

Nama Rumpun Ilmu : Biomedis

**LAPORAN
PENELITIAN KEMITRAAN**



**UJI KEAMANAN CARBON AKTIF DAN KEMAMPUANNYA
UNTUK MENGURANGI KERUSAKAN JARINGAN RESPIRASI
AKIBAT *INDOOR POLLUTION***

TIM PENGUSUL

**Yuningtyaswari, S.Si.M.Kes (NIDN : 0521096901)
Oriza Malta Damayanti (NIM : 20130310017)
Tisa Susanti (20130310095)**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

AGUSTUS, 2016

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	
Daftar Isi	
Ringkasan	1
Bab 1 Pendahuluan	
A. Latar belakang	2
B. Perumusan Masalah	3
C. Hipotesis	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Target Luaran	3
F. Kontribusi terhadap Ilmu Pengetahuan	4
Bab 2 Tinjauan Pustaka	
A. Carbon Aktif	4
B. Sistem Respirasi	5
C. Indoor Pollution	7
D. Manfaat Carbon aktif dan Risikonya terhadap Kesehatan.....	7
Bab 3 Metode Penelitian	
A. Tahap-tahap Penelitian	8
B. Lokasi Penelitian	9
C. Variabel Penelitian	9
D. Subyek Penelitian	10
E. Rancangan Penelitian	10
F. Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	10
Bab 4 Hasil Penelitian	
A. Gambaran Umum Penelitian	14
B. Hasil	16
C. Pembahasan	19

RINGKASAN

Saat ini kebutuhan udara yang segar dan bersih semakin sulit diperoleh, baik itu udara dalam ruangan (*indoor*), maupun udara terbuka (*outdoor*). Salah satu usaha untuk menyerap bau tidak sedap akibat indoor pollution adalah dengan menggunakan carbon aktif penyerap bau. Produk ini dalam kehidupan sehari-hari sering digunakan di dalam kabin mobil. Kapasitas adsorpsi carbon aktif dipengaruhi oleh bahan dasar yang digunakan serta proses pembuatannya. Carbon aktif yang dipasarkan pada umumnya tidak mencantumkan bahan dasar yang digunakan serta komposisinya. Oleh karena itu belum diketahui pula kapasitas kemampuan penyerapannya terhadap *indoor pollution*. Jika ternyata pada proses pembuatan carbon aktif tersebut melibatkan bahan kimia, maka berpotensi untuk mengganggu kesehatan.

Selain itu, pewangi ruangan juga banyak digunakan orang untuk memperoleh udara ruangan yang wangi dan segar. Pewangi ruangan mengandung beberapa senyawa volatil organik (VOC) yang membahayakan kesehatan, terutama sistem respirasi. Senyawa-senyawa tersebut antara lain formaldehid, benzena, toluene, dll. Jadi sebenarnya komponen yang terdapat di dalam pewangi ruangan justru menjadi salah satu agen *indoor pollution*.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji keamanan carbon aktif sebagai adsorben agen *indoor pollution*, serta kemampuannya dalam mengurangi risiko kerusakan organ sistem respirasi melalui pengamatan histologi organ sistem respirasi.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni, dengan pendekatan *Post Test Only Control Group Design*. Penelitian dilakukan secara *in vivo* pada hewan coba *Rattus norvegicus* jantan berumur 2 bulan. Agen *indoor pollution* yang digunakan adalah pewangi ruangan mobil. Adsorben *indoor pollutant* yang digunakan adalah carbon aktif penyerap bau ruangan tertutup. Pemberian perlakuan *indoor pollution* dan adsorben carbon aktif dilakukan 8 jam/hari selama 30 hari berturut-turut. Parameter yang diamati untuk menguji keamanan dan kemampuan carbon aktif dalam mengurangi dampak negatif *indoor pollution* adalah gambaran histologi organ sistem respirasi, meliputi :trachea, bronchus dan pulmo. Variabel histologi yang diamati adalah gambaran histologi organ resprasi, yang pada laporan ini difokuskan pada pengukuran diameter alveolus, serta ketebalan septum interlaveolare.

Pengamatan untuk beberapa parameter organ respirasi pada prakteknya memerlukan ketelitian dan memerlukan waktu yang cukup panjang. Pada laporan ini penulis mengkhususkan hasil pengamatan histologi pulmo yang merupakan organ paling penting dan riskan untuk mengalami kerusakan.

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan carbon aktif sebagai adsorben adalah relative aman, serta carbon aktif berpotensi dalam mengurangi risiko kerusakan jaringan organ sistem respirasi yang disebabkan oleh *indoor pollution*.

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pada saat ini kebutuhan udara yang segar dan bersih semakin sulit diperoleh, baik itu udara dalam ruangan (*indoor*), maupun udara terbuka (*outdoor*).

Keadaan dan situasi sekarang tak jarang membuat orang memilih menggunakan produk yang praktis demi memperoleh udara *indoor* yang terasa segar. Salah satu produk fabrikasi yang mulai banyak digunakan sebagai penyerap *indoor pollutant* adalah carbon aktif (arang aktif). Penggunaan carbon aktif di masyarakat, umumnya untuk menyerap bau tidak sedap di dalam ruangan maupun kabin mobil.

Kita tidak mengetahui proses pembuatan carbon aktif tersebut, apakah murni secara pembakaran alami ataukah melibatkan bahan-bahan kimia. Jika melibatkan bahan-bahan kimia, tentu saja carbon yang dihasilkan akan berisiko terhadap kesehatan.

