

LAPORAN
PENELITIAN UNGGULAN FAKULTAS (PUF)

**Hubungan rokok dan kadar karbon monoksida ekspirasi dengan fungsi paru pada
pengemudi ojek online**

TIM PENELITIAN

dr. Rita Khairani, M.Kes, Sp.P.	(0308057404)	Ketua
dr. Dyah Ayu Woro Setyaningrum, M.Biomed.	(0331057607)	Anggota
dr. Mustika Anggiane Putri, M.Biomed., AIFO.	(0326128703)	Anggota
josephine Maria Ekklesia	030001900066	Anggota



PROFESI DOKTER
Fakultas Kedokteran
UNIVERSITAS TRISAKTI
2022/2023



UNIVERSITAS TRISAKTI

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Jl. Kyai Tapa No. 1 Grogol, Jakarta Barat 11440, Indonesia

Telp. 021-5663232 (hunting), ext. 8141, 8161, Fax. 021-5684021

<http://lppm.trisakti.ac.id/>

lppm@trisakti.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN TAHUN AKADEMIK 2022/2023 0380/PUF/FK/2022-2023

1. **Judul Penelitian** : Hubungan rokok dan kadar karbon monoksida ekspirasi dengan fungsi paru pada pengemudi ojek online
2. **Skema Penelitian** : Penelitian Unggulan Fakultas (PUF)
3. **Ketua Tim Pengusul**
 - a. Nama : dr. Rita Khairani, M.Kes, Sp.P.
 - b. NIDN : 0308057404
 - c. Jabatan/Golongan : Asisten Ahli/III-B
 - d. Program Studi : PROFESI DOKTER
 - e. Perguruan Tinggi : Universitas Trisakti
 - f. Bidang Keahlian : ilmu penyakit paru
Jl Perdatam IV/2B RT 008/008
Pengadegan, Pancoran
Jakarta Selatan
 - g. Alamat Kantor/Telp/Fak/surel : rita.khairani@trisakti.ac.id
4. **Anggota Tim Pengusul**
 - a. Jumlah anggota : Dosen 2 orang
 - b. Nama Anggota 1/bidang keahlian : dr. Dyah Ayu Woro Setyaningrum, M.Biomed./Ilmu Biomedik
kekhususan Patobiologi
 - c. Nama Anggota 2/bidang keahlian : dr. Mustika Anggiane Putri, M.Biomed., AIFO./Fisiologi Kedokteran
 - d. Jumlah mahasiswa yang terlibat : 1 orang
 - e. Jumlah alumni yang terlibat : 0 orang
 - f. Jumlah laboran/admin : 0 orang
5. **Waktu Penelitian**
 - Bulan/Tahun Mulai : September 2022
 - Bulan/Tahun Selesai : Juli 2023
6. **Luaran yang dihasilkan**
 - Hak Kekayaan Intelektual
 - Publikasi di Jurnal
7. **Biaya Total** : Rp64.090.000,-
(Enam Puluh Empat Juta Sembilan Puluh Ribu)

Dekan



Dr. dr. Raditya Wratsangka, Sp.O.G., Subsp. Obginsos.
NIDN: 0027056202

Jakarta, 12 Agustus 2023

Ketua Tim Pengusul



dr. Rita Khairani, M.Kes, Sp.P.
NIDN: 0308057404

Direktur



Prof. Dr. Ir. Astri Rinanti, M.T., IPM
NIDN: 0308097001

IDENTITAS PENELITIAN

Skema Penelitian	: Penelitian Unggulan Fakultas (PUF)
Judul Penelitian	: Hubungan rokok dan kadar karbon monoksida ekspirasi dengan fungsi paru pada pengemudi ojek online
Fokus Penelitian	: Green Healthy Life
Rumpun Penelitian	: Perilaku Kesehatan
Mata Kuliah yang terkait	: ilmu penyakit paru
Topik Pengabdian kepada Masyarakat yang terkait	: Penyuluhan dan pelatihan

Tim Peneliti

Peneliti	NIK/ NIM	Posisi	Status	Program Studi	Fakultas
dr. Rita Khairani, M.Kes, Sp.P.	2514	Ketua	Dosen Trisakti	PROFESI DOKTER	FK
dr. Dyah Ayu Woro Setyaningrum, M.Biomed.	3507	Anggota	Dosen Trisakti	KEDOKT ERAN	FK
dr. Mustika Anggiane Putri, M.Biomed., AIFO.	31750766 12870003	Anggota	Dosen Trisakti	KEDOKT ERAN	FK
josephine Maria Ekklesia	03000190 0066	Anggota	Mahasiswa Trisakti	KEDOKT ERAN	FK

Lokasi dan atau Tempat Penelitian	: Jl Kyai Tapa No 260 Grogol Jakarta Barat, Grogol, Grogol Petamburan, Jakarta Barat, Dki Jakarta
Masa Penelitian	
Mulai	: September 2022
Berakhir	: Juli 2023
Dana diusulkan	: Rp64.090.000,-
Sumber Pendanaan	: 5.2.03.08.02
Target Kesiapterapan Teknologi	: TKT 3
Produk Inovasi	:
Luaran	: Hak Kekayaan Intelektual Publikasi di Jurnal

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Identitas Penelitian	iii
DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR TABEL.....	2
DAFTAR GAMBAR	3
RINGKASAN PENELITIAN	4
BAB 1. PENDAHULUAN	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	2
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	4
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	6
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	10
DAFTAR PUSTAKA	11
LAMPIRAN 1. ROAD MAP PENELITIAN.....	13
LAMPIRAN 2. LUARAN PENELITIAN	15

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik responden

Tabel 2, Korelasi kadar CO dengan karakteristik subjek dan derajat merokok

Tabel 3, Korelasi fungsi paru kadar CO dan derajat merokok

DAFTAR GAMBAR

Mulai isi daftar gambar di sini ...

RINGKASAN PENELITIAN

Latar belakang : Asap rokok merupakan sumber utama pajanan terhadap karbon monoksida (CO) selain polusi udara. Saat asap rokok terinhalasi, karbon monoksida akan diabsorpsi melalui paru, masuk ke dalam aliran darah kemudian akan berikatan dengan hemoglobin untuk membentuk karboksi – hemoglobin (COHb) yang kadarnya dalam darah dapat diukur sebagai marker absorpsi asap rokok. Baik rokok atau CO dapat mempengaruhi fungsi paru, setelah merokok maka kadar CO dalam darah akan meningkat dan fungsi paru akan menurun secara bermakna.

Metode : Penelitian ini menggunakan metode observasional analitik dengan desain potong lintang dengan total sampel 99 responden. Pengambilan data pada bulan September-Desember 2022 dengan menggunakan kuesioner Indeks Brinkman, FTND, pengukuran CO ekspirasi dan pemeriksaan spirometri

Hasil : Sebanyak 47.5% subjek memiliki kadar CO ekspirasi sebesar 0-6 ppm yang masih berada pada zona hijau, 77.8% subjek merokok, 57.6% memiliki skor FTND 0-2, sebanyak 51.5% mengalami gangguan restriksi dan 79.5% subjek mengalami gangguan obstruksi saluran napas. Kadar CO ekspirasi berkorelasi erat dengan indeks Brinkman ($r=0.654$, $p=0.000$), dan berkorelasi sedang bermakna dengan skor FTND ($r=0.544$, $p=0.000$). Tidak ada korelasi kadar CO ekspirasi, indeks Brinkman dan ketergantungan terhadap nikotin dengan fungsi paru.

Kesimpulan : kadar CO ekspirasi berkorelasi erat dengan rokok dan ketergantungan nikotin tetapi tidak berkorelasi dengan fungsi paru

Kata Kunci :
karbon monoksida ekspirasi, rokok, uji fungsi paru, ketergantungan nikotin

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Polusi udara di dalam ataupun di luar ruangan dapat menimbulkan penyakit. Pada tahun 2012 WHO melaporkan bahwa sekitar 7 juta kematian atau 1/8 dari jumlah kematian global disebabkan oleh pajanan polusi udara. Kematian tertinggi berada di negara-negara dengan penghasilan rendah sampai menengah yaitu pada daerah Asia Tenggara dan Pasifik Barat dengan 3,3 juta kematian yang disebabkan polusi udara di dalam ruangan dan 2,6 juta kematian yang disebabkan polusi udara di luar ruangan ¹

Sumber polusi udara tersering di perkotaan berasal dari kendaraan bermotor. Perkembangan volume lalu lintas di perkotaan mencapai 15% setiap tahun dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Transportasi di kota besar merupakan sumber polusi udara yang terbesar, dimana 70% polusi udara di perkotaan disebabkan oleh aktivitas kendaraan bermotor terutama sepeda motor yang mencapai 30%. Parameter polusi udara dari kendaraan bermotor seperti karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), methane (CH₄), sulfur dioksida (SO₂) dan partikel dapat menimbulkan efek terhadap pemanasan global.²

