setiap preparat diberi skor kerusakan sesuai dengan skor yang sudah ditetapkan. Berikut ini gambar histologi hati mencit dari tiap perlakuan:



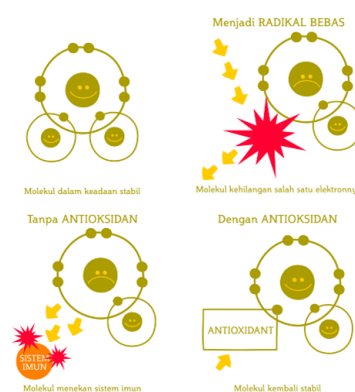
Gambar 4.4 Gambaran Histologi Hati Mencit. (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BC (Biofilter Cengkeh), (D) BK (Biofilter Daun Kelor).

- Keterangan :
- A : Vena Centralis
 - B : Sel Hepatosit Normal
 - C : Degenerasi Parenkim
 - D : Degenerasi Hidropik
 - E : Nekrosis
 - F : Sel Menghilang

Dari gambar di atas dapat diamati gambaran histologi hati pada perlakuan K- (kontrol negatif) tidak ditemukan kerusakan yang berarti, terlihat sel hepatosit yang masih utuh, lengkap dengan inti sel, sitoplasma berwarna homogen, tampak

sel polygonal, dinding sel berbatas tegas. Sulistianto (2005) menyebutkan, sel hepar yang normal memperlihatkan setiap lobulus memiliki lempeng hepatosit dengan batas yang jelas, inti bulat dengan kromatin tersebar dan menyerap zat warna sempurna.

Perlakuan K⁺ (kontrol positif) mengalami kerusakan, terlihat adanya pelebaran vena sentralis, peradangan pada vena sentralis, sinusoid disekitar vena mengalami pelebaran, degenerasi parinkimatosia dan degenerasi hidropik. Pada perlakuan ini sel hepatosit juga mengalami nekrosis yang ditandai dengan kerusakan organel-organel sel, hingga mengalami kariolisis yang menyebabkan inti sel yang mati menghilang. Price dan Wilcen (1993) dalam Oktavian (2005) mengungkapkan, perubahan morfologis pada sel yang mati dikenal sebagai nekrosis. Inti sel yang mati biasanya menyusut, batasnya tidak teratur, dan berwarna gelap, proses ini dinamakan piknosis dan intinya disebut piknotik. Kemungkinan lain, inti dapat hancur sambil meninggalkan pecahan-pecahan zat kromatin yang tersebar di dalam sel, proses ini disebut kariolisis. Akhirnya pada beberapa keadaan, inti sel kehilangan kemampuan, dalam pewarnaan sehingga tidak terlihat disebut kariolisis.



Gambar 4.5 Pembentukan Radikal Bebas dan Mekanisme Kerja Antioksidan (Aprilia, 2015).

Menurut Soeatmaji (Winarsi, 2007) radikal bebas adalah suatu senyawa atau molekul yang mengandung satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada orbital luarnya. Adanya elektron yang tidak berpasangan menyebabkan senyawa tersebut sangat reaktif mencari pasangan dengan cara menyerang dan mengikat elektron molekul yang ada di sekitarnya. Senyawa radikal bebas di dalam tubuh dapat merusak asam lemak tak jenuh ganda pada membran sel. Akibatnya dinding sel menjadi rapuh hingga akhirnya mengalami kerusakan sel. Radikal bebas yang menyerang membran sel menyebabkan struktur membran sel rusak sehingga radikal bebas dapat masuk ke sitoplasma hingga menyerang inti sel. Rusaknya membran sel mengakibatkan cairan ekstrasel dapat masuk ke dalam sel. Hal tersebut yang menyebabkan terjadinya degenerasi parenkimatosia, degenerasi hidropik, dan nekrosis.

Asap rokok mengandung sekitar 4.000 bahan kimia antara lain nikotin, CO, NO, HCN, NH₄, *acrolein*, *acetilen*, *benzaldehyde*, *urethane*, *benzene*, *methanol*, *coumarin*, *etilcatehol-4*, *ortokresol*, *perilen*, dan lain-lain. Selain komponen gas, terdapat pula komponen padat atau partikel yang terdiri dari nikotin dan tar (Aditama, 2001 *dalam* Intania, 2006). Komponen asap rokok seperti nikotin, tar, hidrokarbon dapat memicu terbentuknya radikal bebas pada berbagai sel tubuh, dan dapat menyebabkan terjadinya reaksi rantai yang dapat menyebar ke seluruh sel. Radikal bebas akan menyerang molekul stabil yang terdekat dan mengambil elektron, zat yang terambil elektronnya akan menjadi radikal bebas juga sehingga akan memulai suatu reaksi berantai, yang akhirnya terjadi kerusakan sel tersebut. Lemak merupakan biomolekul yang rentan terhadap serangan radikal bebas.

Membran sel kaya akan sumber *poly unsaturated fatty acid* (PUFA), yang mudah dirusak oleh bahan-bahan pengoksidasi, proses tersebut dinamakan peroksidasi lemak (Droge, 2002).

Radikal bebas yang berasal dari asap rokok masuk kedalam paru-paru, dan bersama aliran darah menuju keseluruhan tubuh termasuk hati. Radikal bebas menyerang membrane plasma yang terdiri dari komponen lipid dan protein, komponen lipid akan mengalami peroksidasi dengan cara menarik atom H dari rantai samping PUFA, menghasilkan radikal karbon. Kemudian radikal karbon bereaksi dengan oksigen menjadi radikal peroksil, inilah yang menyerang ulang rantai PUFA menghasilkan radikal karbon baru dan peroksida lipid (Halliwell, 1999).

Reaksi ini akan terus berlangsung secara berantai dan berakhir apabila bertemu dengan radikal bebas atau 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).

Perlakuan BC (biofilter cengkeh) menunjukkan sel hepatosit tampak normal lengkap dengan inti sel. Sel hepatosit mengalami degenerasi parenkimatosa, degenerasi hidropik, dan mengalami nekrosis mencapai kurang dari ½ lapang pandang, vena sentralis mengalami pelebaran dan peradangan, serta sinusoid melebar. Namun kerusakan pada perlakuan BC (biofilter cengkeh) tidak lebih besar dari perlakuan K+ (kontrol positif), ini menunjukkan bahwa adanya proteksi biofilter cengkeh terhadap hati dari radikal bebas asap rokok, kandungan

antioksidan pada cengkeh mampu menangkal radikal bebas yang dihasilkan oleh asap rokok.

