MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

ANALISIS HUBUNGAN KADAR KARBOKSIHEMOGLOBIN DAN BILIRUBIN INDIREK PADA PETUGAS PARKIR PASAR

Analysis of the Relationship between Carboxyhemoglobin and Indirect Bilirubin Levels Among Market Parking Attendants

[1]Rafifah Nur Amalina, [2]Mohamad Firman Solihat, [3]Rohayati, [4]Zuri Rismiarti
Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Program Sarjana Terapan, Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Bandung

Email: rafifahnuramalina.tlm@student.poltekkesbandung.ac.id

ABSTRAK

Karbon monoksida (CO) merupakan gas beracun hasil pembakaran tidak sempurna yang banyak terdapat pada lingkungan dengan aktivitas kendaraan bermotor tinggi, termasuk area parkir pasar. Paparan CO dapat menyebabkan terbentuknya karboksihemoglobin yang berpotensi menimbulkan hipoksia dan stres oksidatif sehingga memengaruhi metabolisme heme dan pembentukan bilirubin indirek. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis hubungan kadar karboksihemoglobin dan bilirubin indirek sebagai biomarker biologis pada petugas parkir. Penelitian ini menggunakan desain deskriptif analitik melalui pendekatan *cross-sectional*. Sampel penelitian berjumlah 20 petugas parkir Pasar Antri Cimahi ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Pemeriksaan kadar COHb dilakukan dengan metode *Hindsberg-Lang* menggunakan Spektrofotometer *UV-Vis*, sedangkan kadar bilirubin indirek didapatkan dari selisih kadar bilirubin total dan bilirubin direk dengan metode asam sulfanilat menggunakan fotometer. Data dianalisis secara deskriptif, dilanjutkan uji normalitas *Shapiro-Wilk* dan uji korelasi *Spearman Rank*. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kadar COHb sebesar 6,09% dengan seluruh responden (100%) berada dalam kategori di atas normal. Rata-rata kadar bilirubin indirek sebesar 0,17 mg/dL dengan 60% responden berada di bawah nilai rujukan. Analisis korelasi menunjukkan terdapat hubungan yang bermakna antara kadar COHb dan bilirubin indirek (p=0,031) dengan koefisien korelasi 0,483 yang menyatakan hubungan positif dengan kekuatan sedang. Disarankan peningkatan upaya pencegahan paparan CO melalui penggunaan APD serta penelitian lanjutan dengan jumlah sampel dan variabel yang lebih beragam.

Kata kunci: karboksihemoglobin; bilirubin indirek; karbon monoksida; petugas parkir; biomarker biologis

ABSTRACT

Carbon monoxide (CO) is a toxic gas produced by incomplete combustion and is commonly found in environments with high motor vehicle activity, including market parking areas. Exposure to CO can lead to the formation of carboxyhemoglobin, which has the potential to induce hypoxia and oxidative stress, thereby affecting

Article History
Received: Agustus 2026
Reviewed: Agustus 2026
Published: Agustus 2026

Plagirism Checker No 950
Prefix DOI : Prefix DOI : 10.8734/Nutricia.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Medic Nutricia

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

heme metabolism and indirect bilirubin formation. This study aimed to analyze the relationship between carboxyhemoglobin and indirect bilirubin levels as biological biomarkers in parking attendants. This study employed a descriptive-analytic design with a cross-sectional approach. The study sample consisted of 20 parking attendants at Pasar Antri Cimahi selected using purposive sampling based on the established inclusion and exclusion criteria. Carboxyhemoglobin levels were measured using the Hindsberg-Lang method with a UV-Vis spectrophotometer, while indirect bilirubin levels were obtained from the difference between total bilirubin and direct bilirubin measured using the sulfanilic acid method with a photometer. Data were analyzed descriptively, followed by the Shapiro–Wilk normality test and Spearman Rank correlation test. The results showed a mean COHb level of 6.09%, with all respondents (100%) classified above the normal reference range. The mean indirect bilirubin level was 0.17 mg/dL, with 60% of respondents having levels below the reference range. Correlation analysis revealed a significant relationship between COHb and indirect bilirubin levels (p = 0.031), with a correlation coefficient of 0.483, indicating a moderate positive correlation. It is recommended to strengthen efforts to prevent CO exposure through the use of personal protective equipment and to conduct further studies involving larger sample sizes and a wider range of variables.