Selain polusi udara, asap rokok juga merupakan sumber utama pajanan terhadap karbon monoksida (CO). Pemeriksaan kadar CO udara ekspirasi dapat di gunakan sebagai biomarker status merokok. Merokok merupakan kebiasaan yang sering di temukan di seluruh dunia, walaupun sudah diketahui secara umum bahwa rokok dapat menimbulkan gangguan kesehatan.¹ Persentase perokok berumur 15-19 tahun sempat meningkat pada 2020. Ada 10,61% penduduk umur 15-19 tahun yang merokok pada 2020, naik dari 10,54% pada 2019. Mayoritas perokok Indonesia pertama kali merokok pada usia 15-19 tahun. Menurut data Riset Kesehatan Dasar, ada 52,1% perokok yang pertama kali merokok pada umur 15-19 tahun. ³

Rokok menimbulkan kerusakan terhadap hampir seluruh organ tubuh, saat asap rokok terinhalasi, karbon monoksida akan diabsorpsi melalui paru, masuk ke dalam aliran darah kemudian akan berikatan dengan hemoglobin untuk membentuk karboksi – hemoglobin (COHb) yang kadarnya dalam darah dapat diukur sebagai marker absorpsi asap rokok. Karbon monoksida akan berada di dalam darah selama 24 jam setelah inhalasi asap rokok tergantung pada beberapa faktor seperti jenis kelamin, aktifitas fisik dan laju pernapasan. Selanjutnya CO dalam darah akan masuk kembali ke alveolus karena terdapat gradien konsentrasi di alveolus, sehingga CO yang terdapat dalam udara ekspirasi tersebut dapat diukur kadarnya dengan menggunakan alat pengukur CO portabel. ⁴

Karbon monoksida endogen dihasilkan terutama oleh heme oksigenasi sistemik dan dieliminasi melalui pernapasan. Pada populasi sehat, tidak merokok, konsentrasi end-tidal berada pada kisaran 1-3 ppm. (Ghorbani, 2018) Karbon monoksida merupakan salah satu polutan yang terdistribusi paling luas di udara. Konsentrasi CO dilepaskan ke udara dalam jumlah yang paling banyak diantara polutan udara yang lain setiap tahunnya kecuali konsentrasi karbon dioksida (CO₂). Daerah dengan populasi tinggi perbandingan kadar CO yang tercampur dapat mencapai hingga 10 ppm. Karakteristik biologis yang paling penting dari CO adalah kemampuannya untuk berikatan dengan hemoglobin membentuk karboksihemoglobin (HbCO) 200 kali lebih stabil dibanding oksihemoglobin (HbO₂) yang dapat berakibat fatal karena dapat mengganggu metabolisme otot dan fungsi enzim intraseluler akibat ikatan CO yang stabil tersebut. ⁵

Penilaian status merokok sering didasarkan pada kuesioner. Sampai saat ini, pengukuran tingkat monoksida ekspirasi telah digunakan untuk meningkatkan validitas penyelidikan merokok, disebabkan oleh fakta bahwa pengukuran karbon monoksida adalah mudah digunakan, non-invasif,

dan biaya terjangkau. Selain itu, metode ini dapat memberikan penilaian langsung dari status merokok. Secara subjektif, tingkat adiksi seseorang terhadap rokok dinilai dengan Fagerstrom Test for Nicotine Dependence, suatu kuesioner yang sudah di perkenalkan sejak tahun 1978. Kuesioner ini berisi serangkaian pertanyaan mengenai seberapa besar seseorang tidak dapat melepaskan diri dari rokok. Secara objektif, status merokok dapat dinilai dengan pemeriksaan kadar karbon monoksida ekspirasi antara perokok dan bukan perokok serta terdapat korelasi yang kuat antara karbon monoksida ekspirasi dengan tingkat keparahan merokok.⁶ Penelitian ini bertujuan untuk menilai hubungan rokok dan kadar karbon monoksida ekspirasi dengan fungsi paru pada pengemudi ojek *online*

1.2. Perumusan Masalah

Bagaimana hubungan rokok kadar karbon monoksida dengan fungsi paru pada pengemudi ojek *online* ?

1.3. Tujuan Penelitian

a. Tujuan umum

Meningkatkan Kesehatan dan mencegah penyakit paru dengan menilai hubungan kadar karbon monoksida ekspirasi, kebiasaan merokok dengan fungsi paru pada pengemudi ojek online.

b. Tujuan khusus

1. Menilai kadar karbon monoksida pada pengemudi ojek *online*
2. Menilai derajat berat kebiasaan merokok pada pengemudi ojek *online*
3. Menilai fungsi paru pada pada pengemudi ojek *online*
4. Menilai hubungan kebiasaan merokok dengan fungsi paru pada pengemudi ojek *online*
5. Menilai hubungan kadar karbon monoksida dengan fungsi paru pada pengemudi ojek *online*

1.4. Batasan Penelitian

- Kadar karbon monoksida dalam darah dinilai dengan alat CO *breath analyzer*
- Kebiasaan merokok didapatkan dari kuesioner.
- Fungsi paru dinilai dengan menggunakan spirometri.
- Status Kesehatan terutama riwayat penyakit paru diperoleh dengan penilaian klinis subyektif menggunakan isian formulir aplikasi Google

1.5. Kaitan Penelitian dengan Road Map Penelitian Pribadi dan Road Map Penelitian Fakultas

Penelitian ini selaras/sejalan dengan roadmap penelitian pribadi dengan memfokuskan pada perubahan perilaku kesehatan masyarakat (health behaviour) terutama yang berkaitan dengan kesehatan pernapasan yang pada akhirnya akan mendukung road map fakultas dengan tujuan akhir **green jabotabek healthy dan green jabotabek**

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rokok

Tembakau atau rokok adalah salah satu penyebab terbesar kematian yang bisa dicegah, membunuh 8,7 juta setiap tahun termasuk 1,2 juta kematian akibat perokok pasif/ *second hand*, serta menyebabkan puluhan juta lainnya menderita penyakit yang seharusnya bisa dihindari.⁷ Data dari World Health Organization / WHO menunjukkan, jumlah perokok seluruh dunia sekarang ini sekitar 1,3 milyar dan sekitar 80 persen nya adalah perokok yang berasal dari negara berkembang.⁸ Pada tahun 2020, sekitar seperlima atau 22.3% penduduk dunia adalah pengguna tembakau. Indonesia, sebagai salah satu negara berkembang merupakan negara yang memiliki perokok terbanyak di dunia, setelah Cina dan India. Berdasarkan hasil survey, terdapat peningkatan secara bermakna tren jumlah perokok di Indonesia dari 0.3% di tahun 2011 menjadi 3% pada tahun 2021.⁸ Persentase perokok berumur 15-19 tahun sempat meningkat pada 2020. Terdapat 10,61% penduduk umur 15-19 tahun yang merokok pada 2020, naik dari 10,54% pada 2019. Mayoritas perokok Indonesia pertama kali merokok pada usia 15-19 tahun. Menurut data Riset Kesehatan Dasar, ada 52,1% perokok yang pertama kali merokok pada umur 15-19 tahun.³

Rokok mengandung kurang lebih 7000 bahan kimia, termasuk sedikitnya 250 bahan kimia yang diketahui bersifat toksik dan dapat menyebabkan kanker.⁷ Rokok menimbulkan kerusakan terhadap hampir seluruh organ tubuh, saat asap rokok terinhalasi, karbon monoksida akan diabsorpsi melalui paru, masuk ke dalam aliran darah kemudian akan berikatan dengan hemoglobin untuk membentuk karboksi – hemoglobin (COHb) yang kadarnya dalam darah dapat diukur sebagai marker absorpsi asap rokok.⁹ Karbon monoksida akan berada di dalam darah selama 24 jam setelah inhalasi asap rokok tergantung pada beberapa faktor seperti jenis kelamin, aktifitas fisik dan laju pernapasan. Selanjutnya CO dalam darah akan masuk kembali ke alveolus karena terdapat gradien konsentrasi di alveolus, sehingga CO yang terdapat dalam udara ekspirasi tersebut dapat diukur kadarnya dengan menggunakan alat pengukur CO portabel.^{5,10}

Karbon monoksida endogen dihasilkan terutama oleh heme oksigenasi sistemik dan dieliminasi melalui pernapasan. Pada populasi sehat, tidak merokok, konsentrasi end-tidal berada pada kisaran 1-3 ppm.¹¹ Karbon monoksida merupakan salah satu polutan yang terdistribusi paling luas di udara. Konsentrasi CO dilepaskan ke udara dalam jumlah yang paling banyak diantara polutan udara yang lain setiap tahunnya kecuali konsentrasi karbon dioksida (CO₂). Daerah dengan populasi tinggi perbandingan kadar CO yang tercampur dapat mencapai hingga 10 ppm. Karakteristik biologis yang paling penting dari CO adalah kemampuannya untuk berikatan dengan hemoglobin membentuk karboksihemoglobin (HbCO) 200 – 240 kali lebih stabil dibanding oksihemoglobin (HbO₂) yang dapat berakibat fatal karena dapat mengganggu metabolisme otot dan fungsi enzim intraseluler akibat ikatan CO yang stabil tersebut.^{5,9}

2.2 Hubungan rokok dan karbon monoksida dengan fungsi paru

Pada penelitian yang telah banyak dilakukan, ditemukan bahwa rokok akan meningkatkan tingkat karbon monoksida dalam darah, yang dalam jangka waktu lama akan menyebabkan beberapa gangguan pada sistem kardiovaskular. Saat merokok, CO akan masuk dalam sirkulasi darah selama merokok, akan terikat dan menggantikan oksigen pada sel darah merah untuk membentuk CO-Hb.^{12,13} Akibat ikatan ini pada dasarnya akan terjadi kelelahan fisik akibat oksigenasi yang berkurang, hal ini juga dipengaruhi oleh ventilasi dan ketersediaan sumber oksigen di tempat bekerja atau beraktivitas.¹³

