

Efektifitas Tanaman Hias, Jamur, dan Carbon Aktif Dalam Menurunkan Konsentrasi Carbon Monoksida di Udara

Ulfa Nurullita*, Mifbakhuddin

Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang

*Corresponding author : ulfa@unimus.ac.id

Info Artikel: Diterima 23 April 2020 ; Disetujui 25 Oktober 2020 ; Publikasi 1 April 2021

Cara sitasi (Vancouver): Nurullita U, Mifbakhuddin M. Efektifitas Tanaman Hias, Jamur, dan Carbon Aktif Dalam Menurunkan Konsentrasi Carbon Monoksida di Udara. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2021 Apr;20(1):15-20. <https://doi.org/10.14710/jkli.20.1.15-20>.

ABSTRAK

Latar belakang: Polusi udara dalam ruangan menjadi masalah kesehatan yang lebih berat dibanding di luar ruangan. Salah satu sumber pencemar udara dalam ruangan adalah rokok. Rokok mengandung setidaknya 200 elemen berbahaya bagi kesehatan, tiga di antaranya yang paling berbahaya, yaitu tar, nikotin, dan karbon monoksida. Kadar CO dari asap rokok pada penelitian sebelumnya berkisar 109-113 ppm. Kadar ini masih di atas nilai ambang batas yang diperbolehkan yaitu 25 ppm. Untuk itu perlu upaya untuk mengurangi CO di udara. Penelitian sebelumnya menyimpulkan adsorben dan absorben terbaik dalam menurunkan CO adalah kaktus, jamur *Penicillium sp*, dan karbon aktif kulit durian. Tujuan penelitian untuk mengetahui perbedaan kemampuan adsorpsi dan absorpsi CO berdasarkan jumlah kaktus, jamur *Penicillium sp*, dan karbon aktif kulit durian.

Metode: Jenis penelitian adalah eksperimen semu dengan rancangan *static group comparison*. Obyek penelitian adalah CO udara dalam ruangan, variabel penelitian adalah jumlah adsorben/absorben, jenis adsorben/absorben, dan konsentrasi CO di udara. Pengukuran CO dengan CO meter digital. Analisis data dengan uji anova 1 arah dan uji kruskal wallis dengan tingkat kemaknaan 95%.

Hasil: rata-rata CO dengan kaktus 1 batang 63 ppm, 2 batang 56 ppm, 3 batang 46,6 ppm, 4 batang 28 ppm, dan kontrol 106,6 ppm. Rata-rata CO dengan *Penicillium sp* 150 gram 47,3 ppm, 300 gram 34,7 ppm, dan kontrol 76,6 ppm. Konsentrasi CO dengan karbon aktif kulit durian 1 kg 41,56 ppm, 2 kg 30,89 ppm, dan kontrol 101,4 ppm. Rata-rata CO dengan gabungan semua adsorben adalah 22,9 ppm. Uji perbedaan konsentrasi CO pada berbagai jumlah kaktus nilai $p=0,001$, jamur *penicillium sp* nilai $p=0,001$, dan uji kruskal wallis untuk karbon aktif kulit durian adalah 0,001.

Simpulan: Ada perbedaan kemampuan adsorpsi dan absorpsi CO berdasarkan jumlah adsorben dan absorben. Jumlah kaktus terbaik adalah 4 batang, jamur *Penicillium* 300 gram, dan karbon aktif 2 kg. Konsentrasi CO dengan penggabungan semua adsorben dan absorben telah berada di bawah nilai ambang batas yang diperbolehkan yaitu 25 ppm.

Kata Kunci: CO; kaktus; *Penicillium sp*; karbon aktif

ABSTRACT

Title: The Effectiveness of Ornamental Plants, Fungi, and Activated Carbon in Reducing Carbon Monoxide Concentrations in the Air

Background: Cigarettes contain about 4000 elements and 200 of them are harmful to health. Exposure to cigarette smoke which is quite potential is CO. CO is a toxic gas and is one of the greenhouse gases that damage the earth's ozone layer. Exposure to cigarettes in the room is still widely found. Need to attempt to reduce CO in the air. Previous research concluded that the best type of adsorbent in lowering CO is cactus,

Penicillium sp, and durian skin activated carbon. The aim of this study is to know the difference in CO adsorption ability based on the number of adsorbents.

