

Analysis Carboxyhemoglobin (COHb) and Erythrocyte Index (MCV, MCH, MCHC) In Motorcycle Workers at Sidoarjo Barat Hospital

Analisa Karboksihemoglobin (COHb) dan Indeks Eritrosit (MCV, MCH, MCHC) pada Karyawan Pengguna Sepeda Motor di RSUD Sidoarjo Barat

Vivi Waristri Anggraini¹⁾, Jamilatur Rohmah¹⁾

¹⁾Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi:jamilaturrohmah@umsida.ac.id

Abstract. *Air quality in Krian District is recorded as one of the worst in Indonesia. Continuous exposure to carbon monoxide (CO) gas binds to hemoglobin more rapidly to form carboxyhemoglobin (COHb). This study aims to analyze COHb levels and erythrocyte indices among employees at RSUD Sidoarjo Barat. The research method used is a descriptive observational approach with a cross-sectional design involving 50 respondents, utilized informed consent and questionnaires. Used a UV-VWR 1600 PC spectrophotometer with the Hinsberg-Lang and a Mindray BC-5150 Hematology Analyzer with the electronic impedance. The results showed that the highest COHb levels were found in the group with a travel distance of 6–10 km (9.07%) and the age group of 26–30 years (8.75%). The results showed that all respondents had COHb levels above the normal threshold; however, the average erythrocyte index values remained within normal limits. The correlation between age and distance with COHb could not be analyzed using the Chi-Square test but was instead analyzed using numerical correlation in the form of continuous data. There was no significant correlation between age groups and travel distance with COHb values or erythrocyte indices. Recommendations for further research include adding examination parameters related to the respiratory and cardiovascular systems*

Keywords - *Carboxyhemoglobin (COHb); Erythrocyte Indices; Air Pollution; Motorcycle users*

Abstrak. *Kualitas udara di Kecamatan Krian tercatat sebagai salah satu yang terburuk di Indonesia. Paparan gas karbon monoksida (CO) terus-menerus pada tubuh akan mengikat hemoglobin lebih cepat membentuk karboksihemoglobin (COHb). Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kadar COHb dan indeks eritrosit pada karyawan di RSUD Sidoarjo Barat. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif observasional cross-sectional terhadap 50 responden dengan menyertakan informed consent dan kuesioner. Menggunakan alat spektrofotometri UV-VWR 1600 PC dengan metode Hinsberg-Lang dan Hematologi Analyzer Mindray BC-5150 dengan metode electronic impedance. Hasil penelitian menunjukkan COHb tertinggi terdapat pada kelompok jarak tempuh 6-10 km (9,07%) dan kelompok usia 26-30 tahun (8,75%). Korelasi usia dan jarak dengan COHb tidak dapat dianalisis dengan uji Chi Square namun dapat dianalisis menggunakan korelasi numerik dalam bentuk data secara kontinu. Tidak terdapat korelasi yang bermakna antara kelompok usia dan jarak tempuh dengan nilai COHb dan indeks eritrosit. Saran dalam penelitian lebih lanjut dapat menambahkan parameter pemeriksaan yang berkaitan dengan sistem pernafasan dan sistem kardiovaskular.*

Kata Kunci – *Karboksihemoglobin (COHb); Indeks Eritrosit; Polusi Udara; Pengguna sepeda motor*

I. PENDAHULUAN

Polusi udara kini diakui sebagai ancaman lingkungan terbesar bagi kesehatan manusia yang dapat menyebabkan jutaan kematian setiap tahunnya. Menurut laporan *World Air Quality 2024* dari IQAir, Indonesia menduduki peringkat negara terburuk di Asia Tenggara dan peringkat ke-15 terburuk di dunia [1]. Pulau Jawa merupakan pulau yang memiliki polusi tertinggi di Indonesia. Rata-rata PM_{2.5} di Indonesia pada tahun 2024 mencapai 35,5 µg/m³ dan telah melewati ambang batas Pedoman Kualitas Udara WHO 2021 yang ditetapkan sebesar 5 µg/m³ [2]. Dikarenakan emisi terus mengalami peningkatan dari aktivitas industri, pembakaran biomassa, pembangkit listrik tenaga batu bara dan sektor transportasi [3]. Kadar normal karboksihemoglobin pada tubuh manusia yang bukan perokok adalah sekitar 1%, sedangkan pada tubuh manusia yang perokok aktif adalah sekitar 2-10%. Karboksihemoglobin dengan kadar sekitar 7% dapat mengakibatkan gejala mual, hilang kesadaran dengan kadar 45%, mengakibatkan koma dengan kadar 60% dan kematian jika mencapai kadar 95%. Sumber polusi udara terbesar didapatkan dari emisi kendaraan bermotor mencapai 60-70% [4].

