

IDENTIFIKASI PAPARAN CO, KEBIASAAN, DAN KADAR COHb DALAM DARAH SERTA KELUHAN KESEHATAN DI BASEMENT APARTEMEN WATERPLACE, SURABAYA

Identification of CO Exposure, Habits, COHb Blood and Worker's Health Complaints on Basement Waterplace Apartment, Surabaya

Intan Retno Dewanti

Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Airlangga
intan.rdewanti@gmail.com

Abstrak: Karbon monoksida (CO) merupakan *silent killer* karena bersifat tidak berasa, tidak berwarna, tidak berbau, tetapi menyebabkan kematian. Pada *basement*, tingkat polusi yang berasal dari pembakaran mesin kendaraan bermotor lebih tinggi daripada yang terjadi pada udara ambien. Petugas di *basement* berpotensi terpapar gas CO yang terperangkap dalam ruangan selama bekerja. Gas CO yang dihirup petugas akan membentuk COHb di dalam darah. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi paparan gas CO, kebiasaan petugas, COHb darah, serta keluhan kesehatan yang dirasakan petugas *basement* apartemen Waterplace, Surabaya selama jam kerja. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan desain *cross sectional* menggunakan 20 responden, yaitu petugas di dalam *basement* dengan teknik *purposive* sampling. Pengambilan data melalui observasi dan wawancara. Pemeriksaan gas CO menunjukkan hasil di bawah baku mutu 25 ppm. Mayoritas petugas memiliki karakteristik jenis kelamin laki-laki (80,0%), berusia 21-29 tahun (55,0%) masa kerja ≤ 12 bulan (55,0%), dan jam kerja 12 jam (55,0%). Mayoritas petugas memiliki kebiasaan merokok (80,0%), rutin mengonsumsi buah (55,0%), dan sayur (60,0%). Mayoritas (90,0%) kadar COHb melebihi baku mutu 3,5%. Keluhan kesehatan yang dialami petugas selama jam kerja adalah pusing (80,0%), gangguan konsentrasi (60,0%), dan cepat lelah (55,0%). Petugas dengan kebiasaan merokok serta mengonsumsi buah dan sayur memiliki kadar COHb darah yang lebih tinggi. Disimpulkan bahwa kadar gas CO di bawah baku mutu sedangkan COHb darah di atas baku mutu. Disarankan untuk mengurangi rokok, memulai gaya hidup sehat, dan menggunakan masker selama jam kerja.

Kata kunci: karbon monoksida, petugas basement, keluhan kesehatan

Abstract: Carbon monoxide (CO) is a *silent killer* because it is tasteless, colorless, odorless, and causes of death. In the *basement*, pollution level from vehicle engines combustion is higher than in the ambient air. Workers in the *basement* potentially expose to CO that trapped while they were working. CO inhaled will form COHb on the blood. This study aims to identify CO exposure, worker habits, COHb blood, and health complaints during their working time in the *basement* of apartment Waterplace Surabaya. This research was a descriptive with cross-sectional design and used *purposive* sampling technique with 20 respondents. Data which were collected through observation and interviews. The result showed that CO measurement was below 25 ppm standard. Most characteristics of workers were male (80.0%), 21–29 years old (55.0%), working time for ≤ 12 months (55.0%) and working hours for 12 hours (55.0%). The worker's habits mostly were smoking (80.0%), regularly consume fruit (55.0%) and vegetables (60.0%). The majority (90.0%) COHb level was above the 3.5% standard. Health worker complaints were dizziness (80.0%), impaired concentration (60.0%) and tired (55.0%) while their working time. Workers that smoking, eating fruits, and vegetables were having a blood COHb levels higher. It was concluded that the levels of CO gas below the standards while blood COHb above the standards. It was suggested to reduce smoking, to start a healthier lifestyle, and to use masker while their working time.

Keywords: carbon monoxide, basement workers, health complaints

PENDAHULUAN

Karbon monoksida (CO) merupakan *silent killer* karena sifat fisiknya yang tidak berasa, tidak berwarna, dan tidak berbau, tetapi dalam konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan

kematian pada manusia yang terpapar dengan cepat (Cooper dan Alley., 2011). Semua jenis pembakaran tidak sempurna dari proses alam yang mengandung bahan bakar karbon menghasilkan CO. Kegiatan manusia yang paling banyak menghasilkan CO adalah pembakaran

mesin, peralatan berbahan bakar gas, minyak, kayu, atau batu bara, dan pembuangan limbah padat. Penggunaan rokok atau kayu bakar untuk memasak merupakan contoh akumulasi CO dalam ruangan tertutup (Wu dan Wang, 2005).

Ketika manusia bernafas gas yang ada di udara seperti oksigen, nitrogen, karbon monoksida, dan gas lainnya akan ikut terhirup masuk ke paru-paru mengalir ke alveoli dan masuk ke aliran darah. Gas CO masuk ke aliran darah dan meningkatkan kadar gas CO dalam tubuh (Mukono, 2006). Gas CO yang masuk dalam tubuh melalui sistem pernapasan terdifusi melalui membran alveolar bersama-sama dengan oksigen (O_2). Setelah larut dalam darah, CO berikatan dengan hemoglobin membentuk COHb. Ikatan antara CO dan Hb terjadi dalam kecepatan yang sama antara ikatan O_2 dan CO, tetapi ikatan untuk CO 245 kali lebih kuat daripada O_2 . Jadi antara CO dan O_2 bersaing untuk berikatan dengan hemoglobin, tetapi tidak seperti oksigen yang mudah melepaskan diri dari hemoglobin, CO mengikat lebih lama (WHO, 2010).

Secara normal hemoglobin darah berfungsi dalam sistem transpor untuk membawa oksigen dalam membentuk oksihemoglobin (O_2Hb) dari paru-paru ke sel-sel tubuh dan membawa gas CO_2 dalam bentuk CO_2Hb dari sel-sel tubuh ke paru-paru. Dengan adanya COHb maka kemampuan darah untuk transpor oksigen ke jaringan tubuh berkurang. Akibatnya *suplai* oksigen dalam jaringan berkurang dan terjadi hipoksia. Pada akhirnya jaringan dan sel-sel tubuh mengalami kekurangan oksigen, keadaan ini disebut hipoksia. Oleh karena itu faktor penting yang menentukan pengaruh gas CO terhadap tubuh manusia adalah konsentrasi COHb yang terdapat dalam darah, di mana semakin tinggi konsentrasi COHb dalam darah akan semakin besar pengaruhnya terhadap kesehatan (Fardiaz, 1992).