Bahan baku yang digunakan sebagai bahan pembuatan carbon aktif berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsi carbon aktif yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Raharjo, D, *et.all* (2012). Pada penelitian oleh Wuntu, AD & Kamu, VS (2008) disebutkan bahwa carbon aktif tempurung kelapa berkemampuan untuk menyerap aseton, toluene dan benzene di dalam ruang tertutup. Bahan baku yang digunakan untuk membuat carbon aktif yang banyak beredar secara bebas di toko/supermarket tidak diketahui. Berkait dengan hal tersebut, maka belum diketahui pula seberapa efektif daya adsorpsinya.

Salah satu sumber *indoor pollution* yang umumnya tidak dianggap sebagai sumber polutan adalah pewangi ruangan. Di dalam pewangi ruangan terkandung berbagai senyawa kimia, antara lain *volatil organic compound* (VOC), formaldehid, benzene, toluene dan lain-lain yang berbahaya karena dapat merusak struktur jaringan organ tubuh, terutama sistem respirasi.

Hasil riset terkait dengan keamanan penggunaan carbon aktif masih menjadi kontroversi, sehingga diperlukan penelitian untuk mendapatkan jawabannya. Di samping itu, penelitian ini perlu dilakukan juga karena belum ada riset yang membuktikan bahwa carbon aktif mampu mengurangi risiko kerusakan histologi organ sistem respirasi yang disebabkan oleh *agen indoor pollution* khususnya pewangi ruangan.

B. PERUMUSAN MASALAH

1. Apakah penggunaan carbon aktif sebagai adsorben agen *indoor pollution* benar-benar aman terhadap kesehatan khususnya organ sistem respirasi?
2. Apakah penggunaan carbon aktif sebagai adsorben agen *indoor pollution* mampu mengurangi risiko kerusakan jaringan organ sistem respirasi akibat *indoor pollution*?

C. HIPOTESIS

1. Penggunaan carbon aktif sebagai adsorben agen *indoor pollution* adalah aman bagi kesehatan, yang dibuktikan melalui pengamatan histologi organ sistem respirasi.
2. Carbon aktif sebagai adsorben agen *indoor pollution* mampu mengurangi risiko kerusakan jaringan organ sistem respirasi akibat *indoor pollution*.

D. TUJUAN PENELITIAN

1. Membuktikan keamanan penggunaan carbon aktif sebagai adsorben agen *indoor pollution* terhadap kesehatan melalui pengamatan histologi (jaringan) organ sistem respirasi.
2. Mengungkap kemampuan carbon aktif sebagai adsorben agen *indoor pollution* dalam mengurangi risiko kerusakan jaringan organ sistem respirasi akibat *indoor pollution*.

E. TARGET LUARAN

1. Diperoleh gambaran mengenai aman tidaknya penggunaan carbon aktif sebagai adsorben agen *indoor pollution* terhadap kesehatan melalui pengamatan histologi organ sistem respirasi.
2. Diperoleh petunjuk mengenai kemampuan carbon aktif sebagai adsorben agen *indoor pollution* dalam mengurangi risiko kerusakan histologi organ sistem respirasi akibat *indoor pollution*.
3. Publikasi ilmiah terkait keamanan dan kemampuan carbon aktif sebagai adsorben agen *indoor pollution* dalam mengurangi risiko kerusakan histologi organ sistem respirasi akibat *indoor pollution*.

F. KONTRIBUSI TERHADAP ILMU PENGETAHUAN

Hasil penelitian ini diharapkan memberi kontribusi :

1. Memperkaya wacana ilmu pengetahuan tentang risiko penggunaan carbon aktif sebagai adsorben agen *indoor pollution* terhadap kesehatan
2. Memperkaya wacana ilmu pengetahuan tentang kemampuan carbon aktif sebagai adsorben agen *indoor pollution* dalam mengurangi risiko kerusakan histologi organ sistem respirasi akibat *indoor pollution*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Carbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon yang di proses sedemikian rupa sehingga pori – porinya terbuka, sehingga mempunyai daya serap yang tinggi. Keaktifan daya menyerap dari karbon aktif ini tergantung dari jumlah senyawa karbonnya yang berkisar antara 85 % sampai 95% karbon bebas. Karbon aktif yang berwarna hitam, tidak berbau, tidak terasa dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu memiliki luas antara 300 sampai 2000 m²/gram (Anonim, 2011)

Karbon aktif merupakan suatu bentuk arang yang telah melalui aktivasi dengan menggunakan gas CO₂, uap air atau bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka dan dengan demikian daya absorpsinya menjadi lebih tinggi terhadap zat warna dan bau. Karbon aktif mengandung 5 sampai 15 persen air, 2 sampai 3 persen abu dan sisanya terdiri dari karbon. Karbon aktif berbentuk amorf terdiri dari pelat-pelat datar, disusun oleh atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal datar dengan satu atom C pada setiap sudutnya. Pelat-pelat tersebut bertumpuk-tumpuk satu sama lain membentuk kristal-kristal dengan sisa hidrokarbon, terdapat senyawa organik lain yang tertinggal pada permukaannya. Bahan baku karbon aktif dapat berasal dari bahan nabati atau turunannya dan bahan hewani. Mutu karbon aktif yang dihasilkan dari tempurung kelapa mempunyai daya serap tinggi, karena arang ini berpori-pori dengan diameter yang kecil, sehingga mempunyai internal yang luas. Ada 2 tahap utama proses pembuatan karbon aktif yakni proses karbonasi dan proses aktivasi. Pada umumnya karbon aktif dapat di aktivasi dengan 2 (dua) cara, yaitu dengan cara aktivasi kimia dan aktivasi fisika (Anonim, 2011).

