

PENGARUH BERAT KARBON AKTIF KULIT DURIAN DALAM ADSORBSI GAS KARBON MONOKSIDA (CO) DALAM RUANGAN

Ulfa Nurullita¹⁾, Mifbakhuddin²⁾

¹Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang
Email: ulfa_nurullita@ymail.com

²Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang
Email: mifbakhuddin@yahoo.com

ABSTRACT

One of the major toxic cigarettes is carbon monoxide. Carbon monoxide is one air pollutant causing the greenhouse effect. The research objective is to know the effect of the weight of durian skin activated carbon to adsorb indoor CO. The study was pre-experimental with Randomized control group only design. Independent variables are weight of durian skin activated carbon, the dependent variable is concentration of CO. The results showed the average CO adsorption at durian skin activated carbon 1 kg is 41,56 ppm, at durian skin activated carbon 2 kg is 30,89 ppm. The average CO decreased on 1 kg is 59%, 2 kg is 69%. Kruskal wallis test to see difference CO in various of weight of activated carbon p value 0,000, independent t test to see the difference CO reduction between 2 type of weight activated carbon with p value is 0,003. Conclusion: there is a differences adsorption of CO between 1 kg and 2 kg of durian skin activated carbon.

Keywords: CO, activated carbon, durian skin

1. PENDAHULUAN

Pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke udara dan atau berubahnya tatanan udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak berfungsi sesuai peruntukannya. (RI, 1999) Pencemaran udara dapat terjadi di dalam maupun di luar ruangan. Pencemaran di dalam ruangan lebih berbahaya karena sebagian besar orang menghabiskan waktu lebih banyak di dalam ruangan dan di dalam ruangan kondisi pergerakan udara tidak secepat di udara ambien sehingga bahan pencemar justru tidak mengalami pengenceran tetapi terakumulasi. Akibatnya konsentrasi polutan justru meningkat. Kualitas *indoor air* merupakan rangkaian

beberapa variabel termasuk kualitas udara luar gedung, desain ventilasi, dan sistem penyejuk udara, kehadiran sumberkontaminan dan besarnya serta sistem pemeliharaan dalam gedung. (Sumantri, 2015)

Salah satu pencemar yang banyak ditemui di dalam ruangan adalah gas karbon monoksida (CO) yang merupakan gas anorganik hasil pembakaran. (Sumantri, 2015) Sumber utama CO di dalam ruangan berasal dari asap rokok. Menurut Terry dan Horn kandungan zat kimia yang terdapat di dalam sebatang rokok itu berjumlah 3000 macam. Tetapi hanya 700 macam zat saja yang dikenal. Secara umum hanya 15 macam zat berbahaya yang biasa dipelajari yaitu acrolein, karbon monoksida, nikotin, amonia, formic acid, hidrogen cyanida, nitrogen

oksida, formaldehyde, phenol, acetol, hidrogen sulfida, pyridine, methyl chlorida, methanol, TAR, butane, cadmium, asam stearad, toluene, arsenic racun bagi sel biologis. (RI, 2010)

Berdasarkan data *The Asean Tobacco Control Report Card* tahun 2008, sebanyak 30,1% penduduk Asia Tenggara adalah perokok. Di Indonesia sebanyak 57.563.866 penduduk dewasa adalah perokok, menjadikan sebagai negara konsumen rokok tertinggi kelima di dunia. (Afdol Rahmadi, 2013) Perilaku merokok penduduk 15 tahun ke atas masih belum terjadi penurunan dari 2007 ke 2013, cenderung meningkat dari 34,2% tahun 2007 menjadi 36,3% tahun 2013. 64,9% laki-laki dan 2,1% perempuan masih menghisap rokok tahun 2013. Ditemukan 1,4% perokok umur 10-14 tahun, 9,9% perokok pada kelompok tidak bekerja, dan 32,3% pada kelompok kuintil indeks kepemilikan terendah. Rerata jumlah batang rokok yang dihisap adalah sekitar 12,3 batang, bervariasi dari yang terendah 10 batang di DI Yogyakarta dan tertinggi di Bangka Belitung (18,3 batang). (RI, 2013)

Laporan Badan Lingkungan Hidup Amerika (EPA/Environmental Protection Agency) mencatat tidak kurang dari 300.000 anak berusia 1-5 tahun menderita bronkhitis dan pneumonia karena turut menghisap asap rokok yang dihembuskan orang di sekitarnya terutama ayah dan ibunya. 10 Populasi yang sangat rentan terhadap asap rokok adalah anak-anak karena mereka menghirup udara lebih sering dari pada orang dewasa. Organ anak-anak masih lemah sehingga rentan terhadap gangguan dan masalah sehingga jika terkena dampak buruk maka perkembangan organnya tidak sesuai dengan semestinya. (Suryani, et al., 2015)

Gas CO berbahaya bagi manusia karena melibatkan hemoglobin dan eritrosit. Hemoglobin yang berfungsi mengikat oksigen untuk dikonsumsi ke dalam jaringan tubuh yang membutuhkan akhirnya mengikat CO karena daya afinitas yang lebih tinggi. Dalam keracunan oleh gas ini menampakkan gejala seperti rasa berat di kepala, sakit

kepala yang hebat, pingsan, bahkan dapat berakhir dengan kematian. (Sarudji, 2010) Beberapa hasil penelitian menyimpulkan efek negatif asap rokok terhadap kesehatan manusia. Dalam penelitian *Parental Smoking as Health Risk Factors of Indoor Air Pollution* menyimpulkan bahwa merokok adalah faktor risiko kesehatan untuk gangguan pernapasan pada 263 Balita di wilayah perumahan kumuh di Jakarta. (Purnama, 2007)