Keracunan gas CO sulit untuk dideteksi karena gejalanya yang bersifat umum dan mirip dengan gejala flu. Tetapi paparan gas CO pada dosis tinggi dapat mempengaruhi otak, menyebabkan mual, dan kematian (Mukono, 2011).

Dengan pertimbangan adanya paparan gas CO dari luar serta jumlah COHb endogen, *American Conference of Governmental Industrial Hygienist* (ACGIH) (2008) menyatakan bahwa *Biological Exposure Indices* atau kadar COHb dalam darah yang diperkenankan sebesar 3,5%. Baku mutu gas CO di tempat kerja menurut

Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi no. 13/MEN/X/2011 tentang Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja adalah 25 ppm.

Masalah keterbatasan lahan sering terjadi di kota besar seperti Surabaya sehingga pembangunan vertikal lebih dipilih untuk memenuhi kebutuhan akan tempat tinggal. Harga yang ditawarkan untuk unit apartemen bervariasi baik dari harga yang relatif rendah maupun harga yang tinggi. Pada tahun 2010 terdapat 12 proyek apartemen baru dan telah dibangun 5.000 unit serta 80% unit yang telah terjual. Jumlah ini diperkirakan dapat meningkat setiap tahun (Mahardhika dkk., 2014).

Tempat parkir merupakan salah satu fasilitas yang harus disediakan pengelola gedung untuk menampung kendaraan bermotor bagi penghuni maupun pengunjung apartemen. Berdasarkan penempatannya, tempat parkir dibagi dua: (1) parkir di badan jalan (*on street parking*) merupakan parkir kendaraan yang menggunakan jalan umum, sehingga tidak terdapat ruang khusus untuk parkir, dan (2) parkir di luar badan jalan (*off street parking*) merupakan parkir kendaraan di luar tepi jalan yang dibuat khusus sebagai penunjang kegiatan di suatu tempat. Tempat khusus ini dapat berupa tempat parkir atau gedung parkir (Dirjen Perhubungan Darat 1996).

Pembangunan *basement* untuk tempat parkir merupakan solusi yang dimanfaatkan oleh pengelola gedung dalam mengatasi masalah keterbatasan lahan. Udara di dalam *basement* merupakan udara tak bebas atau *indoor air* di mana kualitas udaranya ditentukan oleh penghuni atau pengelola gedung baik secara sengaja, seperti penggunaan peralatan ventilasi khusus untuk mengatur suhu dan kelembapan dalam ruangan, dan yang tidak seperti mengandalkan cuaca alami dengan mengatur bagian gedung yang dapat dibuka. Kualitas udara *indoor* sangat bervariasi, bahan pencemar pun dapat masuk dengan mudah ke dalam tubuh penghuni ruangan dan dalam konsentrasi yang ada dalam udara ruangan tersebut (Prasasti dkk, 2006).

Pada *basement*, terowongan serta tempat tertutup lain dengan ventilasi yang tidak memadai, tingkat polusi yang berasal dari pembakaran mesin kendaraan bermotor jauh lebih tinggi daripada yang terjadi pada udara ambien. Petugas di *basement* mempunyai potensi yang besar untuk terpapar gas CO yang terperangkap dalam ruangan selama bekerja. Gas CO yang dihirup petugas akan masuk ke dalam darah, 80–90%

gas CO yang diserap akan berikatan dengan hemoglobin yang menyebabkan menurunnya kemampuan hemoglobin untuk mengikat oksigen (WHO, 2000).

Di Indonesia, alat untuk memantau kualitas udara ambien sudah tersedia. Bahan polutan yang dipantau antara lain O₃, SO₂, NO₂, CO dan debu. Tetapi peralatan tersebut tidak tersedia di dalam tempat-tempat umum yang tertutup, seperti di dalam tempat parkir *basement*. Harga yang mahal dapat menjadi faktor yang membuat pengelola gedung tidak menyediakan alat monitoring tersebut (Purnamasari, dkk., 2013). Data mengenai keracunan dan kematian akibat gas CO belum ada di Indonesia. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2008) memperkirakan selama periode 2004-2006 sekitar 20.636 terjadi kunjungan darurat untuk kasus keracunan gas CO baik untuk kasus non-fatal, tidak disengaja maupun kasus yang tidak berhubungan dengan kebakaran. 73,0% dari kasus tersebut terjadi di tempat tinggal, 13,0% pada tempat kerja dan sisanya berada pada tempat lain. Jumlah kasus terbesar terjadi selama musim dingin yaitu Desember-Februari (ATSDR, 2012).

Apartemen *Waterplace* merupakan salah satu apartemen yang bernaung di bawah Pakuwon Group dan berlokasi di kawasan Surabaya Barat. Tempat parkir *basement* merupakan salah satu fasilitas yang disediakan untuk parkir kendaraan bermotor dari penghuni dan pegawai apartemen. Petugas di area tempat parkir *basement* seperti petugas *security*, petugas *cleaning service*, dan petugas parkir berisiko terpapar gas CO dari kendaraan bermotor baik sepeda motor dan mobil, akibatnya kadar COHb darah akan meningkat dan timbul keluhan kesehatan.

Dalam studi pendahuluan, 75,0% petugas yang diwawancarai merasakan beberapa keluhan kesehatan seperti pusing, batuk, mual, iritasi mata dan gangguan konsentrasi selama jam kerjanya. Keluhan kesehatan tersebut berasal dari paparan asap kendaraan bermotor yang ada di area parkir. Pada akhirnya keluhan kesehatan tersebut akan berakibat menurunnya kinerja dan produktivitas petugas di area *basement*.

Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi paparan gas CO, kadar COHb darah, kebiasaan petugas, serta keluhan kesehatan yang dirasakan petugas di *basement* apartemen *Waterplace*, Surabaya.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini merupakan jenis penelitian observasional di mana tidak diberikan perlakuan dalam penelitian. Pengambilan data dilakukan melalui pengamatan, wawancara melalui kuisisioner kepada responden. Penelitian ini bersifat deskriptif dengan metode *cross sectional*, yaitu dengan observasi atau pengumpulan data sekaligus yang dilakukan pada suatu waktu.

Pengambilan data primer dilakukan dengan wawancara secara langsung kepada responden mengenai karakteristik responden, kebiasaan responden dan keluhan kesehatan yang sering dirasakan selama jam kerja. Data mengenai kadar gas CO dan COHb darah diambil melalui pemeriksaan laboratorium. Data mengenai kondisi lingkungan *basement* apartemen dilakukan melalui observasi dan didukung dengan data sekunder yang didapat melalui pihak apartemen.

