

## ADSORBSI GAS KARBON MONOKSIDA (CO) DALAM RUANGAN DENGAN KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA DAN KULIT DURIAN

Ulfa Nurullita, Mifbakhuddin

Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang

Email: [ulfa\\_nurullita@ymail.com](mailto:ulfa_nurullita@ymail.com)

Email: [mifbakhuddin@yahoo.com](mailto:mifbakhuddin@yahoo.com)

### ABSTRACT

*Cigarettes contain more than 4000 elements and at least 200 of them are harmful to health. The main toxins in cigarettes are tar, nicotine, and carbon monoxide. The purpose of this study was to know the ability of coconut shell and durian skin activated carbon as adsorbent of carbon monoxide. The study was pre-experimental with Randomized control group only design. Independent variable is the type of activated carbon (coconut shell, durian skin, and control), the dependent variable is the concentration of carbon monoxide. This is laboratory-scale research. The results showed the lowest concentration of carbon monoxide in the treatment with activated carbon durian skin that 29 ppm. The average of carbon monoxide concentration decrease (than the control group) on coconut shell group 68,7 ppm, while the average of durian skin is 77,478 ppm. One way anova test results to see the difference in the concentration of carbon monoxide in various types of activated carbon p value 0,000 while independent t test to see the difference carbon monoxide reduction between coconut shell and durian skin activated carbon with p value is 0,000. Conclusion: there is a differences adsorbtion of carbon monoxide between coconut shell and durian skin activated carbon.*

**Keywords:** carbon monoxide, activated carbon, coconut shell, durian skin

### PENDAHULUAN

Polusi udara di dalam ruangan menjadi masalah kesehatan yang lebih serius dibanding di luar ruangan. Ini disebabkan secara umum sebagian besar waktu dihabiskan di dalam ruangan, pada ruangan kondisi lebih tertutup sehingga bahan pencemar justru tidak mengalir bebas tetapi terakumulasi. Sesuai perkembangan teknologi banyak temuan yang diaplikasikan pada benda-benda di dalam ruangan berupa benda-benda sintesis yang justru memaparkan bahan berbahaya di antaranya pelitur, deodorant ruangan, cat dinding, dan salah satu yang cukup besar pajanannya adalah rokok.

Sumber penyebab polusi udara dalam ruangan berhubungan dengan bangunan itu sendiri, perlengkapan dalam bangunan (karpet, AC, dan sebagainya), kondisi bangunan, suhu, kelembaban, pertukaran udara, dan hal-hal yang berhubungan dengan perilaku orang-

orang yang berada di dalam ruangan, misalnya merokok.

Rokok mengandung kurang lebih 4000 lebih elemen dan setidaknya 200 di antaranya berbahaya bagi kesehatan. Meskipun jumlah zat-zat berbahaya tersebut sebenarnya sangat kecil dalam sebatang rokok, namun jika dikonsumsi secara terus menerus, zat-zat tersebut dapat perlahan-lahan menumpuk di dalam tubuh perokok, sehingga akan memberikan dampak negatif. Dari semua bahan tersebut, racun utama pada rokok adalah tar, nikotin, dan karbon monoksida (CO). (Irfansyah, 2007). Menurut WHO tahun 2008 Indonesia menempati urutan ke tiga dari 10 negara pengonsumsi rokok terbanyak di dunia setelah Cina dan India, yaitu 4,8% atau 240 milyar batang. Berdasarkan Riskesdas 2007 menunjukkan 85,4% dari perokok berusia 10 tahun ke atas merokok di dalam rumah

bersama dengan anggota lainnya. (Depkes, 2010)

Paparan karbon monoksida terhadap tubuh manusia memberikan dampak negatif dari yang paling ringan yaitu pusing, rasa tidak enak pada mata, sakit kepala, dan mual. Keadaan yang lebih berat dapat berupa detak jantung meningkat, rasa tertekan di dada, kesukaran bernafas, kelemahan otot-otot, gangguan pada sistem kardiovaskuler, serangan jantung sampai pada kematian. (Depkes, 2010) Di samping berdampak langsung terhadap kesehatan manusia, CO juga merupakan salah satu polutan yang dikenal sebagai gas rumah kaca yang sangat reaktif terhadap lapisan ozon pelindung bumi. (Wardana, 2004)