Pengukuran CO ekspirasi dapat membedakan perokok dan bukan perokok, walaupun beberapa perokok mungkin akan sulit dibedakan jika tidak menghirup dalam asap rokok nya, dan menjadi indikator yang dapat diandalkan untuk mengukur kadar COHb dalam darah.¹³⁻¹⁵ Penelitian Ghorbani mengindikasikan bahwa sampel napas juga dapat mempunyai dampak pada konsentrasi CO ekspirasi, dan nilai ambang batas yang membedakan konsentrasi CO dari perokok dan bukan perokok dipengaruhi oleh usia.^{16,17}

Monitoring kadar CO secara individual dapat mengenali faktor risiko penyakit respirasi terkait polusi udara.⁹ Data epidemiologi menunjukkan, terjadi peningkatan kematian serta eksaserbasi yang membutuhkan perawatan rumah sakit tidak hanya pada penderita penyakit paru, seperti asma atau penyakit paru obstruksi kronik, namun juga pasien penyakit kardiovaskular/jantung dan diabetes, termasuk mereka yang sangat rentan terhadap pengaruh polutan termasuk asap rokok yang dapat mengurangi fungsi paru bahkan pada populasi normal. Pada daerah dengan polusi udara yang tinggi morbiditas akibat penyakit pernapasan, penyakit jantung/ kardiovaskular dapat meningkat bermakna. menunjukkan bahwa pajanan polutan juga dapat mengurangi fungsi paru bahkan pada populasi normal di mana belum terjadi gejala pernapasan yang mengganggu aktivitas.^{9,18}

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan sampel penelitian dilakukan di kampus B Fakultas Kedokteran, dengan periode September 2022 sampai Januari 2023

3.2. Metode Penelitian

Desain penelitian

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan analisis laboratorik dengan pendekatan potong lintang

Sampel penelitian

Sampel penelitian sebanyak 99 orang pengemudi ojek online yang memenuhi kriteria inklusi dan eklusi sebagai berikut :

Kriteria inklusi:

- pengemudi ojek *online* di DKI Jakarta dan sekitarnya
- berusia 17 tahun – 60 tahun
- Memiliki hasil swab Antigen negatif
- Bersedia mengikuti penelitian dengan menandatangani *informed consent*/ persetujuan

Kriteria eksklusi:

- Memiliki Riwayat penyakit paru kronik

Teknik pelaksanaan penelitian

Pemilihan subjek penelitian dilakukan dengan seleksi menggunakan kuesioner. Subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi diminta menandatangani lembar *informed consent* dan diberikan penjelasan tentang maksud dan tujuan serta cara penelitian yang akan dilakukan. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan swab Antigen, bila hasilnya negatif akan dilakukan pemeriksaan antropometri, anamnesis kebiasaan merokok menggunakan kuesioner *Fagerstrom Test for Nicotine Dependence* (FTND), indeks rokok Brinkman, pemeriksaan karbonmoksida (CO) *breath analyzer* menggunakan Smokerlyzer dan pemeriksaan fungsi paru menggunakan Spirometer Minato AS-507

3.3. Metode Analisis

Analisis univariat untuk menyajikan data deskriptif berupa karakteristik subyek, skor Fagerstrom, kadar CO dan parameter fungsi paru. Analisis bivariat menggunakan uji korelasi Spearman untuk melihat hubungan kadar CO dan rokok dengan fungsi paru

3.4. Indikator Capaian Penelitian

- Penelitian terlaksana sesuai jadwal
- Pelaporan terlaksana sesuai jadwal
- Luaran terpenuhi sesuai usulan proposal

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL

Karakteristik subjek

Sampel yang berhasil dikumpulkan sebanyak 100 sampel dan dari total sampel hanya 99 sampel yang memenuhi kriteria. Berdasarkan hasil penelitian, sebagian besar (83.8%) responden laki-laki. Usia responden didominasi kelompok usia muda 17-40 tahun dengan 60.6% berada pada status gizi berlebih dan obesitas. Sebanyak 77.8% subjek merokok dan mengalami ketergantungan nikotin di tingkat sangat ringan sebesar 57.6%, 47.5% dengan kadar CO pada zona hijau, dengan hasil fungsi paru 51.5% mengalami restriksi dan yang 79.5% mengalami gangguan obstruksi. (Tabel 1)

Kadar CO ekspirasi, derajat merokok dan fungsi paru

Hasil pemeriksaan CO ekspirasi berdistribusi abnormal dengan nilai median sebesar 7 ppm, nilai terendah nya 1 ppm dan tertinggi sebesar 36 ppm dengan lebih dari separuh subjek berada pada zona kuning (15.2%) dan merah (37.3%). Hasil pemeriksaan derajat merokok yang dinilai dari indeks Brinkman dan skor FTND juga berdistribusi tidak normal. Hasil indeks Brinkman mempunyai median 80 dengan nilai tertinggi 936, sedangkan hasil skor FTND menunjukkan median 2 dengan skor tertinggi 7. Hasil pemeriksaan fungsi paru dengan spirometri berdistribusi secara normal dengan rerata kapasitas vital sebesar 79% (± 16.937) dan rerata VE1 65.73 % (± 14.695)

Korelasi antara kadar CO dengan derajat merokok

Tabel 2 menunjukkan terdapat korelasi erat bermakna kadar CO dengan indeks Brinkman ($r=0.654$, $p=0.000$), korelasi sedang bermakna dengan skor FTND ($r=0.544$, $p=0.000$). Semakin bertambah tinggi derajat merokok dan semakin besar ketergantungan pada nikotin akan semakin meningkatkan kadar CO ekspirasi

Korelasi antara Fungsi paru dengan kadar CO dan status merokok

Tabel 3 menunjukkan tidak terdapat korelasi antara KV dengan kadar CO dan skor FTND, demikian pula antara VE1 dengan kadar CO, indeks Brinkman atau pun skor FTND.

4.2 PEMBAHASAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai korelasi antara kadar CO dan derajat merokok dengan fungsi paru pada pengemudi ojek *online*. Median kadar CO pada penelitian ini sebesar 7 ppm dengan nilai tertinggi 36 ppm dan hampir separuh subjek (47.5%) berada pada zona hijau dan sisanya 37.3% berada pada zona merah. Subjek yang merokok pada penelitian ini berjumlah 75.7% dengan median indeks Brinkman 80 dan nilai maksimal 936. Pada penelitian ini didapatkan rerata kadar CO 12.16 ppm pada subjek yang merokok, sedangkan pada yang tidak merokok sebesar 2.76 ppm. Kadar CO ekspirasi perokok pada penelitian ini lebih tinggi dibanding penelitian sejenis, seperti Maga dkk (perokok 8.25 ppm vs bukan perokok 3.26 ppm), tetapi lebih rendah dibanding Warsaw dkk (perokok 14.4 ppm vs bukan perokok 5.1 ppm).⁽⁴⁾ Pada banyak penelitian kadar CO ekspirasi pada perokok lebih tinggi bermakna dibandingkan dengan bukan perokok, tetapi belum jelas titik potong diantara keduanya.^(13,14) Penelitian di Korea oleh Kim dkk menyimpulkan, nilai titik potong 5 ppm memiliki sensitivitas 80-98.3% dengan spesifisitas 100% pada program berhenti merokok untuk menyatakan subjek sudah berhenti total.⁽¹⁵⁾ Bila seorang perokok berhenti merokok dalam jangka waktu panjang

maka kadar CO ekspirasinya bisa menurun sampai sama seperti bukan perokok ⁽¹⁴⁾ Penelitian Cropsey dkk bahkan membuat titik potong 3 ppm untuk membedakan perokok dengan bukan perokok, yang dinilai akurat untuk semua ras dan tidak membedakan jenis kelamin. ⁽¹⁶⁾ Perbedaan kadar CO ekspirasi terutama pada perokok ini dapat dipengaruhi oleh banyak hal, seperti umur, distribusi subjek perokok berat, intensitas pajanan asap rokok, dalam nya hisapan, jenis rokok, waktu terakhir merokok, atau pengaruh faktor lain seperti polusi udara dan lingkungan. ^(14,17) Selain titik potong perokok dengan bukan perokok, beberapa peneliti merekomendasikan batas 10 ppm sebagai batas ambang kadar CO yang membahayakan.⁽¹³⁾

Uji Fungsi paru pada penelitian ini menggunakan parameter KV dan VEP1 untuk menilai apakah terdapat gangguan restriksi atau obstruksi. Pada subjek didapatkan hasil lebih separuh (51.5%) subjek mengalami gangguan restriksi dengan restriksi ringan sebesar 42.4% dan sebanyak 78.8% subjek mengalami gangguan obstruksi. Hasil pemeriksaan spirometri berdistribusi normal dengan rerata KV dan VEP1 antara perokok dan non perokok tidak berbeda jauh, nilai KV (79.35% vs 78% dengan $p = 0.732$) dan VEP1 (55.31 % VC 66.96% dengan $p = 0.630$). Hasil penelitian serupa didapatkan oleh Saiphoklang dkk yang tidak mendapatkan perbedaan bermakna nilai VEP1 antara perokok dan bukan perokok ($p = 0.444$).⁽¹⁸⁾