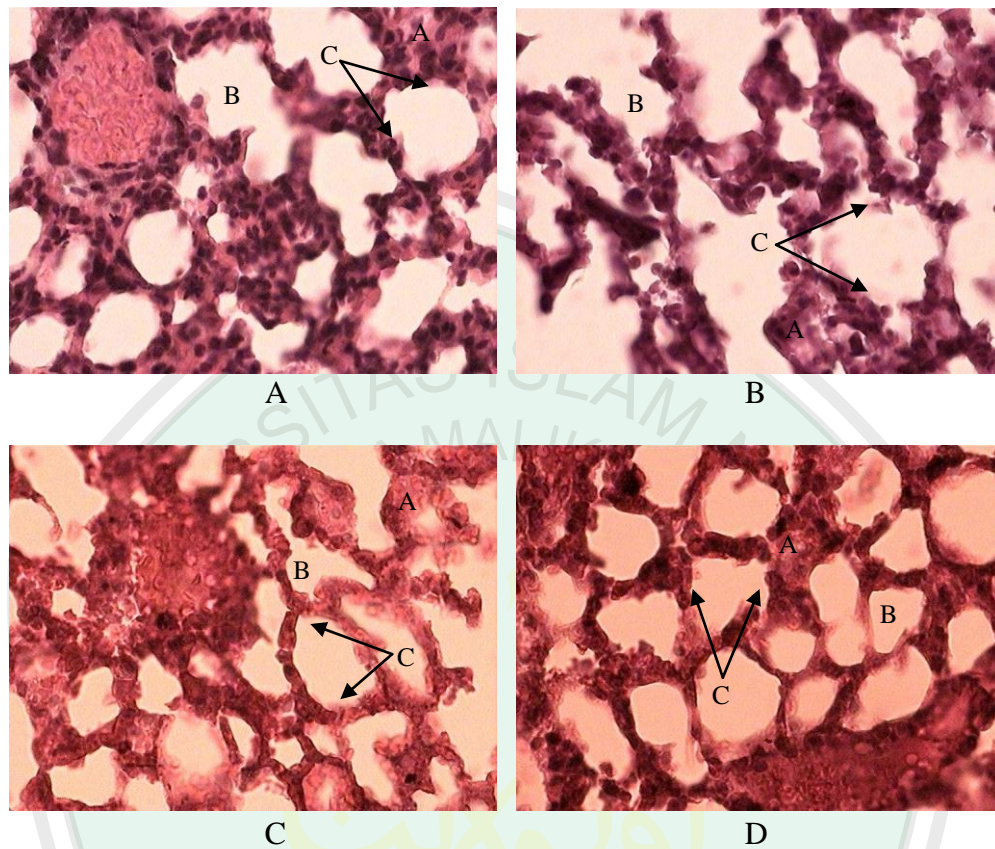
Perlakuan BK (biofilter kelor) menunjukkan sel hepatosit tampak normal lengkap dengan inti sel. Sel hepatosit mengalami degenerasi parenkimatososa, degenerasi hidropik, dan mengalami nekrosis mencapai kurang dari $\frac{1}{2}$ lapang pandang, vena sentralis mengalami pelebaran dan peradangan, serta sinusoid melebar. Pada perlakuan ini juga terlihat adanya proteksi dari biofilter daun kelor terhadap hati dari radikal bebas yang dihasilkan asap rokok. Kandungan daun kelor seperti Senyawa glukosinolat dan isotiotionat diketahui sebagai hipotensif, anti kanker dan aktivitas antibakteri (Fahey, 2005 dan Hsu *et al*, 2006). Dari kandungan senyawa unik itulah sehingga biofilter daun kelor dapat menangkal radikal bebas.

Gambaran histologi pada Perlakuan BC dan BK menunjukkan adanya kerusakan struktur mikroanatomi namun dalam tingkat kerusakan lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan K⁺. Pada penelitian terdahulu setelah uji ESR dapat terdeteksi 7 dugaan jenis radikal bebas pada rokok kretek non filter, diantaranya yaitu, Hidroperoxida, CO²⁻, C, Peroxy, O₂⁻, CuOx, dan CuGeO₃. Biofilter serbuk cangkang kepiting dan cengkeh (0,4 gr) dengan matriks PEG lebih efektif dalam menangkap radikal bebas dibandingkan dengan variasi massa yang lain (0,2 gr, 0,3 gr, 0,5 gr). Untuk massa cengkeh 0.4 gr mampu menangkap radikal bebas Hidroperoxida, CO²⁻, C, O₂⁻, CuOx dan CuGeO₃ yang terbukti lebih efektif dari beberapa biofilter lainnya (Ghina, 2013). Pada biofilter serbuk daun kelor, kemampuan terbaik dalam menangkap radikal bebas ditunjukkan pada

membran dengan massa serbuk daun kelor 0.5 gr dimana tidak ada satu jenispun radikal bebas yang tersisa dari 7 jenis dugaan radikal bebas yang ada pada asap rokok (Erika, Nurun, dan Dr. Agus). Biofilter cengkeh dan daun kelor dengan komposisi yang tepat mampu menangkap radikal bebas pada asap rokok sehingga dapat mengurangi kerusakan pada hati akibat radikal bebas yang dihasilkan oleh asap rokok.

4.3.2 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Organ Paru-Paru Mencit.

Pada penelitian tentang pengaruh paparan asap rokok menggunakan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap kerusakan paru-paru mencit, dilakukan pengamatan histologi paru-paru mencit menggunakan mikroskop komputer dengan perbesaran 400 kali. Setiap sel dinilai tingkat kerusakannya sesuai dengan skor yang telah ditetapkan. Setelah itu diakumulasikan jumlah seluruhnya dan dianalisa hasilnya menggunakan statistik untuk mengetahui adanya pengaruh paparan asap rokok dengan atau tanpa biofilter terhadap kerusakan paru-paru mencit. Berikut ini adalah gambaran histologi paru-paru mencit pada setiap perlakuan.



Gambar 4.6 Gambaran Histologi Paru-paru Mencit (*Mus musculus*). (A) Kontrol Negatif, (B) Kontrol Positif, (C) BC (Biofilter Cengkeh), (D) BK (Biofilter Daun Kelor).

Keterangan : A : Membran Alveolus

B : Lumen Alveolus

C : Hubungan Antar Alveolus

Pada gambar 4.4 menunjukkan gambaran histologi paru-paru mencit pada setiap perlakuan. Pada K- paru-paru mencit masih terlihat normal, sel-sel endothelium dan sel-sel epitelium masih lengkap dengan inti sel, hubungan antar alveolus rapat, ukuran alveolus normal dan membulat utuh. Menurut Marianti (2009) hubungan antar alveolus yang rapat pada kelompok yang tidak dipapar asap rokok menunjukkan bahwa matriks ekstraseluler yang antara lain terdiri atas

serabut kolagen dan elastin masih utuh. Lumen alveolus tampak normal, tidak membesar yang umum terjadi apabila ada kelainan paru-paru.