Method: This research type is quasi-experimental with static group comparison design, the object is CO in the room, the variable is the amount of adsorbent, the type of adsorbent, the concentration of CO in the air. Data analysis used 1-way ANOVA test and Kruskalwallis test.

Results: on average CO with cactus 1 stem 63 ppm, 2 stems 56 ppm, 3 stems is 46.6 ppm, 4 stems is 28 ppm, and control is 106.6 ppm. The average CO with *Penicillium* sp 150 grams is 47.3 ppm, 300 grams is 34.7 ppm, and control is 76.6 ppm. The average CO with 1 kg durian skin activated carbon is 41.56 ppm, 2 kg is 30.89 ppm, and control is 101.4 ppm. The average CO with a combination of all adsorbents is 22.9 ppm. Test the difference in CO concentration in various cactus, p values = 0.001, *Penicillium* sp p value = 0.001, and the Kruskal wallis test for activated carbon was 0.001.

Conclusion: There are differences in CO adsorption and absorption based on the number of cactus, *Penicillium* sp, and durian skin activated carbon. The best amount of cactus is 4 stems, 300 grams of *Penicillium* sp, and 2 kg of activated carbon. CO concentration with all of adsorbent and adsorbents has been below the permissible threshold value of 25 ppm.

Keywords: CO; cactus; *Penicillium* sp; activated carbon

PENDAHULUAN

Polusi udara di dalam ruangan menjadi masalah kesehatan yang lebih serius dibanding di luar ruangan. 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.¹ Rokok mengandung kurang lebih 4000 lebih elemen dan setidaknya 200 di antaranya berbahaya bagi kesehatan. Dalam asap rokok terkandung tiga zat kimia yang paling berbahaya, yaitu tar, nikotin, dan karbon monoksida.^{2,3,4}

CO di udara akan mudah berikatan dengan hemoglobin, karena ikatan hemoglobin terhadap CO lebih besar dibanding terhadap oksigen (O₂). Akibatnya akan terjadi sesak nafas. Gagal napas mendorong berbagai macam gangguan pada fungsi organ tubuh, seperti penyumbatan pembuluh darah paru-paru, serangan jantung, mengganggu fungsi ginjal, gangguan pencernaan, gangguan darah seperti polisitemia, kekurangan oksigen pada otak, serta kegagalan multi organ yang menyebabkan berbagai organ tubuh gagal berfungsi dan berakibat fatal.^{5,6,7,8}

Kadar CO di udara terbuka dapat diserap oleh bakteri *Aspergillus* di dalam tanah. Bahan biologis lain yang dapat mereduksi CO adalah tanaman hias.^{9,10,11} Hasil penelitian penurunan CO dengan tanaman lidah mertua (*sansevieria*) menunjukkan reduksi rata-rata CO adalah 56,6%, sedangkan tanaman aloe vera 45,15%¹² Penelitian lain menyimpulkan ada pengaruh umur dan kerapatan *sansevieria* terhadap reduksi CO di udara.¹³ Di samping bahan biologis, adsorben kimia berupa carbon aktif juga dapat digunakan untuk mereduksi CO.^{14,15} Salah satu jenis carbon aktif yang dapat digunakan adalah dari limbah kulit kakao dan durian.^{16,17}

Penelitian sebelumnya telah diteliti kemampuan berbagai jenis tanaman (Sirih Belanda, Kaktus, dan Suplir), jamur (*Aspergillus flavus* dan

Penicillium sp, dan karbon aktif (tempurung kelapa dan kulit durian) yang berfungsi sebagai adsorben gas CO. Jenis yang terbaik adalah kaktus, *Penicillium* sp, dan karbon aktif kulit durian.¹⁸ Pada penelitian ini dianalisis jumlah adsorben dan adsorben terbaik yang dapat menurunkan konsentrasi CO.