Pada uji korelasi, didapatkan kadar CO berkorelasi positif sedang bermakna dengan derajat merokok baik yang dinilai dari indeks Brinkman atau kuesioner FTND. Kadar CO ekspirasi telah digunakan secara luas untuk menilai indikator derajat beratnya kebiasaan merokok seseorang. ⁽¹⁹⁾ Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk menilai hubungan antara kadar CO ekspirasi dengan kebiasaan merokok, beratnya derajat rokok berkaitan dengan semakin tingginya kadar CO ekspirasi.⁽²⁰⁾

Rokok mengandung ribuan zat kimia yang berbahaya bagi manusia, Radikal bebas, nikotin dan CO diyakini mempunyai efek paling berbahaya. Rokok meningkatkan kadar CO dalam darah yang akan menyebabkan berbagai penyakit kardiovaskular, disebabkan karena CO menggantikan oksigen dalam darah membentuk ikatan karboksihemoglobin /COHb. Pengukuran kadar CO ekspirasi dan CoHb adalah pengukuran yang non invasif dan objektif untuk menilai derajat merokok dan telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian.⁽²⁰⁾

Hasil penelitian ini tidak mendapatkan korelasi antara fungsi paru dengan kadar CO ekspirasi atau pun derajat merokok. Pada uji eksperimental, terdapat perbedaan bermakna fungsi paru (KVP dan VEP1) sebelum dan sesudah merokok *shisha* ($p < 0.05$). Pengukuran fungsi paru dan CO ekspirasi dilakukan setelah subjek diberikan perlakuan untuk menghisap shisha, terdapat kenaikan CO dan penurunan fungsi paru yang bermakna sebelum dan sesudah intervensi. ⁽¹⁰⁾ Penelitian Soeroso dkk juga mendapatkan korelasi lemah antara CO dan arus puncak ekspirasi, semakin tinggi kadar CO ekspirasi akan menurunkan arus puncak ekspirasi ($r = -0.26$ dan $p = 0.106$). ⁽²¹⁾ Hasil serupa dengan peneliti didapatkan oleh Salepci dkk, kadar CO ekspirasi juga tidak ditemukan korelasi bermakna dengan *force expiratory flow*/ FEF 25-75% ($r = -0.05$, $p = 0.527$) (12) Tidak ada nya korelasi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya tidak terdapat data berapa batang rokok dalam 12 jam terakhir dan berapa lama subjek tidak merokok sebelum pemeriksaan.

Tabel 1. Karakteristik responden

Variabel	n	%
Jenis Kelamin		
Laki-laki	83	83.8
Perempuan	16	16.2
Usia		
17 - 40	60	60.6
41 – 62	39	39.4
Status gizi		
IMT <22.9	32	32.3

IMT > 23	67	67.7
Status Merokok		
Tidak merokok	24	24.3
Merokok	75	75.7
Ketergantungan Nikotin		
0-2	57	57.6
3-4	28	28.3
5-7	14	14.2
Kadar CO (ppm)		
0 - 6	47	47.5
7 – 10	15	15.2
> 10	37	37.3
Kapasitas vital		
≥80%	48	48.5
60-79.9%	42	42.4
30-59.9%	9	9.1
Volume Ekspirasi Paksa		
≥80%	20	20.2
60-79.9%	52	52.5
< 59.9%	27	27.3

Tabel 2, Korelasi kadar CO dengan karakteristik subjek dan derajat merokok

	Kadar CO	
	r	<i>p value</i>
Indeks Brinkman	0.645	0.000
Skor FTND	0.544	0.000

Tabel 3, Korelasi fungsi paru kadar CO dan derajat merokok

	KV		VEP1	
	r	<i>p value</i>	r	<i>p value</i>
Kadar CO	--0.023	0.820	-0.077	0.446
Indeks Brinkman	0.001	0.990	-0.059	0.563
Skor FTND	-0.084	0.406	-0.149	0.141

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa semakin berat derajat merokok dan semakin tinggi ketergantungan pada nikotin akan meningkatkan kadar CO ekspirasi. Tidak didapatkan korelasi KVP dan VEP1 dengan kadar CO ekspirasi dan derajat merokok

5.2 SARAN

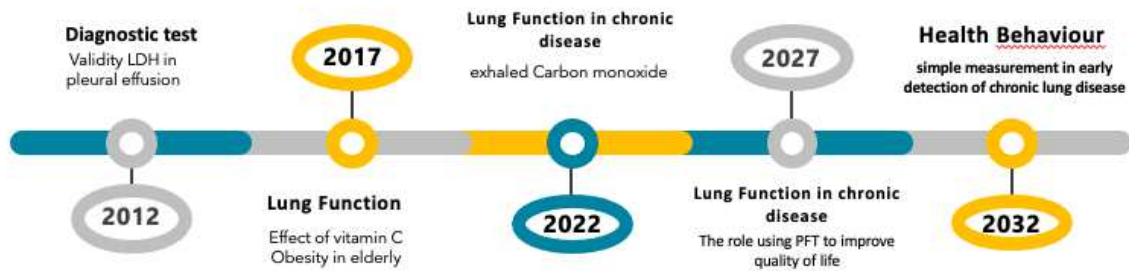
Penelitian selanjutnya dengan desain penelitian berbeda dan variabel lain yang dapat mempengaruhi kadar CO ekspirasi seperti polusi atau studi eksperimental dengan memberi perlakuan pada subjek sebelum diperiksa kadar CO ekspirasi

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. 7 million premature deaths annually linked to air pollution. News Release 25 March 2014. Available at www.who.int
2. Ismiyati I. Pencemaran udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor. <https://www.researchgate.net/publication/334440582>
3. Badan Pusat Statistik. Statistik Indonesia 2021 Statistical Yearbook of Indonesia 2021.
4. Gregorczyk-Maga I, Maga M, Wachsmann A, et al. Air pollution may affect the assessment of smoking habits by exhaled carbon monoxide measurements. *Environmental Research*. 2019;172:258-65. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.063>
5. Wiratmoko MR. Gambaran kadar karbon monoksida udara respirasi pada pengguna *shisha* dan faktor yang mempengaruhi. *J. Respir Indo* 2019; 39(1): 37-43)
6. Pold M, Parna Nicotine Dependence and Factors Related to Smoking Cessation among Physicians in Estonia *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 3217; doi:10.3390/ijerph17093217
7. World Health Organization. WHO Report on the global tobacco epidemic 2021 Addressing new and emerging products. 27 July 2021. Available at <https://www.who.int/publications/i/item/9789240032095>
8. Global Adult Tobacco Survey. Comparison fact sheet Indonesia 2011 & 2021. Available at <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/ncds/ncd-surveillance/data-reporting/indonesia>
9. Sitorus RJ, Purba IG, Natalia M, Tantrakarnapas L. The effect of smoking on carbon monoxide respiration among active smokers in Palembang city, Indonesia. *Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional (National Public Health Journal)*.2021;16 (2): 108-112
10. Saiphoklang N, Poachanukoon O, Soorapan S Smoking characteristics and lung functions among university athletes. *Scientific Reports*.2020;10:20118 <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77248-y>
11. Ghorbani R, Blomberg A, Schmidt FM. Modeling pulmonary gas exchange and single-exhalation profiles of carbon monoxide. *Front. Physiol*. 2018;9:927. doi: 10.3389/fphys.2018.00927
12. Herath P, Wimalasekera SW, Amarasekara TD, Fernando MS4, Turale S. Adverse effects of cigarette smoking on exhaled breath carbon monoxide, blood carboxyhemoglobin, and hematological parameters amongst Sri Lankan adult tobacco smokers: A descriptive study. *Popul. Med*. 2021;3:27. <https://doi.org/10.18332/popmed/143076>
13. Sandberg AS, Sko CM, Grunewald J, Eklund A, Wheelock M. Assessing Recent Smoking Status by Measuring Exhaled Carbon Monoxide Levels *PLoS ONE* 6(12): e28864. doi:10.1371/journal.pone.0028864
14. Pan K-T, Leonardi GS, Ucci M, Croxford B. Can exhaled carbon monoxide be used as a marker of exposure? a cross-sectional study in young adults. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2021;18:11893. doi: 10.3390/ijerph182211893
15. Soeroso NN, Intan TK², M Ichwan, Tarigan SP¹, Wahyuni AS. The Relationship Between Exhaled Carbon Monoxide Test and Peak Expiratory Flow Rate in Smokers and Non-smokers. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/71308>
16. Ghorbani, R.; Blomberg, A.; Schmidt, F.M. Impact of breath sampling on exhaled carbon monoxide. *J. Breath Res*. 2020, 14, 047105 <https://doi.org/10.1088/1752-7163/abb479>
17. Chatrchaiwiwatana S, Ratanasiri A. Exhaled carbon monoxide levels among tobacco smokers by age. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2017;48:429-37.