Pengaruh rokok pada trombosit dapat menyebabkan peningkatan aterosklerosis dan menjadi faktor risiko penyakit aterosklerotik akibat peningkatan *mean platelet volume* (MPV). Simpulan penelitian Sundari menunjukkan lama merokok dan jumlah rokok yang dikonsumsi berkorelasi negatif dengan jumlah trombosit, MPV, *platelet distribution width* (PDW), *platelet crit* (PCT) (Sundari, et al., 2015). Penelitian pada mahasiswa fakultas Keolahragaan Universitas Negeri Makasar menyimpulkan ada hubungan positif antara insomnia dan perilaku merokok. (Mutmainnah Basit)

Hasil penelitian Rika Handayani dan kawan-kawan menunjukkan bahwa paparan asap rokok dan status merokok memiliki hubungan yang signifikan secara statistik dengan berat plasenta sedangkan status keterpaparan asap rokok tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan berat plasenta. (Rika Handayani, Juli 2012) Adapun penelitian tentang hubungan kebiasaan merokok dengan kualitas sperma menyimpulkan jumlah rokok yang diisap setiap harinya berhubungan dengan jumlah sperma. (Ridha Nirmalasari, Juli 2012) 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.

Tidak banyak orang yang menyadari bahaya pencemaran udara di dalam ruangan. Masyarakat luas banyak beranggapan bahwa udara di dalam ruangan lebih aman, hal ini didukung oleh sifat beberapa polutan yang tidak berwarna dan tidak berbau. Akibatnya seringkali akumulasi polutan yang sudah

tinggi tidak disadari tetapi tiba-tiba menimbulkan gangguan terhadap manusia. Demikian juga dengan sifat gas CO. CO adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. 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. (Wardhana, 2004) Untuk itu perlu upaya untuk mengurangi berbagai bahan pencemar di sekitar kita khususnya di dalam ruangan. Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk mengurangi cemaran gas adalah karbon aktif.

Arang atau karbon merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Arang aktif adalah arang yang konfigurasi atom karbonnya dibebaskan dari ikatan dengan unsur lain, serta pori dibersihkan dari senyawa lain, sehingga permukaan dan pusat aktif menjadi luas. Akibatnya daya adsorpsi terhadap cairan atau gas akan meningkat. (Sudarja, Mei 2012)

Penelitian Dicky Maryanto menyimpulkan ada penurunan rata-rata emisi gas CO dengan penambahan arang aktif pada kendaraan bermotor. (Maryanto, et al., 2009) Penelitian Muhtadi menunjukkan media karbon aktif yang dipasang sepanjang 5 cm, 10 cm dan 15 cm pada tabung adsorpsi memberikan hasil penurunan konsentrasi gas CO sebesar 76,316 %, 80,866 % dan 82,785%. (Muhtadi, et al., 2014)

Karbon aktif dapat dibuat dari hewan, tumbuh tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon seperti tulang, kayu lunak, sekam, tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, serbuk gergaji, kayu keras dan batubara (Komariah, et al., 2013). Limbah kulit durian di lingkungan cukup banyak yang belum

dimanfaatkan. Kulit luarnya yang keras menyebabkan pembusukan kulit durian secara alamiah membutuhkan waktu yang cukup lama akibatnya jarang dimanfaatkan untuk pembuatan kompos. Pada penelitian ini tahun pertama menyimpulkan karbon aktif kulit durian lebih efektif mengadsorpsi gas CO dari paparan asap rokok dibanding karbon aktif tempurung kelapa. Selanjutnya perlu dilihat jumlah karbon aktif yang efektif untuk menurunkan kadar gas CO untuk diaplikasikan di dalam ruangan.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perbedaan kemampuan karbon aktif kulit durian berdasarkan jumlah bahan dalam mengadsorpsi gas CO di dalam ruangan yang bersumber dari asap rokok.

2. KAJIAN LITERATUR DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS Zat Berbahaya Pada Rokok

Rokok menjadi berbahaya bukan hanya karena kandungan nikotin dari tembakaunya saja, tetapi juga mengandung banyak zat lain yang berbahaya. Meskipun jumlah zat-zat berbahaya tersebut sebenarnya sangat kecil dalam sebatang rokok, namun jika dikonsumsi secara terus menerus, zat-zat tersebut dapat menumpuk di dalam tubuh perokok, dan memberikan dampak negatif bagi tubuh. Menurut Terry dan Horn kandungan zat kimia yang terdapat di dalam sebatang rokok itu berjumlah 3000 macam. Tetapi hanya 700 macam zat saja yang dikenal. Racun utama pada rokok adalah tar, nikotin, dan karbon monoksida. Secara umum hanya 15 macam zat berbahaya yang biasa dipelajari yaitu acrolein, karbon monoksida, nikotin, amonia, formic acid, hidrogen cyanida, nitrogen oksida, formaldehyde, phenol, acetol, hidrogen sulfida, pyridine, methyl chlorida, methanol, TAR, butane, cadmium, asam stearad, toluene, arsenic racun bagi sel biologis. (RI, 2010)

Karbon Monoksida (CO)

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. Setiap tahun, CO dilepaskan ke udara dalam jumlah yang paling banyak diantara polutan udara yang lain, kecuali CO₂. Di daerah dengan populasi tinggi, rasio mixing CO bisa mencapai 1 hingga 10 ppmv. (Wardhana, 2004)

Karbon Aktif Penyerap CO

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorbsinya dengan melakukan karbonisasi dan aktivasi. Pada proses tersebut terjadi penghilangan hydrogen, gas-gas, dan air dari permukaan karbone sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya. Aktivasi ini terjadi karena terbentuknya gugus aktif akibat adanya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen. (Meilita, 2009). 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. Adsorben yang berpotensi menyerap gas CO adalah arang aktif atau yang dikenal juga dengan karbon aktif (*activated carbon*).