Populasi penelitian adalah seluruh petugas di dalam *basement* Apartemen *Waterplace*, Surabaya yang kesehariannya terpapar gas buang kendaraan bermotor, yaitu petugas *cleaning service*, petugas *security*, dan petugas parkir dengan jumlah 25 orang setiap harinya. Sampel diambil secara purposif yang memenuhi kriteria inklusi yaitu bekerja pada saat dilakukannya penelitian, bersedia diambil darahnya serta tidak menderita penyakit saluran nafas. Sehingga didapatkan sampel penelitian sejumlah 20 orang.

Pengambilan sampel udara dilakukan pada pagi hari saat banyak kendaraan penghuni keluar-masuk apartemen. Diambil 3 titik sampel pada setiap lantai *basement* sehingga didapatkan total 9 titik pengukuran gas CO. Pengambilan sampel udara mempertimbangkan lokasi yang dapat mewakili konsentrasi gas CO pada setiap lantainya.

Pengambilan sampel udara dilakukan pada pagi hari saat banyak kendaraan penghuni keluar-masuk apartemen. Diambil 3 titik sampel pada setiap lantai *basement* sehingga didapatkan total 9 titik pengukuran gas CO. Pengambilan sampel udara mempertimbangkan lokasi yang dapat mewakili konsentrasi gas CO pada setiap lantainya. Pengambilan sampel darah dilakukan satu kali saat jam istirahat responden dan dilakukan oleh teknisi laboratorium dari Poltekkes Kemenkes, Surabaya.

Pengambilan sampel udara dilakukan oleh pihak UPT-K3 Surabaya menggunakan

alat CO monitor merk Krisbow Type KW06-292. Pengambilan sampel udara merupakan metode pengukuran sesaat, alat ukur gas CO dipaparkan selama 10 menit pada setiap titik. Pengambilan sampel darah dilakukan satu kali saat jam istirahat responden dan dilakukan oleh teknisi laboratorium dari Poltekkes Kemenkes, Surabaya.

Wawancara dan pengamatan dilakukan untuk mendapatkan data primer mengenai beberapa variabel penelitian yang diantaranya adalah gambaran umum Apartemen Waterplace, karakteristik dan kebiasaan responden serta keluhan kesehatan yang dirasakan selama jam kerjanya. Kebiasaan responden yang diteliti meliputi merokok, konsumsi buah dan sayur. Kebiasaan merokok yaitu jumlah rokok yang dihabiskan dalam 1 hari oleh pekerja yang merokok, dibedakan menjadi perokok ringan (< 10 batang/hari), perokok sedang (11–20 batang/hari) dan perokok berat (> 20 batang/hari). Konsumsi buah dan sayur yaitu konsumsi buah dan sayur yang mengandung antioksidan. Hasil penelitian akan dianalisis secara deskriptif dengan memberikan gambaran masing-masing variabel yang digambarkan melalui distribusi frekuensi.

Penelitian ini telah disetujui oleh komite etik FKM Unair dengan sertifikat No: 292-KEPK.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Apartemen Waterplace

Apartemen *Waterplace* merupakan salah satu apartemen dari Pakuwon Group yang berlokasi di jalan Pakuwon, Surabaya Barat tepatnya di depan Mall *Pakuwon Trade Center* (PTC). Apartemen dibangun dengan 6 tower (A, B, C, D, E, dan F). Terdapat 2400 unit hunian di apartemen ini, serta diperuntukkan untuk kalangan menengah ke atas.

Dalam memenuhi kebutuhan terhadap keamanan, kebersihan, dan pengelolaan parkir, pihak apartemen menggunakan jasa *outsourcing* dari perusahaan lain. Perusahaan tersebut adalah: Mitra Abadi Sentosa (MAS) yang menangani masalah keamanan; Sinergi untuk kebersihan baik di dalam apartemen, di lingkungan sekitar apartemen, di *basement*, dan kantor BPL; dan *Secure Park* yang menangani pengelolaan parkir meliputi pemeriksaan kendaraan yang keluar masuk apartemen.

Hasil penelitian menunjukkan mayoritas responden berasal dari petugas *security* (55,0%),

petugas *cleaning service* (30,0%) dan petugas parkir (15,0%).

Dalam penelitian ini menggunakan ketiga lantai *basement* yaitu lantai B2, B1, dan lantai LG. Lantai LG merupakan lantai tertinggi dan lantai B2 sebagai lantai terendah. Mobil dapat parkir di setiap lantai sedangkan sepeda motor hanya disediakan tempat parkir di lantai B2. Pintu keluar masuk untuk mobil terdapat di lantai LG dan lantai B1 sedangkan khusus sepeda motor pintu masuk berada di lantai LG dan hanya bisa keluar melalui lantai B1.

Gambaran Umum Responden

Menurut *International Labour Organization* (ILO) (2015) tingkat partisipasi perempuan dalam bidang pekerjaan sangat rendah daripada laki-laki. Hal ini karena adanya faktor tanggung jawab keluarga yang lebih besar pada perempuan, sehingga membatasi perempuan untuk bekerja di luar rumah. Hal ini sesuai dengan hasil pada Tabel 1 mayoritas responden berjenis kelamin laki-laki dengan persentase 80,0%. Selain itu terdapat faktor lebih banyak petugas *security* yang menjadi responden dalam penelitian ini.

Petugas *security* semuanya berjenis kelamin laki-laki, sedangkan petugas dengan jenis kelamin perempuan merupakan petugas dari *cleaning service* dan beberapa dari petugas parkir. Pekerjaan *security* dituntut untuk melakukan pekerjaan yang lebih berat, yaitu memantau keamanan dan ketertiban di dalam lingkungan apartemen selama 24 jam. Sehingga, semua petugas *security* di Apartemen Waterplace dipilih yang berjenis kelamin laki-laki karena secara fisik lebih kuat dibandingkan perempuan.