Ada banyak bahan baku yang dapat dijadikan bahan dasar untuk pembuatan arang (Carbon) aktif, seperti tempurung kelapa, tongkol jagung, sekam padi, kulit singkong dan tandan kosong kelapa sawit. Penelitian dari Wuntu, AD & Kamu, VS (2008) menggunakan tempurung kelapa sebagai bahan dasar pembuatan carbon aktif untuk meneliti kapasitasnya dalam menyerap toluene, aseton dan benzene. Arang aktif yang berasal dari bahan dasar yang berbeda akan mempunyai kapasitas/efektifitas adsorpsi yang berbeda pula. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan

oleh Nayoan, CR & Berek, NC (2003) yang membandingkan efektifitas karbon aktif tempurung kelapa dan arang kayu sebagai adsorben limbah cair. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ada kecenderungan carbon aktif dari tempurung kelapa lebih efektif mengadsorbsi limbah.

B. Sistem respirasi

Secara fungsional sistem pernapasan dapat dibagi menjadi 2, yaitu bagian konduksi dan bagian respirasi. **Bagian konduksi** merupakan saluran napas solid baik di luar maupun di dalam paru yang bertugas menghantarkan udara dari dan ke dalam paru untuk respirasi, sedangkan **bagian respirasi** adalah saluran napas di dalam paru tempat berlangsungnya respirasi atau pertukaran gas antara udara dan darah (Eroschenko, 2003). Bagian konduksi meliputi kavum nasal (rongga hidung), nasofaring, laring, trakhea, bronkus, bronkiolus, dan bronkiolus terminalis, sedangkan bagian respirasi terdiri atas bronkiolus respiratorius, duktus alveolaris, dan alveolus (Junqueira & Carneiro, 2007).

a. Bagian Konduksi

Pada bagian konduksi terdapat kombinasi tulang rawan, serat elastin, kolagen, dan otot polos. Tulang rawan terutama hialin (dengan sedikit tulang rawan elastis di laring) ditemukan di tepi lamina propria. Bentuk tulang rawan ini bermacam-macam, mulai dari plak kecil sampai cincin tak teratur dan pada trakhea berbentuk C. Bagian konduksi dan respirasi banyak mengandung serat elastin yang menjadikan struktur ini lebih fleksibel. Semakin ke bawah, jumlah serat elastin semakin meningkat, sehingga pada bronkiolus terkecil memiliki proporsi terbesar serat elastin. Otot polos ditemukan mengelilingi saluran mulai dari trakhea sampai ke duktus alveolaris. Bagian konduksi dari sistem pernapasan secara bertahap berubah menjadi bagian respirasi. Kandungan epitel bersilia, sel goblet, dan tulang rawan berkurang, sedangkan kandungan otot polos dan serat elastin secara bertahap meningkat (Junqueira & Carneiro, 2007).

b. Bagian Respirasi

Bagian respirasi merupakan lanjutan distal bagian konduksi dan terdiri atas saluran-saluran napas tempat berlangsungnya pertukaran udara. Bronkiolus terminalis bercabang menjadi bronkiolus respiratorius dengan ditandai mulai adanya kantong-kantong udara (alveoli) berdinding tipis. Bronkiolus respiratorius adalah zona peralihan antara bagian konduksi dan bagian respirasi. Struktur intrapulmonal lain tempat berlangsungnya respirasi adalah duktus alveolaris, sakus alveolaris, dan alveoli (Eroschenko, 2003).

Duktus alveolaris dan alveolus dilapisi oleh sel alveolus gepeng yang sangat halus. Dalam lamina propria pada tepi alveolus terdapat anyaman sel otot polos. Banyak serat elastin dan retikulin membentuk jalinan pada muara atrium, sakus alveolaris dan alveoli (Junqueira & Carneiro, 2007).

Secara struktural, alveoli menyerupai kantung kecil. Setiap dinding terletak diantara 2 alveolus yang bersebelahan dan disebut septum. Satu septum terdiri dari 2 lapis epitel gepeng tipis dan mengandung kapiler, fibrosa, serat elastin dan retikulin, makrofag (Junqueira & Carneiro, 2007).

C. Indoor Pollution

Pencemaran udara dalam ruangan saat ini memberikan kontribusi besar terhadap pencemaran udara secara umum. Polusi udara dalam ruangan menyebabkan 1,6 juta kematian akibat pneumonia, penyakit pernapasan kronis dan kanker paru-paru dengan beban penyakit secara keseluruhan melebihi beban dari polusi udara luar lima kali lipat (WHO, 2005).

Salah satu agen polutan udara dalam ruangan adalah *Volatile Organic Compound* (VOC). USEPA (United State Environmental Agency) menyebutkan bahwa konsentrasi VOC secara konsisten 10 kali lebih tinggi pada *indoor* daripada *outdoor*. Produk-produk dalam rumah tangga yang mengandung VOCC antara lain adalah cat, pelindung cat, berbagai pelarut, pengawet kayu, aerosol spray, produk pembersih, disinfektan, repellent dan **pewangi ruangan**,¹ uk otomotif, perlengkapan untuk hobi dan dry-cleaned pakaian (USEPA, 2012). WHO (2011) menyebutkan bahwa hampir 2 juta orang per tahun meninggal karena penyakit yang disebabkan oleh *indoor pollution*.

Beberapa bahan kimia yang umum ditemukan dalam pengharum udara ditemukan sebagai racun bagi manusia dan dapat meningkatkan masalah kesehatan (Wetzel, 2009). Bahan yang paling umum digunakan sebagai pemberi aroma dalam pengharum ruangan meliputi etanol, formaldehida, bibit pengharum, naftalena, fenol dan xilena ataupun turunannya (EHAN, 2002). Bahan-bahan yang termasuk substansi berbahaya meliputi derivat benzena, pinen dan limonen, aldehida, fenol, dan juga cresol (MCS, 2005).

D. Manfaat carbon aktif dan risikonya terhadap kesehatan respirasi

Carbon aktif merupakan salah satu tipe karbon yang diproses sedemikian rupa sehingga pori-porinya terbuka dan dengan demikian memiliki daya serap yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap.