Perlakuan K⁺ (kontrol positif) memperlihatkan terjadi kerusakan struktur mikroanatomi paru-paru. Alveolus paru-paru yang terpapar asap rokok terlihat melebar, sel epitelium tak berinti, sel endothelium tidak tampak disekeliling membrane alveolus dan hubungan antar alveolus merenggang. Hal ini dikarenakan paparan asap rokok yang mengandung radikal bebas menghabiskan antioksidan intraseluler sehingga memicu terjadinya stres oksidatif (Aditama, 2003 dikutip Tarida 2010). Selanjutnya stres oksidatif menyebabkan peroksidasi lipid yang akan menimbulkan kerusakan membran sel. Membran sel membantu pengaturan keluar masuk berbagai zat melalui proses transport pasif dan aktif, dan juga sebagai tempat melekatnya berbagai enzim. Hilangnya integritas membran sel menyebabkan penumpukan kelebihan cairan jaringan dalam sel yang disebut edema yang merupakan fase menuju kematian sel (nekrosis) (Latumahina, 2011).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Koentjahja 2009 dikutip Tarida 2010), asap roko menyebabkan terjadinya stres oksidatif yang merusak alveolus paru. Oksidan yang terdapat dalam asap rokok dapat menyebabkan kerusakan oksidatif yang signifikan pada protein mikrosom dan meningkatkan terjadinya proteolisis yang disebabkan oleh ketidakseimbangan antara protease dan antiprotease. Proteolisis dapat menyebabkan kerusakan dinding alveolus paru dan lama-kelamaan akan merusak seluruh paru-paru. Selain itu oksidan yang terdapat dalam asap rokok juga dapat menimbulkan peroksidasi lipid di membran sel epitel paru yang menyebabkan membran menjadi kaku dan mengalami kerusakan. Hal

ini dapat dicegah dengan pemberian filter yang mengandung antioksidan sehingga dapat menangkap radikal bebas yang membahayakan tubuh.

Penelitian ini menggunakan biofilter cengkeh dan daun kelor. Pada perlakuan BC (biofilter cengkeh) menunjukkan kerusakan struktur mikroanatomi yang tidak terlalu besar dibandingkan dengan perlakuan K+ (kontrol positif). Perlakuan BC memperlihatkan ukuran lumen alveolus relative membulat normal serta hubungan antar lumen alveolus relatif rapat dan sel-sel epitelium di membrane alveolus yang masih relatif lengkap dengan inti sel. Biofilter cengkeh yang digunakan pada rokok mampu menangkap radikal bebas karena terdapat kandungan antioksidan yang ada pada cengkeh, sehingga dapat menjadi proteksi paru-paru terhadap radikal bebas yg dihasilkan asap rokok.

Perlakuan BK (biofilter daun kelor) memperlihatkan ukuran lumen alveolus relative membulat normal serta hubungan antar lumen alveolus relatif rapat dan sel-sel epitelium di membrane alveolus yang masih relatif lengkap dengan inti sel. Biofilter dengan bahan daun kelor memiliki kandungan antioksidan yang mampu menetralkan radikal bebas yang dihasilkan dari asap rokok.

Asap rokok merupakan salah satu sumber radikal bebas. Dalam satu kali hisap, perokok memasukkan kurang lebih 1016 molekul radikal bebas dan berbagai bahan kimia tar, asbestos, H_2O_2 , dan lain-lain ke dalam tubuhnya (Muliarta, 2009). Sedangkan pada penelitian terdahulu tentang biofilter kelor, menyebutkan bahwa tidak ada satu jenis pun radikal bebas yang tersisa dari 7 jenis dugaan radikal bebas yang ada pada asap rokok. Macam-macam radikal bebas tersebut diantaranya, Hidroperoksida, CO^2 , C, Peroxy, O_2^- , $CuOx$, dan $CuGeO_3$.

Hal ini berarti dalam asap rokok masih terdapat bahan kimia lain yang ikut masuk ke dalam tubuh sehingga masih terdapat kerusakan pada gambaran histologi.

4.3.3 Pengaruh Paparan Asap Rokok dengan Biofilter Cengkeh dan Daun Kelor Terhadap Viskositas Darah Mencit.

Nilai viskositas darah (Hematokrit) diukur dengan cara mengambil sampel darah mencit pada daerah jantung menggunakan spuit 1 ml. Darah kemudian dimasukkan ke dalam tabung appendorf dan ditutup rapat, kemudian sampel darah disentrifuse dengan putaran konstan 3000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan plasma darah dan sel darah merah. Kemudian sampel diukur tinggi keseluruhan darah dan tinggi sel darah merah yang mengendap dengan menggunakan penggaris. Penentuan nilai viskositas darah yaitu perbandingan antara tinggi sel darah merah yang mengendap dengan tinggi keseluruhan darah dikalikan 100%.

Uji statistik viskositas darah menunjukkan tidak ada pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter Cengkeh dan daun kelor terhadap viskositas darah mencit namun dilihat dari tren penilaian rata-rata nilai viskositas darah mencit menunjukkan nilai rata-rata tiap perlakuan yang berbeda.

Nilai viskositas darah menunjukkan pada perlakuan BC, BK nilainya lebih besar dibandingkan dari kedua nilai kontrol yaitu K-, dan K+. Hal ini mungkin dikarenakan kondisi sel darah merah atau eritrosit belum mengendap sempurna ketika dilakukan pengambilan data. Sedangkan nilai viskositas darah pada K- menunjukkan nilai viskositas darah paling rendah karena eritrosit masih dapat mengikat oksigen secara sempurna sehingga viskositas darahnya stabil dan tidak mengalami peningkatan viskositas darah. Pada K+ terjadi kenaikan nilai

viskositas darah dibanding K-. Asap rokok yang masuk kedalam saluran pernafasan melalui inhalasi menyebabkan jaringan mengalami hipoksia. Hipoksia terjadi akibat terlalu sedikitnya oksigen dalam atmosfer atau akibat gagalnya pengiriman oksigen ke jaringan, seperti yang terjadi pada gagal jantung maka organ-organ pembentuk darah secara otomatis akan memproduksi sejumlah besar eritrosit (Metha & Hoffbrand, 2006). Semakin besar jumlah eritrosit maka nilai hematocrit semakin meningkat akibatnya nilai viskositas darah besar.

Karbon Monoksida (CO) pada asap rokok memiliki kecenderungan yang kuat untuk berikatan dengan hemoglobin dalam sel-sel darah merah, ikatan ini 210-300 kali lebih kuat ikatan hemoglobin dengan oksigen (oksihemoglobin). Seharusnya, hemoglobin ini berikatan dengan oksigen yang sangat penting untuk pernapasan sel-sel tubuh, tetapi karena gas CO lebih kuat daripada oksigen, maka gas CO ini merebut tempatnya hemoglobin. Jadilah, hemoglobin bergandengan dengan gas CO. Karbon monoksida menimbulkan desaturasi hemoglobin, menurunkan langsung persediaan oksigen untuk jaringan seluruh tubuh termasuk miokard. CO menggantikan tempat oksigen di hemoglobin, mengganggu pelepasan oksigen, dan mempercepat aterosklerosis (pengapuran/penebalan dinding pembuluh darah). Dengan demikian, CO menurunkan kapasitas latihan fisik, meningkatkan viskositas darah, sehingga mempermudah penggumpalan darah (Lili Irawati, 2011).