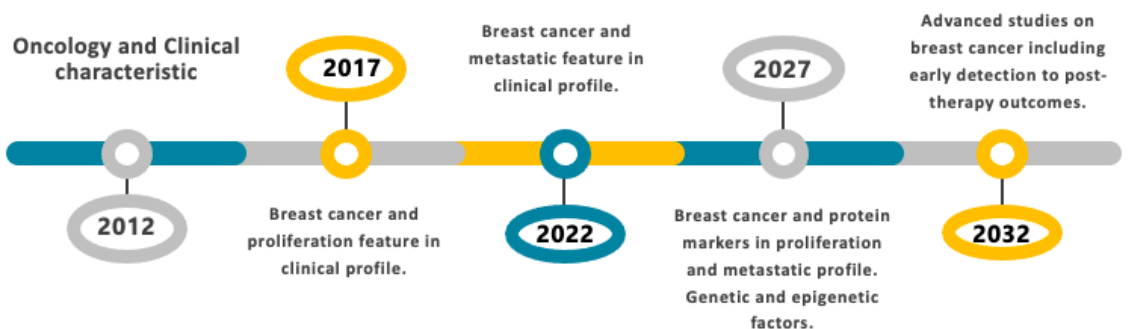
18. Wan Puteh SE, Ismail NM, Isa ZM, Ban Andrea Yu-Lin. Exhaled Carbon Monoxide Level and Practices among Tobacco and Nicotine Adult Users in Klang Valley, Malaysia. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2023;20(5):4443. [doi: 10.3390/ijerph20054443](https://doi.org/10.3390/ijerph20054443)

LAMPIRAN 1. ROAD MAP PENELITIAN



ROAD MAP PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

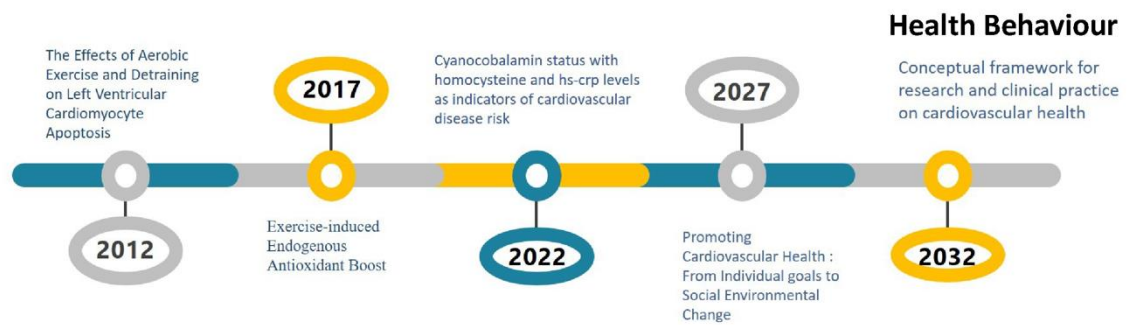
<Rita Khairani>, <2514/Usakti>, <0308057404>



Health Behaviour

PETA JALAN PENELITIAN

<dr. Dyah Ayu Woro Setyaningrum, M.Biomed.>, <3507/USAKTI>, <0331057607>



ROAD MAP PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
<Mustika Anggiane Putri>, <3549/USAKTI >, <0326128703>

LAMPIRAN 2. LUARAN PENELITIAN

LUARAN 1 :

Kategori Luaran : Hak Kekayaan Intelektual

Status : Tercatat/Tersedia

Jenis HKI : Hak Cipta

Nama HKI : Pemeriksaan Kadar Carbon Monoxide (CO) dengan Carbon Monoxide Meter

No. Pendaftaran : EC00202355148

Tanggal Pendaftaran : 2023-07-13

No. Pencatatan : 000488083

Penulis (Tim Peneliti) :

1. dr. Rita Khairani, M.Kes, Sp.P.
2. dr. Mustika Anggiane Putri, M.Biomed., AIFO.
3. dr. Dyah Ayu Woro Setyaningrum, M.Biomed.

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menertibkan:

Nomor dan tanggal permohonan : HC00202355148, 13 Juli 2023

Pencipta

Nama : dr. Rita Khairani, M.Kes, Sp.P., dr. Mustika Anggiani Putri, M.Biomed., AIFO, dkk

Alamat : Jl Perdatan IV/2B RT 008/008 Pengadegan, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, 12770

Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : Universitas Trisakti

Alamat : Sentra HKI Universitas Trisakti, Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Gedung M Lantai 11, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta Barat, DKI JAKARTA 11440

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : Karya Tulis Lainnya

Judul Ciptaan : Pemeriksaan Kadar Carbon Monoxide (CO) Dengan Carbon Monoxide Meter

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 27 Juni 2023, di Jakarta Barat

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.

Nomor pencatatan : 000488083

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri



Anggoro Dwananto
NIP. 196412081991031002

Disclaimer:

Dalam hal pemohon merubah dan kelengkapan tidak sesuai dengan surat pendaftaran, Menteri berwenang untuk membatalkan surat pencatatan pendaftaran.

LUARAN 2 :

Kategori Luaran : Publikasi di Jurnal

Status : Submitted

Jenis Publikasi Jurnal : Nasional Terakreditasi

Nama Jurnal : Jurnal Biomedika Kesehatan

ISSN :

EISSN : 2621-5470

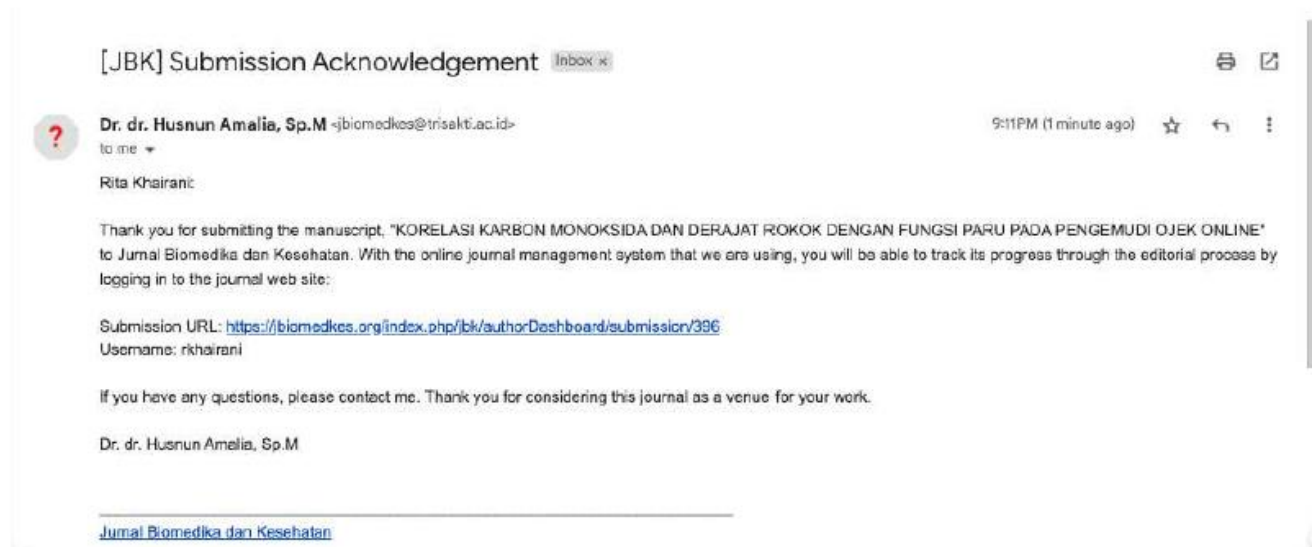
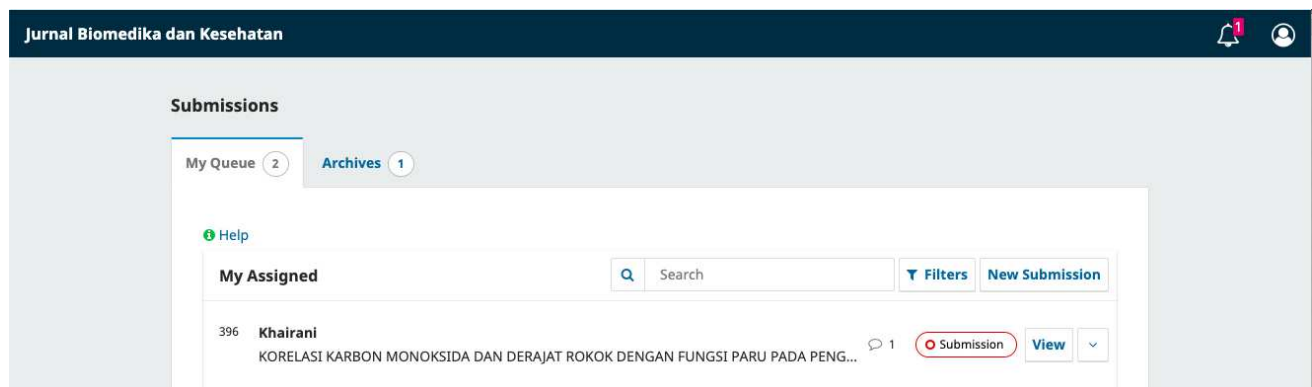
Lembaga Pengindek : Sinta

Url Jurnal : <https://jbiomedkes.org/index.php/jbk>

Judul Artikel : KORELASI KARBON MONOKSIDA DAN DERAJAT ROKOK DENGAN FUNGSI PARU PADA PENGEMUDI OJEK ONLINE

Penulis (Tim Peneliti) :