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam hubungan kualitas udara dalam ruang dengan gangguan kesehatan manusia adalah kondisi lingkungan dalam ruang, konstruksi gedung dan perabotan atau furnitur, proses dan alat-alat dalam gedung, ventilasi. Kondisi lingkungan yang penting untuk diperhatikan adalah suhu ruangan, kelembaban, dan aliran udara. Ketiga hal tersebut dapat menyebabkan peningkatan absorpsi polutan kimia dalam ruangan, pertumbuhan mikroorganisme di udara, dan meningkatkan bau yang tidak sedap. Ventilasi udara yang buruk dapat menyebabkan kurangnya udara segar yang masuk dan buruknya distribusi udara di dalam ruang. (Esi, 2010)

Berbagai upaya dilakukan untuk mengurangi dampak pencemaran udara. Upaya pengurangan dampak bahaya pada pencemaran udara ambient secara global cukup banyak dilakukan, namun untuk pencemar di dalam ruangan masih sedikit yang memperhatikan. Sebagian masyarakat malah menganggap lebih aman dan nyaman berada di dalam ruangan dan tidak menyadari adanya bahaya pencemar di dalam ruangan.

Adsorben kimia (berupa karbon aktif/arang aktif) secara teoritis dapat digunakan untuk mereduksi pencemar udara. Karbon aktif merupakan senyawa karbon yang telah ditingkatkan adsorbsinya dengan melakukan proses karbonisasi dan aktivasi. Pada proses tersebut terjadi penghilangan hidrogen, gas-gas, dan air dari permukaan

karbon sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya. (Diana, 2012)

Karbon aktif mengandung ion-ion logam dan molekul-molekul air. Dalam keadaan normal ruang antar lapis pada karbon aktif terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Bila karbon aktif dipanaskan sampai suhu 100°C maka molekul-molekul air akan menguap (keluar) sehingga karbon aktif dapat berfungsi sebagai penyerap gas.

Hasil penelitian Elisabeth Pratidhina dan Halimatus Syadiyah (2012), arang aktif berbahan dasar limbah kulit kakao dapat menyerap gas karbon monoksida. Di pasaran selama ini lebih banyak disediakan karbon aktif tempurung kelapa belum memanfaatkan bahan baku yang lain. Manfaat karbon aktif tempurung kelapa sudah banyak diketahui. Di sisi lain banyak bahan yang sebenarnya dapat dimanfaatkan salah satunya adalah kulit durian. Kulit durian belum banyak dimanfaatkan. Selama ini masih dianggap sebagai limbah yang sulit untuk diuraikan karena permukaannya yang runcing dan cukup keras. Kondisi ini mengakibatkan penguraian kulit durian di alam membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga dianggap merusak lingkungan.

Tujuan penelitian ini adalah menguji kemampuan karbon aktif tempurung kelapa dan kulit durian sebagai bahan adsorben gas karbon monoksida di dalam ruangan. Penelitian berskala laboratorium. Uji coba dilakukan di dalam kotak kardos yang dianggap sebagai ruangan pada umumnya. Paparan karbon monoksida berasal dari asap rokok kretek tanpa filter.

## **KAJIAN LITERATUR DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS**

CO adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Ia terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berikatan dengan satu atom oksigen. Dalam ikatan ini, terdapat dua ikatan kovalen dan satu ikatan kovalen koordinasi antara atom karbon dan oksigen. Sifat CO yang tidak berbau, membuatnya mudah bercampur dengan gas-gas lain yang berbau sehingga CO dapat terhirup secara tidak disadari bersamaan dengan terhirupnya gas lain yang berbau. Karbon

monoksida merupakan salah satu polutan yang terdistribusi paling luas di udara.