Mayoritas responden berada dalam kategori usia 21–29 tahun, dengan responden paling muda berusia 19 tahun dan responden paling tua berusia 45 tahun. Usia tersebut merupakan usia produktif di mana batas usia produktif yang berlaku di Indonesia adalah usia 15–64 tahun. Usia produktif menggambarkan aktivitas manusia, dengan usia produktif maka seseorang dapat bekerja dengan baik dan maksimal (Hasyim, 2006).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 11 orang responden (50,0%) memiliki masa kerja ≤ 12 bulan dan sisanya 9 orang responden (50,0%) memiliki masa kerja > 12 bulan. Sehingga mayoritas responden dalam penelitian ini memiliki masa kerja ≤ 12 bulan. Jam kerja petugas dibedakan menjadi dua yaitu 8 jam dan 12 jam, hanya petugas *security* yang mempunyai

jam kerja 12 jam yaitu mulai jam 7 pagi hingga 7 malam serta hanya ada dua *shift* dalam satu hari. Petugas *cleaning service* dan petugas parkir mempunyai 3 *shift* dalam satu hari dengan *shift* satu (8.00–15.00), *shift* dua (15.00–23.00) dan *shift* tiga (23.00–8.00). Dari hasil penelitian diketahui bahwa mayoritas responden memiliki jam kerja 12 jam yaitu sejumlah 11 orang (55,0%) dan 9 orang sisanya (45,0%) memiliki jam kerja 8 jam.

Tabel 1.
Karakteristik Responden

Variabel	n	%
Jenis Kelamin		
Laki-laki	16	80,0
Perempuan	4	20,0
Usia		
≤ 20 tahun	5	25,0
21–29 tahun	11	55,0
≥ 30 tahun	4	20,0
Masa Kerja		
≤ 12 bulan	11	55,0
> 12 bulan	9	45,0
Jam Kerja		
8 jam	11	55,0
12 jam	9	45,0

Tabel 2.
Hasil Pengukuran Kadar Gas CO Dalam *Basement* Apartemen Waterplace, Surabaya

Lokasi Pengukuran	Jam (WIB)	Kadar Gas CO (ppm)	
Lantai B2	B2-E1	08.05	5
	B2-F2	08.25	6
	B2-C1	08.35	3
Lantai B1	B1-F3	08.50	6
	B1-B2	09.00	10
	B1-A1	09.10	8
Lantai LG	LG-C2	09.25	10
	LG-B1	09.35	7
	LG-A1	09.45	5
Rata-rata			6,6

Kadar Gas CO dalam Basement

Pengukuran di pagi hari dilakukan karena berdasarkan pengamatan banyak kendaraan penghuni yang keluar apartemen sehingga kadar

gas CO cukup tinggi untuk dilakukan pengukuran. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran di 9 titik pada 3 lantai basement dengan sekali pengukuran pada setiap titiknya, pengukuran gas CO dilakukan oleh UPT K3.

Konsentrasi maksimum ada pada lantai B1-B2 dan LG-C2 karena pada saat pengukuran di lantai tersebut banyak mobil yang lewat, selain itu di lantai LG-C2 dekat dengan pintu keluar masuk mobil sehingga kadar gas CO relatif lebih besar dibandingkan titik yang lain. Ketika kendaraan berhenti dengan mesin menyala, penggunaan bahan bakar tetap terjadi tetapi tidak dimanfaatkan menjadi daya gerak. Dengan waktu idle dan konsumsi bahan bakar terus menerus menyebabkan gas CO yang dihasilkan lebih besar (Chaichan dan Faris, 2015). Lantai B2 merupakan lantai paling bawah dan hanya sedikit kendaraan yang diparkir sehingga hasil pemeriksaan gas CO lebih rendah daripada lantai yang lain.

Berdasarkan Tabel 2, hasil pengukuran gas CO di dalam basement Apartemen Waterplace menunjukkan rata-rata 6,6 ppm, dengan konsentrasi maksimum 10 ppm dan minimum 3 ppm. Menurut Permenakertrans No. 13/MEN/X/2011 baku mutu CO adalah 25 ppm sehingga kadar gas CO di dalam basement Apartemen Waterplace masih di bawah standar baku mutu.

Tahun pembuatan kendaraan bermotor merupakan salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya kadar CO di dalam basement. Apartemen Waterplace, Surabaya mempunyai target pasar masyarakat dengan kelas ekonomi menengah ke atas sehingga kendaraan bermotor yang dimiliki tergolong kendaraan terbaru dan mewah. Setiap kendaraan bermotor akan mengeluarkan emisi yang banyaknya tergantung dari tahun produksi, kecepatan, kapasitas mesin, dan jenis bahan bakar yang digunakan. Semakin tua tahun pembuatannya maka kendaraan bermotor akan mengeluarkan emisi gas yang lebih banyak. Kapasitas mesin kendaraan akan mempengaruhi banyaknya bahan bakar yang dibutuhkan, kendaraan yang kapasitas mesinnya besar membutuhkan bahan bakar yang lebih banyak. Selain itu kecepatan kendaraan juga mempengaruhi jumlah emisi yang dikeluarkan. Semakin tinggi kecepatan kendaraan bermotor maka emisi gas CO yang dikeluarkan akan semakin kecil, dan sebaliknya saat kecepatan kendaraan rendah, maka emisi gas CO semakin besar (Morlok, 1991).

Kebiasaan Responden

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas responden mempunyai kebiasaan merokok, yaitu sejumlah 16 orang (80,0%) sedangkan yang tidak merokok berjumlah 4 orang (20,0%). Berdasarkan hasil wawancara, dari 16 orang yang merokok, semuanya (100,0%) mengonsumsi rokok kretek dengan filter.

Tabel 3.
Kebiasaan Responden

Variabel	n	%
Merokok		
Ya	16	80,0
Tidak	4	20,0
Konsumsi Buah		
Ya	11	55,0
Tidak	9	45,0
Konsumsi Sayur		
Ya	12	60,0
Tidak	8	40,0

Asap rokok mengandung gas CO yang dapat terhirup oleh perokok pasif maupun aktif. Asap rokok yang berasal dari ujung rokok yang dibakar merupakan asap utama (*mainstream*) sedangkan asap yang dapat menyebar ke udara dan dapat dihirup oleh orang lain merupakan asap sampingan (*side stream*) (Utami dkk, 2014).

Banyaknya batang rokok yang dihisap responden yaitu 11–20 batang sebanyak 9 orang (50,0%) termasuk dalam klasifikasi perokok sedang dan 1–10 batang sebanyak 7 orang (44,0%) dapat diklasifikasikan perokok ringan. Sedangkan tidak ada responden yang merupakan perokok berat.

Mayoritas responden mengonsumsi buah setiap hari, yaitu sebanyak 11 orang (55,0%), sedangkan 9 orang (45,0%) tidak mengonsumsi buah setiap hari. Buah yang dikonsumsi bervariasi dari jeruk, pisang, semangka, apel, dan pepaya. Petugas paling banyak mengonsumsi buah seperti jeruk dan pisang, sedangkan jenis buah yang lain hanya dikonsumsi beberapa orang saja. Konsumsi sayur responden menunjukkan sejumlah 11 orang (55,0%) rutin mengonsumsi setiap hari, sedangkan sisanya 9 responden (45,0%) tidak rutin mengonsumsi sayur setiap hari. Sayur yang dikonsumsi pun bervariasi yaitu bayam, wortel, kangkung, sawi, kacang panjang, dan terong.