Activated Carbon / Arang Aktif digunakan untuk mengobati keracunan dan overdosis berikut lisan konsumsi . Namun tidak ada bukti yang baik bahwa meningkatkan hasil. Aplikasi yang salah (misalnya ke paru-paru) menyebabkan aspirasi paru yang kadang-kadang bisa berakibat fatal jika perawatan medis segera tidak dimulai. Penggunaan karbon aktif kontraindikasi jika substansi tertelan adalah asam, alkali, atau produk minyak bumi (Anonim,2014).

David,A (2006) dalam penelitian menunjukkan bahwa adsorben karbon aktif dengan penyisipan ilmenit dapat mereduksi gas buang dari sepeda motor empat langkah.

Carbon aktif, khususnya carbon nanomaterial merupakan material fabrikasi terbaru yang berpotensi untuk digunakan secara luas. Adsorpsi senyawa organik hidrofobik (HOCs) oleh carbon nanomaterial dapat mempertinggi toksisitas dan efeknya, transformasi, dan transport dari HOCs ke dalam lingkungan (Kun Yang, *et all* ,2006).

Dampak buruk lain terhadap kesehatan yang disebabkan oleh carbon aktif adalah bahwa inhalasi nanopartikel carbon aktif dapat meningkatkan sumber inflamasi paru-paru hingga dua kali lipat (Roy J & Lucille A, dalam Ghifari, AS, 2011)

BAB III

METODE PENELITIAN

A. TAHAP-TAHAP PENELITIAN

1. Persiapan subyek dan perlengkapan penelitian

Sebanyak 24 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan sesuai kriteria dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu Kelompok Kontrol Negatif (KN), Kelompok Kontrol Positif (KP), Kelompok Perlakuan Pewangi (PP) dan Kelompok Pewangi dan Carbon Aktif (KPC). Masing-masing kelompok beranggotakan 6 ekor tikus.

Persiapan perlengkapan penelitian meliputi : pembuatan kotak perlakuan, persiapan reagen-reagen, persiapan kandang pemeliharaan, pembelian carbon aktif, pewangi ruangan,

2. Pemberian perlakuan subyek

Subyek diberi perlakuan sesuai kelompoknya, dengan pemberian perlakuan 8 jam/hari selama 30 hari berturut-turut.

3. Pengurusan ijin laboratorium

Surat ijin perlu disiapkan untuk menggunakan fasilitas laboratorium-laboratorium yang diperlukan untuk pelaksanaan penelitian ini,

4. Pembedahan dan pengambilan organ

Pengambilan darah dilakukan pada hari ke-31 setelah pemberian pembedahan. Fiksasi organ dilakukan segera setelah pembedahan dan segera difiksasi dengan larutan formalin buffer 10%

5. Pembuatan sediaan histologi

Sediaan histologi dibuat dengan metode parafin blok dengan teknik pewarnaan Hematoxyline Eosin.

6. Pengamatan dan penilaian histologi

Dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya, Pengambilan foto, pengukuran diameter obyek dibantu dengan software dan hardware OptiLab.

7. Tabulasi dan pengolahan data

Tabulasi data dilakukan dengan MS Excel dilanjutkan dengan pengolahan data menggunakan software SPSS.

8. Penyusunan laporan

B. LOKASI PENELITIAN

1. Pemeliharaan dan pemberian perlakuan pendedahan pewangi ruangan dilakukan di unit pemeliharaan hewan coba FKIK UMY
2. Pembedahan subyek dilakukan di Laboratorium Fisiologi FKIK UMY
3. Pembuatan sediaan histologi dilakukan di Lab. Patologi Anatomi FK UGM
4. Pengamatan sediaan histologi dilakukan di Lab. Histologi dan PA FKIK UMY

C. VARIABEL PENELITIAN

1. Variabel bebas : pemberian perlakuan berupa pendedahan hewan uji dengan carbon aktif dan pewangi ruangan sesuai dengan kelompoknya.

2. Variabel tergantung :

Gambaran histologi organ : trachea, bronchus dan pulmo, meliputi : ketebalan tunica mucosa trachea dan bronchus, diameter bronchus, diameter alveolus, serta ketebalan septum interalveolare pulmo.

3. Variabel terkontrol :

- a. Tikus yang digunakan sebagai subyek penelitian dengan spesifikasi tertentu dan seragam, yaitu species *Rattus norvegicus*, berjenis kelamin jantan, berumur 2 bulan. .
- b. Semua subyek dari kelompok perlakuan diberi dosis pendedahan yang sama sesuai kelompoknya
- c. Semua subyek pada penelitian ini dipelihara dengan kondisi tempat pemeliharaan, pakan dan minum yang sama.

D. SUBYEK PENELITIAN

Subyek penelitian ini adalah 28 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan berumur 2 bulan. Pemberian perlakuan dilakukan 8 jam/hari setiap hari sampai 30 hari.

E. RANCANGAN PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah eksperimental murni dengan rancangan *post only control group design*.

F. TEKNIK PENGUMPULAN DATA DAN ANALISIS DATA

Data-data yang diperoleh dari semua variabel penelitian ini ditabulasi dan selanjutnya dilakukan analisis data. Pengolahan data diawali dengan menguji distribusi data dan dilanjutkan dengan uji perbandingan yang sesuai. Jika data berdistribusi normal, analisis dilanjutkan dengan ANOVA. Jika tidak normal menggunakan uji Kruskal Wallis.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Penelitian

Penelitian dimulai dengan melakukan aklimasi 40 ekor hewan coba selama beberapa hari, dengan tujuan mengadaptasikan hewan coba (tikus putih *Rattus norvegicus*) dengan kondisi tempat pemeliharaan dan perlakuan penelitian. Selama masa pemberian perlakuan, ada 6 ekor tikus yang mati dan 10 ekor tidak memenuhi kriteria inklusi, sehingga terpaksa dieksklusi. Jumlah final tikus sampel yang digunakan adalah sebanyak 24 ekor. Setelah itu, dilakukan pembagian hewan coba secara random, menjadi 4 kelompok, masing-masing terdiri dari 6 ekor tikus.