Karbon monoksida sangat beracun dan merupakan sebab utama keracunan yang paling umum terjadi di beberapa negara. Paparan dengan karbon monoksida dapat mengakibatkan keracunan sistem saraf pusat, jantung, dan memberi efek-efek buruk bagi bayi dari wanita hamil. Keracunan gas karbon monoksida dapat ditandai dari keadaan ringan, berupa pusing, rasa tidak enak pada mata, sakit kepala, dan mual. Keadaan yang lebih berat dapat berupa detak jantung meningkat, rasa tertekan di dada, kesukaran bernafas, kelemahan otot-otot, gangguan pada sisten kardiovaskuler, serangan jantung sampai pada kematian.

Konsentrasi gas CO di suatu ruang akan naik bila di ruangan itu ada orang yang merokok. Orang yang merokok akan mengeluarkan asap rokok yang mengandung gas CO dengan konsentrasi lebih dari 20.000 ppm yang kemudian menjadi encer sekitar 400-5000 ppm selama dihisap. Konsentrasi gas CO yang tinggi didalam asap rokok menyebabkan kandungan COHb dalam darah orang yang merokok jadi meningkat. Keadaan ini sudah barang tentu sangat membahayakan kesehatan orang yang merokok. Orang yang merokok dalam waktu yang cukup lama (perokok berat) konsentrasi CO-Hb dalam darahnya sekitar 6,9%. Hal inilah yang menyebabkan perokok berat mudah terkena serangan jantung. Perokok pasif yang sering berada didekat perokok aktif akan menghirup asap rokok yang mengandung gas karbon monoksida.

Untuk menghindari atau mengurangi konsentrasi gas karbonmonoksida (CO) yang berpotensi dihirup manusia, selama ini diupayakan dengan menggunakan sensor gas CO. Dengan sensor itu orang dapat menghindari ruangan dengan konsentrasi gas CO yang tinggi. Namun, upaya tersebut dirasa kurang efektif, karena hanya dapat digunakan dalam ruangan. Oleh karena itu, diperlukan suatu zat yang dapat berpotensi menyerap gas CO agar konsentrasi gas CO di udara dapat berkurang. Absorben yang berpotensi menyerap gas CO adalah arang aktif atau yang dikenal juga dengan karbon aktif (*activated carbon*).

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorbsinya dengan melakukan karbonisasi dan aktifasi. Pada proses tersebut terjadi penghilangan hydrogen, gas-gas, dan air dari permukaan karbon sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya. Aktifasi ini terjadi karena terbentuknya gugus aktif akibat adanya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen. Arang aktif dapat digunakan untuk menghilangkan bau, rasa, warna, dan kontaminan organik lainnya. Karbon aktif yang banyak di pasaran terbuat dari tempurung kelapa. Hasil karbon dari arang tempurung kelapa memiliki pori-pori yang lebih terbuka. Permukaan arang tempurung kelapa juga luas dan berongga dengan struktur yang berlapis. Hal tersebut membuat arang tempurung kelapa dapat menyerap gas atau zat lain dalam larutan dan udara. Arang tempurung kelapa digunakan sebagai adsorben karena mempunyai daya adsorbs selektif, berpori sehingga luas permukaan persatuan massa besar, dan mempunyai daya ikat yang kuat terhadap zat yang hendak dipisahkan secara fisik atau kimiawi. Menurut penelitian Elisabeth dan Halimatus kadar CO di dalam ruangan dapat dikurangi dengan memanfaatkan karbon aktif kulit kakao untuk menyerapnya.

Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai bahan yang mempunyai kandungan karbon cukup tinggi. Salah satu bahan yang cukup banyak kandungan selulosa sehingga terdapat gugus aktif karbonil, hidroksil, dan eter yang berpotensi dalam proses adsorpsi. Hasil penelitian sejenis dengan paparan kendaraan bermotor di mana karbon aktif dari kulit durian dapat menurunkan konsentrasi gas CO dari kendaraan bermotor 0,604% menjadi 0,192% dengan daya adsorpsi 68,2%. Dari kedua bahan Salah satu kandungan yang berbeda dari kedua bahan adsorben adalah fenol.