Kulit durian mengandung elemen zat tepung dan lignin sekitar 5%, dan selulosa sekitar 50-60%. (Dahlan, et al., 2013) Selulosa berpotensi dalam proses adsorpsi dan memiliki situs aktif seperti,

hidroksil (OH⁻) yang dapat dengan mudah membentuk serangkaian reaksi kimia dan melakukan pengikatan dengan senyawa kation dan anion (Handayani, 2010, dalam Masturah, 2012).

Kulit durian memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan dan dijadikan karbon aktif. Kulit durian mengandung selulosa cukup tinggi yaitu sekitar 50 – 60% sehingga terdapat gugus aktif karbonil, hidroksil, dan eter yang berpotensi dalam proses adsorpsi. (Dirga, 2014) Selain mengandung karbon dan selulosa, baik tempurung kelapa maupun kulit durian mengandung karbonil, karboksil, fenol, lakton, quinon dan gugus eter. Pada kulit durian kadar fenol adalah 74,49 µg/mL (Muhtadi, dkk, 2014), sedangkan pada tempurung kelapa adalah 10-200 mg/kg. (anonim, 2012). Fenol memiliki sifat yang cenderung asam, artinya ia dapat melepaskan ion H⁺ dari gugus hidroksilnya. Pelepasan ion H⁺ memberi peluang adanya ruang kosong di permukaan adsorben sehingga mudah diisi oleh bahan lain yang ada di luarnya, dalam penelitian ini bahan yg mengisi adalah gas karbon monoksida.

Berdasarkan latar belakang maka dirumuskan hipotesis:

“Ada perbedaan kemampuan adsorpsi karbon aktif kulit durian terhadap gas karbon monoksida berdasarkan berat karbon aktif”

3. 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. (Murti, 2011)

Penelitian berskala laboratorium. Uji coba dilakukan di dalam kotak kardos yang diasumsikan sebagai ruangan pada umumnya. Paparan karbon monoksida berasal dari asap rokok kretek tanpa filter.

Perlakuan penelitian ada 3 macam yaitu jumlah adsorben karbon aktif kulit durian sebanyak 1 kg, 2 kg dan kelompok kontrol (tanpa menggunakan adsorben). Parameter lain yang diukur adalah suhu ruangan.

Replikasi:

Dalam penelitian eksperimen diperlukan replikasi/pengulangan. Berdasarkan penghitungan replikasi, untuk menghindari sekecil mungkin kesalahan dalam replikasi atau pengulangan terhadap eksperimen digunakan rumus sebagai berikut: (Hanafiah, 2013)

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

nilai t adalah jumlah perlakuan, sedangkan nilai r adalah jumlah replikasi. Dengan jumlah perlakuan sebanyak 3 kelompok, maka 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. Perlakuan pertama dengan jumlah karbon aktif 1 kg, perlakuan kedua 2 kg, dan pengulangan sebanyak 9 kali. Dengan demikian kebutuhan total karbon aktif kulit durian adalah 27 kg. Adapun kelompok ketiga adalah kelompok kontrol yang tidak menggunakan karbon aktif.

Metode:

Kotak percobaan terbuat dari kardos sheet dengan ukuran 1x1x1 m, sehingga volume ruangan adalah 1m³. Kotak kardos harus dibuat serapat mungkin untuk menghindari keluarnya gas CO dari kotak percobaan. Pada salah satu sisi kotak dibuat lubang untuk menampilkan monitor alat CO meter dengan ukuran berkisar 10 x 10 cm. Lubang dibuat kurang lebih 25 cm dari bagian atas kotak. CO meter dipasang dengan jarak 25 cm dari bagian atas kotak tepat pada

lubang yang dibuat untuk monitor. Selanjutnya lubang ditutup rapat dengan plastik transparan dan tidak memungkinkan adanya lubang untuk keluarnya asap paparan rokok.

Karbon aktif kulit durian masing-masing sebanyak 1 kg dan 2 kg dimasukkan ke dalam 4 wadah yang berlubang-lubang. Wadah yang berisi karbon aktif ini dimasukkan ke dalam kotak percobaan di tiap ujung kotak percobaan, sehingga tiap wadah diberikan karbon aktif sebanyak ¼ kg dan ½ kg. Selanjutnya kotak percobaan ditutup rapat, semua lubang yang masih memungkinkan udara keluar ditutup rapat dengan lakban.

Di bagian bawah CO meter dengan jarak 25 cm dari lubang monitor dibuat lubang kecil untuk memaparkan rokok. Rokok yang telah dinyalakan dimasukkan lewat lubang kecil kurang lebih sepanjang 4 cm. Asap rokok dipaparkan pada kotak percobaan selama 5 menit. Setelah 5 menit paparan asap rokok dihentikan dan lubang untuk masuknya rokok ditutup rapat dengan plastik transparan. Setelah diberikan waktu untuk penyerapan sekitar 1 menit dilakukan pengukuran kadar gas karbon monoksida dengan menyalakan CO meter. Monitor akan menampilkan kadar CO terukur sampai pada angka yang stabil. Angka yang stabil ini merupakan kadar CO hasil pengukuran. Di samping pengukuran kadar CO juga diukur suhu udara sekitarnya.