Berdasarkan data jumlah kendaraan bermotor dan jenis kendaraan pada Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur di tahun 2024, di Kabupaten Sidoarjo terdapat jumlah mobil penumpang sebanyak 207.376, bus sebanyak 1.822, truk sebanyak 69.853, sepeda motor sebanyak 1.423.157 [5]. Kualitas udara di Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo tercatat sebagai salah satu yang terburuk di Indonesia. Hal itu disampaikan oleh situs pemantau kualitas udara *IQAir* pada bulan Desember 2024 [6].

Karbonmonoksida mengenai afinitasnya yang tinggi terhadap hemoglobin, dikenal sebagai pembunuh diam-diam [7]. Mekanisme paparan gas CO yang timbul dari gas buangan kendaraan bermotor akan berada bebas pada lingkungan, terhirup oleh manusia dan masuk ke dalam sistem saluran pernafasan paru-paru, karbonmonoksida masuk ke dalam tubuh melalui pernapasan dan berdifusi melalui membran alveolar bersama oksigen (O_2), ketika bercampur dengan darah maka CO akan berikatan dan memiliki afinitas (daya ikat) terhadap hemoglobin 200 hingga 300 kali lebih kuat daripada oksigen, sehingga membentuk karboksihemoglobin (COHb) dalam darah [8]. Paparan gas CO dapat mempengaruhi jalur sintesis hemoglobin, mengubah morfologi sel darah merah dan mempengaruhi kelangsungan hidup sel darah merah. Senyawa kimia gas karbonmonoksida yang terikat dengan hemoglobin dapat menyebabkan peredaran darah terganggu dalam mengangkut oksigen [9].

Penelitian pada pengendara ojek online di Samarinda menyatakan bahwa seluruh responden (21 orang) memiliki kadar COHb diatas nilai ambang batas yaitu lebih dari 3,5% dengan rata-rata kadar COHb 6,03% hingga 9,72% [10]. Penelitian kadar COHb dalam darah pekerja parkir plaza X Surabaya secara keseluruhan diatas nilai normal dengan rata-rata tertinggi 9,65% dan terendah 7,56%. [11]. Selain itu pada pedagang kaki lima di Terminal Penggaron Kota Semarang, menyatakan bahwa hasil penelitian berdasarkan lama bekerja >5 tahun dan durasi >12 jam/hari memiliki hasil MCV MCH kurang dari nilai normal (mikrositik hipokrom) [9].

Berdasarkan permasalahan dan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis kadar karboksihemoglobin (COHb) dan indeks eritrosit (MCV, MCH, MCHC) pada karyawan pengguna sepeda motor di RSUD Sidoarjo Barat, dengan beberapa faktor yang mempengaruhi seperti usia dan jarak tempuh.

II. METODE

Jenis penelitian bersifat deskriptif observasional dengan pendekatan *cross-sectional*, data didapatkan dengan cara menganalisis pemeriksaan laboratorium kadar karboksihemoglobin (COHb) dan indeks eritrosit (MCV, MCH, MCHC) pada karyawan pengguna sepeda motor di RSUD Sidoarjo Barat. Responden akan diminta untuk mengisi kuisioner kemudian data yang terkumpul dianalisis menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji korelasi. Penelitian dilaksanakan setelah mendapatkan uji laik etik (*ethical cleareance*) dari bagian Komisi Kelaikan Etik Penelitian dan Kesehatan (KKEPK) di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya dengan nomor 1252/HRECC.FODM/XII/2025. Pengambilan spesimen dilakukan terhadap 50 responden dengan menyertakan *informed consent* dan kuesioner. Pengambilan darah dilakukan pada bulan Januari 2026 dengan volume sebanyak 3 mL menggunakan antikoagulan EDTA pada pagi hari, kemudian dilakukan pemeriksaan laboratorium dengan alat spektrofotometri UV-VWR 1600 PC dengan metode *Hinsberg-Lang* dan *Hematologi Analyzer* Mindray BC-5150 dengan metode *electronic impedance*.

Pengukuran kadar COHb menggunakan dua tabung reaksi dengan masing-masing diberi label R (reagen) dan S (sampel). Penggunaan larutan blanko sebagai alternatif kontrol diukur dua kali untuk memastikan validitas hasil spektrofotometri. Tabung erlenmeyer ditambahkan NH_4OH 0,1% sebanyak 20 mL dan ditambah dengan 10 μ L sampel darah EDTA dan dihomogenkan. Kemudian sebanyak 4 mL dimasukkan ke dalam masing-masing tabung reaksi, tabung reaksi yang berlabel S (sampel) ditambahkan 20 mg Natrium ditionit ($Na_2S_2O_4$), dihomogenkan hingga tercampur rata. Diinkubasi selama 10 menit pada suhu 37°C. Kedua larutan pada tabung reaksi masing masing diukur absorbansinya pada alat Spektrofotometri UV dengan panjang gelombang 416,9 nm. Hasil pengukuran absorbansi pada kedua larutan kemudian dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan [11].