Dari asumsi di atas diajukan hipotesis: "ada perbedaan kemampuan karbon aktif tempurung kelapa dan kulit durian sebagai bahan adsorben gas carbon monoksida di dalam ruangan."

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pra eksperimental yaitu desain percobaan yang tidak mencukupi semua syarat-syarat dari suatu desain percobaan sebenarnya. Rancangan yang digunakan adalah rancangan *Randomized control group only*, di mana populasi penelitian dibagi dalam 2 kelompok secara random. Kelompok pertama merupakan unit percobaan untuk diberikan perlakuan dan kelompok kedua merupakan kelompok untuk kontrol. Dari kedua kelompok itu dicari perbedaan antara mean pengukuran dari keduanya, dan perbedaan ini dianggap disebabkan oleh perlakuan. (Bisma, 2003)

Perlakuan penelitian ada 3 macam yaitu menggunakan adsorben karbon aktif tempurung kelapa, karbon aktif kulit durian dan kelompok kontrol (tanpa menggunakan adsorben). Parameter lain yang diukur adalah suhu ruangan.

### Replikasi:

Dalam penelitian eksperimen diperlukan replikasi/pengulangan. Berdasarkan penghitungan, untuk menghindari sekecil mungkin kesalahan dalam replikasi atau pengulangan terhadap eksperimen digunakan rumus sebagai berikut:

$$(t - 1) \times (r - 1) \geq 15$$

nilai t adalah jumlah perlakuan, sedangkan nilai r adalah jumlah replikasi. (Hanafiah, KA, 2003)

Berdasarkan rumus tersebut maka dengan jumlah perlakuan sebanyak 3 kelompok, didapatkan pengulangan perlakuan masing-masing sebanyak 9 kali.

### Jumlah Bahan:

Pada penelitian ini karbon aktif yang digunakan adalah dalam bentuk serbuk halus. Tekstur kedua bahan halus dan lembut. Pada masing-masing perlakuan digunakan karbon aktif sebanyak 1 kg.

### Metode:

Percobaan dilakukan dalam ruangan yang dibuat dari kardos sheet dalam bentuk kontak dengan ukuran 1x1x1 m, sehingga volume ruangan adalah 1m<sup>3</sup>. Pada salah satu sisi kotak dibuat lubang untuk menampilkan monitor alat CO meter dengan ukuran berkisar 10 x 10 cm, yang dibuat pada jarak 25 cm dari bagian atas kotak. CO meter dipasang dengan jarak 25cm dari bagian atas kotak. Di bagian bawah CO meter dengan jarak 25 cm dari lubang monitor dibuat lubang kecil untuk memaparkan rokok.

Asap rokok dipaparkan pada kotak percobaan selama 5 menit. Setelah 5 menit paparan asap rokok dihentikan dan lubang ditutup rapat. Setelah diberikan waktu untuk penyerapan sekitar 1 menit dilakukan perhitungan kadar karbon monoksida.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan pada siang hari dengan kisaran waktu pukul 8 sampai 12 siang. Asumsi ini didasarkan pada kondisi suhu, kelembaban dan pencahayaan yang hampir sama pada rentang waktu ini. Penelitian hanya dilakukan pada cuaca yang cerah sehingga dianggap tidak menjadi pengganggu hasil pengukuran kadar CO.

Suhu udara lingkungan saat penelitian rata-rata 30,1°C. Penelitian dilakukan pada tempat yang sama sehingga suhu, kelembaban, dan pencahayaan juga sama.

Paparan asap rokok dipilih dari rokok kretek tanpa filter. Paparan selama 5 menit dapat membakar rokok kurang lebih sepanjang 2 cm. Setelah paparan rokok dihentikan, lubang paparan kemudian ditutup rapat dan didiamkan 1 menit untuk memberi kesempatan pengikatan gas karbon monoksida oleh adsorben. Setelah itu dilakukan penghitungan kadar CO di dalam kotak percobaan.

