

PENAMBAHAN BERBAGAI BERAT BUSA FILTER ROKOK SEBAGAI ADSORBEN TERHADAP PENURUNAN EMISI GAS BUANG KARBON MONOKSIDA (CO) PADA KNALPOT SEPEDA MOTOR

Gede Nugraha*, Sigit Sudaryanto**, Tuntas Bagyono***

* JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl. Tatabumi 3, Banyuraden, Gamping, Sleman, DIY 55293
email: nugraha_gede@yahoo.co.id

** JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

*** JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Abstract

Air pollution in Indonesia is estimated 70% comes from exhauster emission of motor vehicles, of which gasoline contributes for 70% carbon monoxide (CO). One of efforts for controlling exhauster emission is by modifying the exhauster system itself. In this study the modification is conducted by adding cigarette filter as gas adsorbent. The objectives of the study was to determine the effect of adding various weight cigarette filters in decreasing the carbon monoxide emission, and to know the most effective weight by conducting an experiment which followed one group pre-test post-test design. The gas sampling was measured 15 times on each of the cigarette filter weight. The results showed that the 40, 50 and 60 grams cigarette used reduced the CO concentration, and the most effective weight was the 40 grams which could decrease the CO in 2.00% average with overall percentage decrease of 48.14%.

Kata Kunci: karbon monoksida, busa filter rokok, adsorben

PENDAHULUAN

Udara merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi kelangsungan hidup manusia serta makhluk lain. Kebutuhan udara berlangsung terus menerus dan setiap waktu. Namun bila udara tersebut telah tercemar oleh bahan-bahan yang berbahaya bagi kesehatan manusia, maka akan memberikan pengaruh secara langsung pada manusia.

Pencemaran udara tidak dapat kita hindari, dana saat ini kualitas udara telah mengalami perubahan akibat pencemaran udara yang berasal dari industri, kendaraan bermotor serta kegiatan rumah tangga.

Peraturan Daerah Provinsi DIY Nomor 5 tahun 2007 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, menjelaskan bahwa pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke

tingkat tertentu yang dapat menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

Pencemaran udara di Indonesia terutama di kota-kota besar diperkirakan mencapai 70 % berasal dari emisi gas buang kendaraan bermotor. Sementara itu, polusi udara dari kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin (*spark ignition engine*) menyumbang 70 % karbon monoksida (CO), 100 % timbal (Pb), 60 % hidrokarbon (HC) dan 60 % oksida nitrogen (NOx)¹⁾.

Penyebab pencemaran udara di Yogyakarta didominasi oleh kendaraan bermotor. Sebanyak 25 titik sampel yang diukur kualitas udaranya pada tahun 2009, memperlihatkan bahwa perempatan Mirota Kampus Jalan C. Simanjuntak Yogyakarta merupakan titik dengan tingkat polusi tertinggi, sedangkan titik pengukuran lainnya antara lain di depan ruko Janti Jalan Laksda Adisutjipto, di depan RS PKU Muhammadiyah Jalan KH Ahmad Dahlan, di depan Hotel Matahari

Jalan Parangtritis, dan di depan kampus UPN Veteran Jalan Ringroad Utara Condong Catur, serta sejumlah titik lain di Kulonprogo dan Bantul.

Pengujian tersebut dilakukan Badan Lingkungan Hidup (BLH) Propinsi DIY melalui Balai Hyperkes dan Keselamatan Kerja Propinsi DIY secara rutin sebanyak empat kali dalam setahun, dan dari waktu ke waktu kandungan gas membahayakan akibat emisi kendaraan bermotor terus meningkat. Berdasarkan pengujian udara ambien tersebut diketahui beberapa titik kepadatan lalu lintas dengan tingkat polusi yang mendekati baku mutu atau ambang batas normal.

Gas CO merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa yang diproduksi oleh proses pembakaran yang tidak sempurna dari bahan-bahan yang mengandung karbon ²⁾. Gas CO merupakan gas yang berbahaya untuk tubuh. Gas ini mempunyai efek terhadap kesehatan karena daya ikatnya terhadap Hb adalah 240 kali dari daya ikatnya terhadap O₂. Apabila gas CO darah (HbCO) cukup tinggi, maka akan mulai terjadi gejala antara lain pusing kepala, mual dan sesak nafas, gangguan penglihatan dan konsentrasi menurun, tidak sadar, koma, dan apabila berlanjut akan dapat menyebabkan kematian.