Data yang diperoleh dianalisis berdasarkan kategori kelompok usia (26–30, 31–35, 36–40, 41–45, dan 46–50 tahun) serta jarak tempuh (6-10, 11-15, 16-20, 21-25, >25 km). Data dianalisis secara statistik menggunakan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov, uji homogenitas Levene, serta uji korelasi Spearman dan Chi-Square. Taraf kepercayaan yang digunakan dalam uji statistik adalah sebesar 95%, yaitu dengan nilai signifikansi (*p-value*) 0,05.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data penelitian dimulai dari penyebaran *informed consent* kepada responden, setelah responden membaca dan memahami isi kuisioner maka kemudian menandatangani lembar persetujuan untuk kemudian dilakukan pengambilan darah vena. Penelitian dan pengukuran pemeriksaan indeks eritrosit (MCV, MCH, MCHC) dan kadar karboksihemoglobin dilakukan mulai tanggal 6 Januari 2026 hingga tanggal 22 Januari 2026 diperoleh sebanyak 50 sampel penelitian.

Tabel 1. Karakteristik data responden

No	Karakteristik Responden	Frekuensi (n=50)	Presentase (%)
1	Usia (Tahun):		
	26-30	10	20
	31-35	10	20
	36-40	15	30
	41-45	10	20
	46-50	5	10
2	Jarak (Km):		
	6-10	10	20
	11-15	10	20
	16-20	10	20
	21-25	15	30
	>26	5	10
3	Jenis Kelamin:		
	Laki-laki Perempuan	22 28	44 56
4	Lama Bekerja (Tahun):		
	1-5	44	88
	5-10	6	12
5	Waktu Tempuh (menit):		
	15-30	30	60
	31-45	15	30
	>45	5	10
6	Perjalanan menuju RS:		
	Daerah industri (pabrik)	38	76
	Daerah pesawahan pedesaan	12	24
7	Rute paling sering dilalui:		
	Jalan kecil/komunal (sedikit lalu lintas)	4	8
	Jalan utama/arteri (lalu lintas sedang)	17	34
	Jalan protokol/jalan besar (lalu lintas padat)	29	58
8	Penggunaan APD:		
	Ya Tidak	34 16	68 32
9	Pernah merokok:		
	Ya Tidak	18 32	36 64
10	Diagnosa penyakit paru:		
	Ya Tidak	2 48	4 96
11	Riwayat Anemia:		
	Ya Tidak	6 44	12 88
12	Mengalami gejala:		
	Sakit kepala	26	52
	Pusing/vertigo	6	12
	Mual/muntah	1	2
	Sesak nafas	0	0
	Lemas/mudah lelah	17	34

Berdasarkan data pada Tabel 1 di atas, responden yang paling banyak terdapat pada kelompok usia 36-40 tahun (30%) dan kelompok jarak tempuh 21-25 km (30%). Sebagian besar karyawan/responden bekerja dibawah 5 tahun, Waktu tempuh terbanyak antara 15-30 menit (60%) dikarenakan rata-rata jarak tempuh yang dilalui karyawan paling banyak terdapat pada jarak 6 hingga 20 km. Sebagian besar karyawan dalam perjalanan menuju ke Rumah Sakit melewati daerah industri (pabrik) dengan rute yang sering dilewati adalah jalan protokol/jalan besar (lalu lintas padat). Secara anamnesa sebagian kecil karyawan memiliki diagnosa penyakit paru dan anemia, sedangkan gejala yang paling sering dialami adalah sakit kepala dan lemas/mudah lelah, tidak didapatkan karyawan dengan gejala sesak nafas.

Umumnya ketika kadar COHb meningkat akan diiringi dengan beberapa gejala yang sulit untuk diketahui, gejala umum yang sering terjadi adalah sakit kepala, cepat lelah, dan mual. Masuknya gas CO sehingga membentuk COHb dengan kadar 7% dapat memberikan gejala sakit kepala, 45% mual hingga hilang kesadaran, 60% mengakibatkan koma, dan kadar 95% dapat menyebabkan kematian. Namun ada beberapa sebab yang gejalanya hampir mirip dengan gejala terpaparnya gas CO, seperti terpapar zat polutan lainnya, penyakit menular (virus/flu) dan terpapar debu [4].