Penelitian dilanjutkan dengan memberi perlakuan kepada hewan coba sesuai dengan kelompoknya. Kelompok Kontrol Negatif (K) dilakukan pemeliharaan standar, tidak diberi perlakuan apapun. Kelompok Kontrol Positif (KP) diberi perlakuan Carbon Aktif selama 8 jam setiap hari selama 40 hari. Kelompok Perlakuan Pewangi (P1) diberi perlakuan Pewangi Ruangan selama 8 jam setiap hari selama 30 hari. Kelompok Perlakuan Pewangi Carbon (P2) diberi perlakuan Pewangi Ruangan bersamaan dengan Carbon Aktif selama 8 jam setiap hari selama 40 hari. Perlakuan diberikan di kandang perlakuan hewan uji seluas 60x60x60 cm dengan tinggi kaki 15 cm. Pewangi ruangan yang digunakan adalah pewangi ruangan merk "X" bentuk gel dengan bentuk binatang yang biasa digunakan di dalam mobil, dengan aroma jeruk. Sebelum digunakan pada penelitian ini, pewangi ruangan yang akan digunakan sebagai sumber indoor pollution sudah diteliti terlebih dahulu kadar formalinnya di LPPT Universitas Gadjah Mada. Dengan metode spektrofotometri UV-vis, pewangi ruangan tersebut diketahui mengandung formalin 0,62 ppm.

Selama masa perlakuan, kesehatan hewan coba dipantau dengan menimbang berat badan masing-masing hewan coba setiap 2 hari sekali, dan mengamati aktivitas gerak-geriknya. Secara umum hewan coba masih dalam keadaan layak digunakan sebagai subyek penelitian. Keadaan umum hewan coba selama penelitian tergolong normal sehat. Hal ini tercermin dari hasil penimbangan berat badan masing-masing hewan coba setiap 2 hari sekali yang menunjukkan angka terus meningkat serta aktivitas hewan coba yang aktif bergerak.

Setelah 30 hari, hewan coba dikorbankan dengan diberi anastesi Chlorofom, dengan cara memasukkan hewancoba ke dalam toples besar yang diisi dengan kapas berchlorofom. Langkah

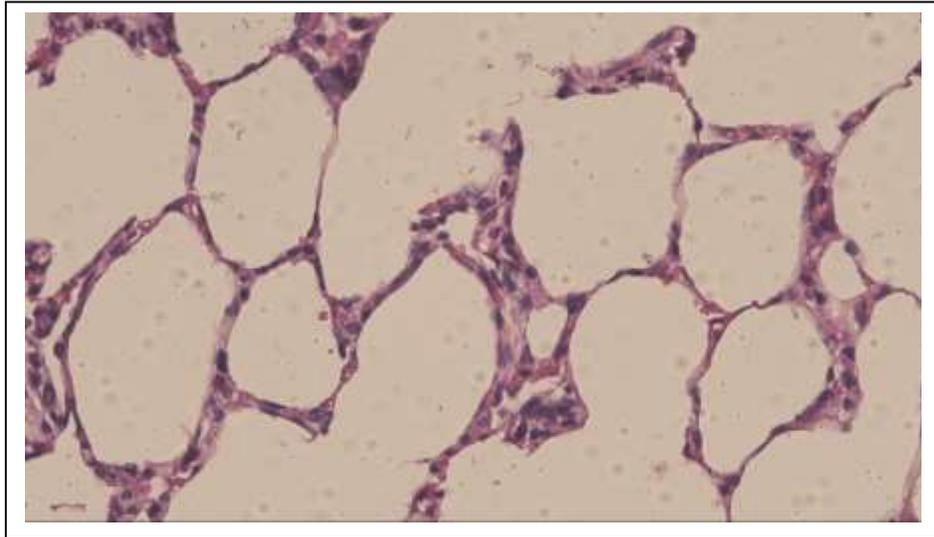
selanjutnya adalah pengambilan organ-organ system respirasi yaitu paru-paru (pulmo) dan saluran respirasi (percabangan trachea bronchus). Organ-organ tersebut selanjutnya difiksasi dengan merendamnya ke dalam wadah yang telah diisi dengan larutan Formalin Buffer 10%, hingga seluruh bagian organ terendam di dalam larutan. Proses selanjutnya dilakukan trimming organ (memilih bagian organ yang akan dibuat preparat). Hasil trimming organ kemudian dibuat preparat histologi dengan metode Parafin Blok dengan teknik pewarnaan Hematoxyline Eosin (HE).

Gambaran histologi organ respirasi pada kajian lengkapnya diamati mulai dari trachea sampai dengan pulmo. Namun pada laporan kali ini penulis memfokuskan pada hasil pengamatan histologi pulmo karena organ inilah yang paling berpengaruh terhadap fungsi system respirasi. Seperti kita ketahui bahwa pulmo, terutama alveolus adalah tempat terpenting untuk terjadinya respirasi yang sebenarnya. Di alveolus itulah terjadi pertukaran antara Oksigen dan Carbon dioksida. Jika terjadi kerusakan pada alveolus, maka sangat mengganggu tercukupinya kebutuhan udara pernafasan, yang imbasnya akan berpengaruh terhadap fungsi umum organ-organ tubuh dan seluruh tubuh.