MATERI DAN METODE

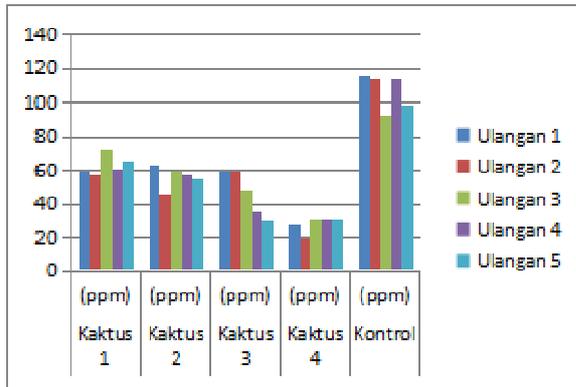
Jenis penelitian ini adalah *quasi experiment* dengan rancangan *static group comparison*, di mana terdapat kelompok perlakuan dan kelompok kontrol (tanpa perlakuan) yang keduanya dilakukan pengukuran setelah perlakuan. Obyek penelitian adalah gas CO di udara dalam ruang percobaan. Variabel bebas adalah jenis adsorben (kaktus, *Penicillium* sp, karbon aktif kulit durian) dan jumlah adsorben (kaktus: 1, 2, 3, dan 4 batang; *Penicillium* sp 150 dan 300 gram; karbon aktif kulit durian 1 dan 2 kg), variabel terikat adalah konsentrasi CO di udara. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium. Eksperimen dilakukan di dalam kotak kardos tertutup yang diasumsikan sebagai ruangan pada umumnya dengan ukuran 1m³ (1m x 1m x 1m). Kaktus ditanam pada media tanam yang telah disterilisasi, sedangkan *Penicillium* dicampurkan ke dalam media tanam yang telah disterilisasi. Paparan karbon monoksida berasal dari asap rokok kretek tanpa filter selama 5 menit. Selanjutnya diberikan kesempatan adsorpsi oleh tiap adsorben selama 1 menit. Setelah itu dilakukan pengukuran konsentrasi CO dengan CO meter digital. Jumlah replikasi kaktus 5 kelompok, sedangkan *Penicillium* sp dan karbon aktif kulit durian 9 kelompok. Analisis data menggunakan uji One Way Anova dan Kruskal Wallis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi CO Dalam Ruang Percobaan dengan Adsorben Kaktus

Konsentrasi CO setelah mengalami adsorpsi oleh kaktus 1 hingga 4 batang rata-rata terendah pada

perlakuan dengan kaktus 4 batang yaitu 28 ppm, sedangkan tertinggi pada kontrol (kelompok yang tidak diberikan media penyerap CO) yaitu 106,6 ppm.



Grafik 1. Konsentrasi CO Setelah Absorpsi dengan Kaktus

Hasil uji kolmogorof smirnov untuk jumlah kaktus 0,579, sedangkan konsentrasi CO 0,332 dengan demikian data berdistribusi normal. Uji anova 1 arah didapatkan nilai $p= 0,000$, sehingga disimpulkan ada perbedaan absorpsi gas CO antara berbagai jumlah kaktus. Uji lanjutan untuk melihat kemampuan adsorpsi gas CO antar kelompok jumlah kaktus dengan uji LSD ada pada tabel 1:

Tabel 1. Uji LSD Pasangan Jumlah Kaktus Dalam Mengadsorpsi Gas CO

Pasangan Jumlah Kaktus	p value
0 – 1	0,000
0 – 2	0,000
0 – 3	0,000
0 – 4	0,000
1 – 2	0,228
1 – 3	0,009
1 – 4	0,000
2 – 3	0,111
2 – 4	0,000
3 – 4	0,004

Dari tabel 1 menunjukkan jumlah kaktus 1 dan 2 batang, dengan 2 dan 3 batang tidak ada perbedaan kemampuan absorpsi CO. Hal ini menunjukkan perbedaan jumlah kaktus yang kecil belum mampu menurunkan CO secara signifikan. Namun demikian, secara umum kaktus dapat mereduksi CO karena dibandingkan kontrol terhadap semua jumlah kaktus ada perbedaan penurunan yang signifikan. Penurunan CO mulai tampak stabil pada jumlah kaktus 3 batang.

Adanya perbedaan absorpsi gas CO antara berbagai jumlah kaktus, menunjukkan kemampuan kaktus dalam mengabsorpsi CO. Dari grafik terlihat konsentrasi CO semakin menurun dengan semakin banyaknya jumlah kaktus. Dengan semakin banyak kaktus maka semakin banyak CO yang diserap dan diuraikan oleh kaktus. Bagian kaktus yang menyerap racun adalah daun dan akar. Saat kaktus bernapas,