4.3.4 Menjaga Kesehatan dari Radikal Bebas dalam Islam

Kesehatan merupakan kebutuhan yang mendasar bagi makhluk hidup. Dalam islam, kesehatan biasanya memiliki dua pengertian, yaitu sehat jasmani yang kemudian diistilahkan dengan kata *as-shihah* (baik pada seluruh badan serta bagian-bagiannya bebas dari penyakit), dan kesehatan rohani yang diistilahkan dengan kata *afiat* (sehat dan kuat). Kesehatan seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor yakni, faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah sesuatu yang sudah terdapat dalam tubuh seseorang yang bersifat menetap misalnya genetik, umur, jenis kelamin. Faktor eksternal diantaranya aktivitas fisik, lingkungan dan kebiasaan merokok.

Rokok mengasilkan radikal bebas yang berbahaya bagi kesehatan. Radikal bebas adalah molekul yang kehilangan satu buah elektron dari pasangan elektron bebasnya. Untuk melengkapi pasangannya, molekul ini lebih reaktif terhadap molekul lain sehingga menimbulkan senyawa tidak normal yang dapat merusak sel-sel penting dalam tubuh. Allah SWT berfirman dalam surat adz-dzaariaat (51) ayat 49 :

وَمِنْ كُلِّ شَيْءٍ خَلَقْنَا زَوْجَيْنِ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ ﴿٤٩﴾

“dan segala sesuatu Kami ciptakan berpasang-pasangan supaya kamu mengingat kebesaran Allah“ (Q.S. adz-dzaariaat (51): 49).

Berdasarkan ayat di atas dapat diketahui bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatu dalam keadaan berpasang-pasangan (bergabung) agar diperoleh suatu kehidupan yang harmonis dalam kinerja alam yang dinamis dan sistematis. Konsep berpasang-pasangan bertujuan pula agar satu sama lain saling berbagi

manfaat dan melengkapi kekurangan masing-masing. Komponen yang tidak bisa membangun koordinasi yang baik dengan komponen yang lain tidak akan dapat menutupi kelemahannya dan menjadi tidak stabil. Komponen ini akan merusak kinerja sistem lingkungan dengan maksud untuk menempatkan dirinya dalam kestabilan. Hal ini dapat dianalogikan dengan radikal bebas.

Upaya dalam penanggulangan radikal bebas dalam rokok yang berbahaya bagi kesehatan salah satunya adalah filter rokok yang memiliki kandungan antioksidan yang berguna untuk menangkal radikal bebas. Banyak tumbuhan yang memiliki kandungan antioksidan yang tinggi, salah satunya adalah cengkeh dan daun kelor. Biofilter dari cengkeh dan daun kelor memiliki kandungan antioksidan. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektron kepada senyawa yang bersifat radikal bebas, sehingga menjadi relatif stabil. Komposisi massa cengkeh dan massa daun kelor yang tepat pada pembuatan biofilter, mampu menangkap radikal bebas pada asap rokok yang masuk ke dalam tubuh sehingga tingkat kerusakan yang ditimbulkan masih dalam kategori rendah. Allah SWT berfirman dalam surat al- furqaan (25) ayat 2, yang berbunyi:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمَلِكِ
وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ﴿٢﴾

“yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan(Nya), dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya”

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT menetapkan volume dan bentuknya, menetapkan fungsi dan tugasnya, menetapkan zaman dan tempatnya, juga menetapkan keserasian individu satu dengan yang lainnya dalam wujud semesta yang besar ini. Setiap kali ilmu pengetahuan manusia bertambah maju, maka terungkaplah beberapa segi keserasian yang menakjubkan dalam hukum-hukum semesta alam, ukuran-ukurannya, dan seluk beluknya secara detail (Quthb, 2004).



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian tentang pengaruh paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap organ hati, paru, dan viskositas darah mencit dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. 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.
2. 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 membrane 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.
3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh dari paparan asap rokok dengan biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap viskositas darah mencit.

5.2 Saran

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan sample yang telah diinduksi suatu penyakit untuk mengetahui pengaruh biofilter cengkeh dan daun kelor terhadap suatu penyakit.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Siti dkk. 2006. *Penggunaan Teknologi Membran Pada Pengolahan Air Limbah Industri Kelapa Sawit: Jurnal Penelitian pdf*.
- Aksan J. 2008. *Tanaman Cengkeh (Syzygium Aromaticum)*. Available from: [www/agribisnis.deptan.go.id/agromedia](http://www.agribisnis.deptan.go.id/agromedia). (Accesed 7 Maret 2015).
- Albert, B., D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, J.D. Watson, 1994. *Molecular Biology of the Cell, 3rd ed.* New York: Garland Publish., Inc.
- 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.
- Anindyajati, E. A. 2007. *Pengaruh Asap Pelelehan Lilin Batik (malam) Terhadap Struktur Histologis Trakea dan Alveoli Pulmo, Jumlah Eritrosit serta Kadar Hemoglobin Mencit (Mus musculus L)*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Anon, ASM Handbook. 2001. *Composites, ASM International*, Vol. 21, pp. 1,387-389, 1356-1357. Cleveland-Ohio.
- Aprilia. 2015. *Nutrisi Herbal Sebagai Sumber Antioksidan*. <http://obatherbalalternatif.info/2015/07/nutrisi-herbal-sumber-antioskidan.html> (diakses 28 Oktober 2015).
- Arifiyanti. 2010. *Uji Afrodisiaka Minyak Atsiri Kuncup Bunga Cengkeh (Syzygium aromatic) (L) Merr& Perry) Terhadap Libido Tikus Jantan*. Skripsi, Surakarta.
- Bindar, Y. 2000. *Ekonomi, Rokok dan Konsekuensinya*. ITB: Jurusan Teknik Kimia.
- Cahyaningrum, S.E.2001.*Karakteristik Adsorpsi Ni (II) dan Cd (II) pada Kitosan dan Kitosan Sulfat dari Cangkang Udang Windu (Penaus Monodon)*. Tesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Droge W. 2002. *Free radicals in the physiological control of cell function*. *Physiol Rev.* 82; 47-95.
- Ferdinanti, E, 2001. *Uji aktivitas anti bakteri obat kumur minyak cengkeh (Syzygium aromaticum (L) Merr&Perry) asal bunga, tangkai bunga, dan daun cengkeh terhadap bakteri*. Skripsi S1 jurusan farmasi. Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam. Jakarta: Institut Sains dan Teknologi Nasional.