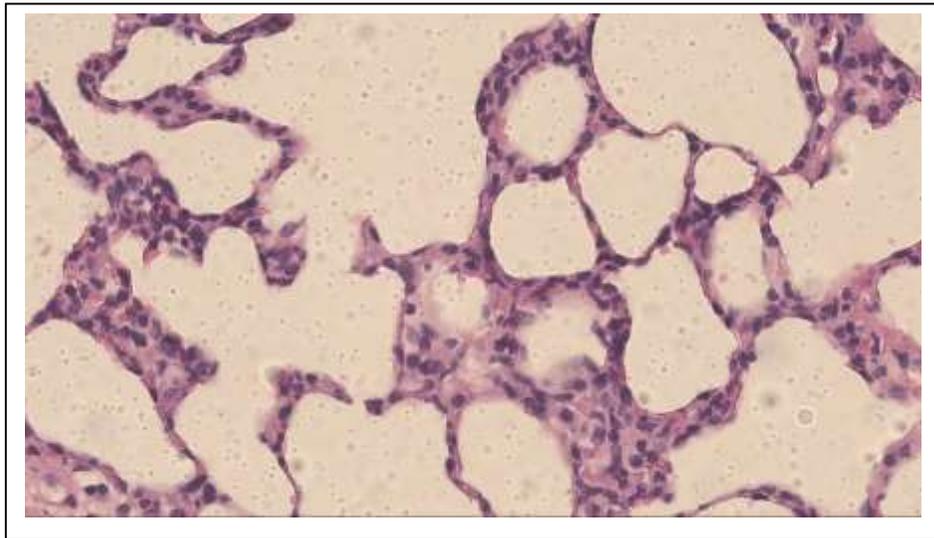
Pengamatan histologi pulmo dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya, dengan 2 okuler (binokuler), pada 10 lapang pandang untuk setiap preparatnya. Preparat yang diamati adalah sebanyak 24 buah, sehingga ada 240 lapang pandang yang diamati, dan masing-masing lapang pandang diamati 5 alveolus untuk diukur diameter, septum interalveolare, serta ada tidaknya/banyak sedikitnya infiltrasi sel limfosit dan sel PMN. Dapat dibayangkan betapa banyaknya area yang harus diamati pada penelitian ini, sehingga belum semua data dapat penulis peroleh. Namun demikian, hasil yang diperoleh, dapat mencerminkan perubahan histologi yang terjadi, dan menunjukkan pengaruh penggunaan carbon aktif terhadap gambaran histologi pulmo (alveolus)

B. HASIL PENELITIAN

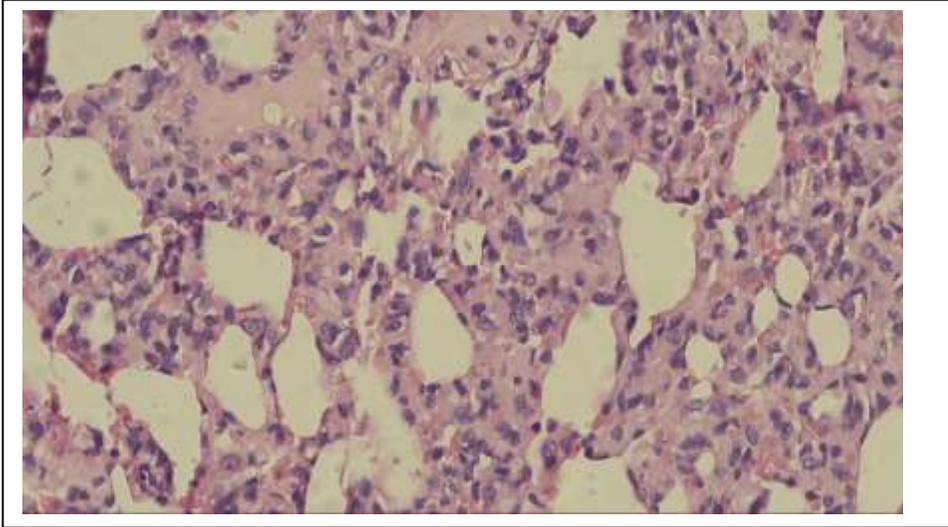
Hasil pengamatan organ penelitian ini ditunjukkan pada foto-foto berikut ini :



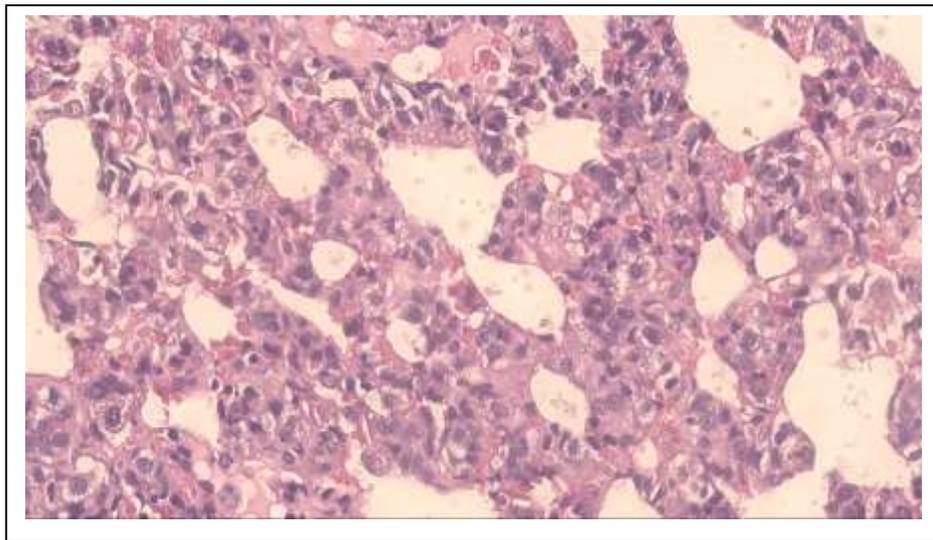
Gambar 1 : Pulmo (alveoli) tikus kelompok kontrol (HE, 10x40)