***Keywords**: carboxyhemoglobin; indirect bilirubin; carbon monoxide; parking attendants; biological biomarkers*

PENDAHULUAN

Kualitas udara ambien menjadi faktor penting yang memengaruhi kesehatan manusia, terutama pada lingkungan dengan potensi pajanan zat berbahaya. World Health Organization mencatat bahwa polusi udara, termasuk partikulat, CO, NO2, dan SO2, menyebabkan sekitar 6,7 juta kematian setiap tahun, dengan kawasan Asia Tenggara menanggung beban kematian akibat polusi udara ambien yang lebih tinggi dibandingkan wilayah lain (*World Health Organization*, 2022). Karbon monoksida (CO) merupakan salah satu polutan udara yang paling berbahaya karena bersifat tidak berwarna, tidak berbau, dan sulit dideteksi oleh indra manusia tanpa alat ukur khusus, sehingga sering disebut sebagai gas pembunuh diam-diam (EPA, 2021).

Kendaraan bermotor menjadi penyumbang utama CO di udara akibat pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna. Area parkir pasar merupakan lingkungan dengan kepadatan kendaraan tinggi dalam kondisi berhenti-jalan, sehingga berpotensi menghasilkan konsentrasi CO lokal yang lebih tinggi dibandingkan jalan raya meskipun berada pada ruang terbuka (Rusmaya et al., 2022). Petugas parkir pasar umumnya bekerja dengan durasi panjang setiap hari dan minim penggunaan alat pelindung diri (APD), sehingga berisiko mengalami paparan CO kronis yang seringkali tidak disadari (Khairina, 2019).

CO yang terhirup akan berdifusi melalui alveolus dan berikatan dengan hemoglobin membentuk karboksihemoglobin (COHb), dengan afinitas ikatan CO terhadap hemoglobin sekitar 200-250 kali lebih tinggi dibandingkan oksigen (Deyan Indwek et al., 2022). Peningkatan COHb menurunkan kapasitas darah dalam mengangkut oksigen ke jaringan sehingga menimbulkan hipoksia dan memicu stres oksidatif melalui gangguan respirasi seluler. Stres oksidatif tersebut

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

dapat meningkatkan fragilitas eritrosit dan mempercepat degradasi heme melalui sistem retikuloendotelial, sehingga menghasilkan bilirubin indirek sebagai produk akhir metabolisme heme (Osborne et al., 2023; Hydzik et al., 2023).

Keterkaitan biologis antara COHb dan bilirubin indirek telah dilaporkan pada beberapa populasi klinis, misalnya peningkatan COHb yang menyertai peningkatan bilirubin pada pasien pascaoperasi jantung (Maeda et al., 2024), deteksi COHb yang meningkat lebih awal dibandingkan bilirubin pada kasus hemolisis neonatal (Awad et al., 2021), serta penggunaan COHb sebagai penanda hemolisis pada pasien di unit perawatan intensif (Hariri et al., 2021). Namun, penelitian yang menganalisis hubungan kedua biomarker tersebut pada populasi pekerja dengan paparan CO lingkungan, khususnya petugas parkir, masih sangat terbatas, sehingga terdapat kesenjangan penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut dalam bidang toksikologi kerja.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara kadar karboksihemoglobin dan bilirubin indirek sebagai respons biologis terhadap paparan karbon monoksida pada petugas parkir pasar, sehingga dapat memberikan gambaran awal mengenai risiko kesehatan akibat paparan CO kronis pada kelompok pekerja tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif analitik dengan pendekatan *cross-sectional*, karena pengukuran variabel dilakukan pada satu waktu pengamatan tanpa intervensi terhadap responden. Penelitian dilaksanakan pada 21 Mei sampai 2 Juni 2026, bertempat di area parkir Pasar Antri Cimahi, Jalan Sriwijaya, Kecamatan Cimahi Tengah, Kota Cimahi, untuk pengambilan sampel darah dan pengisian kuesioner, sedangkan pemeriksaan laboratorium dilakukan di Laboratorium Kimia Terapan dan Laboratorium Kimia Klinik Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Bandung.