1. dr. Rita Khairani, M.Kes, Sp.P. (First Author)
2. dr. Mustika Anggiane Putri, M.Biomed., AIFO. (Other Author)
3. dr. Dyah Ayu Woro Setyaningrum, M.Biomed. (Other Author)



KORELASI KARBON MONOKSIDA DAN DERAJAT ROKOK DENGAN FUNGSI PARU PADA PENGEMUDI OJEK ONLINE

Rita Khairani ¹, Mustika Anggiane Putri², Dyah Ayu Woro S ³

1. Departemen Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti
2. Departemen Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti
3. Departemen Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti

Corresponding author

Rita Khairani

Kampus B Lantai 5

Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti

Jl Kyai Tapa 260 Jakarta 11440

+62 821 2400 4364

Rita.khairani@trisakti.ac.id

KORELASI KARBON MONOKSIDA DAN DERAJAT ROKOK DENGAN FUNGSI PARU PADA PENGEMUDI OJEK ONLINE

Latar belakang : Asap rokok merupakan sumber utama pajanan terhadap karbon monoksida (CO) selain polusi udara. Saat asap rokok terinhalasi, karbon monoksida akan diabsorpsi melalui paru, masuk ke dalam aliran darah kemudian akan berikatan dengan hemoglobin untuk membentuk karboksi – hemoglobin (COHb) yang kadarnya dalam darah dapat diukur sebagai marker absorpsi asap rokok. Baik rokok atau CO dapat mempengaruhi fungsi paru, setelah merokok maka kadar CO dalam darah akan meningkat dan fungsi paru akan menurun secara bermakna.

Metode : Penelitian ini menggunakan metode observasional analitik dengan desain potong lintang dengan total sampel 99 responden. Pengambilan data pada bulan September-Desember 2022 dengan menggunakan kuesioner Indeks Brinkman, FTND, pengukuran CO ekspirasi dan pemeriksaan spirometri

Hasil : Sebanyak 47.5% subjek memiliki kadar CO ekspirasi sebesar 0-6 ppm yang masih berada pada zona hijau, 77.8% subjek merokok, 57.6% memiliki skor FTND 0-2, sebanyak 51.5% mengalami gangguan restriksi dan 79.5% subjek mengalami gangguan obstruksi saluran napas. Kadar CO ekspirasi berkorelasi erat dengan indeks Brinkman ($r=0.654$, $p=0.000$), dan berkorelasi sedang bermakna dengan skor FTND ($r=0.544$, $p=0.000$). Tidak ada korelasi kadar CO ekspirasi, indeks Brinkman dan ketergantungan terhadap nikotin dengan fungsi paru.

Kesimpulan : kadar CO ekspirasi berkorelasi erat dengan rokok dan ketergantungan nikotin tetapi tidak berkorelasi dengan fungsi paru

Kata kunci : karbon monoksida ekspirasi, rokok, uji fungsi paru, ketergantungan nikotin

PULMONARY FUNCTION TEST AND ITS CORRELATION WITH EXHALED CARBON MONOXIDE AND SMOKING HABITS IN OJEK DRIVERS

Background : Cigarette smoke is the main source of exposure to carbon monoxide (CO) besides air pollution. When cigarette smoke is inhaled, carbon monoxide is absorbed through the lungs, enters the bloodstream and then binds to hemoglobin to form carboxyhemoglobin (COHb), whose levels in the blood can be measured as a marker of cigarette smoke absorption. Both smoking habit and CO levels can affect lung function, after smoking, blood CO levels will increase and lung function will decrease significantly

Methods : This study used an analytic observational method with a cross-sectional design with a total sample of 99 respondents. Data collection in September-December 2022 using the Brinkman Index questionnaire, *Fagerstrom Test for Nicotine Dependence* (FTND) questionnaire, exhaled CO levels and spirometry examination

Results : 47.5% exhaled CO levels on 0-6 ppm or in a green zone, 77.8% subjects smoke, 57.6% FTND score was 0-2, 51.5% subjects have restriction lung function and 79.5% subjects with obstruction. Exhaled CO levels were strongly correlated with the Brinkman index ($r=0.654$, $p=0.000$), and moderately significant correlation with the FTND score ($r=0.544$, $p=0.000$). There is no correlation between exhaled CO levels and degree of smoking with lung function

Conclusion : Exhaled CO levels have a significant correlation with smoking and nicotine dependence but have no correlation with pulmonary function test

Keywords : exhaled carbon monoxide level, smoking, pulmonary function test, nicotine dependence

1. PENDAHULUAN

Sumber polusi udara tersering di perkotaan berasal dari kendaraan bermotor. Perkembangan volume lalu lintas di perkotaan mencapai 15% setiap tahun dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Transportasi di kota besar merupakan sumber polusi udara yang terbesar, dimana 70% polusi udara di perkotaan disebabkan oleh aktivitas kendaraan bermotor terutama sepeda motor yang mencapai 30%. Parameter polusi udara dari kendaraan bermotor seperti karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), methane (CH₄), sulfur dioksida (SO₂) dan partikel dapat menimbulkan efek terhadap pemanasan global. ⁽¹⁾

Selain polusi udara, asap rokok juga merupakan sumber utama pajanan terhadap karbon monoksida (CO). Pemeriksaan kadar CO udara ekspirasi dapat di gunakan sebagai biomarker derajat merokok. Merokok merupakan kebiasaan yang sering di temukan di seluruh dunia, walaupun sudah diketahui secara umum bahwa rokok dapat menimbulkan gangguan kesehatan.

⁽²⁾ Persentase perokok berumur 15-19 tahun sempat meningkat pada 2020. Ada 10,61% penduduk umur 15-19 tahun yang merokok pada 2020, naik dari 10,54% pada 2019. Mayoritas perokok Indonesia pertama kali merokok pada usia 15-19 tahun. Menurut data Riset Kesehatan Dasar, ada 52,1% perokok yang pertama kali merokok pada umur 15-19 tahun.⁽³⁾

Rokok menimbulkan kerusakan terhadap hampir seluruh organ tubuh, saat asap rokok terinhalasi, karbon monoksida akan diabsorpsi melalui paru, masuk ke dalam aliran darah kemudian akan berikatan dengan hemoglobin untuk membentuk karboksi – hemoglobin (COHb) yang kadarnya dalam darah dapat diukur sebagai marker absorpsi asap rokok. Karbon monoksida akan berada di dalam darah selama 24 jam setelah inhalasi asap rokok tergantung pada beberapa faktor seperti jenis kelamin, aktifitas fisik dan laju pernapasan. Di dalam darah, CO selanjutnya akan masuk kembali ke alveolus karena terdapat gradien konsentrasi di alveolus, sehingga CO

yang terdapat dalam udara ekspirasi tersebut dapat diukur kadarnya dengan menggunakan alat pengukur CO portabel. ⁽⁴⁾

Karbon monoksida endogen dihasilkan terutama oleh heme oksigenasi sistemik dan dieliminasi melalui pernapasan. Pada populasi sehat, tidak merokok, konsentrasi *end-tidal* berada pada kisaran 1-3 ppm.⁽⁵⁾ Karbon monoksida merupakan salah satu polutan yang terdistribusi paling luas di udara. Konsentrasi CO dilepaskan ke udara dalam jumlah yang paling banyak diantara polutan udara yang lain setiap tahunnya kecuali konsentrasi karbon dioksida (CO₂). Daerah dengan populasi tinggi perbandingan kadar CO yang tercampur dapat mencapai hingga 10 ppm. Karakteristik biologis yang paling penting dari CO adalah kemampuannya untuk berikatan dengan hemoglobin membentuk karboksihemoglobin (HbCO) 200 kali lebih stabil dibanding oksihemoglobin (HbO₂) yang dapat berakibat fatal karena dapat mengganggu metabolisme otot dan fungsi enzim intraseluler akibat ikatan CO yang stabil tersebut.^(6,7)

Pengukuran tingkat monoksida ekspirasi telah digunakan untuk meningkatkan validitas penyelidikan derajat merokok, disebabkan oleh fakta bahwa pengukuran karbon monoksida mudah digunakan, non-invasif, dan biaya terjangkau. Metode ini dapat memberikan penilaian langsung dari derajat merokok dan menjadi biomarker potensial untuk menilai pajanan polusi udara. ⁽⁸⁾ Pajanan lingkungan selain asap rokok menjadi faktor penting yang dapat membedakan hasil CO ekspirasi pada perokok pasif dan bukan perokok. ⁽⁴⁾

Secara subjektif, tingkat adiksi seseorang terhadap rokok dinilai dengan kuesioner Fagerstrom Test for Nicotine Dependence, suatu kuesioner yang sudah di perkenalkan sejak tahun 1978. Kuesioner ini berisi serangkaian pertanyaan mengenai seberapa besar seseorang tidak dapat melepaskan diri dari rokok. Secara objektif, derajat merokok dapat dinilai dengan pemeriksaan kadar karbon monoksida ekspirasi antara perokok dan bukan perokok serta terdapat korelasi yang kuat antara karbon monoksida ekspirasi dengan tingkat keparahan merokok. ⁽⁹⁾