Kadar CO hasil pengukuran dari 3 perlakuan (termasuk kontrol) dianalisis dengan uji kruskall Wallis dengan α 5% karena uji normalitas data menunjukkan data tidak berdistribusi normal ($p=0,02$). Uji ini untuk melihat perbedaan kadar CO dari 3 perlakuan setelah adsorpsi dengan beberapa jumlah bahan karbon aktif.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan pada kisaran waktu pukul 08.00 sampai 12.00. Hal ini dilakukan dengan asumsi kondisi suhu, kelembaban dan pencahayaan yang hampir sama pada rentang waktu ini. Suhu udara lingkungan saat penelitian rata-rata 28,5°C. Penelitian

dilakukan pada lokasi yang sama. Penelitian hanya dilakukan pada cuaca yang cerah (tidak dilakukan saat hujan atau mendung) sehingga suhu, kelembaban, dan pencahayaan dapat dianggap sama sehingga tidak menjadi pengganggu hasil pengukuran kadar CO di dalam ruang percobaan.

Paparan asap rokok berasal dari rokok kretek (tanpa filter). Paparan dilakukan selama 5 menit, di mana dengan proses ini rokok dapat terbakar 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 1 menit CO meter dinyalakan dan ditunggu sampai angka yang tertera pada monitor menunjukkan angka yang stabil (tidak berubah-ubah lagi). Hasil pengukuran kadar CO ditampilkan berikut ini.

a. Konsentrasi Gas Karbon Monoksida Setelah Adsorpsi pada

Kelompok Karbon Aktif Kulit Durian 1 kg, 2 kg, Dan Kelompok Kontrol

Obyek penelitian pada kelompok perlakuan karbon aktif kulit durian 1 kg ini ada 9 kotak (berupa 9 ulangan). Kotak kosong dimasukkan karbon aktif kulit durian sebanyak 1 kg yang dibagi ke dalam 4 kotak yang dindingnya berlubang-lubang (masing-masing sebanyak ¼ kg) dan diletakkan di tiap sudut kotak dengan asumsi penyebaran asap rokok ke segala arah dapat ditangkap di masing-masing sudut. Setelah kotak percobaan ditutup rapat selanjutnya dilakukan pemaparan asap rokok selama 5 menit. Selanjutnya diberi kesempatan adsorpsi oleh karbon aktif selama 1 menit dan setelah itu dilakukan pengukuran kadar CO di dalam kotak percobaan.

Dari hasil pengukuran menunjukkan kadar minimal gas CO udara dalam ruangan percobaan setelah dikontakkan dengan adsorben karbon aktif kulit durian adalah 36 ppm, maksimal 49 ppm, rata-rata 41,56 ppm.

Hasil pengukuran selengkapnya ditampilkan pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1
Konsentrasi Gas CO dalam Ruang Percobaan
Setelah Adsorpsi dengan Karbon Aktif Kulit Durian 1 kg

Ulangan	Kadar Gas CO		
	Karbon Aktif 1 kg	Karbon Aktif 2 kg	Kontrol
1	38	14	116
2	36	33	113
3	43	24	93
4	42	33	113
5	46	34	98
6	36	30	121
7	39	37	85
8	49	39	82
9	45	34	92
Minimum	36	14	82
Maksimum	49	39	121
Rata-Rata	41,56	30,89	101,4

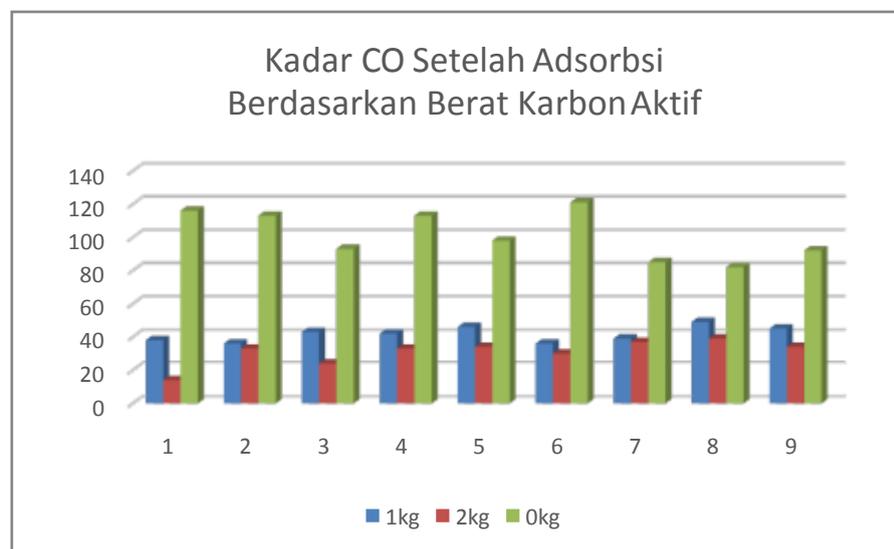
Pada tiap perlakuan karbon aktif kulit durian dibagi ke dalam 4 kotak, jadi tiap kotak berisi ¼ kg (untuk berat 1 kg) dan ½ kg (untuk berat 2 kg) dan ditempatkan pada 4 titik sudut. Pemilihan

kotak berlubang-lubang diharapkan dapat terjadi kontak langsung antara asap rokok dan karbon aktif di tiap bagian. Dibandingkan dengan standar yaitu Keputusan Menteri Kesehatan No. 261/MENKES/SK/II/1998 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja, nilai ambang batas gas CO di dalam ruangan yaitu 25 ppm.