Populasi penelitian adalah seluruh petugas parkir aktif di Pasar Antri Cimahi yang berjumlah 30 orang berdasarkan survei pendahuluan pada 31 Januari 2026. Sampel dipilih menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, sehingga diperoleh 20 responden yang memenuhi seluruh persyaratan penelitian. Kriteria inklusi meliputi kesediaan menandatangani informed consent, aktif bekerja setiap hari selama shift kerja, berusia produktif 18-60 tahun, memiliki masa kerja minimal 5 tahun, dan bekerja ≥6 jam sehari. Kriteria eksklusi meliputi riwayat penyakit darah, riwayat penyakit hati atau gangguan metabolisme bilirubin, infeksi akut atau perdarahan dalam 3 bulan terakhir, konsumsi obat yang memengaruhi hemolisis atau metabolisme bilirubin, serta riwayat merokok aktif lebih dari 20 batang per hari. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Poltekkes Kemenkes Bandung dengan Nomor 971/KEPK/EC/VI/2026.

Data karakteristik responden diperoleh melalui wawancara dan kuesioner terstruktur, sedangkan kadar COHb dan bilirubin indirek diperoleh dari pemeriksaan laboratorium menggunakan sampel darah vena. Kadar COHb diperiksa menggunakan metode *Hindsberg-Lang* berbasis spektrofotometri, yaitu sampel *whole blood* direaksikan dengan amonium hidroksida 0,1% dan sodium dithionite, kemudian dibaca absorbansinya menggunakan spektrofotometer *UV-Vis* pada panjang gelombang maksimum 411 nm dengan *operating time* 11 menit. Kadar COHb dihitung menggunakan rumus perbandingan absorbansi reagen terhadap absorbansi sampel dikalikan faktor konversi empiris 6,08%. Kadar bilirubin indirek diperoleh dari selisih bilirubin total dan bilirubin direk yang diperiksa menggunakan metode asam sulfanilat (prinsip

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

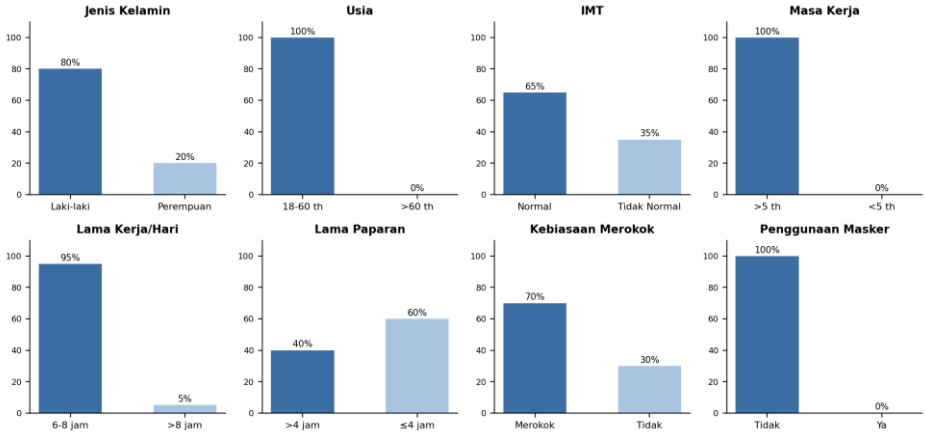
Malloy-Evelyn) pada panjang gelombang 550 nm menggunakan fotometer. Sebelum pemeriksaan sampel, dilakukan pemeriksaan serum kontrol Biolabo ExatrolN Level 1 untuk bilirubin total dan bilirubin direk guna memastikan alat, reagen, dan prosedur berada dalam kondisi baik.