- Fowles, J., Bates, M. 2000. *The Chemical Constituents in Cigarette and Cigarette Smoke: Priorities For Harm Reduction*. Epidemiology and Toxicology Group. ESR : Kenepuru Science Centre. New Zealand: Porirua.
- Ghufron, Muhammad. 2001. *Gambaran Struktur Histologi Hepar dan Ren Mencit setelah perlakuan Infusa Akar Rimpang Jahe (Zingiberofficinale) Dengan Dosis Bertingkat*, Jurnal Kedokteran Yarsi. 9: 72-88.
- Ghina. 2012. Analisis Fisis Komposit Biofilter Berbahan Serbeuk Cangkang Kepiting Dan Cengkeh Untuk Menangkap Radikal Bebas Asap Rokok. Skripsi. Malang: UIN Malang.
- Gretha Z., Sutiman BS. 2011. *Devine Kretek Rokok Sehat*. Masyarakat Bangsa Produk Indonesia (MBPI)
- Gunardi, S. 2007. *Anatomi Sistem Pernafasan*. Jakarta: FKUI. hlm. 78-81.
- Intania, I. 2006. *Pengaruh Pemberian Vitamin C Terhadap Spermatogenesis Mencit Jantan Strain Balb/c Yang Diberi Paparan Asap Rokok*. Artikel Karya Tulis Ilmiah. Semarang: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Irawan, S. D. 2009. *Pengaruh Kebiasaan Merokok Terhadap Daya Tahan Jantung Paru*. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Irvin, C.G. Bates JHT. 2003. Measuring The Lung Function In The Mouse: The Challenge. *Respir Res.* 4(1):4
- Itsna. 2013. *Analisis Fisis Komposit Biofilter Berbahan Serbuk Cangkang Kepiting Dan Kopi Untuk Menangkap Radikal Bebas Asap Rokok*. Skripsi Sarjana pada Fakultas Sains dan Taknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang: tidak diterbitkan
- Jones, P. M. 1975. *Mechanics Of Composite Materials, Institute Of Technology, Southem Methodist University*. Dallas: Mc Graw-Hill
- Junqueira, L. C., Jose Corneoro dan Robert O. K. 1998. *Histologi Dasar*. Edisi ke-8. Jakarta: Buku Kedokteran EGC. hlm. 336-355.
- Koeman, J.H. 1987. *Pengantar Umum Toksikologi Lingkungan*. Yogyakarta. UGM Press.
- Kumalaningsih, Sri, 2006. *Antioksidan Alami-Penangkal Radikal Bebas*. Surabaya: Trubus Agrisarana.
- Laili, Evi Nur. 2009. *Pengaruh Ekstrak Biji Klebet (Trigonellafienum-graecum Linn) Terhadap Kadar Transaminase (GPT dan GGT) dan Gambaran Histologis Pada Hepar Mencit (Musmuculus) yang Terpapar*

Streptozotocin. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang. Jurusan Biologi. Universitas Islam Negeri Maliki Malang.

- Latumahina, Getruida J. 2011. *Peran Madu Sebagai Antioksidan Dalam Mencegah Kerusakan Pankreas Mencit (Mus musculus) Terpapar Asap Rokok Kretek*. Ambon: FMIPA Universitas Pattimura.
- Lili Irawati, Julizar, Miftah Irahmah. 2011. *Hubungan jumlah dan lamanya merokok dengan viskositas darah*. Majalah Kedokteran Andalas No.2 Vol 35.
- Marianti, Aditya. 2009. *Aktifitas Antioksidan Jus Tomat pada Pencegahan Kerusakan Jaringan Paru-Paru Mencit yang Dipapar Asap Rokok*. Jurnal Biosaintifika 1:1-10
- Makkar, H.P.S. and Becker, K. 1996. *Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted, Moringa oleifera leaves*, Anim. Feed Sci. Techn.
- Milder, M. 1996. *Basic Principles of Membrane Technology*. Netherland: Kluwer Academic
- Nurdjannah, N., 2004, *Diversifikasi Tanaman Cengkeh*, Perspektif, 3, No.2, pp. 61-70.
- Pabby, Anil K, S. S. H. Rizvi and A. M. Sastre,. 2009. *Handbook of Membrane Separations Chemical, Pharmaceutical, Food, and Biotechnological Applications, CRC Press Taylor & Francis Group*. New York. pp. 66 – 100.
- Pratiwi, D. A., Sri Maryati dan Srikini. 2004. *Biologi*. Jilid 2. Jakarta: Erlangga. hlm. 133-134.
- 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: UIN Malang.
- Santoso, 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.
- Sheila, Soraya. 2011. *Pengaruh Merokok Terhadap Viskositas Darah Melalui Pemeriksaan Hematokrit*. Skripsi. Jember: FK Universitas Negeri Jember.

- Simanjuntak P. 2008. *Identifikasi senyawa kimia dalam buah mahkota dewa (Phaleriamacrocarpa) thymelaceae*. Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia.Hlm. 23-8
- Sugiyarto, KH. 2000. *Kimia Anorganik I Jurdik Kimia*. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Tandra, H. 2003. Merokok dan Kesehatan. *Kompas* Senin, 30 Juni 2003: hlm. 4
- Tarida Doroti, 2010. Pengaruh pemberian jus mangga (*Mangifera indica* L.) terhadap kerusakan struktur histologis paru mencit yang dipapar aap rokok. Skripsi. Surakarta: Fakultas kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Tim Biologi. 2010. Pusat Studi Nano Biologi, Universitas Brawijaya.
- Wibowo, S. D dan W. Paryana. 2009. *Anatomi Tubuh Manusia*. Jakarta: Graha Ilmu. hlm. 213-219.
- 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: Institut Pertanian Bogor.
- Winarsi, H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas: Potensi dan Aplikasinya dalam Kesehatan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius



LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Penelitian

Tabel skoring preparat Hati

Kelompok perlakuan	Ulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol (-)	5	5	7	6	6
Kontrol (+)	20	21	22	23	23
Cengkeh	7	8	8	7	8
kelor	8	9	7	6	7

Tabel skoring preparat patu-paru

Kelompok perlakuan	Ulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol (-)	5	5	5	5	5
Kontrol (+)	14	11	11	15	11
Cengkeh	8	11	9	8	9
kelor	8	7	9	8	11

Tabel skoring Viskositas darah

Kelompok perlakuan	Ulangan				
	1	2	3	4	5
Kontrol (-)	75	73	75	55	64
Kontrol (+)	76	76	50	66	82
Cengkeh	73	75	68	70	68
kelor	81	66	80	85	80

Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian



Persiapan Hewan coba



Tempat pemaparan



Pengambilan Asap rokok



pemberian asap pada
hewan coba



Pembedahan mencit



pengambilan sampel darah



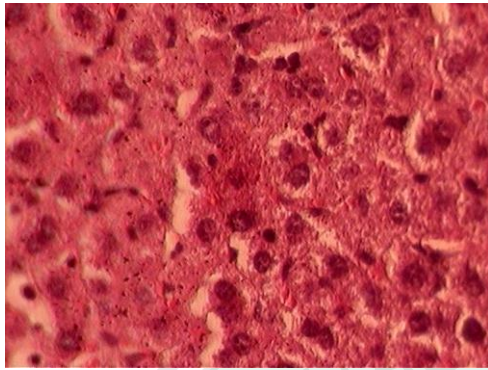
Pengambilan organ hati



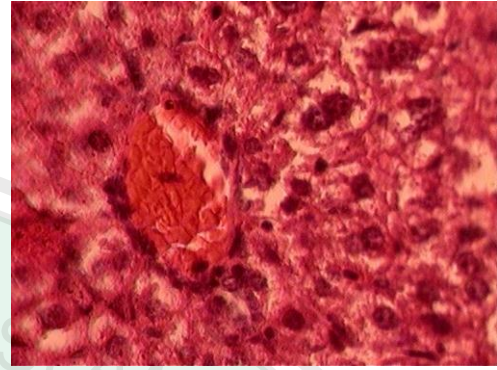
pengambilan organ paru-paru



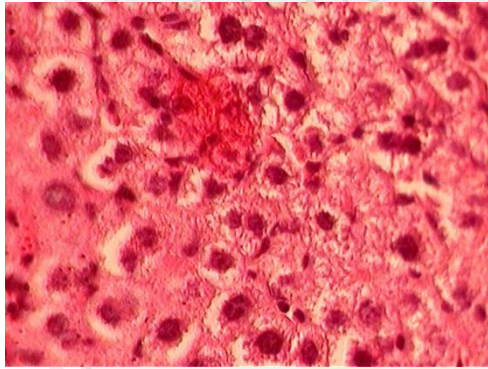
Lampiran 3 Gambaran Histologi Hati Mencit



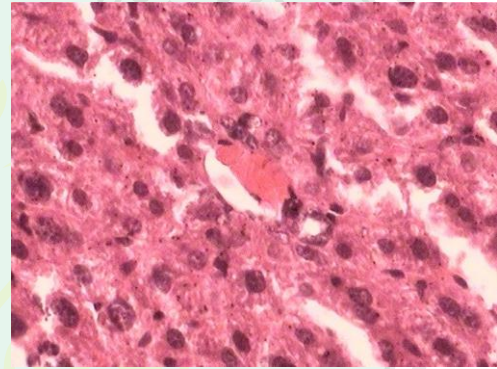
K- (1)



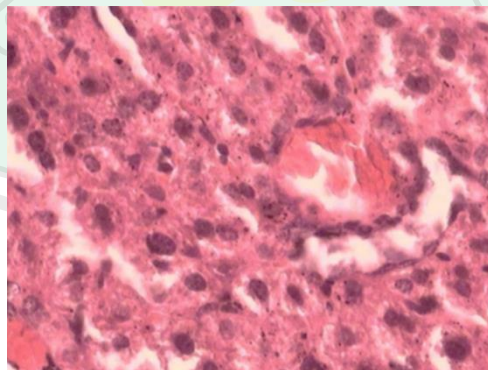
K- (2)



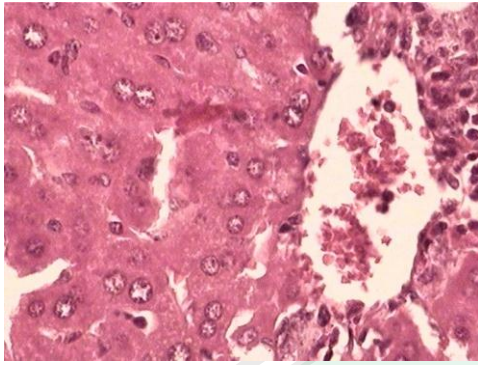
K- (3)



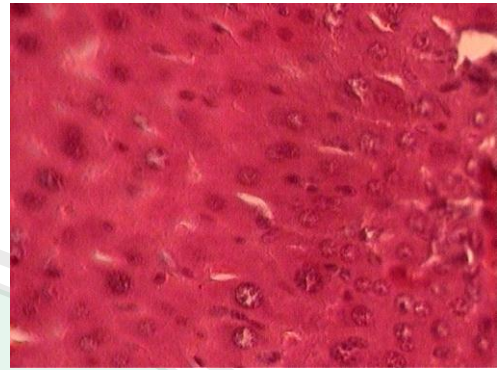
K- (4)



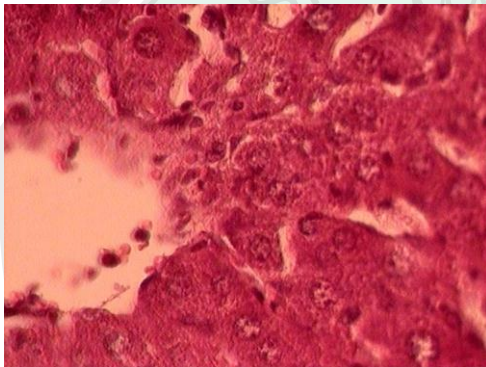
K- (5)



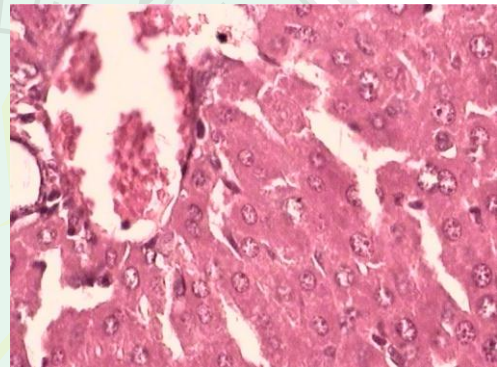
K+ (1)



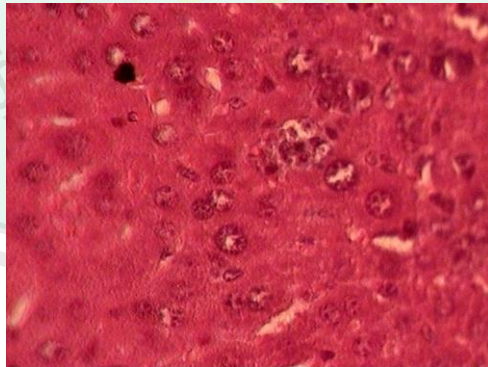
K+ (2)



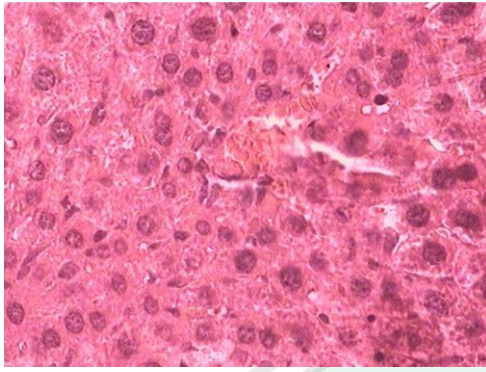
K+ (3)