Baik rokok atau CO, dapat mempengaruhi fungsi paru. Pada penelitian yang dilakukan oleh Yalcin dkk, yang melakukan penelitian eksperimental, setelah merokok maka kadar CO akan meningkat dan fungsi paru akan menurun bermakna.⁽¹⁰⁾ Penelitian Ejazi dkk juga mendapatkan kadar CO ekspirasi berkorelasi negatif bermakna dengan volume ekspirasi paksa detik pertama (VEP1) pada pasien penyakit paru obstruksi kronik (PPOK).⁽¹¹⁾ Hasil penelitian berbeda didapatkan Salepci dkk karena tidak didapatkan hubungan fungsi paru dengan kadar CO ekspirasi.⁽¹²⁾ Penelitian ini bertujuan untuk menilai hubungan derajat merokok dan kadar karbon monoksida ekspirasi dengan fungsi paru pada pengemudi ojek *online*

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode observasional analitik dengan desain potong lintang. Pengambilan data telah dilakukan di Kampus Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti pada bulan September-Desember 2022. Responden dipilih secara *consecutive non random sampling* dengan besar sampel yang dibutuhkan sebanyak 94 subjek dan dibulatkan menjadi 100 subjek

Populasi penelitian adalah pengemudi ojek online yang memenuhi kriteria inklusi (pengemudi ojek *online* di DKI Jakarta dan sekitarnya, laki dan perempuan, berusia 17 tahun – 60 tahun, hasil swab Antigen negatif, bersedia menjadi responden, dan dapat melakukan perasat spirometri dan CO ekspirasi dengan baik). Responden dieksklusi bila mempunyai riwayat penyakit paru kronik dan pemeriksaan spirometri tidak dapat diterima atau tidak reproduksibilitas). Subjek kemudian dilakukan wawancara, pengisian kuesioner, pemeriksaan spirometri dan CO ekspirasi.

Data wawancara meliputi identitas dan data sosiodemografi, dan pengisian kuesioner tentang kebiasaan merokok menggunakan indeks Brinkman dan dengan derajat ketergantungan nikotin menggunakan *Fagerstrom Test for Nicotine Dependence* (FTND). Pemeriksaan kadar CO

menggunakan alat piCO Smokerlyzer dan pemeriksaan fungsi paru menggunakan spirometer Minato AS-507, dengan mengukur kapasitas vital and volume ekspirasi detik pertama yang dilakukan sebanyak 3 kali dan diambil nilai tertinggi serta dibandingkan dengan nilai prediksi. Analisis uji statistik menggunakan uji korelasi Spearman dengan menggunakan SPSS versi 25. Penelitian ini telah lolos kaji etik oleh komisi etik Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti.

3. HASIL

Karakteristik subjek

Sampel yang berhasil dikumpulkan sebanyak 100 sampel dan dari total sampel hanya 99 sampel yang memenuhi kriteria. Berdasarkan hasil penelitian, sebagian besar (83.8%) responden laki-laki. Usia responden didominasi kelompok usia muda 17-40 tahun dengan 60.6% berada pada status gizi berlebih dan obesitas. Sebanyak 77.8% subjek merokok dan mengalami ketergantungan nikotin di tingkat sangat ringan sebesar 57.6%, 47.5% dengan kadar CO pada zona hijau, dengan hasil fungsi paru 51.5% mengalami restriksi dan yang 79.5% mengalami gangguan obstruksi. (Tabel 1)

Kadar CO ekspirasi, derajat merokok dan fungsi paru

Hasil pemeriksaan CO ekspirasi berdistribusi abnormal dengan nilai median sebesar 7 ppm, nilai terendah nya 1 ppm dan tertinggi sebesar 36 ppm dengan lebih dari separuh subjek berada pada zona kuning (15.2%) dan merah (37.3%). Hasil pemeriksaan derajat merokok yang dinilai dari indeks Brinkman dan skor FTND juga berdistribusi tidak normal. Hasil indeks Brinkman mempunyai median 80 dengan nilai tertinggi 936, sedangkan hasil skor FTND menunjukkan median 2 dengan skor tertinggi 7. Hasil pemeriksaan fungsi paru dengan spirometri berdistribusi secara normal dengan rerata kapasitas vital sebesar 79% (± 16.937) dan rerata VEP1 65.73 % (± 14.695)

Korelasi antara kadar CO dengan derajat merokok

Tabel 2 menunjukkan terdapat korelasi erat bermakna kadar CO dengan indeks Brinkman ($r=0.654$, $p=0.000$), korelasi sedang bermakna dengan skor FTND ($r=0.544$, $p=0.000$). Semakin bertambah tinggi derajat merokok dan semakin besar ketergantungan pada nikotin akan semakin meningkatkan kadar CO ekspirasi

Korelasi antara Fungsi paru dengan kadar CO dan status merokok

Tabel 3 menunjukkan tidak terdapat korelasi antara KV dengan kadar CO dan skor FTND, demikian pula antara VEP1 dengan kadar CO, indeks Brinkman atau pun skor FTND.

4. DISKUSI

Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai korelasi antara kadar CO dan derajat merokok dengan fungsi paru pada pengemudi ojek *online*. Median kadar CO pada penelitian ini sebesar 7 ppm dengan nilai tertinggi 36 ppm dan hampir separuh subjek (47.5%) berada pada zona hijau dan sisanya 37.3% berada pada zona merah. Subjek yang merokok pada penelitian ini berjumlah 75.7% dengan median indeks Brinkman 80 dan nilai maksimal 936. Pada penelitian ini didapatkan rerata kadar CO 12.16 ppm pada subjek yang merokok, sedangkan pada yang tidak merokok sebesar 2.76 ppm. Kadar CO ekspirasi perokok pada penelitian ini lebih tinggi dibanding penelitian sejenis, seperti Maga dkk (perokok 8.25 ppm vs bukan perokok 3.26 ppm), tetapi lebih rendah dibanding Warsaw dkk (perokok 14.4 ppm vs bukan perokok 5.1 ppm).⁽⁴⁾ Pada banyak penelitian kadar CO ekspirasi pada perokok lebih tinggi bermakna dibandingkan dengan bukan perokok, tetapi belum jelas titik potong diantara keduanya.^(13,14) Penelitian di Korea oleh Kim dkk menyimpulkan, nilai titik potong 5 ppm memiliki sensitivitas 80-98.3% dengan spesifisitas 100% pada program berhenti merokok untuk menyatakan subjek sudah berhenti total.⁽¹⁵⁾ Bila seorang perokok berhenti merokok dalam jangka waktu panjang maka kadar CO ekspirasinya bisa menurun sampai sama seperti bukan perokok.⁽¹⁴⁾ Penelitian Cropsey dkk bahkan membuat titik potong 3 ppm untuk membedakan perokok dengan bukan perokok, yang dinilai akurat untuk semua ras dan tidak membedakan jenis kelamin.⁽¹⁶⁾ Perbedaan kadar CO ekspirasi terutama pada perokok ini dapat dipengaruhi oleh banyak hal, seperti umur, distribusi subjek perokok berat, intensitas pajanan asap rokok, dalam

nya hisapan, jenis rokok, waktu terakhir merokok, atau pengaruh faktor lain seperti polusi udara dan lingkungan.^(14,17) Selain titik potong perokok dengan bukan perokok, beberapa peneliti merekomendasikan batas 10 ppm sebagai batas ambang kadar CO yang membahayakan⁽¹³⁾

Uji Fungsi paru pada penelitian ini menggunakan parameter KV dan VEPI untuk menilai apakah terdapat gangguan restriksi atau obstruksi. Pada subjek didapatkan hasil lebih separuh (51.5%) subjek mengalami gangguan restriksi dengan restriksi ringan sebesar 42.4% dan sebanyak 78.8% subjek mengalami gangguan obstruksi. Hasil pemeriksaan spirometri berdistribusi normal dengan rerata KV dan VEPI antara perokok dan non perokok tidak berbeda jauh, nilai KV (79.35% vs 78% dengan $p = 0.732$) dan VEPI (55.31 % VC 66.96% dengan $p = 0.630$). Hasil penelitian serupa didapatkan oleh Saiphoklang dkk yang tidak mendapatkan perbedaan bermakna nilai VEPI antara perokok dan bukan perokok ($p = 0.444$).⁽¹⁸⁾

Pada uji korelasi, didapatkan kadar CO berkorelasi positif sedang bermakna dengan derajat merokok baik yang dinilai dari indeks Brinkman atau kuesioner FTND. Kadar CO ekspirasi telah digunakan secara luas untuk menilai indikator derajat beratnya kebiasaan merokok seseorang.⁽¹⁹⁾ Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk menilai hubungan antara kadar CO ekspirasi dengan kebiasaan merokok, beratnya derajat rokok berkaitan dengan semakin tingginya kadar CO ekspirasi.⁽²⁰⁾

Rokok mengandung ribuan zat kimia yang berbahaya bagi manusia, Radikal bebas, nikotin dan CO diyakini mempunyai efek paling berbahaya. Rokok meningkatkan kadar CO dalam darah yang akan menyebabkan berbagai penyakit kardiovaskular, disebabkan karena CO menggantikan oksigen dalam darah membentuk ikatan karboksihemoglobin /COHb. Pengukuran kadar CO ekspirasi dan CoHb adalah pengukuran yang non invasif dan objektif untuk menilai derajat merokok dan telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian⁽²⁰⁾

Hasil penelitian ini tidak mendapatkan korelasi antara fungsi paru dengan kadar CO ekspirasi atau pun derajat merokok. Pada uji eksperimental, terdapat perbedaan bermakna fungsi paru (KVP dan VEPI) sebelum dan sesudah merokok *shisha* ($p < 0.05$). Pengukuran fungsi paru dan CO ekspirasi dilakukan setelah subjek diberikan perlakuan untuk menghisap *shisha*, terdapat kenaikan CO dan penurunan fungsi paru yang bermakna sebelum dan sesudah intervensi.⁽¹⁰⁾ Penelitian Soeroso dkk juga mendapatkan korelasi lemah antara CO dan

arus puncak ekspirasi, semakin tinggi kadar CO ekspirasi akan menurunkan arus puncak ekspirasi ($r=-0.26$ dan $p=0.106$).⁽²¹⁾ Hasil serupa dengan peneliti didapatkan oleh Salepci dkk, kadar CO ekspirasi juga tidak ditemukan korelasi bermakna dengan *force expiratory flow/ FEF 25-75%* ($r=-0.05$, $p=0.527$) (12) Tidak ada nya korelasi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya tidak terdapat data berapa batang rokok dalam 12 jam terakhir dan berapa lama subjek tidak merokok sebelum pemeriksaan.