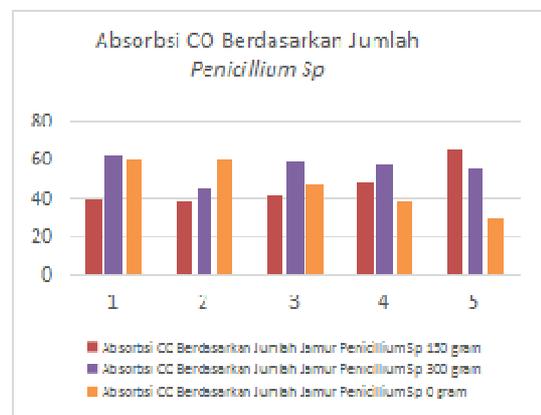
akan menyerap polutan seperti karbon dioksida dan gas beracun lainnya termasuk CO melalui stomata. CO kemudian memasuki sistem metabolisme dalam tubuh kaktus. CO yang telah diserap kemudian dikirim ke akar, pada bagian akar mikroba melakukan proses detoksifikasi. Melalui proses ini, mikroba akan menghasilkan suatu zat yang diperlukan oleh kaktus. Proses ini berlangsung terus menerus selama kaktus masih hidup.

Daun kaktus memiliki karakteristik yang tebal. Karakter ini umumnya menunjukkan adanya kandungan *pregnane glycoside* pada tanaman. CO yang diserap stomata kaktus ditransportasikan ke akar. Di akar terjadilah proses detoksifikasi menggunakan zat aktif *pregnane glikosid*. Hal ini sama dengan karakter daun lidah mertua yang memang mempunyai kemampuan sangat besar menyerap CO. Pada daun lidah mertua mengandung senyawa *pregnane glikoside*, di mana CO yang terikat kemudian dikirim ke akar, pada bagian akar, mikroba melakukan proses detoksifikasi. Proses detoksifikasi ini mempergunakan zat aktif *pregnane glikosid*. Melalui proses ini, mikroba akan menghasilkan suatu zat yang diperlukan oleh tanaman seperti asam amino, gula, dan asam organik.^{13, 9} Berdasarkan penelitian, kaktus jenis *Caralluma fimbriata* mengandung *pregnane glycoside* Dimungkinkan kaktus jenis lain pun juga memiliki senyawa tersebut meskipun dalam kadar yang berbeda.^{19, 20}

Dari aspek jumlah kaktus tidak ada perbedaan kemampuan absorpsi CO antara kaktus 1 dengan 2 batang, dan 2 dengan 3 batang. Jumlah kaktus terbaik dalam mengabsorpsi CO dalam penelitian ini adalah 4 batang. Hal ini disebabkan semakin banyak jumlah kaktus maka semakin banyak stomata daun yang menyerap dan semakin banyak *pregnane glikosid* yang melakukan detoksifikasi CO sehingga jumlah CO semakin besar penurunannya.

Konsentrasi CO Dalam Ruang Percobaan dengan Adsorben Jamur *Penicillium Sp*

Di antara jumlah *Penicillium Sp*, absorpsi CO rata-rata terendah ada pada kelompok 300 gram yaitu 34,7 ppm. Gambaran lebih jelas pada grafik 2:



Grafik.2 Absorpsi CO Berdasarkan Jumlah *Penicillium Sp*

p value uji anova 1 arah adalah 0,000, disimpulkan ada perbedaan absorpsi gas CO pada berbagai jumlah *Penicillium sp.* Uji LSD untuk melihat perbedaan absorpsi antar pasangan perlakuan ada pada table 2.2:

Tabel 2. Uji LSD Pasangan Jumlah Jamur Dalam Mengabsorpsi Gas CO

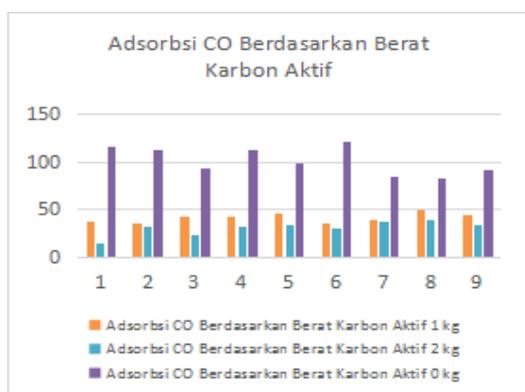
Pasangan Jumlah Kaktus	p value
0 – 150	0,000
0 – 300	0,000
150 – 300	0,002