Buah dan sayur mempunyai fungsi sebagai zat pengatur, mengandung vitamin dan mineral,

sebagai sumber serat makanan, antioksidan serta dapat menyeimbangkan kadar asam basa tubuh (Sekarindah dan Rozaline, 2008). Konsumsi buah dan sayur secara rutin dapat menghindarkan dari berbagai penyakit degeneratif seperti jantung koroner, obesitas, gagal ginjal, diabetes, kanker, dan hipertensi (Muchtadi, 2008).

Kadar COHb Darah

Gas CO yang masuk dalam tubuh melalui sistem pernapasan terdifusi melalui membran alveolar bersama-sama dengan oksigen (O_2). Setelah larut dalam darah, CO segera berikatan dengan hemoglobin membentuk COHb. Ikatan antara CO dan Hb terjadi dalam kecepatan yang sama antara ikatan O_2 dan CO, tetapi ikatan untuk CO 245 kali lebih kuat daripada O_2 . Jadi antara CO dan O_2 bersaing untuk berikatan dengan hemoglobin, tetapi tidak seperti oksigen yang mudah melepaskan diri dari hemoglobin, CO mengikat lebih lama. Dengan paparan terus menerus karbon monoksida akan terus mengikat hemoglobin dan akan semakin sedikit hemoglobin yang berikatan dengan oksigen (WHO, 2010).

Pemeriksaan COHb darah yang diambil melalui pembuluh darah vena merupakan satu-satunya metode monitoring biologis untuk mengetahui tingkat paparan CO dalam tubuh (Blumenthal, 2001). Tidak dapat menggunakan pengukuran urin, rambut ataupun kuku. Pengambilan sampel darah vena dari responden kemudian dianalisis menggunakan alat *spektrofotometri*.

Dengan pertimbangan adanya paparan gas CO dari luar serta jumlah COHb endogen, ACGIH (2008) menyatakan bahwa *Biological Exposure Indices* atau kadar COHb dalam darah yang diperkenankan sebesar 3,5%.

Tabel 4.
Klasifikasi Kadar COHb Darah

Kadar COHb Darah	Klasifikasi	n	%
$\leq 3,5\%$	Rendah	2	10,0%
$> 3,5\%$	Tinggi	18	90,0%
Total		20	100,0%

Hanya ada 2 responden yang kadar COHb darahnya di bawah 3,5%, sedangkan mayoritas responden kadar COHb lebih dari 3,5%. Jadi sesuai hasil pemeriksaan laboratorium pada Tabel 4 mayoritas kadar COHb darah responden (90,0%)

termasuk dalam kategori tinggi atau melebihi nilai normal dalam tubuh. Hasil pemeriksaan COHb darah tertinggi adalah 8,59% dan terendah 2,14% hal tersebut menunjukkan nilai COHb darah <15% pada semua responden.

COHb dapat diproduksi tubuh secara alami melalui reaksi katabolisme dari hemoglobin dan protein *haem* yang lain. Kadar COHb endogen tanpa adanya paparan dari luar adalah 0,4–0,7%. Pada populasi rentan kadar COHb dalam tubuh dapat meningkat melebihi kadar normal. Ibu hamil dapat memproduksi COHb hingga 0,7–2,5%, janin dari ibu yang tidak merokok menunjukkan kadar COHb 0,4–2,6%, seseorang yang mengidap anemia hemolitik COHb endogennya dapat meningkat hingga 4–6% (WHO, 2000).

Kadar COHb Darah dan Kebiasaan Responden

Merokok

Pada Tabel 5 menunjukkan seluruh responden yang merokok mempunyai kadar COHb yang lebih tinggi yaitu sejumlah 16 orang (100%). Sedangkan dari 4 orang responden yang tidak merokok, memiliki kadar COHb rendah. Pada penelitian ini kadar COHb tertinggi adalah 8,59% yang berasal dari responden dengan status perokok sedang, sedangkan kadar COHb terendah adalah 2,14% dari responden yang bukan perokok. Sehingga dapat disimpulkan pekerja di *basement* apartemen Waterplace, Surabaya yang memiliki kebiasaan merokok kadar COHb yang lebih tinggi.

Mukono (2008) menyatakan bahwa asap rokok mengandung kadar CO sekitar 400-475 ppm sedangkan gas CO yang dihisap perokok masuk ke peredaran darah sebesar 54,0%. Penelitian Vaseashta dan Khudaverdyan (2013) menunjukkan bahwa kadar COHb pada bukan perokok adalah 0,81% sedangkan pada perokok kadar COHb mencapai 5,33%. Pada perokok sedang kadar COHb bisa mencapai 5,9% (Fardiaz, 1992).

Mayoritas responden yang merokok adalah laki-laki tetapi ada satu orang responden perempuan yang merupakan perokok dengan tingkat ringan. Asap rokok tidak hanya berbahaya bagi perokok, tetapi berbahaya bagi orang di sekitarnya atau perokok pasif. Penelitian Light (2007) menunjukkan bahwa bukan perokok yang ada di lingkungan merokok memiliki kadar COHb 1,5–2 kali lebih tinggi daripada kelompok kontrol.

Jadi bukan perokok tidak dapat terbebas dari dampak asap rokok yang ada di udara.

Dari penelitian Light (2007) terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi kadar COHb darah bukan perokok, yaitu berapa lama bukan perokok berada di lokasi merokok, ada atau tidaknya sistem ventilasi udara, jarak antara perokok dan bukan perokok serta berapa banyak perokok yang ada di lokasi tersebut.

Dari penelitian ini didapatkan hasil kadar COHb darah non-perokok sebesar 1-6% dan 1–14% pada perokok.

Tabel 5.

Kadar COHb Darah Berdasarkan Kebiasaan Merokok

Kebiasaan Merokok	COHb Darah				Total	
	Rendah		Tinggi		n	%
	n	%	n	%		
Ya	0	0,0	16	100,0	16	100,0
Tidak	2	50,0	2	50,0	4	100,0
Total	2	10,0	18	90,0	20	100,0

Konsumsi Buah dan Sayur

Hasil penelitian pada Tabel 6 menunjukkan mayoritas responden yang mengonsumsi buah setiap hari mempunyai kadar COHb yang tinggi, yaitu sebanyak 10 orang (91,0%). Sedangkan mayoritas responden yang tidak mengonsumsi buah juga mempunyai kadar COHb yang tinggi, yaitu sebanyak 8 orang (89,0%). Sehingga petugas di *basement* apartemen Waterplace, baik yang mengonsumsi dan tidak mengonsumsi buah setiap hari sama-sama memiliki kadar COHb yang tinggi.