Nilai rujukan kadar COHb yang digunakan adalah <3% untuk bukan perokok dan <5% untuk perokok, sedangkan kadar >10% menandakan mulai timbulnya gejala keracunan. Nilai rujukan kadar bilirubin indirek yang digunakan adalah 0,2-0,8 mg/dL. Data dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui distribusi frekuensi, rerata, nilai minimum, dan maksimum. Uji normalitas dilakukan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel kurang dari 50. Hubungan antara kadar COHb dan bilirubin indirek dianalisis menggunakan uji korelasi *Spearman Rank* karena salah satu variabel tidak berdistribusi normal, dengan signifikansi ditentukan pada $p \leq 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Penelitian ini melibatkan 20 petugas parkir yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Karakteristik responden meliputi jenis kelamin, usia, indeks massa tubuh (IMT), masa kerja, lama kerja, lama paparan, kebiasaan merokok, dan penggunaan masker, sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Karakteristik Responden Penelitian (n=20)

Berdasarkan Gambar 1, seluruh responden (100%) berada pada rentang usia produktif 18-60 tahun dan didominasi laki-laki (80,0%). Seluruh responden juga memiliki masa kerja lebih dari 5 tahun (100%) dengan mayoritas bekerja 6-8 jam per hari (95,0%), yang mengindikasikan potensi pajanan CO kumulatif dalam jangka waktu panjang. Sebanyak (65,0%) responden memiliki IMT normal, sedangkan berdasarkan lama paparan harian, (60,0%) responden terpapar emisi kendaraan ≤4 jam dan (40,0%) >4 jam. Sebagian besar responden (70,0%) merupakan perokok aktif, dan seluruh responden (100%) tidak menggunakan masker selama bekerja. Tidak adanya penggunaan APD pada seluruh responden menunjukkan minimnya kesadaran terhadap risiko paparan CO di lingkungan kerja terbuka, sejalan dengan temuan bahwa ketidakpatuhan penggunaan APD dapat meningkatkan risiko inhalasi CO selama bekerja (Rusmaya et al., 2022).

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

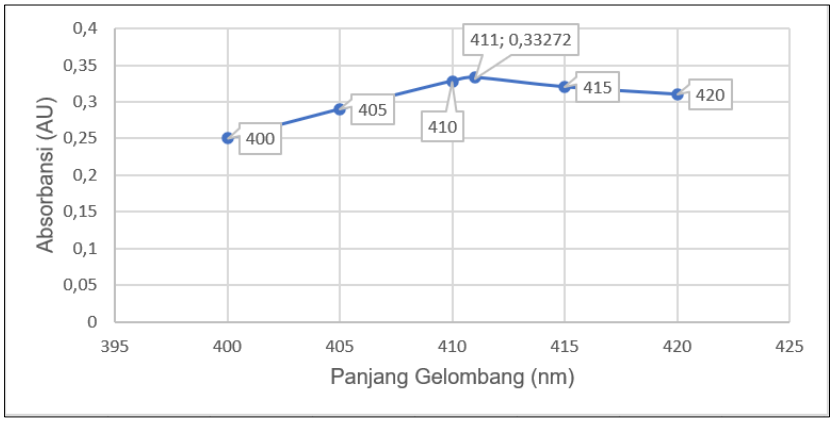
Pemeriksaan Kontrol Mutu Laboratorium

Sebelum pemeriksaan sampel responden, dilakukan pemeriksaan serum kontrol bilirubin untuk memastikan kelayakan alat, reagen, dan prosedur pemeriksaan, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Pemeriksaan	Bahan Kontrol	Nilai Target	Rentang ±1 SD	Nilai Terukur
Bilirubin Total	Biolabo ExatrolN Level 1	0,89 mg/dL	0,825–0,955 mg/dL	0,901 mg/dL
Bilirubin Direk	Biolabo ExatrolN Level 1	0,48 mg/dL	0,44–0,52 mg/dL	0,49 mg/dL