Jumlah jamur 0 gram merupakan kelompok control. Semua pasangan jumlah jamur *Penicillium sp* menunjukkan ada perbedaan kemampuan absorpsi CO. *Penicillium sp* mempunyai kemampuan memfiksasi CO dari udara yang masuk ke dalam tanah dan terikat pada bintil-bintil akar tanaman. Karena mampu memfiksasi CO inilah maka *Penicillium sp* mampu menurunkan kadar CO di udara. Udara yang mengandung CO sebesar 120 ppm dapat dikurangi dengan mengontakkan dengan 2,8 kg tanah selama 3 jam. Sejauh ini yang berperan aktif adalah jamur *Penicillium dan Aspergillus*.²¹

Pada penelitian ini, semakin banyak jumlah jamur *Penicillium sp* yang digunakan maka kemampuan absorpsi juga semakin meningkat. Semakin banyak *Penicillium sp* yang ada di dalam media tanam, maka semakin besar jumlah CO yang difiksasi oleh *Penicillium sp* sehingga jumlah CO menurun semakin besar. Dengan demikian *Penicillium sp* dapat berperan sebagai adsorben gas CO.

Konsentrasi CO Dalam Ruang Percobaan dengan Adsorben Karbon Aktif Kulit Durian

Di antara beberapa jumlah karbon aktif, adsorpsi CO terendah ada pada karbon aktif kulit durian 2 kg yaitu rata-rata 30,89 ppm. Angka ini masih di atas nilai ambang batas, hal ini dimungkinkan pada ruang yang lebih kecil akumulasi CO lebih besar karena proses dilusi menjadi kecil. Rincian data ada pada grafik 3:



Grafik 3. Adsorpsi CO Berdasarkan Berat Karbon Aktif

Hasil Uji Kruskal Wallis didapatkan nilai p 0,000 disimpulkan ada perbedaan konsentrasi CO setelah adsorpsi berbagai berat karbon aktif kulit durian. Nilai rata-rata CO pada kelompok 1 kg adalah 41,56 ppm dan kelompok 2 kg yaitu 30,89 ppm, tertinggi ada pada kelompok kontrol yaitu 101,4 ppm.

Kulit durian mengandung kadar fenol 74,49 µg/mL dan selulosa 50-60%.²² 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 yang mengisi adalah gas CO. Selulosa menunjukkan adanya gugus aktif karbonil, hidroksil, dan eter yang berpotensi dalam proses adsorpsi.²²

Oksida pada permukaan karbon aktif 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 adsorpsinya.²³

Karbon aktif merupakan senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorpsinya 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. 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.^{24, 25}

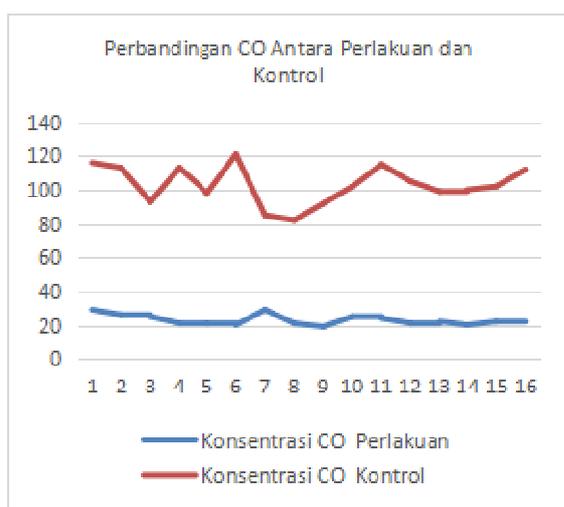
Gas CO yang dipaparkan pada kotak percobaan akan terakumulasi di permukaan adsorben. Pembentukan pori baru hasil aktivasi adsorben semakin memperluas permukaan karbon aktif sehingga semakin banyak luasan yang mengadsorpsi bahan-bahan di luarnya. Selanjutnya gas CO yang terakumulasi di permukaan adsorben akan mengalami penyerapan oleh adsorben dan menempati ruang-ruang kosong tersebut. Semakin banyak jumlah karbon aktif maka semakin besar permukaan adsorben yang berupa pori yang melakukan adsorpsi. 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 berdasarkan jumlah karbon aktif.