Hasil penelitian pada Tabel 6 mengenai konsumsi sayur menunjukkan mayoritas responden yang mengonsumsi sayur mempunyai kadar COHb darah yang tinggi, yaitu sebanyak 11 orang (11,0%). Sedangkan responden yang tidak mengonsumsi sayur, mayoritas memiliki jumlah COHb darah yang tinggi, yaitu sebanyak 7 orang (88,0%). Sehingga petugas di *basement* Apartemen Waterplace, baik yang mengonsumsi dan tidak mengonsumsi sayur setiap hari sama-sama memiliki kadar COHb yang tinggi. Sehingga meskipun responden rutin mengonsumsi sayur dan buah tetapi kadar COHb darah lebih tinggi daripada yang tidak mengonsumsinya.

Polusi udara merupakan salah satu sumber radikal bebas yang berasal dari luar tubuh. Untuk mengatasi dampak radikal bebas diperlukan

antioksidan yang berguna untuk melindungi sel tubuh dari kerusakan. Antioksidan didapatkan dari bahan pangan yang dikonsumsi sehari-hari, terutama buah dan sayur. Buah dan sayur mengandung berbagai macam antioksidan tetapi antioksidan yang paling penting adalah vitamin C, vitamin A, dan vitamin E (Silalahi, 2006).

Radikal bebas di dalam tubuh dapat merusak sel salah satunya adalah keadaan hiperplasia atau peningkatan sel dalam jumlah yang tidak normal. Seperti pada penelitian Arkeman dan David (2006) di mana terjadi hiperplasi pada sel trakea tikus yang diberi paparan asap rokok secara kronis. Tetapi dengan pemberian vitamin C dan E keadaan hiperplasi dapat ditekan. Menurut Silalahi (2006) sayur dan buah kaya akan zat gizi seperti vitamin, mineral dan serat pangan, oleh karena itu asupan sayur dan buah yang tinggi dapat menurunkan risiko penyakit kronis.

Dari hasil penelitian diketahui konsumsi sayur responden adalah bayam, wortel, kangkung, sawi, kacang panjang, dan terong, sedangkan konsumsi buah meliputi jeruk, pisang, semangka, apel, dan pepaya. Buah dan sayur yang dikonsumsi responden merupakan buah dan sayur yang mengandung vitamin A dan vitamin C, tetapi kurang dalam konsumsi vitamin E. Untuk mencukupi kebutuhan buah dan sayur, WHO (2003) merekomendasikan konsumsi buah dan sayur sebanyak 400 gram atau setara dengan 3–5 porsi sehari. Selain itu dalam piramida petunjuk makanan merekomendasikan untuk mengkonsumsi sayur sebanyak 3–5 porsi dalam sehari serta buah 2–4 porsi dalam sehari.

Meskipun responden rutin mengkonsumsi sayur dan buah tetapi kadar COHb darah lebih tinggi daripada yang tidak. Hal ini karena dari hasil penelitian didapatkan bahwa mayoritas responden

sudah mengonsumsi sayur dan buah setiap hari, tetapi konsumsi buah dan sayur responden tidak sampai pada porsi yang direkomendasikan.

Antioksidan yang ada dalam buah dan sayur berfungsi sebagai senyawa pemberi elektron yang bermanfaat untuk memecah rantai radikal bebas, mencegah atau menghambat pembentukan radikal bebas baru serta memperbaiki kerusakan oleh radikal (Winarsi, 2007). Ikatan antara CO dan Hb yang 245 kali lebih kuat tidak dapat dipecahkan oleh antioksidan, sehingga konsumsi buah dan sayur tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap penurunan COHb darah.

Kadar COHb Darah dan Keluhan Kesehatan Responden

Gas CO masuk ke dalam tubuh akan mengikat hemoglobin yang bertugas sebagai pengangkut oksigen sehingga membuat sel kekurangan oksigen yang disebut hipoksia. Tanda-tanda keracunan gas CO terutama terkait dengan otak dan jantung, dua organ tubuh yang paling sensitif terhadap hipoksia (Olson dan Smollin, 2008). Gejala hipoksia antara lain denyut jantung meningkat, sesak nafas, gangguan kecemasan, gangguan penglihatan, merasa lemas, mual dan muntah. Sedangkan hipoksia tingkat berat menyebabkan koma dan kematian (Martin, 2005).

Gejala lain yaitu sakit kepala, sesak nafas, tidak nafsu makan, mual, muntah, diare, sakit perut, denyut jantung meningkat, kemampuan mental, dan ketajaman berpikir menurun, lemas, perasaan malas, susah tidur, tangan, dan bibir menjadi biru (Ardianto, 2015).

Dari Tabel 7 diketahui bahwa mayoritas responden yang COHb darahnya tinggi memiliki keluhan pusing (88,0%), tidak memiliki keluhan gangguan penglihatan (86,0%), memiliki keluhan gangguan konsentrasi (92,0%), tidak memiliki keluhan mual (86%,0), tidak pernah muntah (89,0%), memiliki keluhan cepat lelah (91,0%), tidak pernah pingsan (100,0%), dan tidak memiliki keluhan sesak nafas (88,0%)

Tidak semua responden yang COHb darahnya tinggi memiliki lebih banyak keluhan kesehatan. Menurut Hanniwati (1992) pada kadar COHb < 15% belum terdapat gejala atau keluhan kesehatan. Hal ini serupa dengan penelitian Tasniim (2014), di mana kadar COHb < 15% tidak terdapat hubungan dengan keluhan kesehatan.