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Serum Kontrol Bilirubin

Berdasarkan Tabel 1, nilai kontrol serum bilirubin total dan bilirubin direk berada dalam rentang ±1 SD yang dapat diterima, sehingga alat, reagen, dan prosedur dinyatakan layak digunakan dan pemeriksaan terhadap sampel responden dapat dilanjutkan. Selanjutnya, dilakukan penentuan panjang gelombang maksimum dan *operating time* untuk pemeriksaan kadar COHb yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Penentuan Panjang gelombang Maksimum COHb

Berdasarkan gambar 2, Penentuan panjang gelombang maksimum pada pemeriksaan COHb diperoleh pada 411 nm dengan *operating time* 11 menit, yang menjadi kondisi optimum pengukuran pada penelitian ini. Menurut penelitian Daniel C. Harris (2020), pengukuran panjang gelombang maksimum memberikan sensitivitas yang lebih tinggi karena perubahan konsentrasi analit akan menghasilkan perubahan asbsorbansi yang lebih besar.

Kadar Karboksihemoglobin dan Bilirubin Indirek

Hasil pemeriksaan kadar COHb dan bilirubin indirek pada 20 responden dianalisis secara deskriptif sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

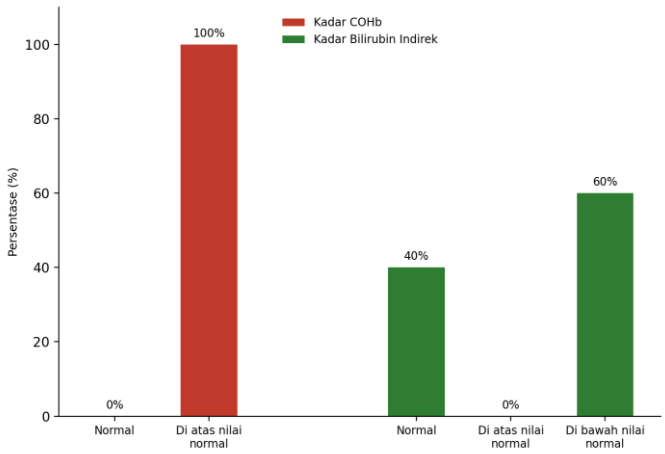
2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

Variabel	N	Minimum	Maksimum	Rerata	SD
Kadar COHb (%)	20	3,91	8,47	6,09	0,99
Kadar Bilirubin Indirek (mg/dL)	20	0,10	0,27	0,17	0,06

Tabel 2. Statistik Deskriptif Kadar COHb dan Bilirubin Indirek

Rerata kadar COHb responden adalah 6,09% dengan rentang 3,91–8,47%. Nilai tersebut berada di atas nilai rujukan normal, baik untuk kelompok perokok (<5%) maupun bukan perokok (<3%), yang mengindikasikan tingginya tingkat pajanan CO pada petugas parkir. Rerata kadar bilirubin indirek adalah 0,17 mg/dL dengan rentang 0,10–0,27 mg/dL, sebagian besar berada di bawah atau pada batas bawah rentang normal (0,2–0,8 mg/dL).

Selanjutnya, hasil pemeriksaan tersebut dikelompokkan berdasarkan nilai rujukan masing-masing parameter sebagaimana disajikan pada Gambar 2.