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%.²⁶

Konsentrasi CO Dalam Ruang Percobaan dengan Kaktus, Jamur *Penicillium Sp*, dan Karbon Aktif Kulit Durian

Dari hasil uji terhadap berbagai bahan dapat disimpulkan kemampuan absorpsi dan adsorpsi terbaik yaitu 4 batang untuk kaktus, 300 gram untuk jamur *Penicillium Sp*, dan 2 kg untuk karbon aktif. Selanjutnya berdasarkan jumlah adsorben ini diujikan untuk aplikasi pada skala laboratorium. Uji dilakukan pada kotak percobaan dengan volume 1 x 1 x 1 m atau 1 m³. Jumlah bahan adsorben yang digunakan adalah kaktus 4 batang, jamur *Penicillium Sp* 300 gram, dan karbon aktif 2 kg. Jumlah ulangan/replikasi adalah 16 karena terdiri dari 2 perlakuan yaitu kelompok perlakuan dan kelompok kontrol (tanpa adsorben sama sekali).

Dari hasil uji konsentrasi CO pada kelompok perlakuan rata-rata 22,9 ppm. Konsentrasi ini telah berada di bawah nilai ambang batas yang diperbolehkan yaitu 25 ppm. Pada kelompok kontrol rata-rata konsentrasi CO 103 ppm. Perbandingan kedua perlakuan seperti pada grafik 4:



Grafik 4 Konsentrasi CO Setelah Adsorpsi dengan Kaktus, Jamur *Penicillium Sp*, dan Karbon Aktif Kulit Durian

Hasil uji distribusi data dengan kolmogorof smirnov didapatkan p value kadar CO 0,008 dengan demikian data tidak berdistribusi normal sehingga dilanjutkan dengan uji Mann Whitney, dengan hasil p value 0,000, disimpulkan ada perbedaan penurunan gas CO antara kelompok perlakuan (dengan kaktus, *Penicillium sp*, dan karbon aktif kulit durian) dengan kelompok kontrol. Penggabungan ketiga bahan mampu menurunkan CO lebih baik. Aplikasi dilakukan dengan mencampurkan jamur *Penicillium sp* dalam media tanam, yang kemudian digunakan sebagai media penanaman kaktus dalam sebuah pot. Selanjutnya pot diletakkan dalam wadah yang berisi karbon aktif kulit durian dan diletakkan terbuka pada suatu ruangan.

SIMPULAN

Konsentrasi CO di udara dapat diturunkan oleh tanaman kaktus, jamur *Penicillium Sp*, dan karbon aktif kulit durian secara terpisah. Penggabungan adsorben tanaman kaktus, jamur *Penicillium Sp*, dan adsorben karbon aktif kulit durian dapat menurunkan konsentrasi CO di udara di bawah nilai ambang batas pada skala laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Darmanijati RMS, Ediyono S. Pengaruh Paparan Asap Rokok terhadap Kualitas Udara dalam Ruang. *Saintis* 2017, 9 (1): 99-106.
- 2 Nururrahmah. Pengaruh Rokok Terhadap Kesehatan dan Pembentukan Karakter Manusia. *Prosiding Seminar Nasional* 2015, 1(1):78.
- 3 Tirtosastro S, Murdiyati AS. Kandungan Kimia Tembakau dan Rokok. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri* (2010), 2(1): 33-44.
- 4 Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Kandungan dalam sebatang rokok - Bagian 2. Ditjen PPP. Jakarta; 2018. <http://p2ptm.kemkes.go.id/infografhic/kandungan-dalam-sebatang-rokok-bagian-2>.
- 5 Dantje T. Sembel. Toksikologi Lingkungan, Dampak Pencemaran dari Berbagai Bahan Kimia dalam Kehidupan Sehari-Hari. Yogyakarta, Andi; 2015.
- 6 Dadang Rusbiantoro. Global Warming for Beginner: Pengantar Komprehensif tentang Pemanasan Global. Yogyakarta, O2; 2008.
- 7 H. J. Mukono. Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan, Edisi 3. Surabaya, Airlangga University Press; 2008.
- 8 Nurjannah, Kresnowati L, Mufid A. Gangguan Fungsi Paru Dan Kadar Cotinine Pada Urin Karyawan Yang Terpapar Asap Rokok Orang Lain. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 2014, 10 (1): 43-52.
- 9 Adita BR, Ratni N. Tingkat Kemampuan Penyerapan Tanaman Hias Dalam Menurunkan Polutan Karbon Monoksida. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* 2013, 4 (1): 54-60.
- 10 Fathia LAN, Baskara, M, Sitawati. Analisis Kemampuan Tanaman Semak Di Median Jalan Dalam Menyerap Logam Berat Pb. *Jurnal Produksi Tanaman*. 2015. 3(7): 528-534.
- 11 Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian. Tanaman Potensial Penyerap Polutan. 2012. www.stpp-bogor.ac.id.
- 12 Miftakhudin AI, Nurullita U, Mifbakhuddin. Perbedaan Efektifitas Tanaman *Sansevieria* Dan *Aloevera* Terhadap Penurunan Kadar CO udara dalam Ruangan. 2012, vol. 05. digilib.unimus.ac.id
- 13 Alina S, Nurullita, U, Mifbakhuddin. Pengaruh Umur dan Kerapatan *Sansevieria* Terhadap Kadar