### a. Konsentrasi karbon monoksida pada berbagai media adsorben

Hasil pengukuran kadar karbon monoksida dalam ruang percobaan pada berbagai jenis adsorben adalah sebagai berikut:

Tabel 1  
Konsentrasi CO dalam Ruang Percobaan dengan Adsorben Berbagai Karbon Aktif

Ulangan	Tempurung Kelapa	Kulit Durian	Kontrol
1	41	30	120
2	40	30	120
3	46	29	115
4	43	31	112
5	38	36	110
6	41	31	102
7	39	32	105
8	39	35	98
9	42	39	105
Minimal	38	29	98
Maksimal	46	36	120
Rata-rata	41	31,8	109,7

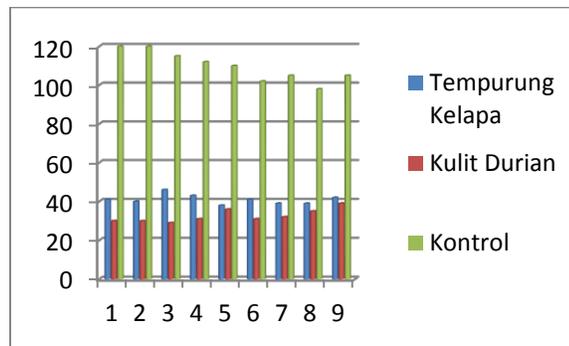
Dari hasil perhitungan menunjukkan rata-rata kadar CO udara dalam ruangan percobaan setelah dikontakkan dengan karbon aktif terendah pada karbon aktif kulit durian yaitu 31,8 ppm. Meskipun rata-rata di atas karbon aktif kulit durian, adsorpsi dengan karbon aktif tempurung kelapa cukup besar bila dibanding dengan kelompok kontrol.

Dari seluruh kelompok nilai minimal ada pada kelompok karbon aktif kulit durian yaitu 29 ppm, nilai maksimal ada pada

kelompok kontrol yaitu 120 ppm, dan standar deviasi 35,606.

Dibandingkan dengan standar, semua subyek pengamatan masih di atas nilai ambang batas yang diperbolehkan ( Keputusan Menteri Kesehatan No. 261/MENKES/SK/II/1998 yaitu 25 ppm).

Untuk memperjelas kadar karbon monoksida pada berbagai jenis adsorben dapat dilihat pada grafik 1 berikut ini:



Grafik 1 Kadar Karbon Monoksida Setelah Kontak dengan Karbon Aktif Tempurung Kelapa, Kulit Durian, dan Kontrol

Hasil uji one way anova dengan nilai tingkat kemaknaan 95% didapatkan nilai p 0,000, dengan demikian ada perbedaan secara signifikan konsentrasi gas karbon monoksida pada berbagai jenis karbon aktif.

Hasil uji lanjutan dengan post hoc test untuk mengetahui perbedaan antar kelompok ditampilkan pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2  
Uji Perbedaan Konsentrasi CO Antar Kelompok Perlakuan

Pasangan kelompok	Nilai p
Tempurung kelapa – kulit durian	0,001
Tempurung kelapa – kontrol	0,000
Kulit durian – kontrol	0,000

Dari hasil uji post hoc dari tabel 2 tampak bahwa ada perbedaan signifikan antar tiap kelompok pasangan adsorben. Hal ini

dapat dilihat dari nilai p yang semua kurang dari  $\alpha$  (5%).

#### b. Penurunan konsentrasi karbon monoksida pada berbagai media adsorben

Perhitungan penurunan konsentrasi karbon monoksida dari berbagai adsorben dibandingkan dengan nilai rata-rata pada

kelompok kontrol, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 3  
Penurunan Konsentrasi CO dalam Ruang Percobaan dengan Adsorben Berbagai Karbon Aktif

Ulangan	Tempurung Kelapa (ppm)	Kulit Durian (ppm)
1	68,7	79,7
2	69,7	79,7
3	63,7	80,7
4	66,7	78,7
5	71,7	73,7
6	68,7	78,7
7	70,7	77,7
8	70,7	74,7
9	67,7	73,7
Rata-rata	68,7	77,478
Standar deviasi	2,4495	2,7285

Nilai minimal penurunan konsentrasi karbon monoksida adalah 63,7, nilai maksimal 80,7, rata-rata 73,089 dengan standar deviasi 5,1694.