Gambar 2: Pulmo (alveoli) tikus Kelompok Perlakuan Carbon (HE, 40x10)



Gambar 3 : Pulmo (alveoli) tikus Kelompok Perlakuan Pewangi Ruang
(HE, 40x10)



Gambar 4: Pulmo (alveoli) tikus Kelompok Perlakuan Carbon Aktif dan Pewangi Ruang
(HE, 40x10)

Hasil pengolahan statistic menggunakan software SPSS terhadap data, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 1 : Hasil Uji Normalitas Sebaran Data

perlakuan	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
diameter kontrol	.206	6	.200(*)	.904	6	.401
carbon	.277	6	.166	.855	6	.173
pewangi	.249	6	.200(*)	.901	6	.380
carbon pewangi	.241	6	.200(*)	.941	6	.663

Tabel 2 : Hasil Uji Anova

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	56.678	3	18.893	.741	.540
Within Groups	509.894	20	25.495		
Total	566.572	23			

Tabel 4 : Hasil uji Post Hoc

perlakuan	N	Subset for alpha = .05
		1
Duncan(a) pewangi	6	27.9733
carbon	6	28.0167
carbon pewangi	6	28.8133
kontrol	6	31.7317
Sig.		.251

Tabel 5 : Kesimpulan Hasil Olah Statistik Data

No.	Kelompok Subyek	Diameter Alveolus ± SD
1.	Kontrol	31.732 ± 5.505
2.	Carbon Aktif	28.017 ± 5.605
3.	Pewangi	27.973 ± 3.347
4.	Carbon Aktif dan Pewangi	28.813 ± 5.390

C. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan gambaran histologi pulmo seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 sampai 4, terlihat bahwa terdapat perbedaan gambaran histologi secara umum terhadap pulmo. Dilihat dari ketebalan septum interalveolarenya, menunjukkan adanya perbedaan antara kelompok control, kelompok carbon aktif, kelompok pewangi ruangan, dan kelompok carbon aktif dan pewangi ruangan. Terlihat bahwa kelompok subyek yang didedahkan pewangi ruangan (agen indoor pollution) mengalami penebalan septum interalveolare paling tebal. Septum interalveolare kelompok carbon aktif plus pewangi ruangan lebih tipis daripada kelompok pewangi ruangan yang tanpa diberi carbon aktif. Hal ini menunjukkan bahwa agen indoor pollution khususnya pewangi ruangan berdampak negative terhadap ketebalan septum interalveolare. Pemberian carbon aktif menunjukkan adanya potensi mengurangi dampak negative indoor pollution, khususnya yang diakibatkan oleh senyawa volatile organic (antara lain formalin dan ftalat).

Pengaruh pemberian carbon aktif terhadap diameter alveolus juga menunjukkan pengaruh positifnya terhadap gambaran histologi subyek yang didedahkan indoor pollution. Hal ini ditunjukkan dari perbandingan hasil pengukuran diameter antara ke 4 kelompok subyek yang diteliti. Dari hasil olah data menunjukkan adanya potensi ataupun efektivitas carbon aktif dalam mengurangi kerusakan pulmo akibat indoor pollution.

Mekanisme penebalan septum interalveolaris kelompok perlakuan pewangi ruangan (indoor pollution) terjadi akibat inflamasi yang menimbulkan efek edema pada jaringan di sekitar alveolus dan proses atelektasis pada alveolus pulmo.

Formaldehyde memiliki sifat sitotoksik yang dapat bereaksi langsung pada jaringan pulmo, sehingga akan mempengaruhi fungsi alveolus. *Formaldehyde* yang terhirup akan bekerja cepat merangsang saraf sensorik, sehingga melepaskan zat *tachykinin* yang merupakan mediator inflamasi. Zat tersebut menstimulasi reseptor *tachykinin* NK1 yang menyebabkan peningkatan permeabilitas pembuluh darah, sehingga terjadi kebocoran mikrovaskuler di saluran pernapasan (Mohamed, dkk., 2012). Cairan kaya protein yang bocor, kemudian menuju jaringan ekstrasvaskular. Hilangnya cairan kaya protein akan menurunkan tekanan osmotik intravaskular, sehingga air dan ion akan mengalir ke jaringan ekstrasvaskular dan terjadi edema di jaringan sekitar daerah radang (Kumar, dkk., 2007). Edema tersebut mampu menyebabkan penebalan septum interalveolaris pulmo (Mohamed, dkk., 2012).

Formaldehyde juga dapat menyebabkan peradangan melalui jalur stres oksidatif dalam saluran pernapasan (Lino, dkk., 2011). Pendedahan *formaldehyde* terbukti dapat meningkatkan *Reactive Oxygen Substance* (ROS) (Heryani, dkk., 2011). Pada keadaan normal, ROS akan terbentuk terus-menerus di dalam sel (Türkoğlu, 2010). Pada kadar yang rendah, ROS akan meningkatkan pengeluaran kemokin, sitokin, dan molekul adhesi sehingga memperkuat kaskade mediator peradangan (Kumar, dkk., 2007). ROS akan menjadi berbahaya ketika diproduksi dalam jumlah berlebih, seperti dalam kondisi inflamasi (Türkoğlu, 2010). Pada kadar yang tinggi, ROS bersifat toksik dan meningkatkan cedera jaringan (Kumar, dkk., 2007).

Reactive Oxygen Substance dapat menurunkan aktivitas enzim *superoxide dismutase* (SOD) yang merupakan *scavenger* utama radikal oksigen bebas (Heryani, dkk., 2011). Kondisi ini disebut sebagai stres oksidatif. Stres oksidatif menyebabkan terganggunya keseimbangan fisiologis antara enzim oksidan dan antioksidan dalam jaringan pulmo, sehingga memodulasi peradangan pulmo (Lino, dkk., 2011).