Nilai minimal dari 3 kelompok sebesar 14 ppm (2 kg karbon aktif), nilai maksimal pada kelompok kontrol 121 ppm. Rata-rata kadar CO paling kecil pada karbon aktif 2 kg yaitu 30,89 ppm.

b. Analisis Perbedaan Konsentrasi Karbon Monoksida Berdasar Jumlah Karbon Aktif Kulit Durian

Untuk membandingkan adsorpsi gas CO pada 2 kelompok perlakuan dan 1 kelompok kontrol lebih jelas dapat dilihat pada grafik berikut ini:

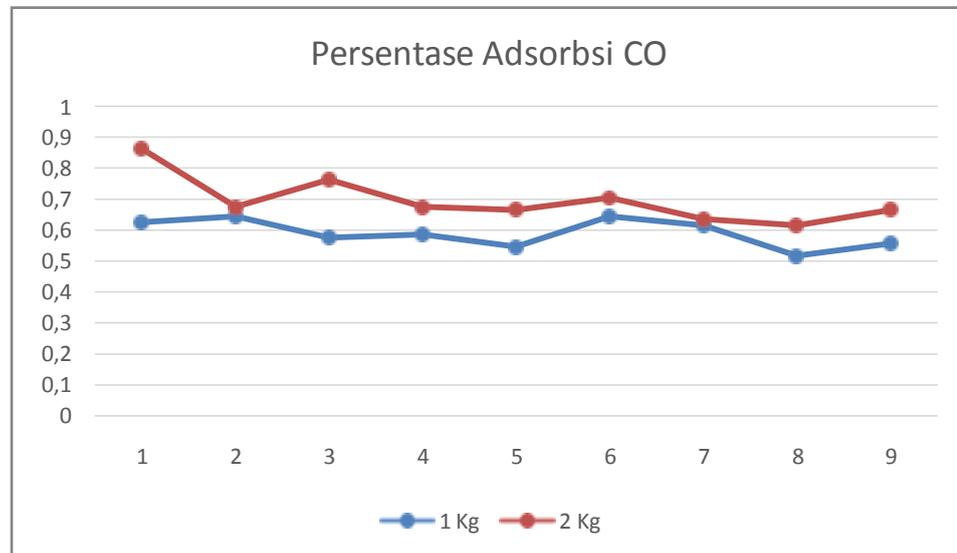


Grafik 1
Konsentrasi Gas CO dalam Ruang Percobaan Setelah Adsorpsi Berdasarkan Berat Karbon Aktif Kulit Durian

Hasil Uji Kruskal Wallis didapatkan nilai p 0,000 disimpulkan ada perbedaan kadar CO setelah adsorpsi berdasarkan berat karbon aktif kulit durian. Dilihat dari nilai rata-rata konsentrasi gas CO terendah ada pada kelompok karbon aktif kulit durian 2 kg yaitu 30,89 ppm, tertinggi ada pada kelompok kontrol yaitu 101,4 ppm.

c. Analisis Perbedaan Penurunan Konsentrasi Karbon Monoksida Dibanding Kelompok Kontrol

Untuk melihat persentase penurunan konsentrasi CO antara kelompok karbon aktif 1 kg dan 2 kg, maka dilakukan perhitungan dengan membandingkan pada kelompok kontrol. Tiap konsentrasi dikurangi dengan rata-rata konsentrasi CO pada kelompok kontrol dalam persen. Persentase adsorpsi CO kelompok karbon aktif 1 kg rata-rata 59% sedangkan kelompok karbon aktif 2 kg rata-rata 69%. Untuk memperjelas dapat dilihat grafik berikut:



Grafik 2
Persentase Adsorpsi Gas CO Pada 2 Kelompok Karbon Aktif

Hasil uji t independent didapatkan nilai p 0,03 dengan demikian disimpulkan ada perbedaan persentase adsorpsi antara karbon aktif 1 kg dan 2 kg.

Racun utama pada rokok adalah tar, nikotin, dan karbon monoksida. (Irfansyah, 2007) Sebatang rokok mengandung 4000 jenis zat kimia yang 60 zat diantaranya bersifat karsinogenik dan adiktif. Merokok merupakan faktor risiko utama penyakit paru obstruktif kronik dan meningkatkan risiko aterosklerosis. (Afdol Rahmadi, 2013)

CO merupakan salah satu polutan yang terdistribusi paling luas di udara. CO adalah polutan yang sangat berbahaya karena karakteristiknya yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Konsentrasi karbon monoksida 1600 ppm dalam waktu 20 menit dapat menyebabkan sakit kepala, kontraksi jantung cepat, pusing dan mual, dalam waktu 2 jam dapat menyebabkan kematian. (Yuliusman, et al., 2013) Paparan dengan karbon monoksida dapat mengakibatkan keracunan sistem saraf pusat, jantung, dan memberi efek-efek buruk bagi bayi dari wanita hamil. Perilaku merokok dalam kurun waktu lebih dari satu tahun akan timbul

gejala pengkriputan kulit, batuk, sesak nafas, stamina yang menurun dan peredaran darah tidak lancar. Bila gejala tersebut sudah tampak pada perokok, maka perokok akan berusaha keras untuk segera berhenti merokok. Karena bila ia terus merokok maka risiko terjadi kanker paru-paru dan penyakit jantung akan semakin cepat. (Rosita, et al., 2012)

Hasil penelitian Yashinta menyimpulkan ada hubungan antara kebiasaan merokok dengan hipertensi ($p=0,003$) yaitu dipengaruhi oleh lama merokok ($p=0,017$) dan jenis rokok ($p=0,017$), tetapi tidak terdapat hubungan antara jumlah rokok dengan kejadian hipertensi ($p=0,412$). (Yashinta Octavian, 2015) Penelitian Vinda menyimpulkan pada perokok sedang memiliki gambaran morfologi spermatozoa yang normal, dengan abnormalitas kepala sebagai abnormalitas terbanyak dan bentuk kelainan kepala besar sebagai bentuk kelainan yang paling banyak ditemukan. (Vinda Dwi Apriora, 2015)