Nilai rata-rata penurunan konsentrasi karbon monoksida pada kelompok karbon aktif

tempurung kelapa adalah 68,6 ppm, sedangkan pada kelompok kulit durian adalah 77,48 ppm.

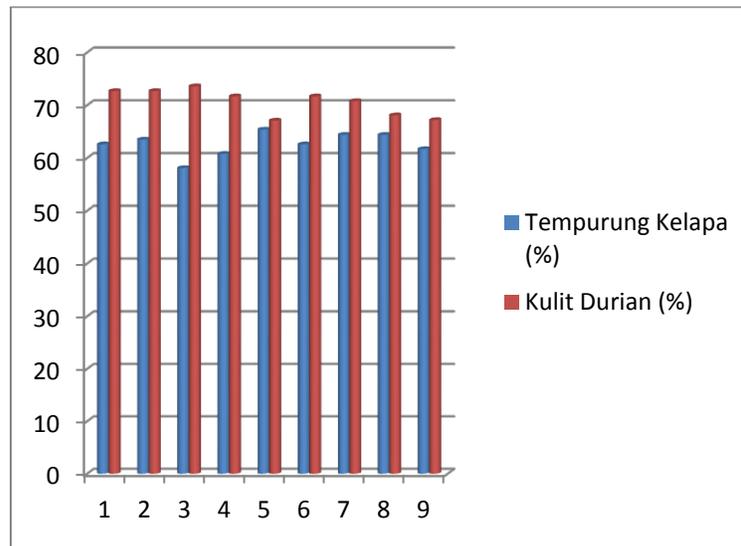
Bila dibuat dalam bentuk persentase ditunjukkan pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4  
 Persentase Penurunan Konsentrasi CO dalam Ruang Percobaan dengan Adsorben Berbagai Karbon Aktif

Ulangan	Tempurung Kelapa (%)	Kulit Durian (%)
1	62,6	72,7
2	63,5	72,7
3	58,1	73,6
4	60,8	71,7
5	65,4	67,1
6	62,6	71,7
7	64,4	70,8
8	64,4	68,1
9	61,7	67,2
Rata-rata	62,6	70,6

Rata-rata persentase penurunan konsentrasi karbon monoksida tertinggi terdapat pada kelompok karbon aktif kulit durian yaitu 70,6%.

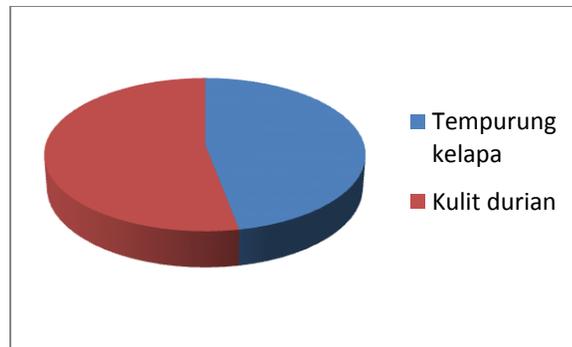
Persentase penurunan konsentrasi karbon monoksida apabila digambarkan dalam bentuk grafik adalah sebagai berikut:



Grafik 2  
 Persentase Penurunan Karbon Monoksida Dengan Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Kulit Durian

Untuk memperjelas perbedaan kemampuan kedua jenis karbon aktif dapat digambarkan

rata-rata persentase penurunan kadar gas karbon monoksida pada grafik 3 berikut ini:



Grafik 3

### Rata-Rata Persentase Penurunan Kadar Gas Karbon Monoksida Pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Kulit Durian

Hasil uji t independent penurunan karbon monoksida dengan adsorben karbon aktif tempurung kelapa dan kulit durian didapatkan nilai p 0,000 sehingga disimpulkan ada perbedaan penurunan konsentrasi gas karbon monoksida antara kelompok karbon aktif tempurung kelapa dengan kelompok kulit durian.