Paparan menahun gas CO akan menunjukkan gejala gangguan syaraf, infark otak, infark jantung dan kematian bayi dalam kandungan. Gas CO yang tinggi di dalam darah dapat berasal dari rokok dan asap kendaraan bermotor. Dampak gas CO pada lingkungan udara dalam ruangan adalah dapat merupakan *building associated illnesses*, dengan keluhan berupa nyeri kepala, mual, dan muntah ³⁾.

Supaya emisi gas buang khususnya CO yang keluar dari knalpot dapat memenuhi baku mutu, maka perlu dilakukan upaya pengendalian, antara lain dengan memodifikasi mesin pembakaran, pengembangan reaktor sistem pembuangan gas buang, substitusi bahan bakar untuk bensin sehingga polutan berkonsentrasi rendah selama pembakaran, pengembangan sumber tenaga rendah

polusi untuk menghentikan mesin pembakaran yang ada, dan melakukan inovasi pada knalpot yaitu dengan penambahan arang aktif, air, *glass wool* atau bahan-bahan lain yang bersifat adsorben atau absorben ⁴⁾.

Salah satu media yang bersifat adsorben yaitu filter rokok. Penggunaan filter rokok bertujuan mengurangi jumlah asap, tar, dan partikel halus yang dihirup selama pembakaran dari rokok. Berdasarkan pertimbangan di atas, maka perlu dilakukan penelitian dengan cara menambahkan adsorben yang berupa busa filter rokok sebagai media penurunan emisi gas buang CO yang ditempatkan pada knalpot sepeda motor.

Berkaitan dengan hal tersebut di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan berbagai berat busa filter rokok sebagai adsorben terhadap penurunan emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada knalpot sepeda motor dan untuk mengetahui penambahan berat busa filter rokok yang paling efektif.

METODA

Penelitian ini bersifat eksperimen dengan desain *one group pretest-posttest*. Variasi berat media adsorben busa filter rokok digunakan adalah sebanyak 40 gram, 50 gram dan 60 gram yang diletakkan pada knalpot sepeda motor. Pengukuran emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada knalpot sepeda motor dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

Pelaksanaan penelitian meliputi: 1) merangkai sepeda motor dan knalpot yang masih standar dari pabrik dan belum diberi penambahan media adsorben; 2) menghidupkan mesin sampai terjadi pembakaran yang maksimal yaitu selama ± 5 menit; 3) melakukan pengambilan data sampel emisi gas buang dengan menggunakan alat *autocheck 4 gas* yang selanjutnya disebut data *pretest*; 4) mematikan kendaraan selama 5-10 menit untuk mendinginkan mesin; 5) selama proses mendinginkan mesin dilakukan pemasangan adsorben busa

filter rokok pada knalpot sepeda motor; 6) mesin dihidupkan kembali sampai terjadi pembakaran yang maksimal yaitu selama ± 5 menit; 7) mengukur kembali emisi gas buang dengan menggunakan *autocheck 4 gas*, di mana data yang didapat disebut data *post-test*; 8) mematikan mesin kendaraan selama 5-10 menit untuk mendinginkan mesin; 9) selama proses pendinginan mesin dilakukan pelepasan adsorben pada knalpot sepeda motor. Prosedur tersebut dilakukan secara berulang sebanyak 15 kali pada masing-masing variasi busa filter rokok.

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui efektifitas penambahan berbagai berat busa filter rokok, dan dianalisis dengan uji statistik *t-test* terikat untuk mengetahui pengaruh penambahan berbagai berat busa filter rokok yang digunakan terhadap penurunan emisi karbon monoksida (CO).

HASIL

Hasil pengukuran emisi gas buang CO dapat dilihat pada tiga tabel berikut ini, di mana dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa angka rata-rata pengukuran emisi CO sebelum dilakukan penambahan adsorben busa filter rokok seberat 40 gram adalah sebesar 4,16 %, dan setelah dilakukan penambahan, rata-ratanya sebesar 2,16 %, atau turun 2,00% dengan persentase penurunan sebesar 48,14%.

Pada penambahan busa filter rokok seberat 50 gram, rerata CO *pre-test* adalah 4,30 %, dan pengukuran *post-test* diperoleh rata-rata sebesar 3,38%. Hal ini berarti rerata penurunan yang terjadi sebesar 0,92 % dengan persentase penurunan sebesar 21,99 %.