Gambar 3. Distribusi Kategori Kadar COHb dan Bilirubin Indirek Berdasarkan Nilai Rujukan (n=20)

Berdasarkan Gambar 3, seluruh responden (100%) memiliki kadar COHb di atas nilai normal, sedangkan kadar bilirubin indirek menunjukkan 40,0% responden berada dalam kategori normal dan 60,0% berada di bawah nilai normal; tidak ditemukan responden dengan kadar bilirubin indirek di atas nilai rujukan. Tingginya kadar COHb pada seluruh responden sejalan dengan karakteristik pekerjaan yang menempatkan petugas parkir pada paparan emisi kendaraan bermotor secara terus-menerus tanpa penggunaan APD, ditambah kebiasaan merokok pada sebagian besar responden yang turut berkontribusi terhadap peningkatan COHb secara internal (Umahi-Ottah et al., 2022). Sebaliknya, sebagian besar responden belum menunjukkan peningkatan bilirubin indirek yang bermakna, yang mengindikasikan bahwa derajat hemolisis atau turnover eritrosit pada responden penelitian ini masih berada dalam batas fisiologis dan belum mencapai ambang yang menimbulkan manifestasi klinis.

Uji Normalitas dan Korelasi

Uji normalitas *Shapiro-Wilk* dilakukan sebelum uji korelasi untuk menentukan jenis uji statistik yang digunakan, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

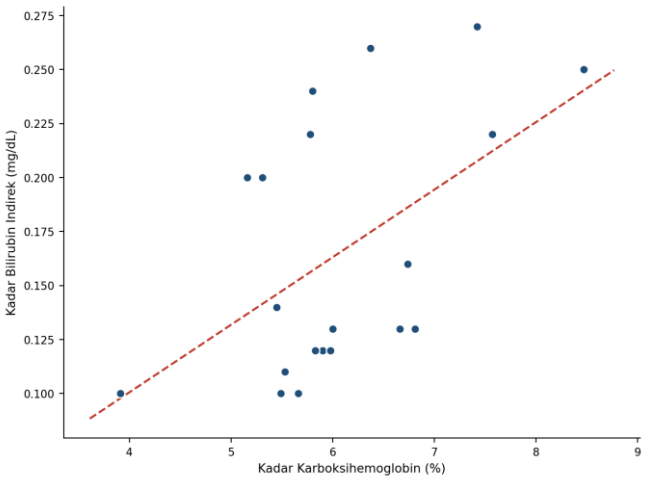
Variabel	*Statistic*	*df*	*Sig.*
Kadar COHb	0,947	20	0,319
Kadar Bilirubin Indirek	0,883	20	0,020

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Berdasarkan Tabel 3, data kadar COHb berdistribusi normal (p = 0,319 > 0,05), sedangkan data kadar bilirubin indirek tidak berdistribusi normal (p = 0,020 < 0,05). Oleh karena terdapat satu variabel yang tidak berdistribusi normal, uji hubungan antara kedua variabel dilanjutkan menggunakan uji korelasi Spearman Rank, sebagaimana disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 3.

Variabel	r	p	Interpretasi
Kadar COHb – Kadar Bilirubin Indirek	0,483	0,031	Sedang, positif, signifikan

Tabel 4. Hasil Uji Korelasi Spearman Rank



Gambar 4. Diagram Sebar Hubungan Kadar Karboksihemoglobin dan Bilirubin Indirek (n=20)

Hasil uji korelasi *Spearman Rank* menunjukkan koefisien korelasi sebesar 0,483 dengan signifikansi 0,031 (p<0,05), yang menunjukkan terdapat hubungan positif dengan kekuatan sedang yang signifikan antara kadar COHb dan bilirubin indirek pada petugas parkir pasar. Arah hubungan positif menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar COHb, kadar bilirubin indirek cenderung semakin meningkat, meskipun sebagian besar nilai kadar bilirubin indirek masih berada dalam rentang fisiologis.