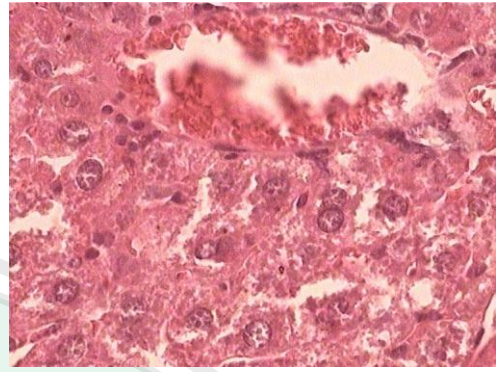
K+ (4)



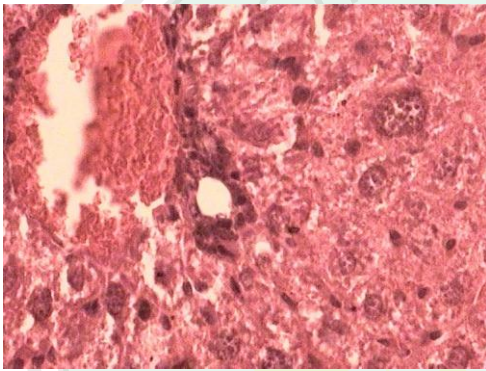
K+ (5)