Tabel 2. Karakteristik karyawan berdasarkan kadar COHb dan indeks eritrosit

Karakteristik	Jumlah (n=50)	Rata-rata $\pm$ SD	Nilai normal [16]
Kadar COHb			
Normal	0	-	< 3,5 %.
Tinggi	50	8,29 $\pm$ 1,03	
Kadar MCV			
Normal	38	87,5 $\pm$ 3,6	80-100 fL
Rendah	12	72,6 $\pm$ 7,1	
Kadar MCH			
Normal	39	30,3 $\pm$ 1,6	27-34 pg
Rendah	11	23,7 $\pm$ 3,0	
Kadar MCHC			
Normal	47	34,5 $\pm$ 0,9	31,6-35,4 %
Rendah	3	31,0 $\pm$ 0,0	

Berdasarkan data pada Tabel 2, kadar COHb yang tinggi atau di atas nilai normal didapatkan pada semua karyawan/responden dengan kadar tertinggi sebesar 10,73% dan kadar terendah 5,50%, dengan rata-rata kadar COHb (8,29 $\pm$ 1,03). berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan nomor 70 tahun 2016 yaitu nilai normal COHb <3,5%. Sebagian besar hasil rata-rata nilai MCV, MCH dan MCHC seluruh karyawan masih dalam batas nilai normal.

Berdasarkan hasil pada Tabel 2 di atas didapatkan sebagian besar hasil rata-rata nilai MCV, MCH dan MCHC seluruh karyawan tidak melebihi nilai batas normal, beberapa karyawan dengan hasil indeks eritrosit yang rendah dapat menunjukkan diagnosa derajat anemia, dengan gejala yang paling sering dirasakan oleh responden adalah sakit kepala dan lemas/mudah lelah, semakin lama tubuh terkena paparan asap polusi yang mengandung zat toksik, maka konsentrasi gas CO akan semakin tinggi. Sehingga eritrosit dan hemoglobin dalam peredaran darah tidak dapat maksimal menjalankan fungsinya untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Paparan gas CO dapat mempengaruhi jalur sintesis hemoglobin, mengubah morfologi sel darah merah dan mempengaruhi kelangsungan hidup sel darah merah. Senyawa kimia gas karbonmonoksida yang terikat dengan hemoglobin dapat menyebabkan peredaran darah terganggu dalam mengangkut oksigen [9]. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Wulandari (2021) pada pedagang kaki lima di Terminal Penggaron Kota Semarang, yang menyatakan bahwa hasil penelitian berdasarkan lama berkerja >5 tahun dan durasi >12 jam/hari memiliki hasil MCV MCH kurang dari nilai normal (mikrositik hipokrom) [9].

Kadar COHb yang tinggi atau di atas nilai normal didapatkan pada semua karyawan/responden, dengan kadar tertinggi sebesar 10,73% dan kadar terendah 5,50%, dengan rata-rata kadar COHb (8,29 $\pm$ 1,03). Kadar tertinggi terdapat pada karyawan laki-laki dengan usia 27 tahun dengan jarak tempuh 9 km, sedangkan kadar terendah pada karyawan perempuan dengan usia 36 tahun dengan jarak tempuh 13 km. Hasil kadar COHb tinggi terdapat pada semua responden, hal ini menunjukkan bahwa daerah di sekitar RSUD Sidoarjo Barat memiliki tingkat pencemaran polusi udara yang relatif tinggi, dikarenakan banyak pabrik, industri rumahan dan merupakan jalur lalu lintas yang padat antar kota dan provinsi. Hal tersebut sesuai dengan yang disampaikan oleh situs pemantau kualitas udara *IQAir* pada bulan Desember 2024, bahwa kualitas udara di Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo disebut menjadi yang terburuk di Indonesia [6].

Suhu udara mempunyai faktor distribusi linear terhadap konsentrasi gas karbonmonoksida. Konsentrasi karbonmonoksida akan semakin tinggi disaat siang hari karena suhu udara yang tinggi, namun saat sore menjelang malam hari konsentrasi gas karbonmonoksida cenderung menurun nilainya. Suhu udara di Kecamatan Krian berkisar antara 25°C-34°C, dengan kelembapan 40%-81% [12]. Faktor lain yang harus diperhatikan adalah volume kendaraan umum seperti bus dan truk besar yang dapat menyumbang gas karbonmonoksida lebih besar. Menurut data Badan Pusat Statistik jumlah keseluruhan di tiap kendaraan untuk sepeda motor 11.102, untuk mobil 1,815, untuk bus 4, dan truk berjumlah 301. Hal ini menandakan tingkat transportasi di kecamatan krian didominasi oleh sepeda motor dan mobil [13]. Volume kendaraan harian menurut data mencapai 50.000 unit per hari. Sehingga tidak jarang terjadi kemacetan total, di mana kendaraan harus berhenti total selama beberapa menit hingga satu jam, karena terjadi kerusakan kendaraan atau kecelakaan di jalan raya [14]. Pengaruh konsentrasi gas CO dengan volume banyaknya kendaraan dapat mencapai hingga 82,3%, hal ini menandakan bahwa perlu adanya perhatian lebih untuk penanggulangan polusi udara di jalan raya yang padat lalu lintas [15].