Secara biologis, hubungan tersebut dapat dijelaskan melalui jalur metabolisme heme. Paparan CO yang membentuk COHb menurunkan kapasitas transportasi oksigen darah sehingga menimbulkan hipoksia jaringan dan stres oksidatif ringan. Kondisi ini meningkatkan fragilitas eritrosit dan mempercepat degradasi hemoglobin menjadi heme, yang selanjutnya dimetabolisme oleh enzim *heme oxygenase* menjadi biliverdin, CO endogen, dan ion besi,

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

sebelum direduksi menjadi bilirubin indirek oleh enzim *biliverdin reductase* (Ramírez-Mejía et al., 2024). CO endogen hasil degradasi heme turut berikatan dengan hemoglobin membentuk COHb, sehingga kedua biomarker tersebut berasal dari satu jalur metabolik yang berkaitan secara fisiologis (Osborne et al., 2023).

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Maeda et al. (2024) yang melaporkan peningkatan COHb disertai peningkatan bilirubin pada pasien pascaoperasi jantung, serta penelitian Awad et al. (2021) yang menunjukkan COHb terdeteksi meningkat lebih awal dibandingkan bilirubin pada kasus hemolisis neonatal. Penelitian Hariri et al. (2021) turut menegaskan bahwa COHb dapat digunakan sebagai penanda hemolisis yang andal pada pasien di unit perawatan intensif. Meskipun demikian, kekuatan korelasi yang hanya berada pada kategori sedang menunjukkan bahwa kadar bilirubin indirek tidak semata-mata ditentukan oleh kadar COHb, melainkan turut dipengaruhi faktor lain seperti fungsi hati, kapasitas konjugasi bilirubin, status gizi, usia, dan variasi fisiologis individu.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil. Desain cross-sectional yang digunakan hanya menggambarkan hubungan statistik pada satu waktu pengukuran, sehingga tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan hubungan sebab-akibat. Jumlah sampel yang terbatas (n=20) pada satu lokasi penelitian turut membatasi generalisasi temuan ke populasi petugas parkir secara lebih luas. Penelitian ini juga tidak mengukur kadar CO udara ambien secara langsung dan tidak mengendalikan waktu terakhir responden merokok sebelum pengambilan darah, sehingga kadar COHb yang diperoleh hanya menggambarkan kondisi paparan internal responden pada saat pengambilan sampel. Selain itu, metode *Hindsberg-Lang* yang digunakan bersifat spektrofotometri tidak langsung dengan faktor konversi empiris, sehingga memiliki sensitivitas yang lebih rendah dibandingkan metode *CO-Oximeter* sebagai metode rujukan (Saldi et al., 2023).

SIMPULAN

Seluruh petugas parkir Pasar Antri Cimahi yang menjadi responden penelitian (100%) memiliki kadar karboksihemoglobin di atas nilai normal, sedangkan kadar bilirubin indirek sebagian besar (60,0%) berada di bawah nilai normal. Terdapat hubungan positif dengan kekuatan sedang yang signifikan antara kadar karboksihemoglobin dan bilirubin indirek pada petugas parkir pasar ($r = 0,483$; $p = 0,031$), yang menunjukkan keterkaitan fisiologis kedua biomarker melalui jalur metabolisme heme meskipun perubahan kadar keduanya masih berada dalam rentang fisiologis. Temuan ini menegaskan pentingnya peningkatan upaya pencegahan paparan CO melalui penggunaan alat pelindung diri dan edukasi keselamatan kerja bagi petugas parkir. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah sampel dan lokasi yang lebih beragam, konfirmasi metode pemeriksaan COHb menggunakan *CO-Oximeter*, serta penambahan variabel pendukung seperti kadar CO udara ambien, hemoglobin, retikulosit, dan parameter fungsi hati.

DAFTAR PUSTAKA

Awad, H. A., Shehata, B. M., & Fouad, M. A. (2021). Correlation between non-invasive measurement of carboxyhemoglobin and bilirubin level measurement in near- term and term neonates as a predictor of neonatal hemolysis. *QJM*, *114*(Supplement_1).

Daniel C. Harris. (2020). *Quantitative Chemical Analysis* (10th ed.). W. H. Freeman and Company.