Terdapat hubungan antara emisi udara terhadap kapasitas vital paru pada pekerja dan masyarakat untuk parameter debu (Odds

Ratio $p=0,033$ dan $OR=1,584$) dan gas CO (Odds Ratio $p=0,000$ dan $OR=2,558$), sedangkan NO₂ dan SO₂ tidak mempengaruhi kapasitas vital paru. (Rahmawati, et al., 2013)

Di perumahan yang padat, kebiasaan merokok orang tua adalah faktor kritis kualitas udara dalam ruang, dengan demikian menjadi faktor risiko kesehatan bagi penghuninya (Purnama, 2007). Berdasarkan fenomena tersebut maka paparan CO di sekitar kita seharusnya dapat dikurangi atau dihilangkan. Salah satunya dengan memanfaatkan karbon aktif.

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. Pada proses aktivasi terjadi penghilangan hidrogen, air, gas-gas dari permukaan karbon sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya. Karbon aktif menjadi bahan yang berupa karbon amorf yang mempunyai luas permukaan yang sangat besar yaitu 300 sampai 2000 m²/gr. Luas permukaan yang sangat besar ini disebabkan karena mempunyai struktur pori-pori. Pori-pori inilah yang menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan untuk menyerap. (Dewi, et al., 2009) Aktivasi terjadi karena terbentuk gugus aktif akibat interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti O₂ dan N₂. 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.

Adsorpsi adalah peristiwa pengambilan zat yang berbentuk gas, uap dan cairan oleh permukaan atau antarmuka tanpa penetrasi. Faktor terpenting dalam proses adsorpsi adalah luas permukaan. Suatu molekul pada antarmuka mengalami ketidakseimbangan gaya. Akibatnya, molekul molekul pada permukaan ini mudah sekali menarik molekul lain, sehingga keseimbangan gaya akan tercapai. Dari proses adsorpsi ini,

dikenal istilah adsorbat untuk zat yang diadsorpsi dan adsorben untuk zat yang mengadsorpsi. (Ramdja, et al., 2008)

Gas CO yang dipaparkan pada kotak percobaan akan terakumulasi di permukaan adsorben. Pembentukan pori baru hasil aktivasi adsorben semakin memperluas permukaan karbon aktif sehingga semakin banyak luasan yang mengadsorpsi bahan-bahan di luarnya. Selanjutnya gas CO yang terakumulasi di permukaan adsorben akan mengalami penyerapan oleh adsorben dan menempati ruang-ruang kosong tersebut. Pada kelompok kontrol 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.

Pada penelitian penggunaan arang tempurung kelapa sebagai media adsorpsi gas CO dan NO₂ pada emisi gas buang kendaraan bermotor, diketahui bahwa media karbon aktif yang dipasang sepanjang 5 cm, 10 cm dan 15 cm pada tabung adsorpsi memberikan hasil penurunan konsentrasi gas CO sebesar 77,50 %, 80,70 % dan 83,90 %. (Basuki, et al., 2007)

Kulit durian memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan dan dijadikan karbon aktif. Kulit durian mengandung selulosa cukup tinggi yaitu sekitar 50 – 60% sehingga terdapat gugus aktif karbonil, hidroksil, dan eter yang berpotensi dalam proses adsorpsi (Dirga, 2014). Selain mengandung karbon dan selulosa, kulit durian mengandung karbonil, karboksil, fenol, lakton, quinon dan gugus eter. Kulit durian (*Durio Zibertinus Murr*) mengandung selulosa yang tinggi (50-60 %), lignin (5 %) dan pati yang rendah (5 %), serta pektin sehingga sangat potensial sebagai biosorben ion-ion logam. (Akhiri Saleh H, 2009)

Adanya perbedaan penurunan konsentrasi gas CO antara jumlah bahan 1 kg dan 2 kg dimungkinkan karena semakin banyak bahan yang digunakan maka luas permukaan karbon aktif semakin luas. Semakin luas permukaan karbon aktif maka

semakin banyak luasan yang mengadsorbsi bahan-bahan di luarnya. Dalam hal ini bahan yang diadsorbsi adalah gas CO. Hal ini ditunjukkan dengan nilai rata-rata konsentrasi gas CO dengan adsorbsi karbon aktif 1 kg adalah 41,56 ppm, sedangkan pada berat 2 kg adalah 30,89 ppm. Hasil penelitian ini sedikit berbeda dengan penelitian sebelumnya tahun pertama, di mana rata-rata konsentrasi gas CO dengan adsorbsi karbon aktif 1 kg adalah 31,8 ppm. Hal ini dimungkinkan karena pada penelitian lanjutan ini ada penggantian alat CO meter dengan yang baru yang mempunyai sensitifitas sedikit lebih tinggi.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian tentang emisi gas buang CO pada kendaraan bermotor, disimpulkan prosentase penurunan kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) dengan penambahan arang aktif pada kendaraan bermotor semakin besar dengan semakin banyaknya jumlah karbon aktif. Pada variasi karbon aktif 50 gram prosentase penurunan sebesar 2,57%, variasi 100 gram 21,29 %, variasi 150 gram 45,68%. (Maryanto, et al., 2009)

Apabila dilihat dari nilai prosentase adsorbsi menunjukkan karbon aktif kulit durian 1kg mampu menurunkan sebesar 59%, sedangkan bahan 2 kg mampu menurunkan sebesar 69%. Angka ini tampaknya cukup baik, namun jumlah bahan maksimum 2 kg belum mampu menurunkan konsentrasi gas CO di bawah nilai ambang batas 25 ppm pada ruang berukuran 1m². Oleh karena itu perlu penelitian lanjutan untuk menurunkan konsentrasi gas CO sampai batas yang dianggap aman.