Gejala keracunan gas CO hampir tidak terlihat dan mirip dengan penyakit lainnya. Umumnya,

Tabel 6.
Kadar COHb Darah Berdasarkan Konsumsi Buah dan Sayur

Kebiasaan Responden	COHb Darah				Total	
	Rendah		Tinggi		n	%
	n	%	n	%		
Konsumsi Buah						
Ya	1	9,0	10	91,0	11	100,0
Tidak	1	11,0	8	89,0	9	100,0
Konsumsi Sayur						
Ya	1	8,0	11	92,0	12	100,0
Tidak	1	12,0	7	88,0	8	100,0

Tabel 7.
Kadar COHb Darah dan Keluhan Kesehatan

Keluhan Kesehatan	Kadar COHb Darah				Total	
	Rendah		Tinggi		n	%
	n	%	n	%		
Pusing						
Ya	2	12,0	14	88,0	16	100,0
Tidak	0	0,0	4	100,0	4	100,0
Gangguan Penglihatan						
Ya	0	0,0	6	100,0	6	100,0
Tidak	2	14,0	12	86,0	14	100,0
Gangguan Konsentrasi						
Ya	1	8,0	11	92,0	12	100,0
Tidak	1	12,0	7	88,0	8	100,0
Mual						
Ya	0	0,0	6	100,0	6	100,0
Tidak	2	14,0	12	86,0	14	100,0
Muntah						
Ya	0	0,0	2	100,0	2	100,0
Tidak	2	11,0	16	89,0	18	100,0
Cepat Lelah						
Ya	1	9,0	10	91,0	11	100,0
Tidak	1	11,0	8	89,0	9	100,0
Pingsan						
Ya	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Tidak	2	10,0	18	90,0	20	100,0
Sesak Nafas						
Ya	0	0,0	3	100,0	3	100,0
Tidak	2	12,0	15	88,0	17	100,0

ketika kadar COHb darah meningkat akan diiringi dengan keparahan gejala. Tetapi sulit untuk memprediksi keracunan gas CO dengan kadar COHb yang rendah. Gejala yang paling umum untuk mengidentifikasi keracunan gas CO dengan hasil COHb yang rendah (< 25%) adalah sakit kepala, rasa tidak enak badan, mual, dan pusing. Pada kadar COHb yang lebih tinggi (25–50%) dapat terjadi kebingungan, sesak nafas, dan pingsan. Bahkan dengan kadar COHb yang tinggi (50–60%) dapat menyebabkan koma, kejang, dan kematian. Keracunan gas CO akut dapat menyebabkan gangguan memori, gangguan konsentrasi, depresi, dan gejala seperti penyakit Parkinson. Gejala ini mungkin timbul segera setelah keracunan gas CO atau mungkin tertunda, terjadi 2–21 hari setelah keracunan gas CO (Quinn dkk, 2009).

Pada saat wawancara, responden mengatakan bahwa dalam sehari frekuensi

timbulnya keluhan kesehatan termasuk jarang. Timbulnya keluhan kesehatan paling banyak pada saat kondisi kendaraan sedang ramai dan saat siang hari. Frekuensi timbulnya keluhan kesehatan, tergantung dari lokasi kerja para petugas.

Responden yang paling banyak dan sering merasakan keluhan kesehatan adalah petugas parkir atau *secure park* yang bertugas pada pos tempat kendaraan keluar masuk.

Hal ini karena mesin kendaraan yang menyala saat kendaraan berhenti menyumbang gas CO lebih besar daripada kendaraan yang sedang berjalan.

Kendaraan dengan bahan bakar premium atau bensin menghasilkan 1% gas CO saat berjalan dan 7% saat berhenti (Sarudji, 2010). Dalam mengatasi keluhan kesehatan mayoritas petugas tidak berobat atau dibiarkan sampai keluhan tersebut hilang dengan sendirinya. Upaya pencegahan yang dapat dilakukan adalah mengubah gaya hidup seperti berolahraga teratur serta makan makanan yang bergizi agar asupan gizi dapat tercukupi, mengurangi kebiasaan merokok, dan meningkatkan kesadaran petugas untuk memeriksakan diri secara rutin, mengingat bahwa gejala keracunan gas CO sulit untuk diprediksi dan mirip dengan penyakit lain (Kusumawati, 2012).

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari total 9 titik pengambilan sampel udara didapatkan hasil pengukuran di bawah baku mutu yang ditetapkan, yaitu 25 ppm. Pemeriksaan COHb darah terhadap 20 responden didapatkan hasil mayoritas kadar COHb darah responden di atas batas normal karena melebihi standar 3,5%. Petugas memiliki karakteristik mayoritas berjenis kelamin laki-laki, berada dalam rentang usia 21–29 tahun memiliki jam kerja 12 jam, dan masa kerja ≤ 12 bulan. Kebiasaan responden adalah mayoritas perokok, serta rutin mengonsumsi buah dan sayur setiap hari.

Keluhan kesehatan yang dialami petugas selama jam kerjanya adalah pusing, gangguan konsentrasi, dan cepat lelah. Keluhan gangguan penglihatan, mual, sesak nafas, dan muntah hanya dirasakan sedikit petugas, serta tidak ada petugas yang pingsan selama jam kerjanya. Responden yang memiliki kadar COHb darah yang tinggi memiliki kebiasaan merokok serta mengonsumsi buah dan sayur.

Saran untuk responden agar mengurangi kebiasaan merokok, mulai melakukan gaya hidup sehat seperti olahraga rutin, menjaga pola makan dengan meningkatkan konsumsi makanan terutama buah dan sayur yang kaya akan vitamin A, vitamin C dan vitamin E serta memperhatikan proses memasak agar kandungan vitamin tidak hilang. Jika merasakan keluhan kesehatan saat bekerja, sebaiknya *rolling* ke area luar *basement* yang tidak terpapar gas CO, setiap 4 jam sekali dan selalu memakai masker selama bekerja.

Saran untuk pihak apartemen Waterplace, Surabaya adalah melakukan perawatan *exhaust fan* secara berkala agar fungsinya dapat berjalan dengan baik, keracunan gas CO dapat diminimalkan, serta dapat meningkatkan kenyamanan lingkungan kerja pada petugas di area basement. Melakukan pemeriksaan secara berkala kepada petugas di area *basement* khususnya untuk memantau kadar COHb darah.