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

Deyan Indwek, D., Agustina, W., Yekti Mumpuni STIKES Maharani Malang, R., Selatan, J., & Timur, J. (2022). *STUDI LITERATUR: PENGARUH LAMA KERJA TERHADAP KADAR HEMOGLOBIN PADA PEKERJA YANG TERPAPAR ASAP KENDARAHAN BERMOTOR*. http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JPPP

EPA. (2021). Basic information about carbon Monoxide ({CO}) outdoor air pollution. In *{US} {EPA}*.

Hariri, G., Hodjat Panah, K., Beneteau-Burnat, B., Chaquin, M., Mekinian, A., & Ait-Oufella, H. (2021). Carboxyhemoglobin, a reliable diagnosis biomarker for hemolysis in intensive care unit: a retrospective study. *Critical Care*, *25*(1). https://doi.org/10.1186/s13054-020-03437-w

Hydzik, P., Francik, R., Francik, S., Gomółka, E., Eker, E. D., Krośniak, M., Noga, M., & Jurowski, K. (2023). The Critical Assessment of Oxidative Stress Parameters as Potential Biomarkers of Carbon Monoxide Poisoning. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(13). https://doi.org/10.3390/ijms241310784

Khairina, M. (2019). The Description of CO Levels, COHb Levels, And Blood Pressure of Basement Workers X Shopping Centre, Malang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, *11*(2), 150–157. https://doi.org/10.20473/jkl.v11i2.2019.150-157

Maeda, A., Pandey, D., Inokuchi, R., Spano, S., Chaba, A., Phongphithakchai, A., Eastwood, G., Jahanabadi, H., Vo, H., Seevanayagam, S., Motley, A., & Bellomo, R. (2024). Carboxyhemoglobin in cardiac surgery patients and its association with risk factors and biomarkers of hemolysis. *Anesth. Analg.*, *139*(4), 789–797.

Osborne, J., Sobh, M., & Trudel, G. (2023). Carbon monoxide as a clinical marker of hemolysis. *American Journal of Hematology*, *98*(7), 1127–1159. https://doi.org/10.1002/ajh.26958

Ramírez-Mejía, M. M., Castillo-Castañeda, S. M., Pal, S. C., Qi, X., & Méndez-Sánchez, N. (2024). The Multifaceted Role of Bilirubin in Liver Disease: A Literature Review. *Journal of Clinical and Translational Hepatology*, *000*(000), 000–000. https://doi.org/10.14218/jcth.2024.00156

Rusmaya, D., Hasbiah, A., & Dwikamila, C. (2022). Pengukuran Konsentrasi Karbon Monoksida dan Kadar Karboksihemoglobin pada Petugas Parkir di Pasar Ujung Berung Kota Bandung. *Infomatek*, *24*(2), 113–118. https://doi.org/10.23969/infomatek.v24i2.6244

Saldi, R., Wahid, A., Kaperius, G., Ode, L. A., & Rasydy, A. (2023). Analisis Kadar Karboksihemoglobin (COHb) pada Montir Motor di Area Kota Samarinda Analysis of Carboxyhemoglobin (COHb) Levels of Motorbike Mechanics in Samarinda. *Jaringan Laboratorium Medis*, *05*(02), 110–119. https://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/JLM/

Umahi-Ottah, G., Adejumo, B. I. G., Godwins, E. O., Dimkpa, U., Uzor, S., Abdulkadir, U. I., Abdulrahman, O. N., Agbapuonwu, N. E., Ajugwo, O. A., & Oyenike, M. A. (2022). The Effects of Cigarette Smoking on Serum Carboxyhemoglobin and Calcium Levels in Apparently Healthy Male Smokers in Benin City, Nigeria. *Journal of Biomedical Science and Engineering*, *15*(01), 26–35. https://doi.org/10.4236/jbise.2022.151003

MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan
ISSN : 3025-8855

2026, Vol. 23 No. 4
Prefix DOI 10.5455/mnj.v1i2.644xa

World Health Organization. (2022). *Ambient (outdoor) air pollution*. https://doi.org/https://www.who.int/news-room/fact-sheet/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health