Adapun pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa angka rata-rata pengukuran emisi gas buang CO sebelum dilakukan penambahan busa filter rokok seberat 60 gram sebesar 4,64%, dan setelah dilakukan penambahan menjadi 3,86%. Terjadi rata-rata penurunan sebesar 0,78% dengan persentase penurunan sebesar 16,54%.

Tabel 1.
Hasil pengukuran CO sebelum dan sesudah penambahan 40 gram busa filter rokok

No	Karbon Monoksida (%)		penurunan	%
	pre-test	post-test		
1	4,37	3,90	0,47	10,76
2	2,97	1,21	1,76	59,26
3	3,85	2,31	1,54	40,00
4	4,05	3,32	0,73	18,02
5	4,90	1,93	2,97	60,61
6	4,00	1,53	2,47	61,75
7	4,44	1,18	3,26	73,42
8	4,08	2,04	2,04	50,00
9	4,61	1,23	3,38	73,32
10	4,69	3,71	0,98	20,90
11	4,26	1,30	2,96	69,48
12	3,42	1,33	2,09	61,11
13	4,36	3,87	0,49	11,24
14	4,61	1,48	3,13	67,90
15	3,75	2,09	1,66	44,27
Σ	62,36	32,43	29,93	722,03
Rerata	4,16	2,16	2,00	48,14

Tabel 2.
Hasil pengukuran CO sebelum dan sesudah penambahan 50 gram busa filter rokok

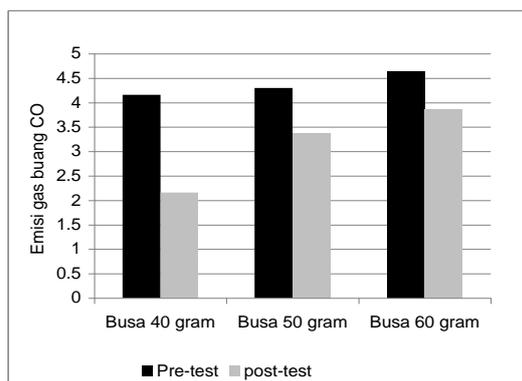
No	Karbon Monoksida (%)		penurunan	%
	pre-test	post-test		
1	3,67	2,03	1,64	44,69
2	3,46	3,24	0,22	6,36
3	3,39	1,94	1,45	42,77
4	4,27	3,07	1,20	28,10
5	4,07	3,37	0,70	17,20
6	4,02	2,03	1,99	49,50
7	5,25	4,05	1,20	22,86
8	4,79	3,45	1,34	27,97
9	4,36	2,93	1,43	32,80
10	4,97	4,58	0,39	7,85
11	4,67	4,40	0,27	5,78
12	3,97	3,60	0,37	9,32
13	4,52	3,56	0,96	21,24
14	4,39	3,99	0,40	9,11
15	4,67	4,47	0,20	4,28
Σ	64,47	50,71	13,76	329,83
Rerata	4,30	3,38	0,92	21,99

Untuk memperlihatkan perbandingan penurunan di antara ke tiga variasi berat busa filter rokok disajikan Grafik 1.

Tabel 3.
Hasil pengukuran CO sebelum dan sesudah penambahan 60 gram busa filter rokok

No	Karbon Monoksida (%)		penurunan	%
	pre-test	post-test		
1	4,59	3,71	0,88	19,17
2	4,47	4,44	0,03	0,67
3	4,19	3,21	0,98	23,39
4	4,52	4,08	0,44	9,73
5	4,27	3,15	1,12	26,23
6	4,46	3,32	1,14	25,56
7	6,35	4,34	2,01	31,65
8	4,53	3,69	0,84	18,54
9	5,02	4,31	0,71	14,14
10	4,25	3,98	0,27	6,35
11	4,51	4,04	0,47	10,42
12	4,69	4,09	0,60	12,79
13	4,60	4,21	0,39	8,48
14	4,55	3,92	0,63	13,85
15	4,58	3,34	1,24	27,07
Σ	69,58	57,83	11,75	248,06
Rerata	4,64	3,86	0,78	16,54

Grafik 1.
Rarata pengukuran emisi gas buang CO sebelum dan sesudah penambahan busa filter rokok 40 gram, 50 gram dan 60 gram



Dari hasil uji t-test terikat untuk masing-masing variasi berat busa filter, diperoleh semua nilai $p < 0,05$ yang berarti ada pengaruhnya penambahan adsorben tersebut terhadap turunnya emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada knalpot sepeda motor.