Hal ini sejalan dengan penelitian Saldi, et al. (2023) pada pengendara ojek online di Samarinda yang menyatakan bahwa seluruh responden (21 orang) memiliki kadar COHb diatas nilai ambang batas yaitu lebih dari 3,5% dengan rata-rata kadar COHb 6,03% hingga 9,72% [11]. Selain itu penelitian dari Wicaksono (2017) juga menyatakan bahwa kadar COHb dalam darah pekerja parkir plaza X Surabaya secara keseluruhan diatas nilai normal dengan rata-rata tertinggi 9,65% dan terendah 7,56%. [10].

Tabel 3. Kadar COHb dan indeks eritrosit berdasarkan kelompok usia

Kelompok Usia (tahun)	Kadar COHb (%)	MCV (fL)	MCH (pg)	MCHC (%)
26-30	8,75±1,12	81,5±12,04	27,6±5,17	33,9±1,29
31-35	8,38±1,16	81±4,83	27,5±2,32	33,7±1,25
36-40	8,12±1,09	86,5±3,44	30,1±1,51	34,7±0,59
41-45	7,87±0,90	83,3±7,79	28,9±3,11	34,5±1,08
46-50	8,59±0,23	88,8±8,64	29,8±3,90	33,6±1,67
Nilai Normal [16]	< 3,5 %.	80-100 fL	27-34 pg	31,6-35,4 %

Berdasarkan Tabel 3, paparan gas CO pada seluruh kelompok usia relatif tinggi karena kadar COHb melebihi nilai batas normal yaitu 3,5%. Peningkatan kadar COHb dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar, seperti pencemaran polusi udara dari polutan buangan pabrik dan asap kendaraan bermotor. Hasil rata-rata pengukuran kadar COHb tertinggi terdapat pada kelompok usia 26-30 tahun (8,75%) dan terendah pada usia 41-45 tahun (7,87%). Perbedaan nilai kedua rata-rata tersebut relatif kecil yaitu selisih 0,88%, karena faktor usia tidak menjamin kadar COHb lebih tinggi namun faktor lingkungan yang lebih berpengaruh (lingkungan lokasi pekerjaan dan durasi paparan gas CO).

Rata-rata nilai MCV terendah pada kelompok usia 31-35 tahun (81 fL), sedangkan nilai MCV tertinggi (dalam rentang batas normal) terdapat pada kelompok usia 46-50 tahun (88,8 fL). Nilai MCV cenderung semakin tinggi pada usia lebih tua salah satunya karena faktor lamanya paparan gas CO yang masuk ke dalam tubuh manusia. Jika terdapat nilai MCV yang melebihi normal menunjukkan terjadinya anemia makrositik akibat kekurangan vitamin B12 atau asam folat.

Nilai MCH terendah pada kelompok usia 31-35 tahun (27,5 pg) dan cenderung lebih tinggi stabil pada usia 36 tahun ke atas, MCH merupakan jumlah rata-rata hemoglobin dalam setiap sel darah merah, nilai tersebut menunjukkan bahwa sel darah merah memiliki kandungan hemoglobin yang lebih optimal dalam ketersediaan zat besi. Paparan gas CO secara terus-menerus dapat memicu tubuh melakukan adaptasi dengan memproduksi hemoglobin lebih banyak untuk memastikan pasokan oksigen tetap terpenuhi dan mencegah terjadinya hipoksia ringan.

Nilai MCHC terendah pada kelompok 46-50 tahun (33,6%), rata-rata MCHC seluruh kelompok usia masih dalam batas normal dengan variasi yang relatif kecil, hal ini menunjukkan tidak ada beda signifikan antara usia dengan nilai MCHC, nilai MCHC yang stabil memiliki arti bahwa sel darah merah tidak mengalami perubahan struktural yang drastis namun fungsinya yang masih bisa menurun, karena paparan gas CO yang berkaitan dengan hemoglobin afinitasnya lebih tinggi daripada pengikatan dengan oksigen [16].