- CO Udara Dalam Ruangan. [Jurnal.unimus.ac.id](http://jurnal.unimus.ac.id) 2012.
- 14 Redha F, Junaidy R, Hasmita I. Penyerapan Emisi CO dan NO_x Pada Gas Buang Kendaraan Menggunakan Karbon Aktif Dari Kulit Cangkang Biji Kopi. *Jurnal Biopropal Industri* 2018, 9(1):37–47.
 - 15 Maryanto D, Mulasari SA, Suryani D. Penurunan Kadar Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Dengan Penambahan Arang Aktif Pada Kendaraan Bermotor Di Yogyakarta. *Jurnal Kes Mas* 2009, 3(3): 162–232.
 - 16 S. Elisabeth, Pratidhina and Halimatus, “Arang Aktif Berbahan Dasar Limbah Kulit Kakao Penyerap CO,” 2015. <http://pendidikan-kimia.fmipa.uny.ac.id/berita/limbah-kulit-kakao-untuk-penyerapan-polutan-gas-beracun.html>.
 - 17 Wardani S, Elvitriana, Viena V. Potensi Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata L*) Dalam Menyerap Gas CO Dan SO₂ Pada Emisi Kendaraan Bermotor. *Jurnal Serambi Engineering* 2018, 3(1): 262–270.
 - 18 Nurullita U, Mifbakhuddin. Adsorption Of Carbon Monoxide (CO) In A Room By Coconut Shell And Durian Skin Activated Carbons. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 2016, 4(1): 43–47.
 - 19 Yahya EA et al. Pregnane Glycosides from *Carraluma russeliana*. *Journal of Natural Production* 2000, 6(3):1-3.
 - 20 Kunert O, et al. Pregnane Glycosides from *Carraluma adscendens* var. *Fimbriata*. *Journal Chemistry and Biodiversity* 2008, 5: 239–250.
 - 21 Heat B, Pengaruh Konsentrasi Gas CO di Udara. <https://www.coursehero.com/file/p5g3rpr/Pengaruh-konsentrasi-gas-CO-di-udara-sampai-dengan-dengan-100-ppm-terhadap/>.
 - 22 Muhtadi, et al. Pengujian Daya Antioksidan Dari Beberapa Ekstrak Kulit Buah Asli Indonesia Dengan Metode FTC. Simposium Nasional RAPI XIII FT UMS 2014, K-50- K-58. <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/5534/8.Muhtadi>.
 - 23 Agusta D, Uji Adsorpsi Gas CO pada Asap Kebakaran dengan Menggunakan Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa yang Terimpregnasi TiO₂. Universitas Indonesia, 2012, <http://lib.ui.ac.id>.
 - 24 Ceremisinoff PN, Ellerbusch F. Carbon Adsorption Handbook. Michigan, Collingwood. Ann Arbor Science Publishers; 1983.
 - 25 Yusuf IH, Wahab AW, Maming. Adsorpsi Emisi Gas CO, NO dan NO_x Menggunakan Arang Aktif dari Limbah Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) pada Kendaraan Bermotor Roda Empat. *Jurnal Universitas Hasanuddin*, 2015, X, <http://repository.unhas.ac.id>.
 - 26 Dirga A, Wahab AW, Maming. Analisis Kadar Emisi Gas Karbon Monoksida (CO) Dari Kendaraan Bermotor Yang Melalui Penyerap Karbon Aktif Dari Kulit Buah Durian (*Durio zibethinus*). 2011, 1–7, <https://core.ac.uk/download/pdf/77619542.pdf>