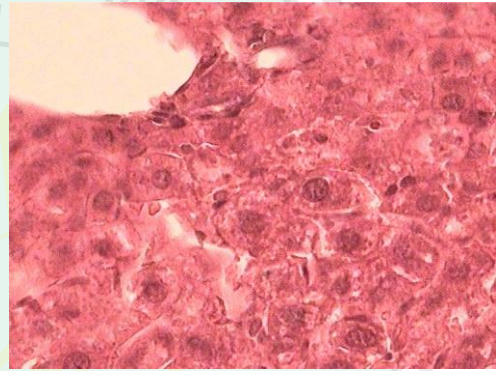
BC 1



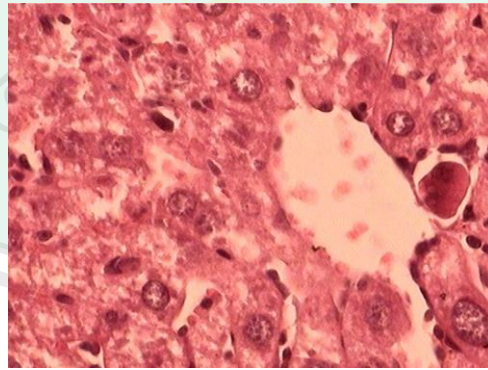
BC 2



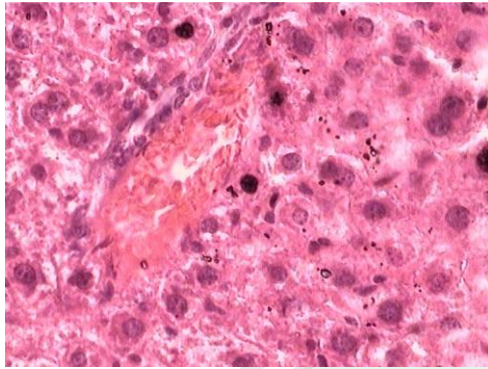
BC 3



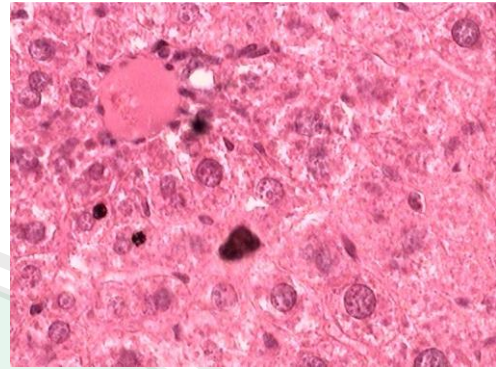
BC 4



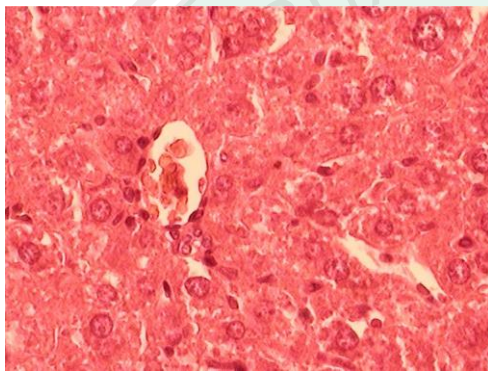
BC 5



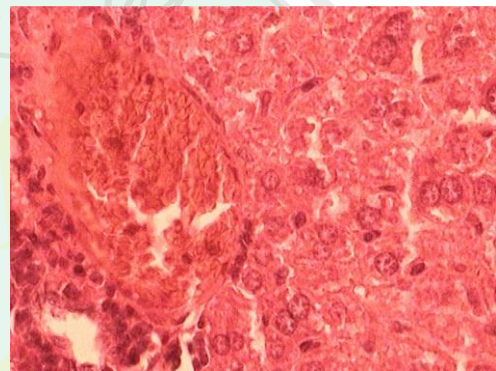
BK 1



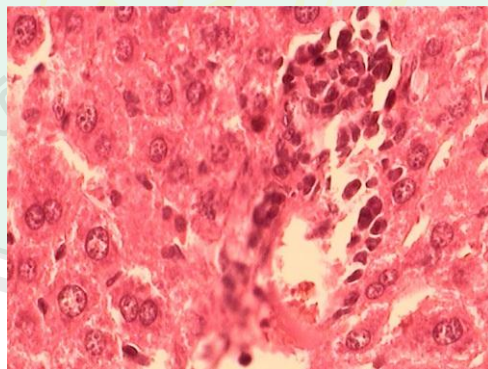
BK 2



BK 3

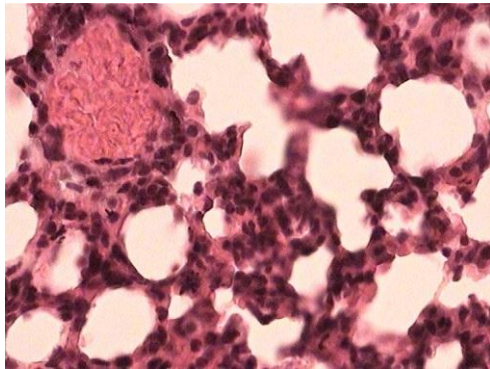


BK 4

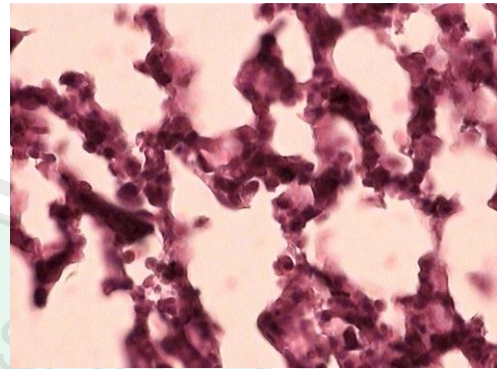


BK 5

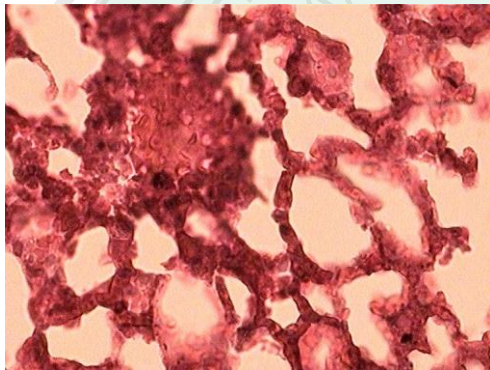
Lampiran 4 Gambaran Histologis Paru-paru



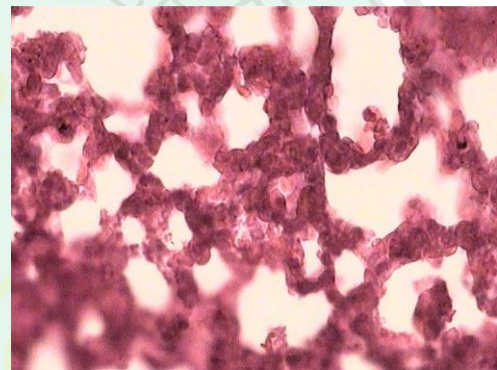
K-



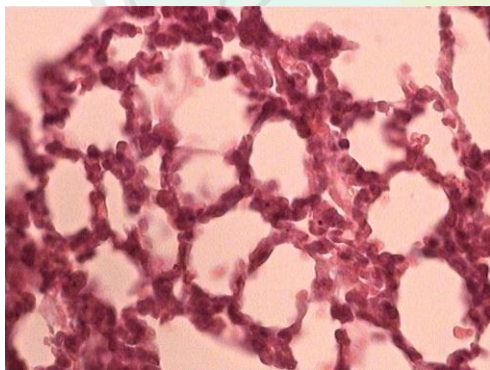
K+



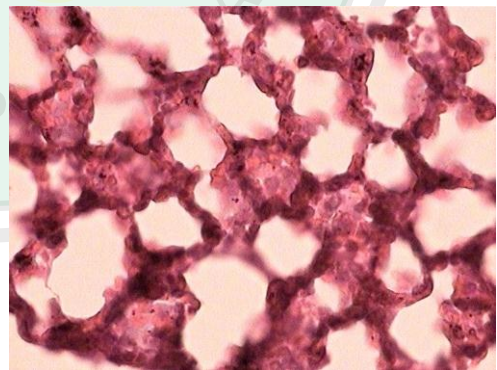
BC 1



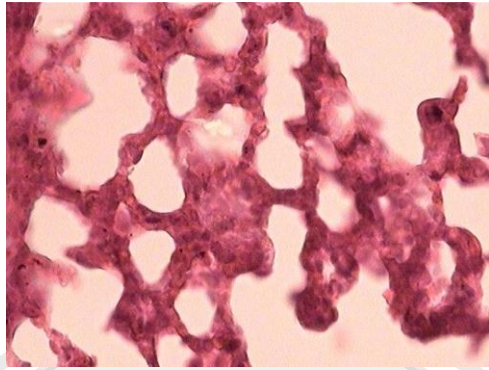
BC 2



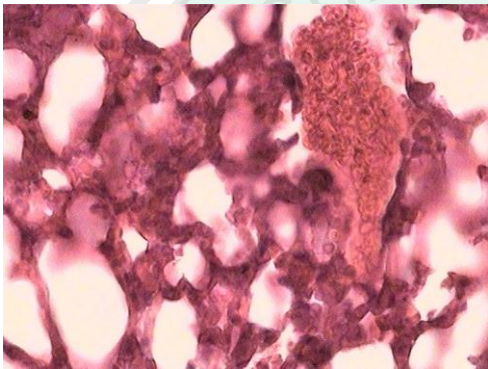
BC 3



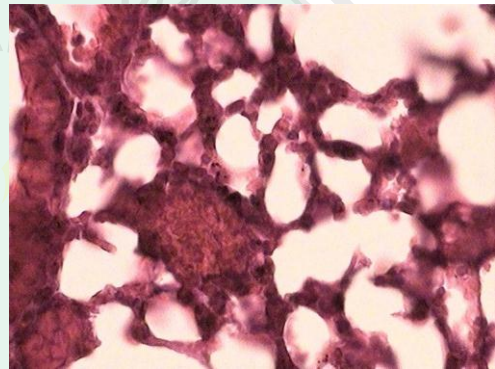
BC 4



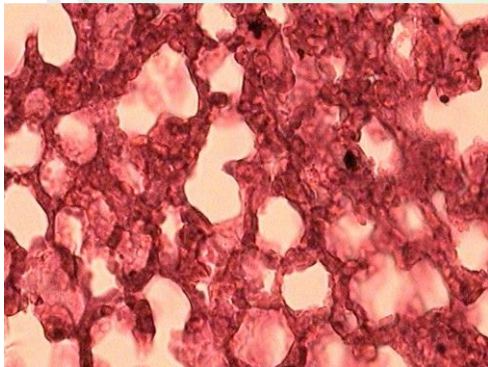
BC 5



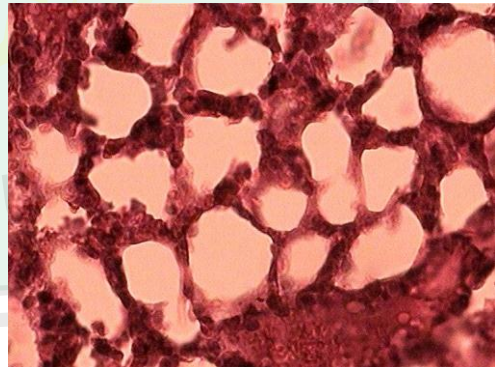
BK 1



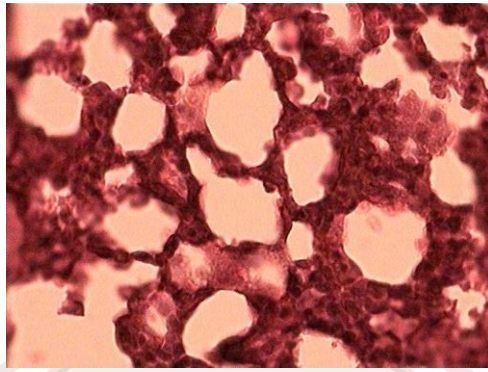
BK 2



BK 3



BK 4



BK 5