Kemampuan ataupun efektivitas carbon dalam mengurangi kerusakan yang diakibatkan oleh indoor pollution adalah melalui kemampuannya untuk menyerap partikel-partikel polutan yang terdapat di dalam udara ruangan. Carbon aktif merupakan salah satu tipe karbon yang diproses sedemikian rupa sehingga pori-porinya terbuka dan dengan demikian memiliki daya serap yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap.

Dengan kemampuannya menyerap partikel-partikel di dalam udara ruangan, maka carbon aktif dapat mengurangi kuantitas polutan yang dapat masuk ke dalam system respirasi. Dengan berkurangnya kuantitas pollutant, maka udara di dalam ruangan menjadi relative lebih baik. Hal tersebut berdampak positif pula terhadap gambaran histologi system respirasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa

1. Penggunaan carbon aktif sebagai adsorben agen *indoor pollution* adalah aman bagi kesehatan, yang dibuktikan melalui pengamatan histologi organ sistem respirasi khususnya pulmo.
2. Carbon aktif sebagai adsorben agen *indoor pollution* mampu mengurangi risiko kerusakan jaringan organ sistem respirasi (khususnya pulmo) akibat *indoor pollution*.

B. SARAN

Perlu dilakukan penelitian yang merupakan pengembangan dari kajian yang telah dilakukan ini, dengan menggunakan beberapa dosis carbon aktif, sehingga ditemukan formulasi yang optimal untuk mengurangi dampak *indoor pollution* terhadap gambaran histologi system respirasi khususnya dan kesehatan tubuh pada umumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2011, *Karbon Aktif*, Artikel, diakses tgl 20 Maret 2015, diakses dari http://www.purewatercare.com/karbon_aktif.php
- Anonim, 2014, Aneka Fungsi Karbon Aktif, Posting [June 10 2014](#), diakses tgl 20 Maret 2015 dari <http://nanosmartfilter.com/aneka-fungsi-karbon-aktif/>.
- David,A (2006), Pemanfaatan Ilmenit (FeTiO₃) dan karbon aktif sebagai adsorben gas buang sepeda motor 4 langkah untuk pengendalian polusi udara, Thesis,S2 Ilmu Lingkungan (Magister Pengelolaan Lingkungan UGM,diakses tgl 21 Maret 2015 dari : http://etd.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku_id=32807
- Eroschenko, Victor P. (2003). *Atlas Histologi di Fiore* (Edisi 9). EGC: Jakarta. Hal. 231-232.
- Junqueira, Luiz C., & Carneiro, J. (2007). *Histologi Dasar* (Edisi 8). EGC: Jakarta. Hal. 335-342.
- Kun Yang, Lizhong Zhu & Baoshan Xing, 2006, Adsorption of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by Carbon Nanomaterials, *Environ. Sci. Technol.*, 2006, 40 (6), pp 1855–1861, Publication Date (Web): February 16, 2006,diakses tgl 13 Maret 2015 dari <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es052208w>
- Multiple Chemical Sensitivity. (2005). Let's Clear the Air About Air Fresheners And Plug-Ins. Diakses tanggal 8 April 2011 dari www.mcs-america.org/airfresh.pdf
- Nayoan, CR & Berek, NC (2003), Perbedaan Efektifitas Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Arang Kayu dalam Menurunkan Tingkat Kekerusuhan pada Proses Filtrasi Pengolahan Limbah Cair dan Industri Tahu. Artikel. Diakses tanggal 21 Maret 2015 dari <https://mediakesehatanmasyarakat.files.wordpress.com> pada.
- Raharjo,D, Mustamir,E dan Suryadi,UE, 2012, Uji Efektivitas Beberapa Jenis Aran Aktif dan Tanaman Akumulator Logam pada Lahan Bekas Penambangan Emas, *J Perkebunan & Lahan Tropika*, Vol.2.No.2.Desember 2012
- Roy, J & Lucille, E dalam Ghifari, Abi Sofyan, 2011, *Nanopartikel Karbon Aktif Dapat Menyebabkan Inflamasi Paru-Paru*, Artikel, diakses 23 Maret 2015dari http://www.chem-is-try.org/artikel_kimia/berita/nanopartikel-karbon-aktif-dapat-menyebabkan-inflamasi-paru-paru/,
- United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2012, *Toxicological Review of Formaldehyde Inhalation Toxicity*. 2010. EPA/635/R-10/002C., cit. [Anh Duong](#), [Craig Steinmaus](#), [Cliona M. McHale](#), [Charles P. Vaughan](#), and [Luoping Zhang](#), 2011, Reproductive and Developmental Toxicity of Formaldehyde: A Systematic Review, [Mutat Res.](#) 2011 November; 728(3): 118–138. Published online 2011 July 20.

doi: [10.1016/j.mrrev.2011.07.003](https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2011.07.003) diakses tgl 9 Desember 2013 dikutip dari <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3203331/>

Wuntu, AD & Kamu, VS, (2008), Adsorpsi Aseton, Benzena dan Toluena pada Carbon Aktif Tempurung Kelapa sebagai Pembersi Udara Ruang Tertutup, *Chem.Prog.Vol.1, No.2. November 2008*

Wetzel, Chad. (2009). *Air Fresheners*. Diakses tanggal 6 April 2011 dari <http://toxipedia.org/display/toxipedia/Air+Fresheners#AirFresheners-Overview> .

World Health Organisation. (2005). *Indoor Air Pollution and Health*. Diakses tanggal 10 Maret 2011 dari <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/en/> .

World Health Organisation , 2011, *Air Pollution*, http://www.who.int/topics/air_pollution, diakses Maret 2011