KESIMPULAN

Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa semakin berat derajat merokok dan semakin tinggi ketergantungan pada nikotin akan meningkatkan kadar CO ekspirasi. Tidak didapatkan korelasi KVP dan VEP1 dengan kadar CO ekspirasi dan derajat merokok.

Tabel 1. Karakteristik responden

Variabel	n	%
Jenis Kelamin		
Laki-laki	83	83.8
Perempuan	16	16.2
Usia		
17 - 40	60	60.6
41 – 62	39	39.4
Status gizi		
IMT <22.9	32	32.3
IMT > 23	67	67.7
Status Merokok		
Tidak merokok	24	24.3
Merokok	75	75.7
Ketergantungan Nikotin		
0-2	57	57.6
3-4	28	28.3
5-7	14	14.2
Kadar CO (ppm)		
0 - 6	47	47.5
7 – 10	15	15.2
➤ 10	37	37.3
Kapasitas vital		
≥80%	48	48.5
60-79.9%	42	42.4

30-59.9%	9	9.1
Volume Ekspirasi Paksa		
≥80%	20	20.2
60-79.9%	52	52.5
< 59.9%	27	27.3

Tabel 2, Korelasi kadar CO dengan karakteristik subjek dan derajat merokok

	Kadar CO	
	<i>r</i>	<i>p value</i>
Indeks Brinkman	0.645	0.000
Skor FTND	0.544	0.000

Tabel 3, Korelasi fungsi paru kadar CO dan derajat merokok

	KV		VEP1	
	<i>r</i>	<i>p value</i>	<i>r</i>	<i>p value</i>
Kadar CO	-0.023	0.820	-0.077	0.446
Indeks Brinkman	0.001	0.990	-0.059	0.563
Skor FTND	-0.084	0.406	-0.149	0.141

KONTRIBUSI PENULIS

1. Konsep dan desain penelitian : Rita Khairani
2. Pengumpulan data : Rita Khairani, Mustika Anggiane, Dyah Ayu Woro S
3. Analisis dan interpretasi hasil : Rita Khairani
4. Manuskrip : Rita Khairani
5. Review dan menyetujui : Rita Khairani, Mustika Anggiane, Dyah Ayu Woro S

DAFTAR PUSTAKA

19. Ismiyati I. Pencemaran udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor. <https://www.researchgate.net/publication/334440582>
20. World Health Organization. 7 million premature deaths annually linked to air pollution. News Release 25 March 2014. Available at www.who.int
21. Badan Pusat Statistik. Statistik Indonesia 2021 Statistical Yearbook of Indonesia 2021.
22. Maga GI, Mikolaj Maga, Wachsmann A, Janik MK, Chrzastek-Janik O, Bajkowski M, et al. Air pollution may affect the assessment of smoking habits by exhaled carbon monoxide measurements. *J Env Res J*. 2019;172:258-65. doi: 10.1016/j.envres.2019.01.063
23. Ghorbani R, Blomberg A, Schmidt FM. Modeling pulmonary gas exchange and single-exhalation profiles of carbon monoxide. *Front. Physiol.* 2018;9:927. doi: 10.3389/fphys.2018.00927
24. Wiratmoko MR. Gambaran kadar karbon monoksida udara respirasi pada pengguna *shisha* dan faktor yang mempengaruhi. *J. Respir Indo* 2019; 39(1): 37-43.
25. Ryter SW, Choi AMK. Carbon monoxide in exhaled breath testing and therapeutics. *J Breath Res*. 2013;7(1): 017111. doi:10.1088/1752-7155/7/1/017111.
26. Lawin, H., Ayi Fanou, L., Hinson, V. *et al.* Exhaled carbon monoxide: a non-invasive biomarker of short-term exposure to outdoor air pollution. *BMC Public Health* 17, 320 (2017). <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4243-6>
27. Pold M, Parna Nicotine Dependence and Factors Related to Smoking Cessation among Physicians in Estonia *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 3217; doi:10.3390/ijerph17093217
28. Yalcin FK, Er M, Hasanoglu HC, et al. Deteriorations of pulmonary function, elevated carbon monoxide levels and increased oxidative stress amongst water-pipe smokers. *Int J Occup Med Environ Health*. 2017 Jul 14;30(5):731-742. doi: 10.13075/ijom.1896.00912. Epub 2017 Jun 7. PMID: 29093578.
29. Ejazi MA, Shameem M, Bhargava R, Ahmad Z, Akhtar J, Khan NA, Alam MM, Alam MA, Adil Wafi CG. Correlation of exhaled carbon monoxide level with disease severity in chronic obstruction pulmonary disease. *Lung India*. 2018 Sep-Oct;35(5):401-406. doi: 10.4103/lungindia.lungindia_11_18. PMID: 30168459; PMCID: PMC6120306.
30. Salepci BN, Fidan A, Parmaksiz ET et al. Does the Finding of Small Airway Obstruction in Pulmonary Function Tests Effect End-Expiratory Carbonmonoxide Level?. *Eurasian J Pulmonol* 2015; 17: 154-8. DOI: 10.5152/ejp.2015.76476
31. Vasthare R, Kumar S, Arron LY. Carbon monoxide breath analyzers and its role in tobacco cessation: A narrative review of literature. *J Int Oral Health [serial online]* 2018 [cited 2023 Mar 25];10:71-6. doi: 10.4103/jioh.jioh_273_17
32. Pan K-T, Leonardi GS, Ucci M, Croxford B. Can exhaled carbon monoxide be used as a marker of exposure? a cross-sectional study in young adults. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2021;18:11893. doi: 10.3390/ijerph182211893
33. Kim SS, Kim S, Gona PN. Determining Optimal Cutoffs for Exhaled Carbon Monoxide and Salivary Cotinine to Identify Smokers among Korean Americans in a Smoking Cessation Clinical Trial. *J Smok Cessat*. 2021 Feb 15;2021:6678237. doi: 10.1155/2021/6678237. PMID: 34306232; PMCID: PMC8279201.

34. Cropsey KL, Trent LR, Clark CB, Stevens EN, Lahti AC, Hendricks PS. How low should you go? Determining the optimal cutoff for exhaled carbon monoxide to confirm smoking abstinence when using cotinine as reference. *Nicotine Tob Res.* 2014 Oct;16(10):1348-55. doi: 10.1093/ntr/ntu085. Epub 2014 Jun 2. PMID: 24891552; PMCID: PMC4207872.
35. Zhang Q, Li L, Smith M, et al. Exhaled carbon monoxide and its associations with smoking, indoor household air pollution and chronic respiratory diseases among 512 000 Chinese adults. *Int J Epidemiol.* 2013; 42(5):1464–75. doi:10.1093/ije/dyt158
36. Saiphoklang N, Poachanukoon O, Soorapan s Smoking characteristics and lung functions among university athletes. *Scientific Reports.*2020;10:20118 [doi:10.1038/s41598-020-77248-y](https://doi.org/10.1038/s41598-020-77248-y)
37. Susanto AD, Sanie DK, Harahap F. Exhaled carbon monoxide levels of scavengers ini Bantar Gebang landfill, Bekasi. *JR.*2020;6:1-4. doi: [10.20473/jr.v6-1.1.2020.1-4](https://doi.org/10.20473/jr.v6-1.1.2020.1-4)
38. Herath P, Wimalasekera SW, Amarasekara TD, Fernando MS4, Turale S. Adverse effects of cigarette smoking on exhaled breath carbon monoxide, blood carboxyhemoglobin, and hematological parameters amongst Sri Lankan adult tobacco smokers: A descriptive study. *Popul. Med.* 2021;3:27. [doi:10.18332/popmed/143076](https://doi.org/10.18332/popmed/143076)
39. Soeroso NN, Intan TK², M Ichwan, Tarigan SP¹, Wahyuni AS. The Relationship Between Exhaled Carbon Monoxide Test and Peak Expiratory Flow Rate in Smokers and Non-smokers. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/71308>