Karbon aktif merupakan senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorbsinya dengan proses aktivasi. Karbon aktif terdiri dari 87-97% karbon dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur, nitrogen, dan senyawa lain dalam jumlah kecil. (Diana Agusta, 2012). Pada proses aktivasi terjadi penghilangan hidrogen, air, gas-gas dari permukaan karbon sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya. Aktivasi terjadi karena terbentuk gugus aktif akibat interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti O<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub>. Pada proses aktivasi juga terbentuk pori baru karena ada pengikisan atom karbon melalui oksidasi/pemanasan. Pori baru ini membuat karbon aktif mempunyai permukaan luas dan berongga dengan struktur yang berlapis.

Gas karbon monoksida (CO) yang dipaparkan pada kotak percobaan akan terakumulasi di permukaan adsorben. Pembentukan pori baru hasil aktivasi semakin memperluas permukaan karbon aktif sehingga semakin banyak luasan yang mengadsorbsi bahan-bahan di luarnya. Selanjutnya gas CO yang terakumulasi di permukaan adsorben akan

mengalami penyerapan oleh adsorben. Pada kelompok perlakuan di mana tidak diberikan bahan apapun, gas CO tidak mengalami penyerapan tetapi hanya terakumulasi di dalam ruangan. Dengan alasan inilah maka ada perbedaan konsentrasi gas CO di dalam kotak percobaan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol.

Kulit buah durian (*Durio zibethinus*) selama ini dianggap sebagai limbah. Hal ini didorong oleh sifat keras dan tajamnya. Proses pembusukan kulit durian juga lama sehingga jarang diolah sebagai kompos. Kulit durian memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan dan dijadikan karbon aktif. Kulit durian mengandung selulosa cukup tinggi sekitar 50 – 60% sehingga terdapat gugus aktif karbonil, hidroksil, dan eter yang berpotensi dalam proses adsorpsi (Masturah, 2012 dalam Ayuni Dirga).

Adanya perbedaan penurunan konsentrasi gas CO antara adsorben tempurung kelapa dan kulit durian diasumsikan adanya perbedaan kadar oksida di dalam kedua jenis bahan tersebut. Selain mengandung karbon, baik tempurung kelapa maupun kulit durian mengandung karbonil, karboksil, fenol, lakton, quinon dan gugus eter. Salah satu kandungan yang berbeda dari kedua bahan adsorben adalah fenol. Pada kulit durian kadar fenol adalah 74,49 µg/mL (Muhtadi, dkk, 2014), sedangkan pada kulit durian adalah 10-200 mg/kg. (anonim, 2012).

Oksida permukaan tersebut umumnya berasal dari bahan bakunya, dari udara atau dari uap air. Oksida tersebut biasanya bersifat asam sehingga menurun ke karbon aktifnya. Gugus fungsional oksida membuat permukaan karbon aktif reaktif secara kimiawi dan mempengaruhi sifat adsorbsinya. (Diana Agusta, 2012).

Secara umum persentase penurunan gas CO dengan adsorben tempurung kelapa adalah 62,6%, sedangkan kulit durian adalah 70,6%. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian sejenis dengan paparan kendaraan bermotor di mana karbon aktif dari kulit durian dapat menurunkan konsentrasi gas CO dari kendaraan bermotor 0,604% menjadi 0,192% dengan daya adsorpsi 68,2%.