Tabel 4. Kadar COHb dan indeks eritrosit berdasarkan kelompok jarak tempuh

Kelompok Jarak Tempuh (km)	Kadar COHb (%)	MCV (fL)	MCH (pg)	MCHC (%)
6-10	9,07±0,96	83,5±9,51	28,5±3,87	34,2±0,79
11-15	7,66±1,39	81,4±8,34	27,9±4,09	34,3±1,34
16-20	8,19±0,80	86,3±4,83	30,2±1,81	34,9±0,32
21-25	8,23±0,82	85±8,31	29,1±3,18	34,1±1,03
>26	8,40±0,54	82,4±5,50	27,6±3,05	33±2
Nilai Normal [16]	< 3,5 %.	80-100 fL	27-34 pg	31,6-35,4 %

Berdasarkan Tabel 4, secara keseluruhan kadar COHb pada kelompok jarak tempuh menunjukkan rata-rata nilai yang tinggi kadarnya dengan perbedaan nilai antar kelompok relatif kecil, dari data tersebut dapat diasumsikan bahwa jarak tidak terlalu berpengaruh terhadap paparan gas CO. Mekanisme paparan gas CO yang timbul dari gas buangan kendaraan bermotor akan berada bebas pada lingkungan, akhirnya terhirup oleh manusia dan masuk ke dalam sistem saluran pernafasan paru-paru, karbonmonoksida masuk ke dalam tubuh melalui pernapasan dan berdifusi melalui membran alveolar bersama oksigen (O₂), ketika bercampur dengan darah maka CO akan berikatan dan memiliki afinitas (daya ikat) terhadap hemoglobin 200 hingga 300 kali lebih kuat daripada oksigen, sehingga membentuk karboksihemoglobin (COHb) dalam darah [17].

Nilai rata-rata MCV pada kelompok jarak tempuh secara keseluruhan masih dalam batas normal, nilai MCV terendah terdapat pada kelompok 11-15 km (81,4 fL), data tersebut berarti bahwa sebagian besar karyawan belum menunjukkan adanya penurunan intensitas sel darah merah. Variasi nilai MCV relatif kecil dengan nilai SD±1,97, dapat diasumsikan bahwa jarak tidak memiliki pengaruh antara nilai MCV terhadap paparan gas CO.

Nilai rata-rata MCH terendah terdapat pada kelompok >26 km (27,6 pg), dan nilai tertinggi pada kelompok 16-20 km (30,2 pg). Rata-rata kadar COHb yang tinggi memiliki nilai MCH yang relatif turun mendekati nilai normal ambang batas bawah, hal ini dipengaruhi oleh gas CO yang jika terus menerus terpapar maka akan menyebabkan penurunan sel darah merah (anemia hipokrom).

Nilai rata-rata MCHC terendah pada kelompok >26 km (33%) dan nilai tertinggi pada kelompok 16-20 km (34,9%). Secara keseluruhan nilai MCHC masih dalam batas normal, dapat diasumsikan bahwa sebagian besar karyawan belum menunjukkan adanya penurunan intensitas sel darah merah karena paparan gas CO.

Uji asumsi data dilakukan pada beberapa karakteristik pemeriksaan yaitu berupa uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas menggunakan SPSS Kolmogorov-Smirnov dikarenakan menggunakan ≥50 sampel penelitian, sedangkan uji homogenitas menggunakan SPSS Levene Statistik.

Tabel 5. Uji normalitas data

No.	Variabel	Normalitas Kolmogorov-Smirnov	
		p-value	Keterangan
1	COHb	0,007	Tidak berdistribusi normal
2	MCV	0,000	Tidak berdistribusi normal
3	MCH	0,000	Tidak berdistribusi normal
4	MCHC	0,000	Tidak berdistribusi normal

Tabel 6. Uji homogenitas

No.	Variabel	Homogenitas Levene	
		p-value	Keterangan
1	COHb	0,000	Tidak homogen
2	MCV	0,000	Tidak homogen
3	MCH	0,000	Tidak homogen
4	MCHC	0,000	Tidak homogen

Berdasarkan tabel 5, dari hasil uji normalitas didapatkan data kadar COHb dan indeks eritrosit tidak berdistribusi normal dengan nilai signifikansi p-value < 0,05, dan berdasarkan tabel 6 dari hasil uji homogenitas didapatkan data kadar COHb dan indeks eritrosit tidak homogen dengan nilai signifikansi p-value < 0,05

Hasil analisa data penelitian didapatkan bahwa seluruh karyawan memiliki kadar COHb yang relatif tinggi di atas nilai batas normal, berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan nomor 70 tahun 2016 yaitu nilai normal COHb <3,5%.

Uji statistik yang digunakan adalah uji SPSS korelasi spearman karena data tidak berdistribusi normal dan tidak homogen. Hasil korelasi antara pemeriksaan kadar COHb dan indeks eritrosit dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 7. Korelasi pemeriksaan kadar COHb dengan indeks eritrosit

Variabel	Korelasi spearman COHb dengan indeks eritrosit	
	Correlation Coefficient	sign. (2-tailed)
MCV	0,037	0,799
MCH	-0,013	0,928
MCHC	-0,057	0,696

Uji korelasi bertujuan untuk mengetahui tingkat keeratan hubungan antar variabel yang dinyatakan dengan koefisien korelasi. Pada uji korelasi berdasarkan Tabel 7, didapatkan hasil sign. (2-tailed) > 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada korelasi yang signifikan antara kadar COHb dengan indeks eritrosit (MCV, MCH, MCHC).