PEMBAHASAN

Sepeda motor adalah salah satu penyumbang CO ke udara dan semakin tahun jumlahnya di kota Yogyakarta semakin meningkat, untuk itu perlu dilakukan pencegahan emisi CO tersebut pada sumbernya yaitu sepeda motor itu sendiri.

Upaya yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan melakukan inovasi penambahan bahan adsorben yaitu busa filter rokok pada saluran gas buang (*muffler*).

Dari hasil penelitian diketahui bahwa busa filter rokok berpengaruh terhadap penurunan emisi gas buang CO pada knalpot sepeda motor. Hal ini terjadi karena pada knalpot yang ditambahkan material tersebut, gas CO sebelum keluar dari knalpot akan mengalami proses adsorpsi. Gas CO akan terikat pada permukaan serat atau pori-pori busa sehingga emisi gas buang yang dikeluarkan akan turun. Namun seiring dengan berjalannya waktu maka serat atau pori-pori tersebut akhirnya akan jenuh dengan partikel-partikel yang sangat halus sehingga tidak berfungsi lagi atau mengalami kejenuhan⁵⁾.

Dalam hal ini gas CO yang teradsorpsi pada permukaan serat atau pori-pori dapat dibersihkan dengan cara melewati uap yang selanjutnya dikondensasi menjadi cairan sehingga fungsi serat atau pori-pori dapat diperoleh kembali untuk penggunaan selanjutnya⁵⁾.

Busa filter rokok seberat 40 gram, 50 gram, dan 60 gram dikemas dalam tabung kawat kasa strimin dengan ukuran yang sama sehingga tiap masing-masing berat busa filter rokok memiliki porositas yang berbeda. Semakin porous adsorben maka semakin besar daya adsorpsinya. Hal ini sangat berpengaruh terhadap proses adsorpsi emisi gas CO. Jumlah gas yang diadsorpsi persatuan berat adsorben juga tergantung pada tekanan parsial gas, di mana semakin besar tekanan maka akan makin banyak gas yang diserap⁶⁾. Tekanan parsial emisi gas buang yang berasal dari mesin dilewatkan pada permukaan adsorben sebelum keluar dari knalpot sepeda

motor. Tekanan emisi gas buang hanya terjadi pada sepanjang permukaan adsorben tanpa menembus adsorben.

Berat busa filter rokok sebanyak 40 gram mampu menurunkan emisi gas buang CO dengan rata-rata penurunan 2,00% dan persentase penurunan sebesar 48,14%. Pada berat busa filter rokok sebesar 40 gram ini terjadi proses adsorpsi yang baik karena serat atau pori-pori busa filter rokok yang ada di dalam knalpot sepeda motor memiliki porositas yang tinggi.

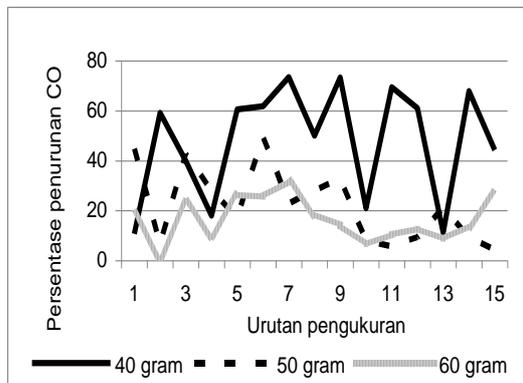
Adapun busa filter rokok dengan berat 50 gram mampu menurunkan emisi gas buang CO sebesar 0,92% dengan persentase penurunan sebesar 21,99%. Pada berat ini busa filter rokok memiliki porositas dan luas permukaan yang tidak terlalu tinggi sehingga gas buang yang masuk ke dalam knalpot sepeda motor tidak terlalu banyak kontak dengan adsorben busa filter rokok. Kontak antara gas CO dengan busa filter rokok terjadi hanya pada lapisan teratas filter rokok sehingga gas tersebut tidak dapat masuk hingga lapisan di bawahnya sehingga juga tidak teradsorpsi banyak.

Sementara itu, busa filter rokok dengan berat 60 gram hanya mampu menurunkan emisi CO sebesar 0,78% atau turun 16,54%. Pada berat ini, busa filter rokok 60 gram memiliki porositas dan luas permukaan yang rendah dengan serat atau pori-pori sangat padat. Kontak antara gas CO dengan busa filter rokok hanya terjadi pada lapisan teratas susunan busa filter rokok sehingga gas CO tidak dapat masuk hingga lapisan yang ada di bawahnya sehingga yang dapat diadsorpsi oleh busa filter rokok juga tidak banyak.