DAFTAR PUSTAKA

- American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH). 2008. *Carbon monoxide. in: Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices*. Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- Agency for Toxic Substances & Disease Registry (ATSDR). 2012. *Toxicological Profile for Carbon Monoxide*. Diakses dari <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=1145&tid=253>.
- Ardianto, F., Junaidi, S., & Sugiarto. 2015. Profil Denyut Nadi di Ketinggian yang Berbeda pada Pendaki Gunung Merbabu. *Journal of Sport Science and Fitness* Vol. 4 No. 2 pp. 1–4.
- Arkeman, H., & David. 2006. Efek Vitamin C dan Vitamin E terhadap Sel Goblet Saluran Nafas pada Tikus Akibat Pajanan Asap Rokok. *Universa Medicina* Vol. 25 No. 2, April–Juni pp. 61–66.
- Badan Ketahanan Pangan. 2012. *Roadmap Diversifikasi Pangan 2011-2015 Edisi 2*. Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian RI Tahun 2012.
- Blumenthal, I. 2001. Carbon Monoxide Poisoning. *Journal of the Royal Society of Medicine* Vol. 94 pp. 270–272.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2008. Nonfatal, unintentional, non fire-related carbon monoxide exposures United States, 2004–2006. *JAMA* 300(20): 2362–2363.
- Chaichan, MT., & Faris, SS. 2015. Practical Investigation of the Environmental Hazards of Idle Time and Speed of Compression Ignition Engine Fueled With Iraqi Diesel Fuel. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)* Volume 12, Issue 1 Ver. III (Jan–Feb. 2015), PP. 29–34.
- Cooper CD., & Alley FC. 2011. *Air Pollution Control: A Design Approach. Fourth Edition*. Long Grove, IL: Wavelan Press, Inc.
- Dewanti, IR. 2015. Kadar Gas CO, Kadar COHb Darah, dan Keluhan Kesehatan Pada Pekerja di Basement Apartemen Waterplace, Surabaya. *Skripsi*. Universitas Airlangga.
- Departemen Perhubungan Direktur Jendral Perhubungan Darat. 1996. *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir*. Jakarta: Departemen Perhubungan Direktur Jendral Perhubungan Darah.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Jakarta: Kanisius.
- Hanniwati, ST. 1992. Pengaruh Karbon Monoksida Pada Aliran Darah Otak. *Majalah Ilmiah Fakultas Kedokteran USAKTI Jakarta* 11 (1): 41–45.
- Hasyim, H. 2006. Analisis Hubungan Karakteristik Petani Kopi terhadap Pendapatan (Studi Kasus: Desa Dolok Saribu Kecamatan Paguran Tapanuli Utara). *Jurnal Komunikasi Penelitian* Vol. 1 No. 18 pp. 22–27.
- International Labour Organization (ILO). 2015. *Tren Ketenagakerjaan dan Sosial di Indonesia 2014–2015*. Jakarta: ILO.
- Kusumawati, ND. 2012. Hubungan Kadar COHb Darah Petugas Terminal Purabaya dengan Gangguan Kesehatan. *Skripsi*. Universitas Airlangga.
- Light, A., Grass, C., Pursley, D., & Krause J. 2007. Carboxyhemoglobin Levels in Smokers vs. Non-Smokers in a Smoking Environment. *Respire Care*. 52(11): 1576.
- Mahardhika, RV., Defiana, I., Noerwasito, VT. 2014. Thermal Performance of Apartment (High-Rise) in Surabaya with Precast Concrete for the Building Envelope. *IPTEK, Journal of Proceeding Series*. Vol 1 pp. 299–305.
- Martin, KT. 2005. Hypoxia: Causes and Symptoms. Diakses dari Respiratory Care Educational Consulting Services, Inc.
- Martini, S. 2014. Makna Merokok pada Remaja Putri Perokok. *Jurnal Psikologi Pendidikan dan Perkembangan* Vol.3, No.2, pp. 119–127.
- Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia no. 13/MEN/X/2011 tentang Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja.
- Morlok, EK. 1991. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Penerbit Erlangga.
- Mukono, J. 2006. *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan Edisi Kedua*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Mukono, J. 2008. *Epidemiologi Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Mukono, J. 2011. *Aspek Kesehatan Pencemaran Udara*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Olson, K., & Smollin, C. 2008. Carbon Monoxide Poisoning (Acute). *BMJ Clinical Evidence* Vol. 2008: 2013. Diakses dari National Centre for Biotechnology Information.
- Prasasti, Cl., Mukono, J., & Sudarmaji. 2006. Hubungan Kualitas Udara (Mikrobiologi, Fisik) dalam Ruangan Ber-AC dengan Gangguan Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* Vol. 1, No. 2. pp. 160–169.

- Purnamasari, PD., Sumbayak, EG., Kurniawan, VD., Aprilliyanti, W. 2013. CO Pollution Warning System for Indoor Parking Area Using FPGA. *International Journal of Reconfigurable and Embedded Systems (IJRES)* Vol. 2, No. 2, July 2013, pp. 64–75.
- Quinn, DK., McGahee, SM., Politte, LC., Duncan, GN., Cusin, C., Hopwood, CJ., & Stern, TA. 2009. Complications of Carbon Monoxide Poisoning: A Case Discussion and Review of the Literature. *Prim Care Companion J Clin Psychiatry*. Vol. 11 No. 2 pp. 74–79.
- Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas). 2013. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI.
- Sarudji, D. 2010. *Kesehatan Lingkungan*. Bandung: Karya Putra Darwati.
- Silalahi, J. 2006. *Makanan Fungsional*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Sekarindah, T., & Rozaline, H. 2008. *Terapi Jus Buah dan Sayur*. Jakarta: Puspa Swara.
- Sriwahyuni, IR., Salam, A. 2013. Pola Konsumsi Buah dan Sayur Serta Asupan Zat Gizi Mikro dan Serat pada Ibu Hamil di Kabupaten Gowa 2013. *Jurnal MKMI*.
- Tasniim, SA. 2014. Kadar Karboksihemoglobin (COHb), Saturasi Oksigen (SaO₂) Darah, dan Keluhan Kesehatan Subjektif Pada Mekanik Bengkel Otomotif PPPPTK/VEDC, Kota Malang. *Skripsi*. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Utami, AF., Wardoyo, AYP., & Hidayat, A. 2014. Pengukuran Faktor Emisi Gas Karbon Monoksida (CO) dan Karbon Dioksida (CO₂) Pada Asap Mainstream Rokok Non Filter. *Skripsi*. Universitas Brawijaya, Malang.
- Vaseashta, A., & Khudaverdyan, S. 2013. *Advanced Sensors for Safety and Security*. Springer: Netherlands.
- WHO. 2000. *Air Quality Guidelines for Europe Second Edition*. Diakses dari www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf (sitasi tanggal 10 Juli 2015).
- WHO. 2003. *Expert Report on Diet, Nutrition and The Prevention of Chronic Disease*. United Nations: Technical Report Series 916.
- WHO. 2010. *WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants*. Diakses dari www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf (sitasi tanggal 10 Juli 2015).
- Winarsi, H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Jogjakarta: Kanisius.
- Wu, L., & Wang, R. 2005. Carbon Monoxide: Endogenous Production, Physiological Function, and Pharmacological Applications. *Pharmacological Reviews December 2005*. Vol. 57 No. 4 pp. 585–630.