Paparan dari polusi udara di jalan raya seperti gas CO dapat mempengaruhi kualitas darah yang juga akan berpengaruh pada nilai indeks eritrosit. Semakin sering terpaparnya asap polusi yang mengandung zat toksik mengakibatkan konsentrasinya semakin tinggi, berisiko mengalami gejala patogenesis klinik seperti gejala defisiensi besi, anemia mikrositik, talasemia sindrom serta beberapa kasus anemia pada penyakit kronik, pembentukan COHb merupakan keadaan dimana hemoglobin tidak tersedia untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh meskipun konsentrasi Hb dan PO₂ normal [9].

Uji yang digunakan untuk menganalisa hasil korelasi usia dengan parameter pemeriksaan dalam penelitian ini adalah menggunakan Uji SPSS *Pearson Chi Square*, uji statistik ini bersifat non-parametrik sehingga tidak memerlukan asumsi bahwa data harus berdistribusi normal. Namun berfokus pada frekuensi data seperti data variabel atau kategori.

Tabel 8. Hasil uji statistik antara usia dan jarak tempuh dengan COHb dan indeks eritrosit

No	Uji Statistik	Nilai p-value	Hasil uji	Kesimpulan
1	Uji korelasi usia dengan COHb	0,295	Sig. (2-tailed) > 0,05	Tidak berkorelasi
2	Uji korelasi usia dengan MCV	0,164	Chi square p-value > 0,05	Tidak berkorelasi
3	Uji korelasi usia dengan MCH	0,097	Chi square p-value > 0,05	Tidak berkorelasi
4	Uji korelasi usia dengan MCHC	0,420	Chi square p-value > 0,05	Tidak berkorelasi
5	Uji korelasi jarak tempuh dengan COHb	0,411	Sig. (2-tailed) > 0,05	Tidak berkorelasi
6	Uji korelasi jarak tempuh dengan MCV	0,714	Chi square p-value > 0,05	Tidak berkorelasi
7	Uji korelasi jarak tempuh dengan MCH	0,696	Chi square p-value > 0,05	Tidak berkorelasi
8	Uji korelasi jarak tempuh dengan MCHC	0,012	Chi square p-value < 0,05	Dinyatakan berkorelasi

Berdasarkan Tabel 8, didapatkan hasil uji dengan nilai p-value > 0,05 yang artinya tidak terdapat korelasi yang bermakna antara kelompok usia dan jarak tempuh dengan nilai COHb dan indeks eritrosit, namun didapatkan korelasi antara jarak dengan nilai MCHC dalam darah karyawan.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan semua hasil kadar COHb (50 karyawan) di atas nilai normal yaitu lebih dari 3,5%. Hasil rata-rata pengukuran kadar COHb tertinggi terdapat pada kelompok jarak tempuh 6-10 km (9,07%) dan kelompok usia 26-30 tahun (8,75%). kadar tertinggi sebesar 10,73% dan kadar terendah 5,50%. Sebagian besar hasil rata-rata nilai MCV, MCH dan MCHC seluruh karyawan masih dalam batas nilai normal.

Uji korelasi antara usia dengan COHb dan indeks eritrosit nilai p-value > 0,05 yang artinya tidak terdapat korelasi yang bermakna antara kelompok usia dengan COHb dan indeks eritrosit. Sedangkan pada kelompok jarak

tempuh, didapatkan nilai MCHC $p < 0,05$ yang artinya terdapat korelasi antara jarak dengan nilai MCHC dalam darah karyawan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih saya ucapkan kepada Kepala Instalasi Laboratorium RSUD Sidoarjo Barat beserta semua rekan-rekan yang mendukung proses penelitian ini. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada sivitas akademik Program Studi Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas semua bimbingan, arahan dan dukungannya sehingga penelitian ini dapat selesai tepat pada waktunya.