### SIMPULAN

- Konsentrasi CO terendah setelah adsorpsi dengan karbon aktif adalah 29 ppm pada kelompok karbon aktif kulit durian, tertinggi pada kelompok kontrol 120 ppm.
- Persentase penurunan gas CO dengan adsorben tempurung kelapa adalah 62,6%, sedangkan kulit durian adalah 70,6%.
- Ada perbedaan signifikan konsentrasi gas CO setelah diadsorpsi oleh berbagai jenis adsorben dengan nilai p 0,000.
- Ada perbedaan kemampuan adsorpsi antara karbon aktif tempurung kelapa dan kulit durian, dengan nilai p 0,000.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional Republik Indonesia yang telah memberikan dana untuk kegiatan penelitian Hibah Bersaing tahun anggaran 2015 dan 2016, kepada teman sejawat di lingkungan Universitas Muhammadiyah Semarang khususnya di Fakultas Kesehatan Masyarakat.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Alina, S; Nurullita, U; Mifbakhuddin, 2012, Pengaruh umur dan kerapatan sansieviera terhadap kadar CO udara dalam ruangan. Skripsi Universitas Muhammadiyah, Semarang.
2. Basuki, Kris. Tri. 2008. Penurunan Konsentrasi CO dan NO<sub>2</sub> pada Emisi Gas Buang dengan Menggunakan Media Penyisip TiO<sub>2</sub> Lokal pada Karbon Aktif. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*. Yogyakarta.
3. Cheremisinoff, DN., Ellerbusch, F, 1978, Carbon Adsorption Handbook, An Arbon Science, New York. Sembiring, Meilita T, Sinaga, Tuti S, 2009.
4. Depkes RI. 2010. Kandungan Zat Berbahaya dalam Rokok. <http://promkes.depkes.go.id>. Diakses 9 Desember 2013.
5. Dirga, A. 2012. *Analisis Kadar Emisi Gas Karbon Monoksida (CO) dari kendaraan Bermotor yang Melalui Penyerap Karbon Aktif dari Kulit Buah Durian (Durio zibethinus)*. Skripsi Universitas Hasanuddin, Makasar.
6. Hanafiah, KA. 2003. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
7. Irfansyah, 2007. Zat Berbahaya dalam Rokok <http://www.irfansays.com/2013/05/7ZatKandunganRokok.html>. Diakses 1 November 2013.
8. Lisyastuti, Esi. 2010. Jumlah Koloni Mikroorganisme Udara dalam Ruang dan Hubungannya dengan Kejadian Sick Building Syndrom (SBS) pada Pekerja Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (BP2TKS) BPPT di Kawasan Puspipetek Serpong tahun 2010. Skripsi. Universitas Indonesia. Jakarta.
9. Meiningrum, CF. 2004. Hubungan Antara Kadar CO pada Ruangan Tertutup yang Terpapar Asap Rokok dengan Kapasitas Vital Paksa Paru pada Pekerja Hiburan Malam di Semarang. Universitas Diponegoro; available from: <http://eprints.undip.ac.id/18190/2313.pdf>. Diakses 5 November 2013
10. Mukono, HJ. 2000. *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernafasan*. Airlangga University Press. Surabaya.
11. Muhtadi; L, Anggita; S, Andi; A, Tanti; H, 2014. Pengujian Daya Antioksidan dari Beberapa Ekstrak Kulit Buah Asli Indonesia dengan Metode FTC. [www.researchgate.net/publication/269396153\\_pengujian](http://www.researchgate.net/publication/269396153_pengujian). Diakses 1 Juni 2015.
12. Murti, B. 2003. *Prinsip dan Metode Riset Epidemiologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

13. Pratidhina, Elisabeth dan Syadiyah, Halimatus, 2012, Arang aktif berbahan dasar limbah kulit kakao Penyerap CO, [www.antaraneews.com](http://www.antaraneews.com). Diakses 10 Oktober 2013.
14. Wardhana, WA. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
15. Tirta Ardhi Winata. Karbon Monoksida, 2010 <http://catatankimia.com>. Diakses 10 Oktober 2013
16. Aisa Rahmawati. Karbonmonoksida dan Dampaknya terhadap Kesehatan, 2010, <http://www.chemistry.org>. Diakses 10 Oktober 2013