Grafik penambahan busa filter rokok seberat 40 gram, 50 gram, dan 60 gram terhadap persentase penurunan emisi gas buang CO dapat dilihat pada Grafik 1, di mana memperlihatkan bahwa persentase penurunan emisi gas buang CO pada berat busa filter rokok sebesar 40 gram terjadi secara fluktuatif yang datar dan belum mengalami fluktuatif ke arah turun, artinya pada busa filter rokok seberat 40 gram belum mengalami penurunan kemampuan adsorpsi hingga

pengambilan sampel kelima belas atau waktu kontak busa filter rokok dengan CO selama kurang lebih 75 menit.

Grafik 2.
Penambahan busa filter rokok seberat 40 gram, 50 gram, dan 60 gram terhadap persentase penurunan emisi gas buang CO



Hal tersebut berbeda dengan gambaran penurunan penambahan busa filter rokok sebesar 50 gram di mana penurunan terjadi secara fluktuatif ke arah turun, artinya busa filter rokok mulai mengalami penurunan kemampuan adsorpsi. Penurunan kemampuan adsorpsi ini mulai terjadi setelah busa filter rokok digunakan untuk pengambilan sampel ke tujuh atau telah terjadi waktu kontak selama kurang lebih 35 menit.

Sama halnya dengan berat busa filter rokok 50 gram, grafik persentase penurunan emisi gas buang CO pada penambahan berat 60 gram terjadi secara fluktuatif ke arah turun, artinya busa filter rokok mulai mengalami penurunan kemampuan adsorpsi, dan itu terjadi setelah digunakan untuk pengambilan sampel kedelapan atau setelah waktu kontak selama kurang lebih 40 menit.

Dalam penelitian ini titik jenuh setiap berat busa filter rokok belum diketahui. Titik jenuh akan diperoleh jika busa filter rokok telah digunakan secara terus menerus, dan pemantauan atau pengukuran emisi gas buang CO telah didapatkan angka *pre-test* dan *post-test* yang sama.

KESIMPULAN

Penambahan busa filter rokok pada knalpot sepeda motor dapat digunakan

sebagai adsorben karbon monoksida (CO) karena dapat menurunkan emisi gas tersebut secara bermakna. Berat busa filter rokok yang paling efektif terhadap penurunan emisi gas buang karbon monoksida (CO) adalah 40 gram, yaitu mampu menurunkan kandungan CO sebanyak 2,00% atau menurunkan sebesar 48,14%.

SARAN

Bagi Dinas Lingkungan Hidup hasil penelitian ini dapat dijadikan informasi tambahan yang dapat digunakan untuk memberikan informasi kepada pemilik sepeda motor bahwa busa dapat digunakan untuk menurunkan emisi gas buang CO dari kendaraannya, dengan berat yang paling efektif adalah 40 gram.

Kepada produsen sepeda motor diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai tambahan informasi sehingga dapat ikut berpartisipasi dalam pengendalian pencemaran udara khususnya pencemaran CO.

Adapun pertanyaan penelitian yang dapat digali untuk kelanjutan penelitian ini adalah antara lain: 1) menentukan waktu kemampuan adsorpsi busa filter rokok berat 40 gram, 2) kemampuan adsorpsi busa filter rokok di bawah berat 40 gram, dan 3) mengukur kemampuan

busa filter rokok dalam menurunkan emisi gas buang CO pada sepeda motor yang bergerak

DAFTAR PUSTAKA

1. Purwanta, Agus, 2006. Pengaruh Penambahan Zeolit, Arang Aktif, dan Glass Wool pada Knalpot Kendaraan Bermotor Roda 2 terhadap Kadar Emisi Karbon Monoksida (CO), Karya Tulis Ilmiah Diploma III Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Yogyakarta.
2. Mulia, Rizky M., 2005. *Kesehatan Lingkungan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
3. Mukono, 2009. *Efek Gas terhadap kesehatan lingkungan*. Diunduh tanggal 29 Januari 2011 dari <http://mukono.blog.unair.ac.id>
4. Daryanto, 1994. *Motor Bakar untuk Mobil*, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
5. Sunu, Pramudya, 2001. *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*, PT. Grasindo, Jakarta.
6. Margono, dkk, 1991. *Buku Pedoman Pengajar Mata Ajar Kimia Lingkungan untuk Institusi Pendidikan DIII Tenaga Kesehatan Lingkungan dan Sanitasi*, Depkes RI, Jakarta.