REFERENSI

- [1] World Health Organization (WHO). (2021, September 22). *What are the WHO Air quality guidelines?* <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/what-are-the-who-air-quality-guidelines>
- [2] IQAir. (2025). World's most polluted cities - The most polluted cities according to data aggregated from over 80,000 data points. 26 <https://www.iqair.com/id/indonesia>
- [3] Hasan, Katherine. (2025). Kualitas udara Indonesia 2024: Polusi Jabodetabek capai sepuluh kali lipat batas aman WHO, Pemerintah 'menunggu dan lihat nanti' (CREA Centre for Research on Energy and Clean Air)
- [4] Rizaldi, M. A., Ma'rufi, I., & Ellyke, E. (2021). Hubungan Kadar CO Udara dengan Kadar Karboksihemoglobin Pada Pedagang Kaki Lima Sekitar Traffic Light. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 20(2), 104–111. <https://doi.org/10.14710/jkli.20.2.104-111>
- [5] Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Kendaraan di Provinsi Jawa Timur (unit), 2024. Kepolisian Daerah Jawa Timur/ Jawa Timur. <https://searchengine.web.bps.go.id/search?mfd=3500&q=kendaraan+bermotor&content=all&page=1&title=0&from=all&to=all&sort=terbaru>
- [6] Fahmi, Januar. (2024). Kualitas Udara di Krian Sidoarjo Disebut Paling Buruk se-Indonesia. <https://rri.co.id/daerah/1195613/kualitas-udara-di-krian-sidoarjo-disebut-paling-buruk-se-indonesia>
- [7] Hasairin, A., & Siregar, R. (2018). JURNAL BIOSAINS (Journal of Biosciences) <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/biosains> email : jbiosains Deteksi Kandungan Gas Karbon Monoksida (Co) Hubungan Dengan Kepadatan Lalu-Lintas Di Medan Sunggal, Kota Medan *Detection Of Gas Carbon Monoxide (Co) Relationship With Traffic Density At Medan Sunggal*, (1). <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/biosains>
- [8] Sulistio, A. R., Dhanti, K. R., Sulistiowati, R., & Juwita, D. R. (2024). Korelasi antara Kadar Karbon Monoksida di Udara dan Kadar COHb pada Pedagang Kaki Lima. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)*, 19(2), 185–191. <https://doi.org/10.36086/jpp.v19i2.2490>
- [9] Wulandari, R. N., Rahayu, M., & Santosa, B. (n.d.). Gambaran MCV MCH Pada Pedagang Kaki Lima Di Terminal Pengaron Kota Semarang *Picture Of MCV MCH On Standard Traders In Pengaron Terminal Semarang City*.
- [10] Saldi R, Wahid A, Raudah S, Utami R, Permata jelita T..2023. Uji Kadar Karboksihemoglobin (COHb) pada Pengendara Ojek Online di Samarinda *Jurnal Teknologi Laboratorium Medik Borneo*, Vol 3 No. 1 : 35-40
- [11] Wicaksono, R. 2017. Faktor yang Berhubungan dengan Kadar COHb pada Petugas Parkir Plaza X Surabaya. *Jurnal EnviScience* Vol. 1 No. 1 September 2017. ISSN No. 2597-9612
- [12] Yuliani, Fitri. 2025. BMKG Prakirakan Cuaca Surabaya, Sidoarjo, dan Gresik 28 September 2025. <https://beritajatim.com/bmkg-prakirakan-cuaca-surabaya-sidoarjo-dan-gresik-28-september-2025>
- [13] Khriansyah, D.A. 2023. Analisis Keefektifan Program Pemerintah Kabupaten Sidoarjo Pembangunan *Flyover* Krian Guna Menanggulangi Kemacetan. *urnal Ekonomi Bisnis dan Akuntansi (JEBAKU)* Vol. 3 No. 3 Desember 2023 Hal 53-63 DOI: <https://doi.org/10.55606/jebaku.v3i3.2708>
- [14] Kumara, Y. 2025. Dampak Pembangunan Jalan raya Bypass Krian Terhadap Mobilitas dan Perekonomian Masyarakat di Kecamatan Krian tahun 1990-2013. *AVATARA, e-Journal Pendidikan Sejarah*. Volume 16 No.2 Tahun 2025
- [15] Pratama, D.S, K. DI, Munfarida, I., Diah Nugraheni Setyowati, R., & Sunan Ampel, U. (n.d.). (2022), 457 Karbon Monoksida Dengan Suhu Dan Kendaraan Bermotor Jalan Perbatasan Aloha
- [16] Hartina, Novita Sicia. 2023. Pemeriksaan Kadar Hemoglobin dan Indeks Eritrosit (MCV, MCH, MCHC) pada Komunitas Perokok elektrik di Kabupaten Ponorogo. *Repositori Institut Teknologi Sains dan Kesehatan Insan Cendekia Medika Jombang*.
- [17] Sulistio, A. R., Dhanti, K. R., Sulistiowati, R., & Juwita, D. R. (2024). Korelasi antara Kadar Karbon Monoksida di Udara dan Kadar COHb pada Pedagang Kaki Lima. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)*, 19(2), 185–191. <https://doi.org/10.36086/jpp.v19i2.2490>

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.