5. SIMPULAN

Persentase penurunan gas CO dengan adsorben kulit durian 1 kg adalah 59%, sedangkan 2 kg adalah 69%. Ada perbedaan signifikan konsentrasi gas CO setelah diadsorbsi dengan beberapa berat adsorben kulit durian dengan nilai p 0,000. Ada perbedaan kemampuan adsorbsi antara berat karbon aktif kulit durian 1 kg dan 2 kg, dengan nilai p 0,003. Karbon aktif kulit durian 2 kg lebih efektif dalam mengadsorbsi gas CO.

UCAPAN TERIMA KASIH:

- Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi melalui Koordinator Perguruan Tinggi Swasta Wilayah VI yang telah memberikan dana untuk kegiatan penelitian ini.
- Rektor Universitas Muhammadiyah Semarang yang telah memberikan ijin untuk penelitian.
- Ketua LPPM Universitas Muhammadiyah Semarang yang telah memberikan kesempatan untuk penelitian.
- Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang yang telah memberikan ijin untuk penelitian.
- Teman-teman yang membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

6. REFERENS

- Afdol Rahmadi Yuniar Lestari, Yenita Hubungan Pengetahuan dan Sikap Terhadap Rokok Dengan Kebiasaan Merokok Siswa SMP Di Kota Padang [Journal] // Jurnal Kesehatan Andalas Volume2 nomor 1. - 2013.
- Ahirawati and Astuti Dwi Hubungan Masa Kerja dengan Kandungan Karboksihemoglobin (COHb) Dalam Darah Polisi Lalu Lintas di Jalan Slamet Riyadi Surakarta [Online] // Jurnal Kedokteran Indonesia Volume 1 Nomor 1 (76-82). - 2009. - Februari 2016. - <http://jki-ina.com/index.php/jki/article/view/37>.
- Akhiri Saleh H Nursiah La Nafie, Paulina Taba Bisorpsi Ion Ni²⁺ dan Co²⁺ Dengan Menggunakan Biomassa Kulit Durian (Durie Zibertinus Murr) [Report]. - [s.l.] : Jurusan Kimia Fakultas Mipa Universitas Hasanudin, 2009.
- Basuki Kris Tri, Setiawan Budi and Nurimaniwathy Penurunan Konsentrasi CO dan NO₂ Pada Emisi Gas Buang Dengan Menggunakan Media Penyisipan TiO₂ Lokal Pada

- Karbon Aktif [Online] // Jurnal STTN Batan JFN Volume 1 Nomor 1 (45-64). - Mei 2007. - Februari 2016. - <http://jurnal.sttn-batan.ac.id/wp-content/uploads/2008/12/1-KrisTri%20Basuki55-66.pdf>.
- Dahlan M.Hatta, Siregar Hariman P and Yusra Maswardi Penggunaan Karbon Aktif Dari Biji Kelor Dapat Memurnikan Minyak Jelantah [Online] // Jurnal Teknik Kimia Volume 19 Nomor 3 (44-53). - Agustus 2013. - Februari 2016. - <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/viewFile/144/143>.
- Dewi Tri Kurnia, Nurrahman Arif and Permana Edwin Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Ubi Kayu (Mannihot Esculenta) [Online] // Jurnal Teknik Kimia Volume 16 Nomor 1 (24-30). - Januari 2009. - Februari 2016. - <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/download/64/65>.
- Dirga Ayusti Analisis Kadar Emisi Gas Karbon Monoksida (CO) Dari Kendaraan Bermotor Yang Melalui Penyerap Karbon Aktif Dari Kulit Buah Durian (Durio zibethinus) [Online] // Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanudin. - 2014. - Mei 2015. - <http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/11996/ANALISIS%20KADAR%20EMISI%20GAS%20KARBON%20MONOKSIDA.pdf?sequence=1>.
- Hanafiah Kemas Ali Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi [Book]. - Jakarta : PT Raja Grafindo Persada, 2013.
- Irfansyah Zat Berbahaya Dalam Rokok [Online]. - 2007. - Mei 5, 2013. - <http://www.irfansays.com>.
- Komariah Leily Nurul, Ahdiat Sacayudha and Sari Novita Dian Pembuatan Karbon Aktif Dari Bonggol Jagung Manis (Zea Mays Saccharata Sturt) Dan Aplikasinya Pada Pemurnian Air Rawa [Online] // Jurnal Teknik Kimia Volume 19 Nomor3 (1-8). - Agustus 2013. - Februari 2016. - <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/145>.
- Maryanto Dicky, Mulasari SURahma Asti and Suryani Dyah Penurunan Kadar Emisi Gas Buang CO Dengan Penambahan Arang Aktif Pada Kendaraan Bermotor Di Yogyakarta [Online] // Jurnal Kesmas Volume 3 Nomor 3 (198-205). - September 2009. - Februari 2016. - <http://journal.uad.ac.id/index.php/KesMas/article/view/1110>.
- Muhtadi [et al.] Pengujian Daya Antioksidan Dari Beberapa Ekstrak Kulit Buah Asli Indonesia Dengan Metode FTC [Online] // Simposium Nasional RAPI XIII FT UMS (50-58). - 2014. - Mei 2015. - <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/5534/8.Muhtadi.pdf?sequence=1>.
- Murti Bhisma Study Design [Online]. - 2011. - Mei 2015. - <http://fliphtml5.com/bxza/qlqy/basic>.
- Mutmainnah Basit Dwi Linna Suswardany, Zaenal Abidin Hubungan Derajat Insomnia Dengan Perilaku Merokok Dan Overtraining Pada Mahasiswa Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Negeri Makasar [Online].
- Purnama Rahmadi Parental Smooking As Health-Risk Factors Of Indoor Air Pollution [Online] // Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional Volume 2 Nomor 2 (69-72). - 2007. - Januari 2016. -

- <http://jurnalkesmas.ui.ac.id/index.php/kemas/article/view/273/273>.
- Rahmawati Siti, Masykuri M and Sunarto Pengaruh Emisi Udara Pada Sentra Pengolahan Batu Kapur Terhadap Kapasitas Vital Paru Pekerja Dan Masyarakat Di Desa Karas Kecamatan Sedan Kabupaten Rembang [Online] // Jurnal Ilmu Lingkungan Volume 11 Issue 1 (16-22). - 2013. - Februari 2016. - <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/6346>.
- Ramdja A Fuadi, Halim Mirah and Handi Jo Pembuatan Karbon AKtif Dari Pelepah Kelapa (*Cocus nucifera*) [Online] // Jurnal Teknik Kimia Volume 15 Nomor 2 (1-8). - 2008. - Februari 2016. - <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/viewFile/47/48>.
- RI Departemen Kesehatan [Online] // Riset Kesehatan Dasar 2013. - 2013. - Juli 25, 2016. - www.depkes.go.id.
- RI Departemen Kesehatan [Online] // Kandungan Zat Berbahaya Dalam Rokok. - 2010. - November 11, 2014. - <http://promkes.depkes.go.id>.
- RI Peraturan Pemerintah No 41 , Pengendalian Pencemaran Udara [Online]. - 1999. - maret 3, 2016. - <http://blh.jogjaprovo.go.id>.
- Ridha Nirmalasari Arifin Seweng, Veni Hadju Pengaruh Kebiasaan Merokok Terhadap Kualitas Sperma Pada Sopir Angkutan Umum Dalam Kota Makasar [Journal]. - [s.l.] : JST Kesehatan, Juli 2012. - 252-260 : Vols. 2, Nomor 3.
- Rika Handayani Masni, Furqaan Naiem Hubungan Paparan Asap Rokok Dengan Berat Plasenta Dan Berat Badan Lahir Bayi Di RSUD Syekh Yusuf Kabupaten Gowa [Journal]. - [s.l.] : JST Kesehatan, ISSN 2252-5416, Juli 2012. - 261-268 : Vol. 2 Nomor 3.
- Rosita Riska, Suswardany Dwi Linna and Abidin Zaenal Penentu Keberhasilan Berhenti Merokok Pada Mahasiswa [Online] // Jurnal Kesehatan Masyarakat Volume 8 Nomor 1 (1-9). - 2012. - Februari 2016. - http://journal.unnes.ac.id/artikel_nju/kemas/2252.
- Sarudji Didik Kesehatan Lingkungan [Book]. - Bandung : Karya Putra Darwati, 2010.
- Sudarja Novi Caroko Kaji Eksperimental Efektifitas Penyerapan Limbah Cair Industri Batik Taman Sari Yogyakarta Menggunakan Arang Aktif Mesk 80 Dari Limbah Gergaji Kayu Jati [Journal]. - Yogyakarta : Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, Mei 2012. - 50-58 : Vols. 14, No 1.
- Sumantri Arif Kesehatan Lingkungan [Book]. - Jakarta : Kencana, 2015.
- Sundari Rini, Widjaya Dinyar Supiadi and Nugraha Aditia Lama Merokok Dan Jumlah Konsumsi Rokok Terhadap Trombosit Pada Laki-Laki Perokok Aktif [Online] // Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional Volume 9 Nomor 3 (257-263). - Februari 2015. - Februari 2016. - http://journal.unnes.ac.id/artikel_nju/kemas/2252.
- Suryani Irma, Edison and Nazar Julizar Hubungan Lingkungan Fisik Dan Tindakan Penduduk Dengan Kejadian ISPA Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Lubuk Buaya [Online] // Jurnal Kesehatan Andalas Volume 4 Nomor 1 (157-167) . - 2015. - Februari 2016. -

<http://jurnal.fk.unand.ac.id/index.php/jka/article/view/215> .

Vinda Dwi Apriora Arni Amir, Oea Khairsyaf Gambaran Morfologi Spermatozoa Pada Perokok Sedang Di Lingkungan PE Group Yang Datang Ke Bagian Biologi Fakultas Kedokteran Universitas Andalas [Journal] // Jurnal Kesehatan Andalas, Volume 4 Nomor 2. - 2015.

Wardhana Wisnu Arya Dampak Pencemaran Lingkungan [Book]. - Yogyakarta : Andi, 2004.

Yashinta Octavian Gita Setyanda, Delmi Sulastri Hubungan Merokok Dengan

Kejadian Hipertensi Pada Laki-Laki Usia 35-65 Tahun Di Kota Padang [Journal] // Jurnal Kesehatan Andalas, Volume 4 Nomor 2. - 2015.

Yuliusman, Purwanto Widodo Wahyu and Nugroho Yulianto Sulistyو Pemilihan Adsorben Untuk Penjerapan Karbon Monoksida Menggunakan Model Adsorpsi Isotermis Langmuir [Online] // Jurnal Reaktor Volume 14 Nomor 3 (225-233). - April 2013. - Februari 2016. - <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/reaktor/article/view/6101/5192>.